



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES CON
MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL**

**TÍTULO:
PROPUESTA DEL REDISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA
EXISTENTE EN LA FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA
PARA EL DESARROLLO DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE
SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**AUTOR (A):
García Gamboa, Daniel Andrés**

**Trabajo de Titulación previa obtención del Título de:
INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

**TUTOR:
ING. LUIS EZEQUIEL PALAU DE LA ROSA, M.Sc.**

**Guayaquil, Ecuador
2015**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES CON MENCIÓN
EN GESTIÓN EMPRESARIAL**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por **Daniel Andrés, García Gamboa**, como requerimiento parcial para la obtención del Título de **Ingeniero en Telecomunicaciones**.

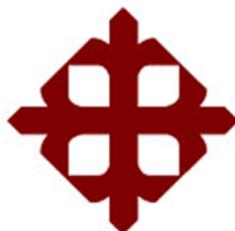
TUTOR (A)

ING. LUIS EZEQUIEL PALAU DE LA ROSA, M.Sc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

ING. MIGUEL ARMANDO HERAS SÁNCHEZ

Guayaquil, Marzo de 2015



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES CON MENCIÓN
EN GESTIÓN EMPRESARIAL**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Daniel Andrés García Gamboa**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación **Propuesta del Rediseño de la Red Inalámbrica existente en la Facultad de Educación Técnica para el desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil** previa a la obtención del Título **de Ingeniero en Telecomunicaciones**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, Marzo de 2015

EL AUTOR (A)

Daniel Andrés García Gamboa



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES CON MENCIÓN
EN GESTIÓN EMPRESARIAL**

AUTORIZACIÓN

Yo, **Daniel Andrés García Gamboa**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **Propuesta del Rediseño de la Red Inalámbrica existente en la Facultad de Educación Técnica para el desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, Marzo de 2015

EL AUTOR:

Daniel Andrés García Gamboa



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES CON MENCIÓN
EN GESTIÓN EMPRESARIAL**

CALIFICACIÓN

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a Dios por ser un instrumento que gracias a su palabra me enseñó a tener entrega para la culminación de mi proyecto de titulación, amor por la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones que me gusta ejercer, y el sacrificio que abarco cumplir con mis metas, por lo cual nunca perdí la fe en este camino arduo.

Agradezco a todos los profesores que me transmitieron su conocimiento para progresar en mi carrera y especialmente a mi tutor el Ing. Luis Palau por encaminarme en el desarrollo de mi Proyecto de Titulación, el cual se hizo realidad. Además agradezco a todos mis compañeros y amigos de profesión que me dejaron estos largos 5 años de carrera universitaria, los cuales en base a su experiencia se ganó mucho en lo personal, profesional y en el desarrollo de mi Proyecto de Titulación.

Daniel Andrés García Gamboa

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a mis padres que me brindaron todo su apoyo a lo largo de mi carrera, impulsándome en la dedicación de mis estudios, depositando toda su confianza en mí y gracias a la experiencia de ellos aprendí salir adelante a pesar de las adversidades que se presentaron durante mi preparación profesional siempre estando un paso delante de la vida, sintiéndose orgullosos por tener un hijo como yo progresando y superándose día a día. A mi familia por el ánimo y sustento que siempre me brindaron para culminar esta etapa lo más pronto posible.

Daniel Andrés García Gamboa

INDICE GENERAL

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Justificación	1
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Objetivos	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos específicos	4
1.4 Tipo de investigación	5
1.5 Hipótesis	5
1.6 Metodología	6
PARTE I MARCO TEÓRICO	7
CAPÍTULO 2 REDES DE DATOS	7
2.1 Redes inalámbricas	7
2.2 Introducción de redes inalámbricas	7
2.3 La teoría básica inalámbrica	8
2.4 Características de las redes WLAN	9
2.4.1 Frecuencia	9
2.4.2 Fase	14
2.4.3 Medición de la longitud de onda	15
2.4.4 Potencia RF y dB	16
2.5 Transporte de datos a través de una señal de RF	22
2.5.1 FHSS	23
2.5.2 DSSS	24
2.5.3 OFDM	25

2.5.4 Técnicas de modulación de LAN inalámbrica	25
2.6 Estándares RF	27
2.6.1 Organismos reguladores.....	27
2.6.2 UIT-R	27
2.6.3 FCC.....	28
2.6.4 ETSI.....	29
2.6.5 Organismo de estándares IEEE.....	30
2.6.6 Canal de uso 802.11	31
2.6.7 Estándares IEEE 802.11	33
2.7 Señales de RF en el mundo real.....	39
2.7.1 Interferencia.....	39
2.7.2 Efectos de objetos físicos	47
2.8 Conceptos básicos de antenas	54
2.8.1 Características de las antenas.....	54
2.8.2 Tipos de antenas	58
2.8.3 Resumen de antenas.....	59
2.9 Topologías de LAN inalámbrica	60
2.9.1 Tipos de redes inalámbricas	60
2.9.2 Topologías de redes inalámbricas	62
2.9.3 Otras topologías inalámbricas.....	70
2.10 Planteamiento de cobertura con los PA inalámbricos.....	71
2.10.1 Tamaño de la celda del PA inalámbrico.....	71
2.10.2 Agregación de PAs en una ESS	77
2.11 Estudio del sitio inalámbrico.....	85

2.11.1 Colocación de PAs inalámbricos.....	85
2.11.2 La interferencia de canal.....	86
2.11.3 Levantamiento de información del sitio	87
PARTE II APORTACIONES.....	89
CAPÍTULO 3 REDISEÑO DE LA WLAN EN LA FACULTAD TECNICA.....	89
3.1 Antecedentes	89
3.2 Estudio del sitio para el rediseño de la red WLAN	90
3.2.1 Análisis de la distribución bloques dentro de la Facultad Técnica	90
3.2.2 Análisis de la Infraestructura actual a nivel de la Red LAN y WLAN... ..	92
3.2.3 Levantamiento de información para estimar conexiones concurrentes.....	94
3.2.4 Estudio del Sitio a través del programa WITuners e Inssider.....	95
3.2.5 Formas de acceso inalámbrico a la WLAN de la Facultad Técnica	99
3.2.6 Barreras a considerar para la ubicación de los PAs inalámbricos	101
3.3 Análisis y descripción del equipamiento existente	104
3.3.1 Controladora de Red.....	104
3.3.2 Puntos de Acceso Inalámbricos.....	105
3.3.3 Switches de Acceso	107
3.3.4 Descripción de la conexión WAN, Firewall y servidores existentes ..	108
3.4 Equipamiento para el replanteo de la red WLAN	109
3.4.1 Análisis, descripción y configuración de los PAs	110
3.4.2 Análisis, descripción y configuración de la controladora de red.....	122
3.5 Optimización del cableado a través de una WLAN Mesh	133
3.6 Análisis financiero para el rediseño de la WLAN	135
3.6.1 Presupuesto del equipamiento para el rediseño WLAN.....	135

3.6.2 Análisis Costo Beneficio.....	136
3.6.3 Rediseño proyectado de la WLAN dentro de la Facultad Técnica	137
CAPÍTULO 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	139
4.1 Conclusiones	139
4.2 Recomendaciones	141

INDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura 2.1: Ondas electromagnéticas	8
Figura 2.2: Propagación de ondas con una antena ideal	9
Figura 2.3: Ciclos dentro de una onda	10
Figura 2.4: Espectro electromagnético	11
Figura 2.5: Separación entre canales en la banda de 2.4 GHz	12
Figura 2.6: Ancho de banda de la señal	13
Figura 2.7: Señales de entrada y salida de la fase	14
Figura 2.8: Señales de entrada y salida de la fase	15
Figura 2.9: Medición de la longitud de onda	16
Figura 2.10: Amplitud de la señal.....	17
Figura 2.11: Cálculo del PIRE	19
Figura 2.12: Cálculo de la potencia por el camino de la señal	20
Figura 2.13: Nivel de sensibilidad del receptor	21
Figura 2.14: Secuencia de saltos de canales FHSS	24
Figura 2.15: Canales no superpuestos usados para DSSS.....	24
Figura 2.16: Funcionamiento de OFDM con 48 subportadoras	25
Figura 2.17: Canal distribuido en la banda de 2.4 GHz	32
Figura 2.18: Canal de Distribución en las bandas U-NII de 5 GHz	33
Figura 2.19: Dispositivos SISO y MIMO.....	38
Figura 2.20: Interferencia Co-Canal.....	40
Figura 2.21: Separación de señal para minimizar la interferencia co-canal.	41
Figura 2.22: Interferencia de canal adyacente	42

Figura 2.23: Interferencia no 802.11 de un horno de microondas	43
Figura 2.24: Pérdidas en el espacio libre debido a la onda de difusión	44
Figura 2.25: Alcance Efectivo de los Transmisores en 2.4 GHz y 5 GHz ...	45
Figura 2.26: Tasa de Cambio dinámico como una función de rango	47
Figura 2.27: Reflexión de una señal de RF.....	48
Figura 2.28: Transmisiones de Trayectoria Múltiple	49
Figura 2.29: Absorción de una señal de RF.....	50
Figura 2.30: Dispersión una señal de RF.....	52
Figura 2.31: Refracción de una señal de RF	52
Figura 2.32: Difracción de una señal de RF.....	53
Figura 2.33: Patrones de Radiación para los tres tipos de antena de base .	56
Figura 2.34: Medición del Ancho de Haz de la Antena	56
Figura 2.35: Adaptación de antena de polarización entre emisor y receptor	57
Figura 2.36: PA Cisco con antenas omnidireccionales integradas	59
Figura 2.37: Patrón de Radiación 3D de Antena Omnidireccional Integrada	59
Figura 2.38: Tipos y Alcance de Redes Inalámbricas.....	61
Figura 2.39: Comunicación bidireccional	63
Figura 2.40: La interferencia de las transmisiones simultáneas	63
Figura 2.41: Conjunto de Servicios Básicos 802.11.....	65
Figura 2.42: Sistema de Distribución apoyando un BSS	67
Figura 2.43: Múltiples SSID en un PA.....	68
Figura 2.44: Cobertura Inalámbrica Escalable con un ESS 802.11	69
Figura 2.45: Una típica red inalámbrica en malla.....	71
Figura 2.46: Celda que incluye a todos pero no a un cliente	73

Figura 2.47: Efectos del Nivel de Potencia de Transmisión en la Celda.....	74
Figura 2.48: El Problema de Potencia Asimétrica.....	75
Figura 2.49: La relación de las velocidades de datos y rango de celdas.....	76
Figura 2.50: Un cliente móvil se mueve dentro de una Celda de un PA.....	78
Figura 2.51: Trampas de Reutilización de canales en los PAs adyacentes.	79
Figura 2.52: Cliente de Itinerancia se mueve correctamente entre dos PAs	81
Figura 2.53: Agujeros en un patrón de canal alternativo.....	83
Figura 2.54: Un mejor patrón de canal alternativo.....	84

CAPÍTULO 3

Figura 3.1: Distribución de bloques dentro de la Facultad Técnica.....	91
Figura 3.2: Infraestructura actual a nivel de la Red LAN y WLAN.....	93
Figura 3.3: Ubicación de los APs por medio de la Aplicación WiTuners.....	96
Figura 3.4: Sobredimensionamiento de APs mediante Aplicación Wituners	96
Figura 3.5: Recopilación de Redes WLAN mediante el Programa Inssider .	97
Figura 3.6: Niveles de RSSI de las redes WLAN en la Facultad Técnica	98
Figura 3.7: Superposición de los canales de las diferentes redes WLAN....	98
Figura 3.8: Gráfico de Amplitud vs Tiempo de las Redes WLAN.....	99
Figura 3.9: Conexiones del rediseño WLAN considerando las barreras....	101
Figura 3.10: Diagrama Físico de conexiones de la Controladora de Red..	105
Figura 3.11: Switches de accesos dentro del Cuarto de Comunicación	108
Figura 3.12: Uso del PA Ruckus ZoneFlex 7782.....	111
Figura 3.13: Características Generales del PA Ruckus ZoneFlex 7782	113
Figura 3.14: Configuración de la IP de Gestión en el PA.....	114
Figura 3.15: Configuración de la VLAN de Gestión en el PA.....	115

Figura 3.16: Cambio de Código de País en el PA.....	116
Figura 3.17: Activación de RF en el PA	117
Figura 3.18: Configuración del SSID en el PA	118
Figura 3.19: Configuración del IP NAT en el PA	119
Figura 3.20: Configuración del IP NAT en el PA	120
Figura 3.21: Configuración de Clave en el SSID del PA	121
Figura 3.22: Configuración del Puerto Ethernet del PA	122
Figura 3.23: Configuración para la Conexión de la Controladora de Red..	124
Figura 3.24: Configuración de IP de Gestión de la Controladora de Red ..	125
Figura 3.25: Configuración de Grupo del PA de la Controladora de Red ..	126
Figura 3.26: Configuración de Grupo del PA de la Controladora de Red ..	127
Figura 3.27: Configuración de WLAN de la Controladora de Red.....	128
Figura 3.28: Configuración de WLAN de la Controladora de Red.....	129
Figura 3.29: Configuración de WLAN de la Controladora de Red.....	130
Figura 3.30: Configuración de Grupo WLAN de la Controladora de Red...	131
Figura 3.31: Configuración de Grupo WLAN de la Controladora de Red...	131
Figura 3.32: Activación de Servicio en AP desde la Controladora de Red	132
Figura 3.33: Activación de Servicio en AP desde la Controladora de Red	133
Figura 3.34: Optimización del cableado a través de una WLAN Mesh	134
Figura 3.35: Esquema del Rediseño WLAN en la Facultad Técnica.....	138

INDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 2

Tabla 2.1: Técnicas de modulación de LAN inalámbrica	26
Tabla 2.2: Requisitos de la FCC en las bandas U-NII de 5 GHz.....	29
Tabla 2.3: Requisitos del ETSI en las bandas de 2.4 y 5 GHz	30
Tabla 2.4: Grupos de Trabajo IEEE 802	31
Tabla 2.5: Velocidad de Datos IEEE 802.11a	34
Tabla 2.6: Velocidad de Datos IEEE 802.11b	35
Tabla 2.7: Velocidad de Datos IEEE 802.11g	36
Tabla 2.8: Características de las Antenas Omnidireccionales	60

CAPÍTULO 3

Tabla 3.1: Distribuciones de los APs por bloque en la Facultad Técnica.....	94
Tabla 3.2: Concurrencia de los usuarios en la Facultad Técnica.....	95
Tabla 3.3: Atenuación de las barreras existentes en la Facultad Técnica .	102
Tabla 3.4: Presupuesto del equipamiento para el Rediseño de la WLAN..	135

INDICE DE ANEXOS

Capítulo 3

ANEXO 3.1 SITE SURVEY DE LOS PAS EXISTENTES	2
ANEXO 3.2 DATASHEET DE LOS PAS EXISTENTES	5
ANEXO 3.3 UBICACIONES DE LOS PAS EXISTENTES	12
ANEXO 3.4 DATASHEET DE LA WLC RUCKUS ZONEDIRECTOR 3000 .	20
ANEXO 3.5 DATASHEET DEL PA RUCKUS ZONEFLEX 7782	23

RESUMEN

Esta investigación aborda temas relacionados con la red inalámbrica existente en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, ya que para integrar una nueva tecnología se debe saber cuáles son las falencias actuales y detectándolas, para que cuando algo nuevo sea desplegado no se tenga problemas algunos.

La solución que se diseña en el presente documento es una reestructuración de la topología de red, esto se le hace con el afán de tener un mejor rendimiento y soportar nuevos equipamientos a esta, sin que sea penalizada por las deficiencias o limitaciones que pueda tener. La red inalámbrica que se ha diseñado se ha planteado de tal manera en que sea totalmente funcional para los usuarios móviles y sea totalmente segura sin involucrar deficiencias en la red.

ABSTRACT

This research addresses issues related to the existing wireless network in the Faculty of Technical Education for the Development of the Catholic University of Santiago de Guayaquil, since to integrate new technology should know what the current and by detecting weaknesses are, so that when something not be deployed again have some problems.

The solution is designed in this paper is a restructuring of the network topology, this is made in an effort to have better performance and support new equipment on this, without being penalized by deficiencies or limitations you may have. The wireless network that is designed has been raised in such a way that is fully functional for mobile users and is completely safe without involving deficiencies in the network.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

Las redes inalámbricas constituyen en la actualidad el medio de conexión más común para acceder a Internet, por lo tanto es indispensable disponer de una red inalámbrica óptima que permita alcanzar los niveles de ancho de banda adecuado a fin de poder trabajar de manera eficiente. Existen muchos factores que inciden en la calidad de la señal inalámbrica, los cuales pueden ser producidos por fenómenos naturales, o por topologías de conexión ineficientes, esto se ve reflejado en entornos inalámbricos con baja calidad.

La Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo cuenta con una red inalámbrica, la cual es usada por la comunidad universitaria para acceder a internet, sin embargo se detecta interferencias y bajos niveles en la calidad de la señal lo que incide en el rendimiento y disponibilidad de la red.

El actual estudio tiene por objeto el rediseñar la red inalámbrica existente en la Facultad Técnica basándonos en los conceptos fundamentales para el diseño de las redes WLAN a través de nuevas topologías y dispositivos inalámbricos con tecnologías integradas que brinden una mejor capacidad y rendimiento.

1.1 Justificación

El presente trabajo de titulación se direcciona hacia el beneficio de la comunidad universitaria para que a través de un rediseño de red, la misma disponga de una conexión inalámbrica de alta calidad, capacidad y disponibilidad.

El actual estado de la red inalámbrica en la facultad técnica no es óptima para el establecimiento de las conexiones entre los APs y los dispositivos

terminales, por lo tanto es indispensable realizar un estudio inalámbrico para detectar los factores que están provocando interferencias, saturación, baja capacidad de conexión y alcance.

La Facultad Técnica cuenta con una diversidad excesiva de equipos inalámbricos de diferentes modelos y fabricantes, que no cumplen con la normas técnicas para el presente escenario desplegado alrededor de sus instalaciones, por ende se plantea realizar un estudio del sitio a fin de detectar las áreas de cobertura que no están siendo cubiertas con los APs existentes.

1.2 Planteamiento del problema

Hoy en día, las exigencias que se presentan en la Facultad Técnica en relación con las redes inalámbricas son cada vez mayores, ya que los estudiantes necesitan que éstas sean de mayor velocidad en el transporte de tráfico de datos, principalmente que tengan una alta capacidad de concurrencia y con estas cualidades poder realizar trabajos, deberes, investigaciones y proyectos ya sea por medio de celulares, computadoras u otros dispositivos terminales, que puedan ayudar agilizar el nivel de interés y enseñanza.

Además los estudiantes, profesores y personal administrativo no gozan por completo de una buena conectividad de servicio de internet inalámbrico en un mundo caracterizado por rápidos y complejos cambios tecnológicos que demandan velocidad en la transmisión de datos cada vez es más rápida, los servicios requeridos tienen que ser confiables y permanentes, donde se garantice una buena conectividad a fin de que no se presenten pérdidas en la señal y todos puedan conectarse sin que los puntos de acceso inalámbrico se saturen debido a la cantidad de usuarios que hay en la facultad de educación técnica para el desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, esta falta de acceso inalámbrico se debe al despliegue de equipos

dentro de la universidad, cuya penetración es limitada, estos factores obligan a nuestros usuarios de los servicios inalámbricos a conectarse mediante otros medios, limitando el acceso a la información a un gran número de estudiantes y afectar uno de los componentes considerados en el proceso de acreditación universitaria, motivo por el cual se plantea un estudio en radiofrecuencia y plantear una posible solución o mejora al actual diseño de redes inalámbricas que existe.

La solución técnica inalámbrica en la Facultad Técnica para el Desarrollo está compuesta por 2 partes muy significativas, la primera aborda los equipos inalámbricos y su ubicación dentro de la misma, la segunda abarca la topología de conexión entre los APs y los dispositivos de distribución los cuales residen dentro del cuarto de comunicación de la Facultad Técnica. Para el planteamiento inicialmente se realizara el estudio radioeléctrico en la Facultad, de esa manera se podrá detectar las áreas que no se encuentran cubiertas y las interferencias entre los APs adyacentes, por ende se plantea optimizar los recursos actuales a nivel de equipamiento, cableado y conexiones.

El presente estudio se caracteriza por replantear las conexiones y dispositivos existentes y optimizarlas a través de una topología eficiente que brinde alta disponibilidad y con esto se lograra una estructura sólida, confiable y robusta.

En virtud a lo anterior, este trabajo se orienta al análisis de los principales factores que afectan la calidad del servicio de internet inalámbrico, además poder obtener información que necesitamos mucho más rápido y buscar mejoras para la optimización y el desarrollo de la misma, por lo tanto el estudio busca responder las siguientes interrogantes:

¿Cuáles son las causas de la falta de garantía y eficiencia del internet para la facultad?

¿Qué hacer para generar más calidad, conectividad y desempeño para las redes inalámbricas en la facultad?

¿Qué medidas y soluciones se deberá tomar para lograr una estabilidad en el servicio y abastecimiento de internet?

¿Qué estudios se deben realizar en la facultad para el actual problema que persiste?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Proponer un rediseño de la red Inalámbrica existente en la Facultad de Educación Técnica para el desarrollo, la cual permita optimizar la calidad de la señal y el número de conexiones concurrentes y con esto disminuir infraestructura innecesario que crea mayores puntos de fallo.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar fallas y detectar las interferencias del espectro radioeléctrico a través de un programa Inssider en el actual sistema de redes inalámbricas en la Facultad Técnica
- Plantear la posible solución al actual diseño de red inalámbrica de la Facultad Técnica.
- Rediseñar el Sistema de Red Inalámbrica existente, el cual a través de nuevos dispositivos y sistemas de conexión optimice las conexiones hacia los dispositivos terminales.

1.4 Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo explicativa o causal porque explica de manera detallada las características del rediseño de la red inalámbrica Wi-Fi ya que el esquema actual del mismo es muy amplio en relación a las necesidades que presenta el proyecto que se está analizando para una futura implementación que podrá ayudar a muchos estudiantes, profesores u otros usuarios de la Facultad Técnica que requieran esta herramienta a manera de ayuda en un sin número de proyectos o investigaciones que desarrollarán para la mejora de su nivel de estudio.

1.5 Hipótesis

En base al problema existente en la infraestructura de la red inalámbrica de la Facultad Técnica nos proponemos las siguientes hipótesis para poder proporcionar un rediseño adecuado para la misma.

La primera hipótesis es que la señal inalámbrica en la Facultad Técnica se ve afectada por el exceso de equipos inalámbricos y cableado posicionados de manera incorrecta lo cual incide en la calidad de la misma.

La segunda hipótesis es que en la red inalámbrica de la Facultad Técnica se detecta una topología de red híbrida, conformada por conexiones tipo bridge inalámbrico o Mesh y conexiones en cascada lo cual genera duplicidad en la asignación de direcciones IP.

La tercera hipótesis es que los Access Points existentes en la Facultad Técnica no cumplen con las especificaciones técnicas para la propagación de señales en ambientes outdoor.

1.6 Metodología

En esta investigación nos encontramos con una limitación de espacio o territorio ya que el estudio se va a realizar en una zona geográfica específica en este caso el Centro de Cómputo y la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Adicional a esto el análisis se hará solo sobre los usuarios de la Facultad en mención para así poder controlar el acceso al servicio de internet inalámbrico mediante una clave de acceso personalizada. Hubo limitaciones de información con respecto al Centro de Cómputo ya que por seguridad no pueden proporcionar la información completa de la infraestructura para evitar cualquier acceso no autorizado a la base de datos de la Universidad Católica, como también limitaciones de tiempo de aproximadamente 16 semanas para poder culminar el Trabajo de Titulación.

Una investigación podría encaminarse a conocer el efecto de las mejoras del internet inalámbrico en la Facultad Técnica. Para llevar a cabo la investigación, se tienen previstos los siguientes pasos:

- a. Hacer una comparación del Internet Inalámbrico que se usa actualmente con el Rediseño de la red inalámbrica en la Facultad Técnica.
- b. Realizar los estudios y análisis respectivos de mis hipótesis y comprobarlos.
- c. Revisar si las mejoras surtieron efecto como por ejemplo:
 - Si la interferencia disminuyo.
 - Si cubre con las expectativas de los estudiantes.
 - Si hay un sistema de redes inalámbricas estable.
 - Si hay pérdida de señal.

PARTE I MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO 2 REDES DE DATOS

2.1 Redes inalámbricas

Para el estudio de las Redes Inalámbricas de Datos se analizó diferentes puntos tales como elementos básicos de las tecnologías inalámbricas, conocimiento de estándares y compatibilidad, arquitectura de una red inalámbrica, conocimiento de coberturas inalámbricas, seguridad en redes inalámbricas, configuración básica en Access Points, configuración de la Controladora de Red Inalámbrica y los diferentes requerimientos para hacer un Site Survey para una red inalámbrica.

2.2 Introducción de redes inalámbricas

Una red inalámbrica permite a los usuarios conectarse a la red mediante la transmisión de una señal a través de las frecuencias de radio (RF) para mover datos de un dispositivo a otro, la cual elimina la necesidad de estar conectado a un cable. Los usuarios de la red dentro del rango de transmisores y receptores inalámbricos, también conocido como un Access Point (AP) se pueden fijar en lugares consistentes o que puedan moverse libremente.

Hoy en día, las Redes Inalámbricas de Área Local (WLAN) brindan un sistema de comunicaciones flexible, extendido y robusto, el cual es usado para aumentar la cobertura inalámbrica de una Red de Área Local (LAN). La comodidad y la movilidad se convierten en dos puntos de suma importancia, lo que permite a los usuarios moverse a voluntad propia mientras se mantienen conectados a la red. Los datos inalámbricos deben viajar a través del espacio libre, sin las limitaciones y la protección de un cable. En el entorno

del espacio libre, muchas variables pueden afectar a los datos y su entrega. Para reducir al mínimo las variables, los esfuerzos de la ingeniería inalámbrica deben centrarse en dos puntos muy importantes tales como:

- Los dispositivos inalámbricos deben adherirse a una norma común.
- La cobertura inalámbrica debe existir en la zona donde los dispositivos son esperados.

2.3 La teoría básica inalámbrica

¿Cómo se puede enviar una señal eléctrica a través del aire o el espacio libre? En el espacio libre ocurre un principio en el cual un remitente o transmisor puede enviar una corriente alterna en una sección del cable o antena, que establece campos eléctricos y magnéticos en movimiento que se propagan hacia fuera y lejos como ondas que viajan. Los campos eléctricos y magnéticos viajan a lo largo juntos y siempre en ángulos rectos entre sí, como se muestra en la Figura 2.1. La señal debe seguir cambiando o alternando en movimiento cíclico arriba y abajo, para mantener a los campos eléctricos y magnéticos en movimiento cíclico y empujando siempre hacia fuera. (Hucaby, 2014)

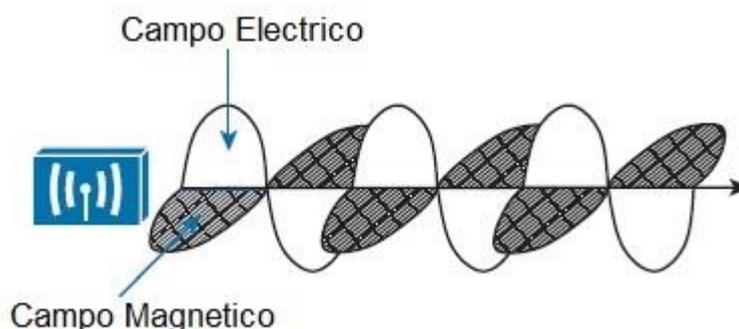


Figura 2.1: *Ondas electromagnéticas*. Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

Las ondas electromagnéticas no viajan en línea recta. En lugar de ello, viajan por expansión en todas las direcciones lejos de la antena. En el espacio libre, las ondas electromagnéticas se expanden hacia el exterior en las tres dimensiones. La Figura 2.2 muestra una antena ideal simple que es un punto único en el extremo de un cable. Las ondas producidas se expanden hacia el exterior en una forma esférica. Las ondas pueden llegar al receptor, además de muchos otros lugares en otras direcciones. En el extremo receptor de un enlace inalámbrico, el proceso se invierte. Como las ondas electromagnéticas llegan a la antena del receptor, inducen una señal eléctrica. Si todo funciona bien, la señal recibida será una copia razonable de la señal original transmitida. (Hucaby, 2014)

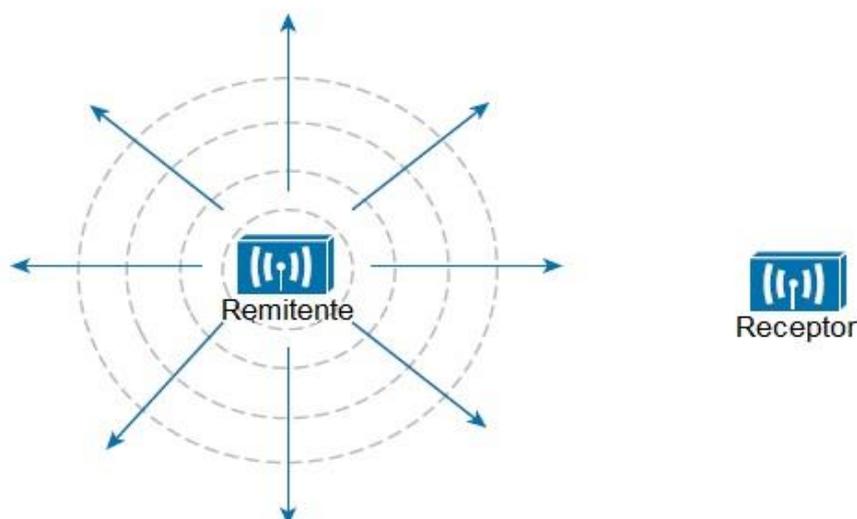


Figura 2.2: *Propagación de ondas con una antena ideal.* Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

2.4 Características de las redes WLAN

2.4.1 Frecuencia

Las ondas que participan en un enlace inalámbrico se pueden medir y se describen de varias maneras. Una propiedad fundamental es la frecuencia de la onda, o el número de veces que una señal hace un ciclo completo arriba

y abajo en 1 segundo. La Figura 2.3 muestra cómo se puede identificar un ciclo de una onda. No importa donde se inicia la medición de un ciclo, la señal debe hacer una secuencia completa de nuevo a su posición de partida en la que está dispuesta a repetir el mismo patrón cíclico. Un hertz (Hz) es la unidad de frecuencia más comúnmente usada y representa un ciclo por segundo. La frecuencia puede variar en un rango muy amplio.

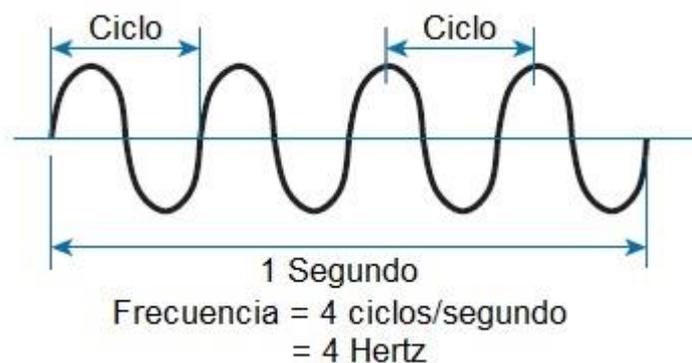


Figura 2.3: *Ciclos dentro de una onda*. Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

La Figura 2.4 muestra una representación sencilla del espectro de frecuencias continuo o espectro electromagnético que va desde 0 Hz a 10^{22} (o 1 seguido por 22 ceros) Hz.

En el extremo inferior del espectro existen frecuencias que son demasiado bajas para ser escuchadas por el oído humano, seguido de sonidos audibles. La gama alta de frecuencias contiene luz, seguido por rayos X, gamma y cósmicos.

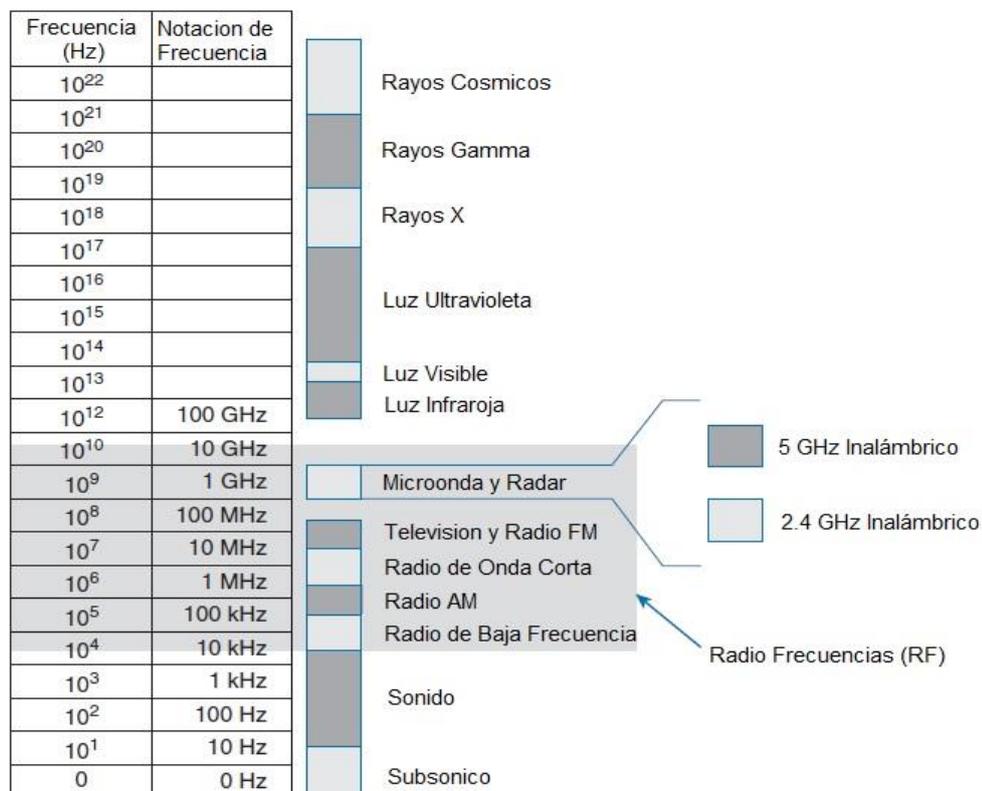


Figura 2.4: *Espectro electromagnético*. Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

El rango de frecuencia de alrededor de 3 kHz a 300 GHz se denomina comúnmente radiofrecuencia o RF. Incluye diferentes tipos de comunicación por radio, incluida la radio de baja frecuencia, radio AM, radio de onda corta, televisión, radio FM, microondas y radar. La categoría de microondas también contiene los dos rangos de frecuencia que se utilizan para la comunicación de LAN inalámbrica en las bandas de 2.4 y 5 GHz. Debido a que un rango de frecuencias puede ser usado para el mismo fin, es habitual referirse a la gama como una banda de frecuencias.

Uno de los dos rangos de frecuencia utilizados para la comunicación LAN inalámbrica se encuentra entre 2.400 y 2.4835 GHz. Esto generalmente se llama la banda de 2.4 GHz, a pesar de que no abarca todo el rango de entre 2.4 y 2.5 GHz. La otra gama de LAN inalámbrica generalmente se llama la banda de 5 GHz, ya que se encuentra entre 5.150 y 5.825 GHz. La banda de 5 GHz en realidad contiene las siguientes cuatro bandas distintas y

separadas desde 5.150 – 5.250 GHz; 5.250 – 5.350 GHz; 5.470 – 5.725 GHz; 5.725 – 5.825 GHz.

La banda de 5 GHz puede contener varias bandas más pequeñas. Una banda de frecuencia contiene un rango continuo de frecuencias. Si dos dispositivos requieren una sola frecuencia para un enlace inalámbrico entre ellos, ¿qué frecuencia se puede utilizar? Más allá de eso, ¿cuántas frecuencias únicas se pueden utilizar dentro de una banda? Para mantener todo ordenado y compatible, las bandas suelen dividirse en una serie de canales distintos. Cada canal es conocido por un número de canal y se asigna a una frecuencia específica. Mientras los canales están definidos por un organismo de normas nacionales o internacionales, se pueden utilizar consistentemente en todos los lugares.

La Figura 2.5 muestra la asignación de canales para la banda de 2.4 GHz que se usa para la comunicación LAN inalámbrica. La banda contiene 14 canales numerados del 1 al 14, cada uno asignado a una frecuencia específica. Los canales están espaciados a intervalos regulares que son 0.005 GHz o 5 MHz aparte. La separación entre canales es conocida como la separación de canales o la anchura del canal.

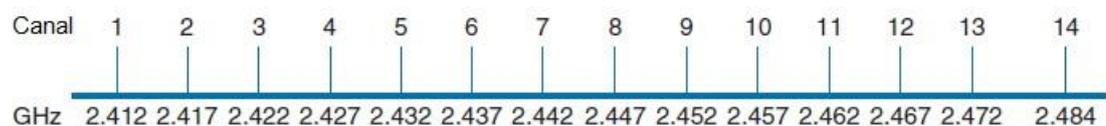


Figura 2.5: *Separación entre canales en la banda de 2.4 GHz*. Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

La frecuencia central define la ubicación del canal dentro de la banda. La gama de frecuencias real que se necesita para la señal transmitida se conoce como el ancho de banda de la señal, como se muestra en la Figura 2.6. Como su nombre implica, el ancho de banda se refiere a la anchura del espacio de la frecuencia requerida dentro de la banda.

En las redes LAN inalámbricas, el ancho de banda de la señal se define como parte de una norma. A pesar de que la señal se podría extender más arriba y por debajo de la frecuencia central que el ancho de banda que se permite, los dispositivos inalámbricos utilizarán algo que se llama una máscara espectral para ignorar partes de la señal que caen fuera de los límites del ancho de banda. El ancho de banda de la señal debe ser inferior a la anchura del canal de modo que una señal diferente podría ser transmitida en todos los canales posibles, sin posibilidad de que dos señales podrían superponerse e interferir entre sí.

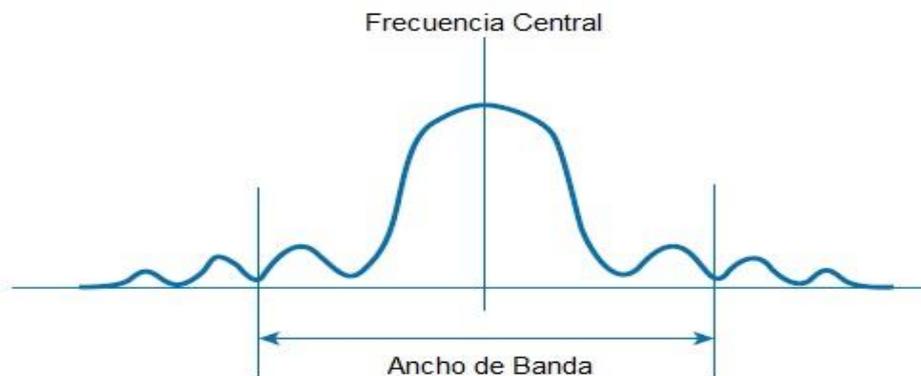


Figura 2.6: *Ancho de banda de la señal*. Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

La parte superior de la Figura 2.7 muestra la mayor parte de la banda de 2.4 GHz, junto con un ancho de banda de señal que es más estrecha que la separación entre canales. Una señal puede existir en todos los canales posibles sin superponerse con otros. La parte inferior de la figura muestra el ancho de banda de la señal del mundo real, que es ligeramente más ancho que cuatro canales. Las señales centradas en los canales adyacentes no pueden posiblemente coexistir sin superponerse e interferir. En su lugar, las señales deben ser colocadas en los canales más distantes para evitar la superposición, lo que limita el número de canales que se pueden utilizar en la banda.

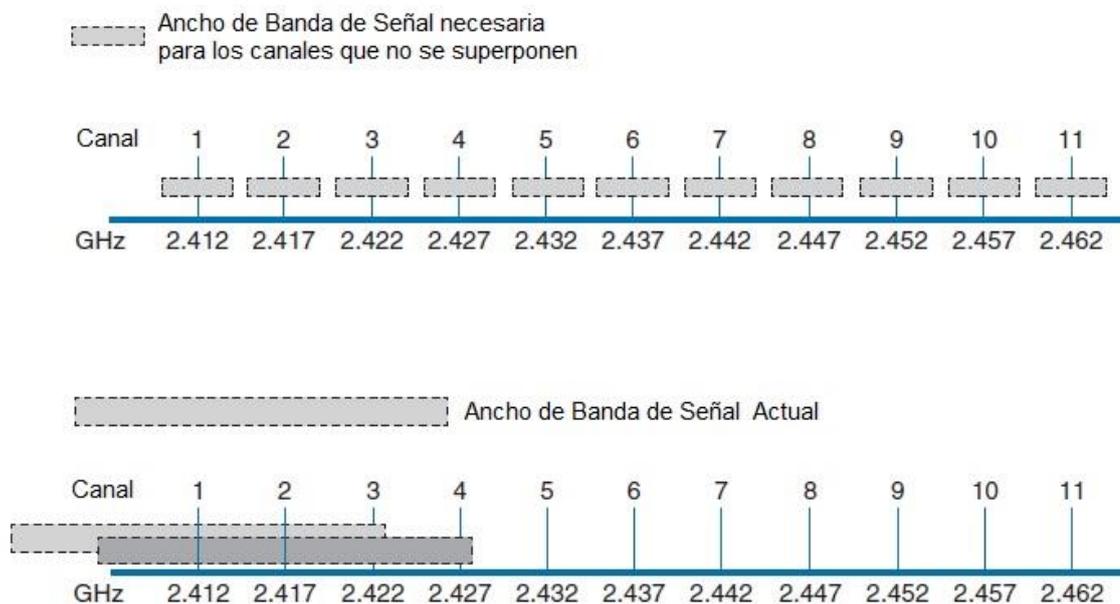


Figura 2.7: Señales de entrada y salida de la fase. Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

2.4.2 Fase

Las señales de RF son muy dependientes de la cadencia, ya que siempre están en movimiento. Por su propia naturaleza, las señales se componen de fuerzas eléctricas y magnéticas que varían con el tiempo. La fase de una señal es una medida de desplazamiento en el tiempo con respecto al comienzo de un ciclo.

La fase se mide normalmente en grados, donde 0 grados es el comienzo de un ciclo, y un ciclo completo es igual a 360 grados. Un punto que está a medio camino a lo largo del ciclo está en la marca de 180 grados. Debido a que una señal oscilante es cíclica, se puede pensar en la fase viajando alrededor de un círculo una y otra vez.

Cuando dos señales idénticas se producen exactamente al mismo tiempo, sus ciclos coinciden y se dice que están en fase entre sí. Si una señal se retrasa desde la otra, las dos señales se dicen que están fuera de fase. La

Figura 2.8 muestra ejemplos de los dos escenarios. La Fase se convierte tan importante como las señales de RF son recibidas. Las señales que están en fase tienden a añadirse juntas, mientras que las señales que están 180 grados fuera de fase tienden a anularse mutuamente.

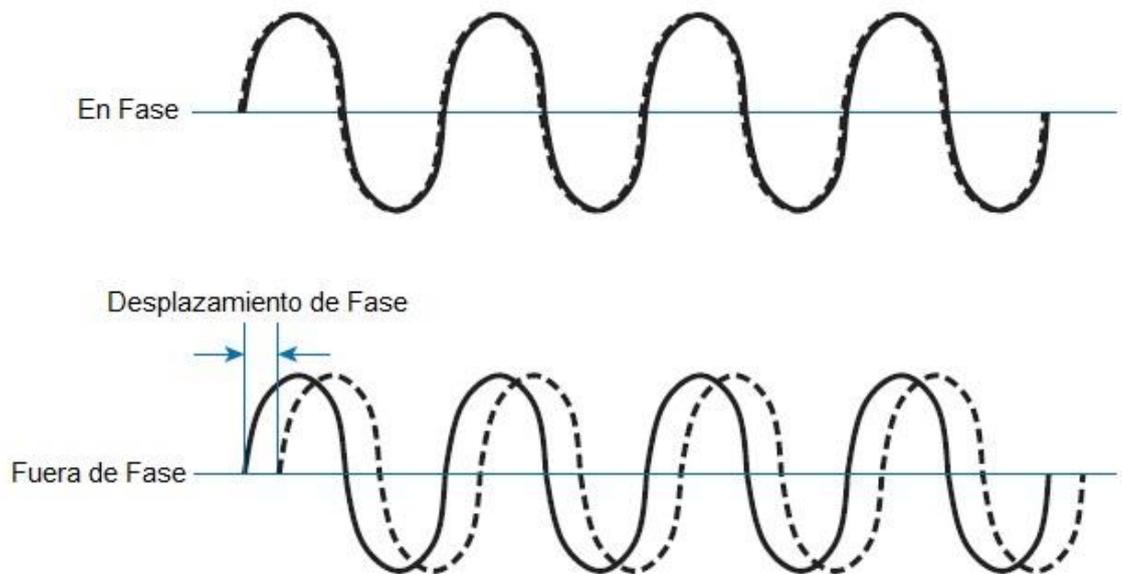


Figura 2.8: Señales de entrada y salida de la fase. Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

2.4.3 Medición de la longitud de onda

Las señales de radiofrecuencia se describen generalmente por su frecuencia; sin embargo, es difícil tener una idea de su tamaño físico mientras se mueven a través del espacio libre. La longitud de onda es una medida de la distancia física que una onda viaja a través de un ciclo completo. La Longitud de onda está generalmente designada por el símbolo griego lambda (λ). Para tener una idea de las dimensiones de una señal de LAN inalámbrica, asumiendo que se puede verla a medida que viaja delante de usted, una señal de 2.4 GHz tendría una longitud de onda de 4.92 pulgadas, mientras que una señal de 5 GHz sería de 2.36 pulgadas.

La Figura 2.9 muestra la longitud de onda de tres ondas diferentes. Las ondas están dispuestas en orden creciente de frecuencia, de arriba a abajo. Independientemente de la frecuencia, las ondas de RF se desplazan a una velocidad constante. En el vacío, las ondas de radio viajan exactamente a la velocidad de la luz; en el aire, la velocidad es ligeramente menor que la velocidad de la luz. Tenga en cuenta que la longitud de onda disminuye a medida que aumenta la frecuencia. Mientras los ciclos de onda se hacen más pequeños, cubren menos distancia. La Longitud de Onda llega a ser útil en el diseño y la colocación de antenas.

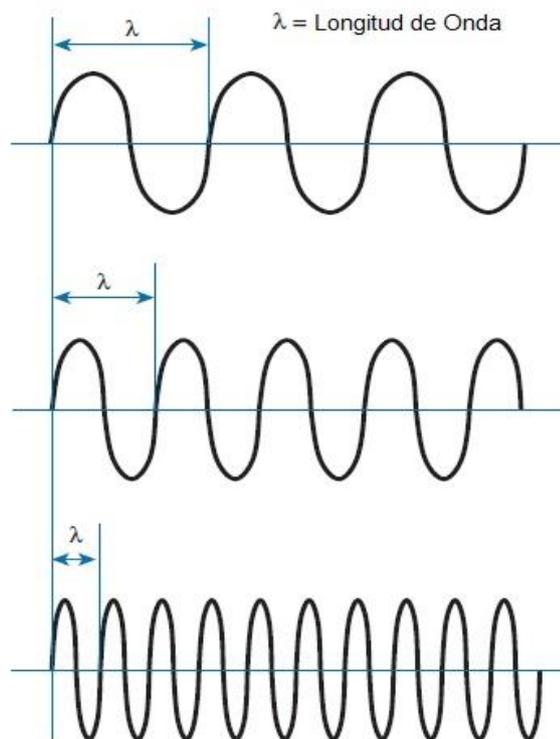


Figura 2.9: *Medición de la longitud de onda.* Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

2.4.4 Potencia RF y dB

Para que una señal de RF sea transmitida, propagada a través del espacio libre, recibida y comprendida con alguna certeza, debe ser enviada con la suficiente fuerza o energía para hacer el viaje. Esta fuerza se puede

medir como la amplitud, o la altura del pico de la parte superior a la parte inferior de la forma de onda de pico de la señal, como se muestra en la Figura 2.10.

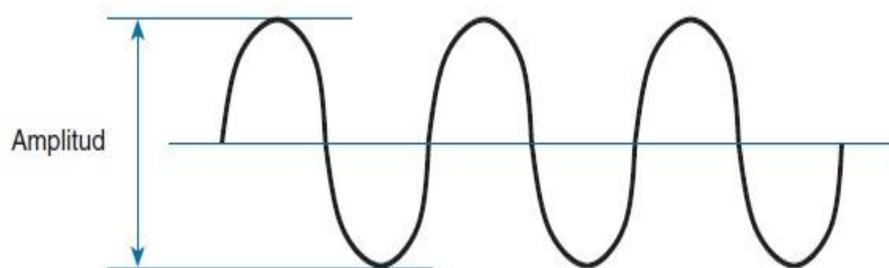


Figura 2.10: *Amplitud de la señal*. Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

La fuerza de una señal de RF se mide generalmente por su potencia, en vatios (W). Un transmisor de red LAN inalámbrica tiene generalmente una intensidad de señal entre 0.1 W (100 mW) y 0.001 W (1 mW).

2.4.4.1 Comparación de la potencia contra una referencia: dBm

Más allá de la comparación de dos fuentes de transmisión, un ingeniero de LAN inalámbrica debe estar preocupado por la señal de radiofrecuencia que se propaga desde un emisor a un receptor. Nada en el mundo real es ideal, por lo que se asume que algo por el camino de la señal inducirá una pérdida neta. En el receptor, la intensidad de la señal será degradada por una cierta cantidad. ¿No sería agradable cuantificar la pérdida neta en el camino de la señal? Después de todo, es posible que desee probar otros niveles de potencia de transmisión o cambiar algo en el camino entre el transmisor y el receptor. Para diseñar la ruta de la señal correctamente, a usted le gustaría asegurarse de que la intensidad de la señal que llega al receptor está en un nivel óptimo. Se podría aprovechar la fórmula útil de dB para comparar la intensidad de la señal recibida con la intensidad de la señal transmitida, la cual es $\text{dB} = 10 \cdot \log_{10} (\text{nivel de potencia de interés} / \text{nivel de potencia de$

referencia). En las redes inalámbricas, el nivel de potencia de referencia es generalmente de 1 mW, por lo que las unidades son designadas por dBm (dB-milivatios).

2.4.4.2 Medición de la potencia por el camino de la señal

Muchos puntos de acceso inalámbricos tienen antenas incorporadas por lo que su transmisor, la antena, y el cable que los conecta son todos componentes discretos que no sólo propagan una señal de RF sino que también afectan a su nivel de potencia absoluta. Cuando una antena está conectada a un transmisor, que proporciona una cierta cantidad de ganancia a la señal de RF resultante. Esto efectivamente aumenta el valor en dB de la señal por encima de la del transmisor solo.

Debido a las cualidades físicas del cable que conecta una antena a un transmisor, alguna pérdida de señal siempre se produce. Los Proveedores de cable suministran la pérdida en dB por pie o metro de longitud de cable para cada tipo de cable fabricado. Una vez que sepas la combinación completa del nivel de potencia del transmisor, la longitud de cable, y la ganancia de la antena, se puede averiguar el nivel de potencia real que se irradiaba desde la antena. Esto se conoce como la potencia isotrópica radiada (PIRE), medida en dBm. PIRE es un parámetro muy importante ya que está reglamentado por las agencias gubernamentales en la mayoría de los países. En esos casos, un sistema no puede irradiar señales superiores a una PIRE máxima permitida. Para encontrar el PIRE de un sistema, sólo tiene que añadir el nivel de potencia del transmisor a la ganancia de la antena y restar la pérdida de cable, como se ilustra en la Figura 2.11.

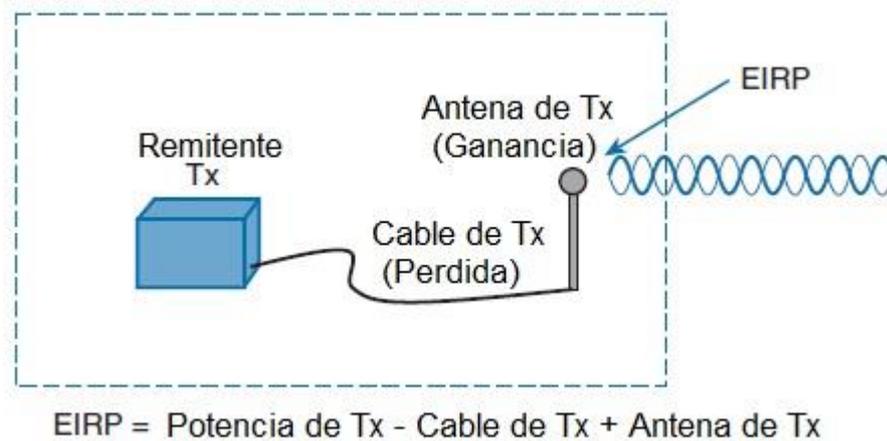
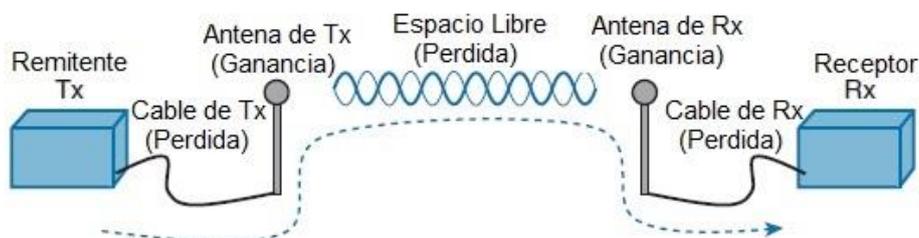


Figura 2.11: Cálculo del PIRE. Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

Usted puede notar que el PIRE se compone de valores en decibelios (dB), decibelios-milivatios (dBm), dB con relación a una antena isotrópica (dBi). A pesar de que las unidades parecen ser diferentes, se puede combinar con seguridad porque son todos en el dominio de dB. Si una antena tiene su ganancia se muestra como dBd y añade 2.14 al valor para obtener su ganancia en unidades de dBi.

Las consideraciones a nivel de potencia no tienen que ver con el PIRE. Usted también debe estar preocupado con la ruta completa de una señal, para asegurarse de que la señal transmitida tiene el poder suficiente para que efectivamente pueda ser alcanzado por un receptor. Esto se conoce como el presupuesto del enlace. Los valores de dB de pérdidas y ganancias se pueden combinar a través de cualquier número de etapas a lo largo de la trayectoria de una señal. Considere la Figura 2.12, que muestra todos los componentes de ganancia de la señal o pérdida a lo largo de la trayectoria del transmisor al receptor.



Señal = Potencia de Tx - Cable de Tx + Antena de Tx - Espacio Libre + Antena de Rx - Cable de Rx

Figura 2.12: *Cálculo de la potencia por el camino de la señal.* Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

En el extremo receptor, una antena proporciona una ganancia para aumentar el nivel de potencia de señal recibida. Un cable que conecta la antena al receptor también introduce cierta pérdida.

2.4.4.3 Comprensión de los niveles de potencia en el receptor

En el extremo receptor de la ruta de la señal, un receptor espera encontrar una señal en una frecuencia predeterminada, con la potencia suficiente para contener los datos útiles. Los receptores miden el poder de una señal en dBm de acuerdo con la escala del indicador de intensidad de señal recibida (RSSI). Cuando se trabaja con dispositivos LAN inalámbricos, los niveles de PIRE dejando la antena del transmisor normalmente van desde 100 mW a 1 mW. Esto corresponde a la gama de 20 dBm a 0 dBm. En el receptor, los niveles de potencia son mucho menores que van desde 1 mW hasta pequeñas fracciones de milivatios, acercándose a 0 mW. La gama correspondiente de niveles de señales recibidas es de 0 dBm hasta -100 dBm o menos.

Por lo tanto, el RSSI de una señal recibida puede variar de 0 a -100, donde 0 es el más fuerte y -100 es la más débil. El rango de valores de RSSI puede variar entre un fabricante y otro hardware. Los valores de RSSI se supone que son representados en valores de dBm, pero los resultados no

están estandarizados a través de todos los fabricantes de receptores. Un valor de RSSI puede variar de un hardware del receptor a otro.

Suponiendo que un transmisor envía una señal de RF con el poder suficiente para llegar a un receptor, ¿qué valor RSSI es lo suficientemente bueno? Cada receptor tiene un nivel de sensibilidad o de un umbral que divide las señales inteligibles y útiles de las ininteligibles. Mientras se recibe una señal con un nivel de potencia que es mayor que el nivel de sensibilidad, es probable que los datos de la señal puedan ser entendidos correctamente. La Figura 2.13 muestra un ejemplo de cómo la intensidad de la señal en un receptor cambiará con el tiempo. El nivel de sensibilidad del receptor es de -82 dBm.



Figura 2.13: *Nivel de sensibilidad del receptor*. Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

El valor RSSI se centra solo en la señal esperada, sin tener en cuenta cualquier otra señal que también se pueda recibir. Todas las demás señales que se reciben en la misma frecuencia de la que se está tratando de recibir son simplemente vistas como ruido. El nivel de ruido, o la fuerza de la señal promedio del ruido, se llama el ruido de fondo.

La recepción de una señal de RF no es diferente; su fuerza de la señal debe ser mayor que el ruido de fondo por una cantidad decente de modo que pueda ser recibido y entendido correctamente. La diferencia entre la señal y

el ruido se denomina la relación de señal a ruido (SNR), medido en dB. Se prefiere un valor SNR más alto.

2.5 Transporte de datos a través de una señal de RF

Las señales de RF presentadas han existido sólo como simples oscilaciones en la forma de una onda sinusoidal. La frecuencia, amplitud y fase todas han sido constante. La constante es importante porque un receptor la necesita para sintonizar una frecuencia conocida para encontrar la señal en primer lugar. Esta señal básica RF se llama una señal portadora ya que se utiliza para llevar útil información a otra. Las Señales portadoras de LAN inalámbrica deben transportar datos. Para añadir datos sobre la señal de RF, la frecuencia de la señal portadora original debe ser preservada.

Se conoce como modulación, donde se modula o cambia la señal de portadora de acuerdo con alguna otra fuente. En el receptor, el proceso se invierte; la demodulación interpreta la información añadida sobre la base de los cambios en la señal portadora. Los Esquemas de modulación de RF generalmente tienen los siguientes objetivos:

- Llevar datos a una velocidad predefinida.
- Ser razonablemente inmune a interferencias y ruido.
- Ser práctico para la transmisión y recepción.

Debido a las propiedades físicas de una señal de RF, un esquema de modulación puede alterar sólo los siguientes atributos, tales como Frecuencia, Fase y Amplitud. Las técnicas de modulación requieren una cierta cantidad de ancho de banda centrado en la frecuencia portadora. Este ancho de banda adicional se debe en parte a la velocidad de los datos que se lleva y en parte

debido a la sobrecarga de codificar los datos y la manipulación de la señal portadora. Tales señales se denominan transmisiones de banda estrecha.

Según David Hucaby (2014), las redes LAN inalámbricas deben llevar los datos a altas velocidades de bits, lo que requiere más ancho de banda para la modulación. El resultado final es que los datos se envían hacia fuera a través de una gama de frecuencias. Esto se conoce como espectro ensanchado. En la capa física, las redes LAN inalámbricas se pueden dividir en tres categorías de espectro ensanchado tales como:

- Espectro ensanchado por salto de frecuencia (FHSS)
- Espectro ensanchado por secuencia directa (DSSS)
- Acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales (OFDM)

2.5.1 FHSS

La banda inalámbrica se divide en 79 canales o menos, con cada canal de 1 MHz de ancho. Para evitar la interferencia de banda estrecha, donde una señal de interferencia afectaría sólo unos pocos canales a la vez, las transmisiones tendrían que continuamente dar saltos entre las frecuencias en toda la banda. Esto se conoce como espectro ensanchado por salto de frecuencia. La Figura 2.14 muestra un ejemplo de cómo funciona la técnica FHSS, donde la secuencia comienza en el canal 2, entonces se mueve a los canales 25, 64, 10, 45, y así sucesivamente, a través de una secuencia predeterminada entera antes de repetir de nuevo. Los saltos entre canales tienen que ocurrir a intervalos regulares, de modo que el transmisor y el receptor pueden permanecer sincronizados. Además, el orden de salto debe ser elaborado con antelación para que el receptor siempre pueda sintonizar la frecuencia correcta en uso en un momento dado. (Hucaby, 2014)

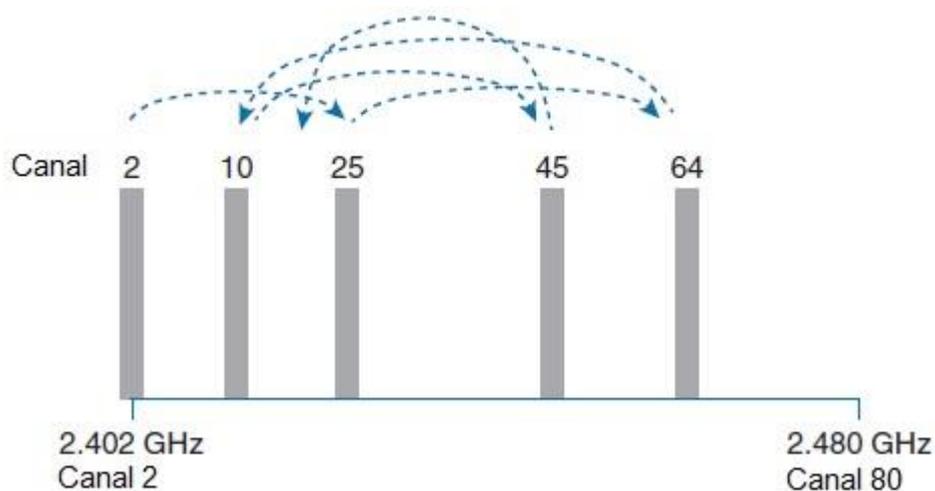


Figura 2.14: *Secuencia de saltos de canales FHSS*. Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

2.5.2 DSSS

El Espectro ensanchado por secuencia directa utiliza un pequeño número de canales anchos fijos, que pueden soportar esquemas de modulación complejos y velocidades de datos tanto escalables. Cada canal es de 22 MHz de ancho, un ancho de banda mucho más amplio en comparación con el máximo soportado de 11 Mbps velocidad de datos, pero lo suficientemente amplio como para aumentar los datos mediante la difusión hacia fuera y lo que es más resistente a la interrupción. En la banda de 2.4 GHz, donde se utiliza DSSS, hay 14 canales posibles, pero sólo 3 de ellos que no se superponen. La Figura 2.15 muestra cómo se utilizan normalmente los canales 1, 6 y 11. DSSS transmite datos en una corriente en serie, en donde se prepara cada bit de datos para la transmisión de uno en uno. (Hucaby, 2014)

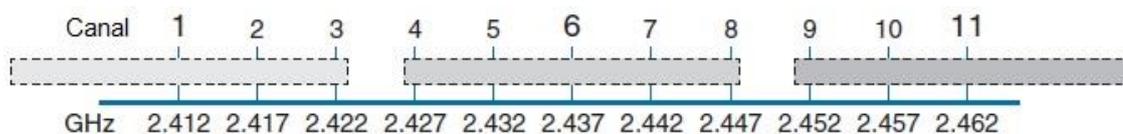


Figura 2.15: *Canales no superpuestos usados para DSSS*. Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

2.5.3 OFDM

La multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) envía bits de datos en paralelo a través de múltiples frecuencias, todos contenidos en un único canal de 20 MHz. Cada canal se divide en 64 subportadoras también llamados subcanales o tonos que están espaciados en 312.5 kHz. La Figura 2.16 muestra un ejemplo de OFDM, donde el canal 6 en la banda de 2.4 GHz es de 20 MHz de ancho con 48 subportadoras de datos. OFDM se llama así por la forma en que se necesita un canal y lo divide en un conjunto de frecuencias distintas para sus subportadoras. Observe que las subportadoras parecen estar espaciadas muy juntas, haciendo que se superponen. De hecho, ese es el caso, pero en lugar de interferir entre sí, las partes superpuestas están alineadas de manera que se anula la mayor parte de la interferencia potencial.

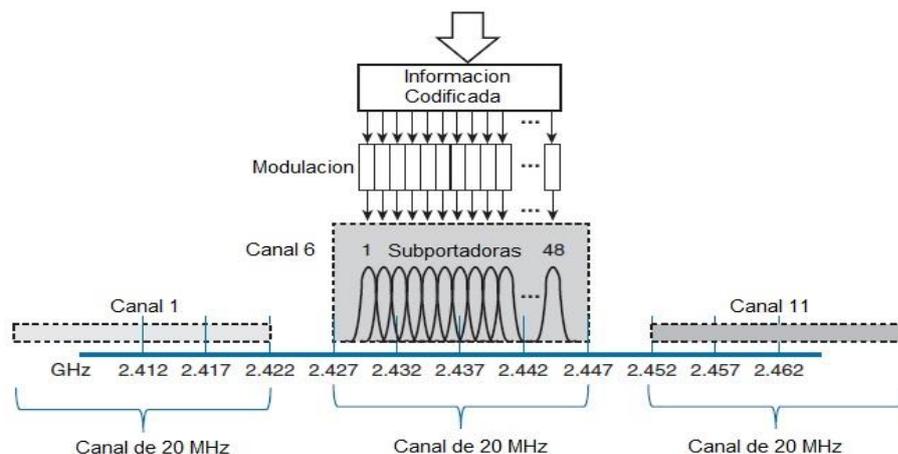


Figura 2.16: *Funcionamiento de OFDM con 48 subportadoras*. Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

2.5.4 Técnicas de modulación de LAN inalámbrica

La Tabla 2.1 enumera todas las técnicas de modulación utilizados en redes LAN inalámbricas. Los tipos de modulación se desglosan por DSSS y OFDM.

Tabla 2.1: Técnicas de modulación de LAN inalámbrica

Modulación	Velocidad de Datos	
	DSSS (Mbps)	OFDM (Mbps)
DBPSK	1	
DQPSK	2	
CCK 4	5.5	
OFDM BPSK 1/2		6
OFDM BPSK 3/4		9
CCK 8	11	
OFDM QPSK 1/2		12
OFDM QPSK 3/4		18
OFDM 16-QAM 1/2		24
OFDM 16-QAM 3/4		36
OFDM 64-QAM 2/3		48
OFDM 64-QAM 3/4		54

Nota: Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

Para pasar datos a través de una señal de RF con éxito, tanto un transmisor y receptor tienen que utilizar el mismo método de modulación. Además, el par debe utilizar la mejor velocidad posible de datos, dado su entorno actual. Si se encuentran en un entorno ruidoso, donde podría resultar una SNR o RSSI baja, una menor velocidad de datos puede ser preferible. Si no, una mayor velocidad de datos es mejor.

Con tantos métodos de modulación posibles disponibles, ¿cómo hacen el transmisor y receptor para seleccionar un método común? Para complicar las cosas, el emisor, el receptor, o ambos podrían ser móviles. Mientras se mueven alrededor, las condiciones de SNR y RSSI es probable que cambien. El enfoque más eficaz es tener el transmisor y el receptor negociando un método de modulación y la velocidad de datos resultante de forma dinámica, basándose en las condiciones actuales de RF.

2.6 Estándares RF

Para comunicarse con éxito, los dispositivos inalámbricos deben encontrarse primero el uno al otro en el espectro de radiofrecuencia (RF) y luego usar métodos compatibles para generar señales de RF, modular y codificar datos, negociar los parámetros de comunicación y características, y así sucesivamente, todo ello sin interferir con la operación de otros dispositivos inalámbricos. Este capítulo trata de las agencias que regulan, estandarizan y validan el uso correcto de los dispositivos de LAN inalámbrica.

2.6.1 Organismos reguladores

Para mantener el espectro de RF organizado y abierto para el uso justo, se formaron los organismos reguladores. Un organismo regulador de las telecomunicaciones regula o decide qué parte del espectro de radiofrecuencia puede ser utilizado para un propósito en particular, además de la forma en que se puede utilizar. Un país puede tener su propio organismo regulador que controla el uso del espectro de radiofrecuencia dentro de sus fronteras, pero las señales de RF pueden ser de mayor alcance que eso.

2.6.2 UIT-R

El Sector de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-R) mantiene asignaciones de espectro y de frecuencias en tres regiones distintas:

- Región 1: Europa, África, Asia del Norte
- Región 2: América del Norte y del Sur
- Región 3: Asia Meridional y Oceanía

La UIT-R asignó las bandas ISM que están divididas en dos rangos de frecuencias de 2.400 - 2.500 GHz y 5.725 - 5.825 GHz, los cuales son las dos únicas que se aplican a redes LAN inalámbricas. Los efectos de estas bandas son amplias y el acceso está abierto a cualquier persona que quiera utilizarlos. En otras palabras, las bandas ISM sin licencia no necesitan registro o autorización para transmitir en una de las frecuencias.

Mientras las bandas sin licencia son más accesibles y cómodas de usar, son mucho más vulnerables a las interferencias y mal uso. Afortunadamente, todas las bandas de frecuencias utilizadas para las redes LAN inalámbricas son sin licencia. Usted puede comprar un dispositivo de LAN inalámbrica y empezar a usarlo inmediatamente, siempre que cumpla con las normas establecidas por el organismo regulador que rige el uso de RF en su país. Por lo general, los transmisores sin licencia deben mantenerse dentro de un rango de frecuencias aprobado y transmitir dentro de un nivel de potencia máxima aprobada.

2.6.3 FCC

La Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) regula las frecuencias de RF, canales y potencia de transmisión. La FCC ha asignado la Infraestructura de información nacional sin licencia (U-NII) espacio de frecuencia en la banda de 5 GHz para el uso de LAN inalámbrica. La U-NII en realidad está subdividida en cuatro sub-bandas separadas, como:

- U-NII-1 (Banda 1): de 5.15 a 5.25 GHz
- U-NII-2 (Banda 2): 5.25 a 5.35 GHz
- U-NII-2 Extendido (Banda 3): 5.47 a 5.725 GHz
- U-NII-3 (Banda 4): 5.725 a 5.825 GHz (también asignados como ISM)

Todos los equipos de transmisión deben ser aprobados por la FCC antes de que puedan ser vendidos a los usuarios. Para las bandas sin licencia de 2.4 y 5 GHz, la FCC requiere límites estrictos a la potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE). El PIRE es el nivel de potencia de red que está siendo transmitida desde una antena que está conectada a un transmisor.

Los transmisores en las bandas de 5 GHz deben seguir los límites de la FCC que figuran en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2: *Requisitos de la FCC en las bandas U-NII de 5 GHz*

Banda	Uso Permitido	Máximo Transmisor	Máximo PIRE
U-NII-1	Interior solamente	17 dBm (50 mW)	23 dBm
U-NII-2	Interior o Al aire libre	24 dBm (250 mW)	30 dBm
U-NII-2 Extendido	Interior o Al aire libre	24 dBm (250 mW)	30 dBm
U-NII-3	Interior o Al aire libre	30 dBm (1 W)	36 dBm

Nota: Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

Normalmente, los transmisores que operan en cualquiera de las bandas sin licencia de 2.4 y 5 GHz deben soportar cualquier interferencia causada por otros transmisores. La FCC exige una excepción en las bandas U-NII-2 y U-NII-2 extendidas: Cuando una señal de un dispositivo aprobado, como un radar militar o tiempo, se detecta en una frecuencia, todos los demás transmisores deben salir del camino a una frecuencia diferente. Esto se conoce como la selección de frecuencia dinámica (DFS).

2.6.4 ETSI

El Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI) permite LAN inalámbricas para ser utilizadas en la bandas ISM de 2.4 GHz y la

mayoría de las mismas bandas U-NII de 5 GHz; sin embargo, la banda U-NII-3 es una banda con licencia y no se puede utilizar.

La Tabla 2.3 enumera los requisitos del transmisor para cada una de las bandas. El ETSI permite ajustes en la ganancia de potencia de transmisión y la antena, mientras el PIRE máxima no se supera.

Tabla 2.3: *Requisitos del ETSI en las bandas de 2.4 y 5 GHz*

Banda	Uso Permitido	Máximo PIRE
ISM de 2.4 GHz	Interior o Al aire libre	20 dBm
U-NII-1	Interior solamente	23 dBm
U-NII-2	Interior solamente	23 dBm
U-NII-2 Extendido	Interior o Al aire libre	30 dBm
U-NII-3	Con Licencia	N/A

Nota: Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

La normativa ETSI también incluye DFS, que requiere transmisores de LAN inalámbrica a pasar a una frecuencia aleatoria después de detectar una señal de radar.

2.6.5 Organismo de estándares IEEE

El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) mantiene los estándares de la industria que se utilizan para redes LAN inalámbricas. Todos los estándares IEEE 802 tratan con redes de área local y redes de área metropolitana. Las normas 802 que se dedican a las redes LAN inalámbricas se centran en el acceso a los medios de comunicación RF compartida dentro de la capa física o capa 1 y el envío y recepción de tramas de datos dentro de la capa de enlace de datos o de capa 2.

Para desarrollar estándares de redes, el IEEE se organiza en grupos de trabajo en el cual a cada uno se le asigna un número de índice que es adherido al número 802 de la familia de normas. La Tabla 2.4 enumera unos pocos grupos de trabajo de la familia 802. Observe que el grupo de trabajo undécimo, 802.11, es responsable de los estándares inalámbricos LAN que son utilizados por algunos proveedores inalámbricos, y los usuarios como usted.

Tabla 2.4: Grupos de Trabajo IEEE 802

Nombre	Descripción
802.1	Puentes de Red (incluye Protocolo de Árbol de Expansión)
802.2	Control de Capa de Enlace
802.3	Ethernet
802.5	Capa MAC de Token Ring
802.11	LAN inalámbricas
802.15	PAN inalámbricas (redes de área personal: Bluetooth, ZigBee)

Nota: Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

2.6.6 Canal de uso 802.11

Los dispositivos inalámbricos construidos alrededor del estándar 802.11 también deben tener un concepto estandarizado de los mismos parámetros de RF. Como los dispositivos inalámbricos se mueven alrededor, deben ser capaces de detectar y participar en las redes LAN inalámbricas a medida que estén disponibles, independientemente de su ubicación geográfica.

2.6.6.1 Canales en la banda ISM de 2.4 GHz

En la banda ISM de 2.4 GHz, el espacio de frecuencia se divide en 14 canales, numerados del 1 al 14. Con la excepción de canal 14, los canales están espaciados 5 MHz de separación.

El estándar 802.11 permite que cualquiera de los esquemas de modulación y codificación como espectro ensanchado de secuencia directa (DSSS) o acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales (OFDM) a ser utilizados en la banda de 2.4 GHz. Los Radios DSSS requieren que cada canal sea de 22 MHz de ancho, y OFDM requiere de 20 MHz. De cualquier manera, con sólo 5 MHz entre canales, las transmisiones en los canales vecinos están obligados a superponerse e interferir entre sí. La Figura 2.17 muestra cómo las señales 802.11 pueden superponerse en los canales vecinos de 2.4 GHz. La única manera de prevenir transmisores en canales cercanos de interferir uno con el otro es mantenerlos en los canales que están más separados. La disposición más común es utilizar sólo los canales 1, 6 y 11, que no se superponen entre sí en absoluto.



Figura 2.17: *Canal distribuido en la banda de 2.4 GHz.* Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

2.6.6.2 Canales en la banda U-NII de 5 GHz

Recordemos que la banda de 5 GHz se organiza como cuatro bandas separadas, más pequeñas como: U-NII-1, U-NII-2, U-NII-2 extendido, y U-NII-3. Las respuestas se encuentran en la propia norma 802.11: Todo el espacio de frecuencia de 5 GHz se define como una secuencia de canales espaciados de 5 MHz de separación, comenzando con el canal 0 en 5.000 GHz. Cada canal U-NII es 20 MHz de ancho, entonces un canal adyacente se encuentra cuatro canales de 5 MHz de ancho, o cuatro números de canal lejos. La Figura 2.18 muestra la frecuencia completa del diseño de las cuatro bandas. Observe que las bandas U-NII-1 y U-NII-2 son contiguas, pero que las bandas U-NII-2 Extendida y U-NII-3 están separadas por un intervalo de frecuencias.

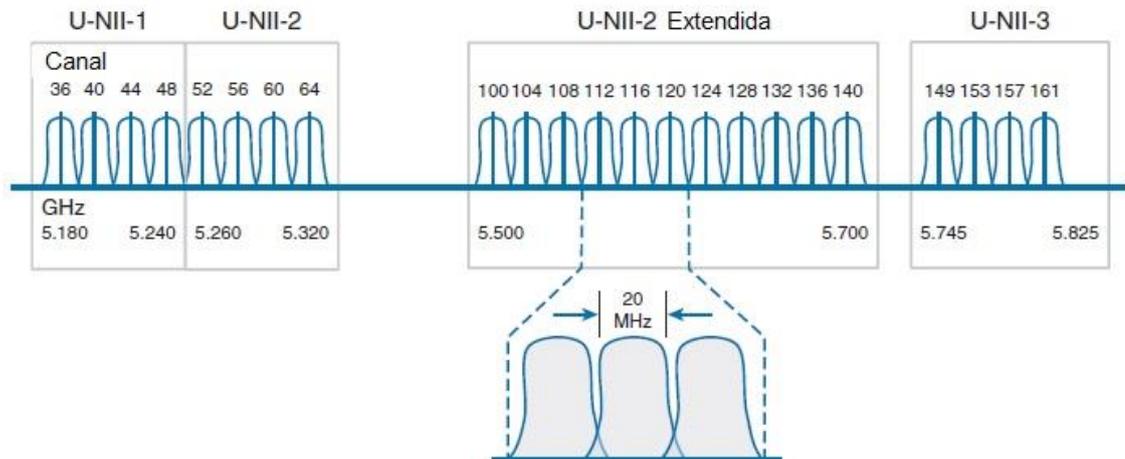


Figura 2.18: Canal de Distribución en las bandas U-NII de 5 GHz. Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

Con las cuatro bandas de U-NII reservados para redes LAN inalámbricas, un total de 23 canales que están disponibles no se superponen. Este es un gran contraste con los tres canales que no se superponen en la banda de 2.4 GHz. Tener 23 canales a su disposición le da mucha más flexibilidad en un entorno lleno de gente. Los canales adicionales también se pueden aprovechar para escalar el rendimiento de LAN inalámbrica.

2.6.7 Estándares IEEE 802.11

El estándar 802.11 define los mecanismos que los dispositivos pueden utilizar para comunicarse de forma inalámbrica uno con el otro. A través de 802.11, las señales de radiofrecuencia, modulación, codificación, bandas, canales, y velocidades de datos todos vienen juntos para proporcionar un medio de comunicación robusto. Cuando vaya a comprar los dispositivos de LAN inalámbricos, usted encontrará a menudo las enmiendas 802.11a, b, g, n que figuran en las especificaciones. Las siguientes secciones tratan sobre los estándares en sí.

2.6.7.1 Estándar 802.11a

Con muy pocos canales y la posibilidad de interferencia, la enmienda 802.11a fue introducida para utilizar las bandas U-NII de 5 GHz para redes LAN inalámbricas. Sólo una de las cuatro Bandas U-NII se designa como ISM, por lo que la posibilidad de interferencia no 802.11 es muy baja. Además muchos más canales están disponibles para su uso.

La enmienda 802.11a restringe a los dispositivos utilizar OFDM solamente. El resultado final es un conjunto de esquemas de modulación y velocidades de datos que son idénticos a los utilizados para 802.11g, pero con menos posibilidades de interferencia y más espacio para el crecimiento. La Tabla 2.5 enumera las velocidades de datos disponibles con 802.11a.

Tabla 2.5: *Velocidad de Datos IEEE 802.11a*

Banda	Tipo de Transmisión	Modulación	Velocidad de Datos
5 GHz	OFDM	BPSK 1/2	6 Mbps
		BPSK 3/4	9 Mbps
		QPSK 1/2	12 Mbps
		QPSK 3/4	18 Mbps
		16-QAM 1/2	24 Mbps
		16-QAM 3/4	36 Mbps
		64-QAM 2/3	48 Mbps
		64-QAM 3/4	54 Mbps

Nota: Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

El estándar 802.11a se basa en canales OFDM que son de 20 MHz de ancho. A pesar de que las bandas U-NII tienen canales que están espaciados 20 MHz de separación, las señales en los canales adyacentes aún pueden tener una pequeña cantidad de superposición. Por lo tanto, 802.11a

recomienda que los transmisores en el mismo espacio geográfico se mantengan separados por un canal.

2.6.7.2 Estándar 802.11b

El estándar 802.11b ofrece velocidades de datos de 5.5 Mbps y 11 mediante el uso de Código de Claves Complementaria (CCK). Debido a que 802.11b se basó en DSSS y se utilizó en la banda de 2.4 GHz, era compatible con versiones anteriores con el estándar original. Los dispositivos podrían seleccionar 1, 2, 5.5, o 11 Mbps simplemente cambiando el esquema de modulación y codificación. La Tabla 2.6 enumera las nuevas velocidades de datos introducidas en 802.11b.

Tabla 2.6: *Velocidad de Datos IEEE 802.11b*

Banda	Tipo de Transmisión	Modulación	Velocidad de Datos
2.4 GHz	DSSS	CCK	5.5 Mbps
			11 Mbps

Nota: Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

2.6.7.3 Estándar 802.11g

La enmienda 802.11g fue basada en OFDM y se introdujo en 2003. Se llama comúnmente Velocidad Extendida PHY (ERP) o ERP-OFDM. Siempre que vea ERP, piense en 802.11g en la banda de 2.4 GHz. Las velocidades de datos más altas se pueden usar cuando la intensidad de la señal y la relación señal a ruido (SNR) son óptimas. Claramente, 802.11g ofrece un rendimiento muy superior que 802.11b. Podría parecer lógico simplemente utilizar 802.11g y sus mayores velocidades de datos de todo el mundo. A veces esto no es posible porque los dispositivos 802.11b sólo se siguen utilizando en una red LAN inalámbrica. Por extraño que parezca, 802.11g fue diseñado para ser

compatible con los dispositivos 802.11b anteriores. Los dispositivos que utilizan 802.11g y OFDM son capaces de degradar y entender mensajes 802.11b DSSS. Sin embargo, lo contrario no es cierto; los dispositivos 802.11b se limitan a DSSS, por lo que no son capaces de comprender los datos OFDM. Cuando dos dispositivos 802.11g se están comunicando con OFDM, los dispositivos 802.11b no pueden entender cualquiera de las transmisiones, por lo que podrían interrumpir las transmisiones de los suyos.

Para permitir que ambos dispositivos OFDM y DSSS que coexisten en una red LAN inalámbrica, 802.11g ofrece un mecanismo de protección. La idea es preceder a cada transmisión OFDM 802.11g con Banderas DSSS para que los dispositivos 802.11b puedan entenderse. Para obtener el máximo rendimiento de una red 802.11g, usted debe asegurarse de que no existen dispositivos 802.11b sólo en uso. Tenga en cuenta que 802.11g tiene las siguientes limitaciones: se utiliza en la banda de 2.4 GHz, que ofrece sólo tres canales que no se superponen y los dispositivos OFDM se limitan a una potencia de transmisión máxima de 15 dBm, en lugar del límite de 20 dBm para DSSS. La Tabla 2.7 enumera las nuevas velocidades de datos introducidas en 802.11g.

Tabla 2.7: *Velocidad de Datos IEEE 802.11g*

Banda	Tipo de Transmisión	Modulación	Velocidad de Datos
2.4 GHz	ERP-OFDM	BPSK 1/2	6 Mbps
		BPSK 3/4	9 Mbps
		QPSK 1/2	12 Mbps
		QPSK 3/4	18 Mbps
		16-QAM 1/2	24 Mbps
		16-QAM 3/4	36 Mbps
		64-QAM 2/3	48 Mbps
		64-QAM 3/4	54 Mbps

Nota: Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

2.6.7.4 Estándar 802.11n

La enmienda 802.11n fue publicada en 2009 en un esfuerzo para aumentar el rendimiento de LAN inalámbrica a un máximo teórico de 600 Mbps. La enmienda define un número de técnicas conocidas como de alto rendimiento (HT) que se puede aplicar a cualquiera de las bandas de 2.4 o 5 GHz. 802.11n fue diseñado para ser compatible con 802.11b, 802.11g, 802.11a.

Antes de 802.11n, los dispositivos inalámbricos usan un solo transmisor y un receptor único. En otras palabras, los componentes forman una radio, resultando en una única cadena de radio. Este es también conocido como un sistema de salida única de una sola entrada (SISO). El secreto para un mejor rendimiento de 802.11n es el uso de múltiples componentes de radio, formando múltiples cadenas de radio. Por ejemplo, un Dispositivo 802.11n puede tener múltiples antenas, múltiples transmisores y múltiples receptores en su disposición. Esto se conoce como un sistema de múltiples entradas, múltiples salidas (MIMO).

Los dispositivos 802.11n se caracterizan de acuerdo con el número de cadenas de radio disponibles. Este se describe en la forma $T \times R$, donde T es el número de transmisores y R es el número de receptores. Un dispositivo de 2×2 MIMO tiene dos transmisores y dos receptores, y un 2×3 dispositivos tiene dos transmisores y tres receptores. La enmienda 802.11n requiere al menos dos cadenas de radio (2×2), hasta un máximo de cuatro (4×4). La Figura 2.19 compara el tradicional 1×1 dispositivo SISO con dispositivos de 2×2 y 2×3 MIMO.

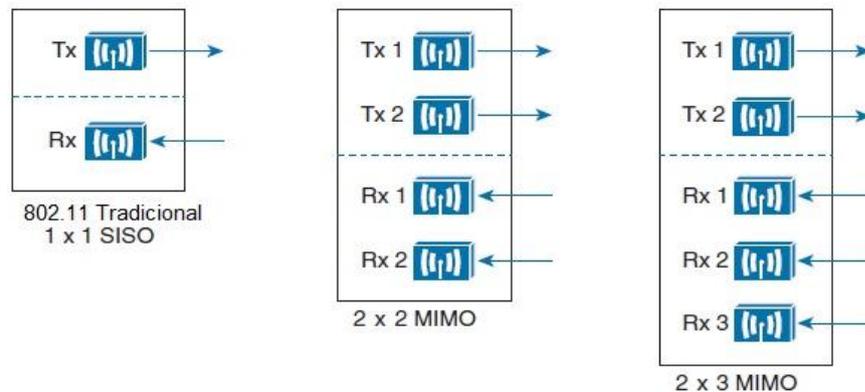


Figura 2.19: *Dispositivos SISO y MIMO*. Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

Las múltiples cadenas de radio se pueden aprovechar en una variedad de maneras. De hecho, 802.11n tiene un rico conjunto de características que pueden hacer que muchos aspectos de la comunicación inalámbrica sean más eficiente. Usted debe estar familiarizado con las siguientes características que mejoran el rendimiento:

- Agregación Canal
- Multiplexación espacial (SM)
- Eficiencia de Capa MAC

También debe familiarizarse con las siguientes características que mejoran la fiabilidad de las señales de RF 802.11n:

- Transmisión por formación de haz (T x BF)
- Combinación de Relación Máxima (MRC)

2.6.7.4.1 Modulación y codificación del estándar 802.11n

La enmienda 802.11n es compatible con 802.11a y 802.11g, por lo que es compatible con los mismos ocho esquemas de modulación. Sin embargo, como los esquemas se aplican a un número creciente de flujos espaciales, el

número de combinaciones múltiples. 802.11n es compatible con un total de 32 posibles esquemas (8 por flujo espacial), así muchos que son conocidos por un número de índice de esquemas de modulación y codificación (MCS). Más allá de eso, la agregación de canales y la guardia de selección de intervalo añaden aún más variables a la mezcla. En todo, 802.11n tiene 128 posibles velocidades de datos.

2.7 Señales de RF en el mundo real

La Radiofrecuencia (RF) viaja por el aire en forma de ondas electromagnéticas. En un escenario ideal, una señal llegaría al receptor exactamente como el transmisor envió. En el mundo real, esto no es siempre el caso. Hay muchas cosas que afectan a las señales de RF mientras viajan de un emisor a un receptor. Este capítulo explora muchas de las condiciones que pueden afectar la propagación de la señal inalámbrica.

2.7.1 Interferencia

La idea detrás de la modulación WLAN es empaquetar tanta información como sea posible en la señal inalámbrica, y para minimizar la cantidad de datos que podría perderse debido a la interferencia o ruido. Cuando se pierden los datos, debe ser retransmitido, utilizando más recursos inalámbricos. Por lo tanto, siempre es mejor si un transmisor está configurado para utilizar un canal que está abierto y es claro a partir de cualquier otro transmisor

2.7.1.1 Interferencia co-canal

Siempre que la señal de un transmisor se superpone a otra en una frecuencia o canal, las señales interfieren entre sí. La interferencia puede ser

descrita por la forma en que las señales se superponen. Por ejemplo, la interferencia co-canal se produce cuando dos o más transmisores utilizan el mismo canal. En la Figura 2.20, los transmisores A y B ambos transmiten una señal de RF en el canal 6 en la banda de 2.4 GHz.

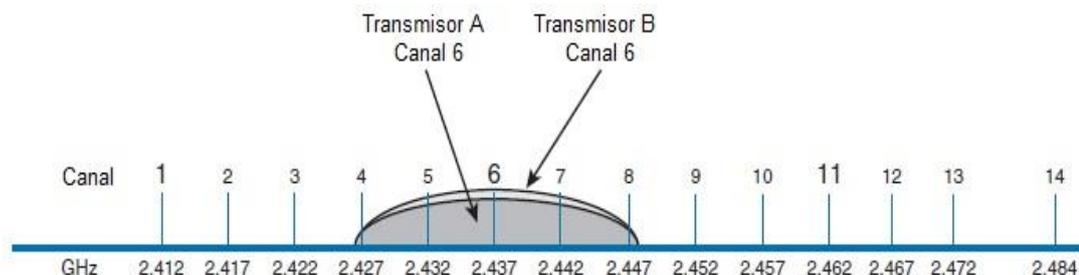


Figura 2.20: *Interferencia Co-Canal*. Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

Debido a que los dos transmisores 802.11 están utilizando el mismo canal, sus señales se superponen completamente y todo el ancho de banda de canal de 22 MHz se ve afectada. Esto podría no ser un problema si los transmisores no están enviando los datos al mismo tiempo. Después de todo, los dispositivos LAN inalámbricos deben competir por el uso del tiempo en el aire; si nadie está transmitiendo en un momento dado, alguien puede utilizar el canal. Cuando ambos transmisores están ocupados enviando datos, el canal puede llegar a ser muy congestionado. Las dos señales comienzan a interferir y causar daños en los datos, lo que hace que los dispositivos para retransmitir los datos perdidos, utilizan más tiempo en el aire, y así sucesivamente.

En el mundo real, la interferencia co-canal es a menudo un mal necesario. La banda de 2.4 GHz ofrece sólo tres canales que no se superponen. Si usted tiene muchos transmisores en un edificio o área, usted está obligado a tener algunos de ellos transmitiendo en el mismo canal que los demás. La mejor solución es utilizar una planificación cuidadosa al seleccionar el canal para cada transmisor.

Por ejemplo, dos transmisores cercanos nunca deben colocarse en el mismo canal porque sus señales fuertes serían más propensas a interferir. En cambio, un transmisor sólo debe compartir un canal con otros transmisores lejanos cuyas señales recibidas son mucho más débiles. Una mejor práctica es colocar un transmisor en un canal sólo si su señal será de al menos 19 dBm por encima de cualquier otra señal recibida, como se muestra en la Figura 2.21. Que tenga al menos 19 dBm de separación ayuda a mantener una SNR saludable en el área que rodea el transmisor.

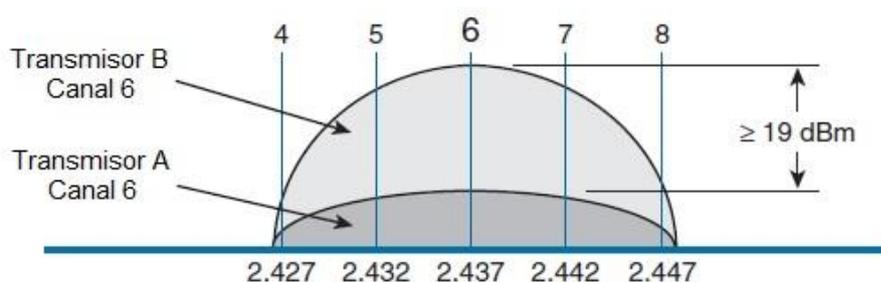


Figura 2.21: Separación de señal para minimizar la interferencia co-canal. Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

2.7.1.2 Interferencia de canal vecino

Supongamos que dos transmisores se colocan en dos canales diferentes. Sin embargo, los canales están espaciados muy cerca entre sí de tal manera que se superponen entre sí. Tal vez alguien decidió usar canales vecinos, en lugar de volver a utilizar el mismo canal, para evitar la interferencia co-canal. Lo más probable es que dos personas diferentes tienen transmisores situados en la misma zona general y decidieron usar ligeramente diferentes números de canal y no darse cuenta de que los canales vecinos de la superposición de bandas de 2.4 GHz.

El resultado final es la interferencia en ambos canales porque una parte de una señal se superpone a una parte de otra señal. En la Figura 2.22, el transmisor A está usando el canal 6, mientras que el transmisor B está usando

el canal 7. Las dos señales no se superponen completamente, pero la interferencia entre ellos es suficiente como para ser perjudiciales para ambos.

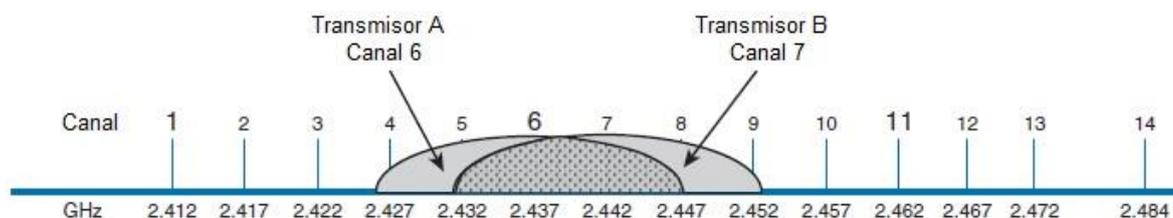


Figura 2.22: *Interferencia de canal adyacente*. Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

Para remediar la situación, todos los transmisores en un área deben ser configurados para usar los tres canales de 2.4 GHz que no se superponen como: 1, 6 y 11. En la banda de 5 GHz, la interferencia de canal adyacente no es un problema porque los canales no se superponen de manera significativa; los canales son de 20 MHz de ancho, mientras que la multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM) tiene un ancho de banda de 20 MHz. Como práctica, aún debe evitar la colocación de los puntos de acceso vecinos en los canales vecinos de 5 GHz, sólo para evitar la posibilidad de elevar el nivel de ruido.

2.7.1.3 Interferencia no 802.11

Recordemos que la banda de 2.4 GHz es una banda ISM. Esto significa que sus dispositivos 802.11 LAN inalámbrica pueden compartir el mismo espacio de frecuencia como dispositivos no 802.11. Esto puede no sonar como una mala situación debido a que los dispositivos podrían simplemente estar configurados para utilizar diferentes canales, que no se superponen.

Muchos dispositivos no 802.11 no se ubican en ningún canal que utilizan espectro ensanchado por salto de frecuencia (FHSS) para saltar alrededor de una variedad de canales en un momento dado. Peor aún algunos dispositivos no se adhieren a cualquier esquema de canal en absoluto. La Figura 2.23

muestra transmisores A, B, y C, utilizando los canales 1, 6 y 11, un mundo perfecto, hasta que alguien decide calentar su almuerzo.

Un horno de microondas también utiliza energía de RF en la banda ISM de 2.4 GHz para irradiar la comida. Debido a que está mal protegido la energía de RF se escapa e interfiere con la mayoría de los canales 802.11 b/g. La transmisión de microondas es también constante haciendo que la mayoría canales de LAN inalámbrica sean inútiles.

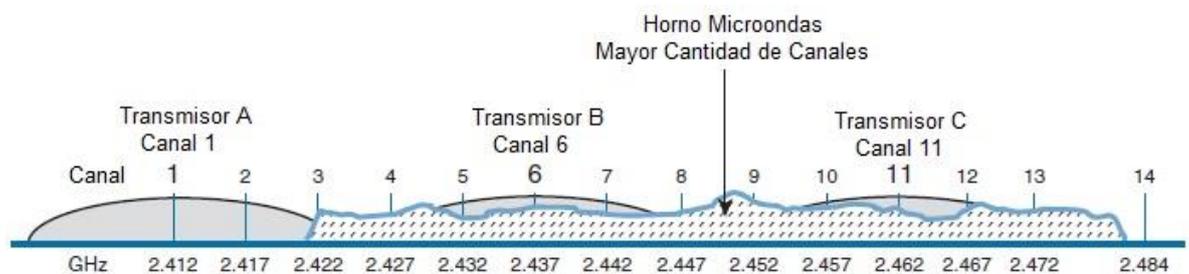


Figura 2.23: *Interferencia no 802.11 de un horno de microondas.* Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

Para mitigar la interferencia de dispositivos no 802.11, hay que eliminar la fuente. Los hornos de microondas con fugas deben ser reemplazados con mejores modelos que tienen blindaje de RF adecuado. Los dispositivos como teléfonos inalámbricos FHSS de 2.4 GHz o cámaras de vídeo inalámbricas deben ser reemplazados por modelos que operan en una banda no 802.11.

2.7.1.4 Pérdida de trayectoria en el espacio libre

Cada vez que una señal de RF es transmitida desde una antena, su amplitud disminuye a medida que viaja a través del espacio libre. Incluso si no hay obstáculos en el camino entre el transmisor y el receptor, la intensidad de la señal se debilitará. Esto se conoce como pérdida de trayectoria en el espacio libre. ¿Qué hay en el espacio libre que causa a una señal de RF degradarse? ¿Es el aire o tal vez el campo magnético de la tierra? No, incluso

las señales enviadas desde y hacia la nave espacial en el vacío del espacio exterior se degradan.

Recordemos que “una señal de RF se propaga a través del espacio libre como una onda, no como un rayo o línea recta. La onda tiene una forma curvada en tres dimensiones que se expande a medida que viaja. Es esta expansión o difusión que hace que la intensidad de la señal se debilite.” (Hucaby, 2014)

La Figura 2.24 muestra una vista en corte del principio de la pérdida de espacio libre. Supongamos que la antena es un punto pequeño, de manera que la energía de RF transmitida viaja en todas las direcciones. La onda que se produce tomaría la forma de una esfera; como la onda viaja hacia el exterior la esfera aumenta de tamaño. Por lo tanto, la misma cantidad de energía que sale del punto pequeño se extendió rápidamente a través de una esfera cada vez más amplia en el espacio libre. La concentración de energía se hace más débil como la distancia desde la antena aumenta.

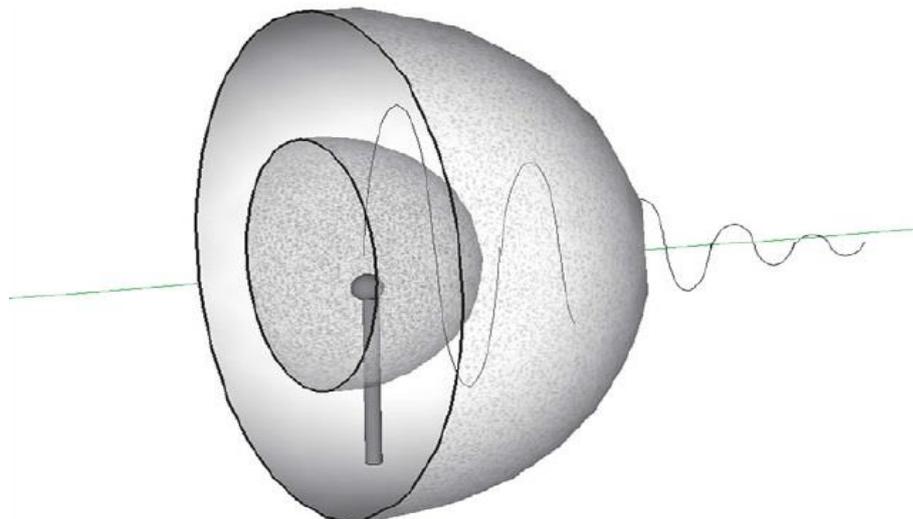


Figura 2.24: *Pérdidas en el espacio libre debido a la onda de difusión.* Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

Independientemente de la antena utilizada, la cantidad de pérdida de intensidad de la señal es constante. La pérdida de trayectoria en el espacio

libre en dB se puede calcular según la siguiente ecuación $FSPL (dB) = 20 \log 10 (d) + 20 \log 10 (f) + 32.44$ donde d es la distancia desde el transmisor en kilómetros y f es la frecuencia en megahercios. Con la fórmula, se puede calcular la pérdida de espacio libre para cualquier escenario dado. Sólo ten en cuenta que la pérdida de trayectoria en el espacio libre es siempre un componente importante del presupuesto del enlace, junto con el aumento de la antena y la pérdida de cable.

También debe ser consciente de que la pérdida de trayectoria en el espacio libre es mayor en la banda de 5 GHz que en la banda de 2.4 GHz. En la ecuación, como la frecuencia aumenta, también lo hace la pérdida en dB. Esto significa que dispositivos 802.11b/g/n (2.4 GHz) tienen un mayor alcance efectivo de dispositivos 802.11a/n (5 GHz), suponiendo una fuerza igual de la señal transmitida. La Figura 2.25 muestra el rango de diferencia donde ambos transmisores tienen una potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE) de 14 dBm y el alcance efectivo termina donde el indicador de intensidad de señal recibida de un receptor (RSSI) es igual a -67 dBm.

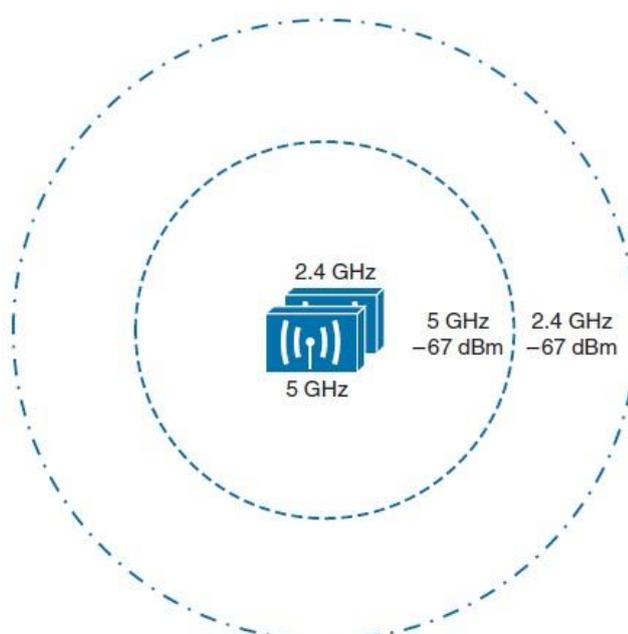


Figura 2.25: Alcance Efectivo de los Transmisores en 2.4 GHz y 5 GHz. Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

2.7.1.4.1 Atenuación de los efectos de pérdida de trayectoria

Una solución simple para superar la pérdida de trayectoria en el espacio libre es aumentar la potencia de salida del transmisor. El aumento de la ganancia de la antena también puede aumentar el PIRE. Tener una mayor intensidad de la señal antes de que ocurra la pérdida de espacio libre se traduce en un mayor valor RSSI en un receptor distante después de la pérdida. Este enfoque podría funcionar bien para un transmisor aislado, pero puede causar problemas de interferencia cuando varios transmisores están ubicados en un área.

Una solución más robusta es simplemente hacer frente a los efectos de la pérdida de trayectoria en el espacio libre. Los dispositivos inalámbricos son generalmente móviles y pueden moverse a voluntad más cerca o más lejos de un transmisor. Cuando un receptor se acerca más a un transmisor, el RSSI aumenta. Esto, a su vez, se traduce en un aumento de la relación de señal a ruido (SNR). Los dispositivos 802.11 tienen una forma inteligente para ajustar sus esquemas de modulación y codificación basados en las condiciones actuales de RSSI y SNR. Si las condiciones son favorables para una buena calidad de señal y velocidades de datos más altas, se utiliza una modulación compleja y un esquema de codificación. A medida que las condiciones se deterioran, los esquemas menos complejos pueden ser seleccionados, resultando en un rango mayor pero las velocidades de datos más bajas. La selección del esquema se conoce comúnmente como el desplazamiento de velocidad dinámica (DRS). La Figura 2.26 ilustra el funcionamiento DRS en la banda de 2.4 GHz. Cada círculo concéntrico representa la gama que admite una modulación particular y esquema de codificación. Observe que los círculos blancos indican la modulación OFDM (802.11g) y que los círculos sombreados contienen modulación DSSS (802.11b). Las velocidades de datos están dispuestas en orden de tamaño creciente circular o rango del transmisor.

Supongamos que un usuario móvil comienza cerca del transmisor, dentro del círculo más íntimo donde la señal recibida es fuerte y la SNR es alta. Lo más probable, las transmisiones inalámbricas usarán el esquema de modulación y codificación OFDM 64-QAM 3/4 para conseguir una velocidad de datos de 54 Mbps. A medida que el usuario se aleja del transmisor, el RSSI y SNR caen por una cierta cantidad. Las nuevas condiciones de RF son probables que desencadenen un cambio a una modulación diferente y esquema de codificación dando como resultado una velocidad de datos inferior. La banda de 5 GHz es muy similar a la Figura 2.26 excepto que cada círculo utiliza un esquema de modulación OFDM correspondiente a 802.11a.

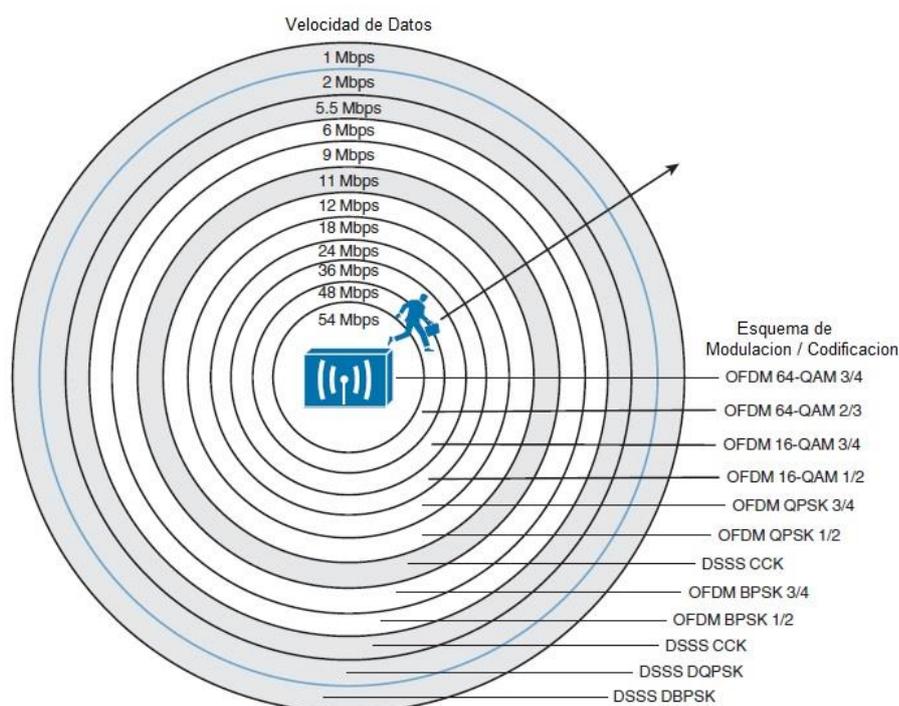


Figura 2.26: Tasa de Cambio dinámico como una función de rango. Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

2.7.2 Efectos de objetos físicos

La propagación de las ondas electromagnéticas en el espacio libre se llama Propagación de Radiofrecuencia (RF) propagándose en varias

direcciones al mismo tiempo en línea recta con lo que podría encontrarse con objetos y materiales que pueden afectar a una señal de RF de muchas maneras, en su mayoría de una manera degradante o destructiva. En cualquier otro medio de transmisión la señal se vuelve más débil debido a los Fenómenos físicos que afectan a la propagación de las ondas electromagnéticas:

- Reflexión
- Absorción
- Dispersión
- Refracción
- Difracción

2.7.2.1 Reflexión

Si una señal de RF viajando como una onda se encuentra con un material reflectante denso, la señal puede ser reflejada. La Figura 2.27 representa una señal de RF reflejada. Los objetos de interiores, como muebles de metal, la presentación de gabinetes y puertas de metal pueden causar la reflexión. Una señal inalámbrica al aire libre puede ser reflejada por los objetos tales como un cuerpo de agua, el vidrio reflectante en un edificio, o la superficie de la tierra.

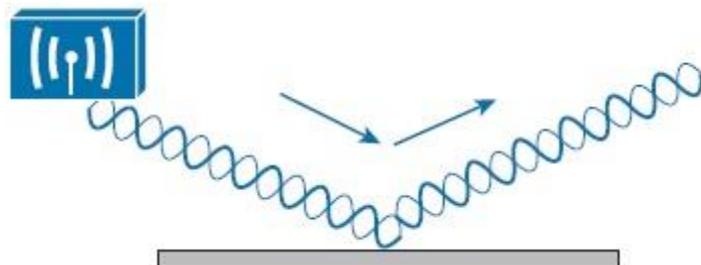


Figura 2.27: *Reflexión de una señal de RF.* Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

Una reflexión no es necesariamente mala, ya que es sólo una copia de la señal original. Sin embargo, si tanto la copia como la original llegan a un receptor, pueden llegar fuera de fase uno con el otro. Esto es porque la reflexión toma un camino diferente que la original, haciendo que esta llegue un poco más tarde. Esto se conoce como trayectos múltiples. Cuando el receptor combina las dos señales, el resultado es una representación pobre de la señal original. La señal combinada puede ser débil y distorsionada, causando que la información este dañada. En la Figura 2.28, la señal original, junto con dos reflexiones diferentes, llegan al receptor integrado en un ordenador portátil. Las dos reflexiones cada una toman un camino diferente y llega en diferentes tiempos.

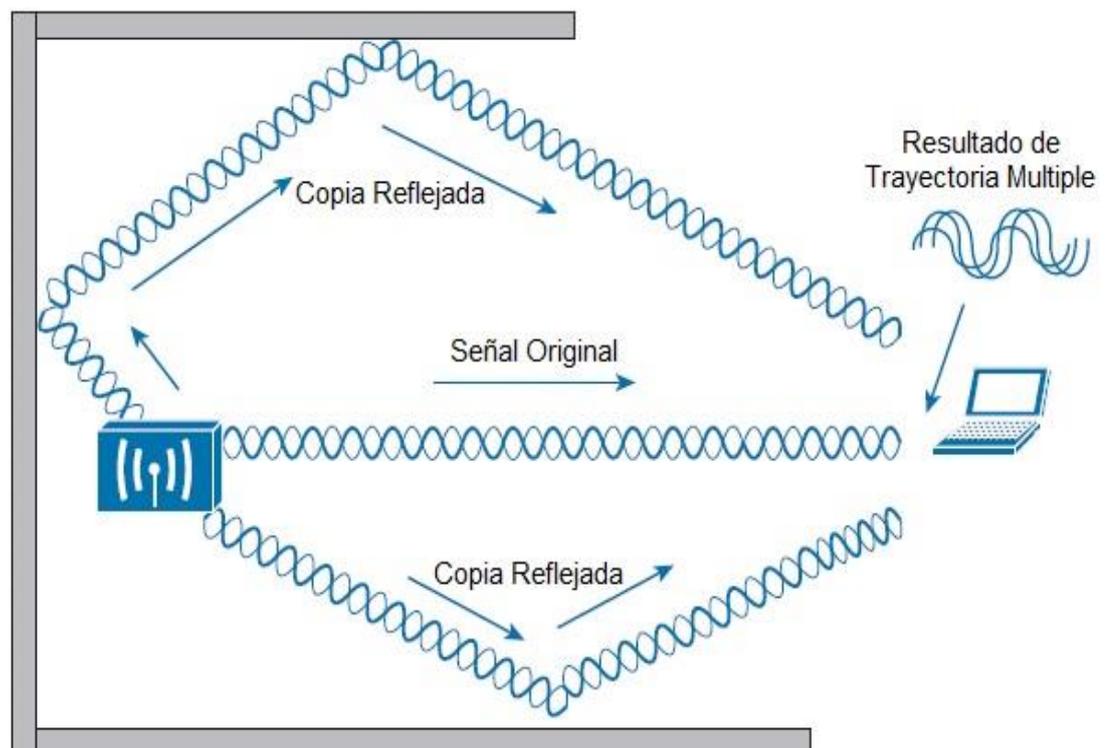


Figura 2.28: *Transmisiones de Trayectoria Múltiple*. Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

Cuando se producen transmisiones de trayectoria múltiple, no puede haber dos resultados:

- Si el receptor tiene una sola cadena de radio, entonces todas las señales que llegan (original y reflejada) se combinan en una pobre, error propenso de señal compuesta.
- Si el receptor tiene varias cadenas de radio y soporta múltiple entrada, múltiple salida (MIMO), cada señal que llega puede ser recibida en una diferente antena o radio. El tratamiento posterior puede mejorar la calidad de la señal o extraer múltiples flujos de datos.

2.7.2.2 Absorción

Si una señal de RF pasa a un material que puede absorber parte de su energía, se atenuará la señal. Cuanto más denso el material, se atenuará la mayor cantidad de señal. La Figura 2.29 muestra cómo una señal se ve afectada por la absorción y la forma en que un receptor podría verse afectado por la intensidad de señal inferior.

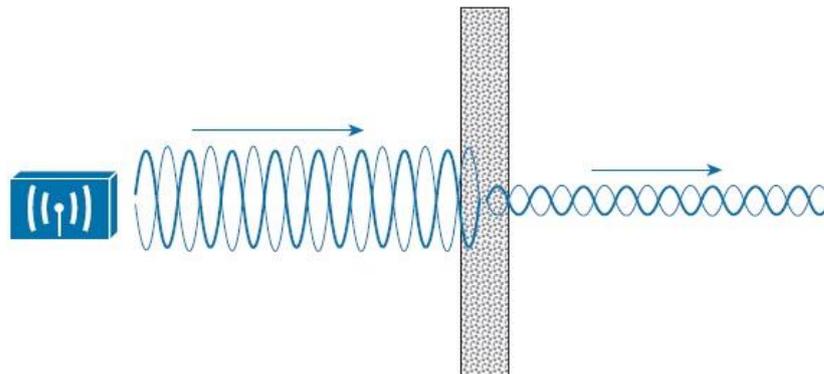


Figura 2.29: *Absorción de una señal de RF.* Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

Un ejemplo común de absorción es cuando una señal inalámbrica pasa a través de una pared de un edificio. Diferentes materiales de la pared absorben diferentes cantidades de energía. Por ejemplo, un muro construido a partir de yeso o paneles de yeso podría atenuar una señal de -4 dBm. Un muro de hormigón sólido puede atenuarla por -12 dBm. Cuanto más gruesa sea la pared o más denso sea el material, mayor será la atenuación.

En escenarios inalámbricos al aire libre, las señales de RF frecuentemente tienen que viajar a través del agua. El agua podría estar contenida en las hojas de los árboles situados a lo largo de la ruta del acceso inalámbrico. Incluso en el espacio sin obstáculos, la señal podría encontrar agua en forma de lluvia, nieve, granizo, o niebla. A medida que el aire se llena con la lluvia o la nieve más pesada, la señal se atenúa más.

Otro ejemplo menos obvio de absorción es el cuerpo humano, que se compone principalmente de agua. Una persona por lo general tendrá un ordenador portátil, tablet, PC o un teléfono inteligente cerca de su cuerpo. Dependiendo de cómo la persona está orientado con respecto al transmisor, su cuerpo podría ubicarse entre el transmisor y el receptor, atenuando la señal. Del mismo modo, un aula o auditorio se podrían llenar con cuerpos humanos, cada uno con el potencial para atenuar la señal de un transmisor. Para obtener una perspectiva, un experimento rápido reveló que un cuerpo humano atenúa una señal de 2.4 GHz por -5 dBm.

2.7.2.3 Dispersión

Cuando una señal de RF pasa por un medio que es áspero, desigual, o formado por partículas muy pequeñas, la señal puede ser dispersada en muchas direcciones diferentes. Esto es debido a las superficies irregulares pequeñas del medio pueden reflejar la señal, como se muestra en la Figura 2.30. La Dispersión puede ocurrir cuando una señal inalámbrica pasa a través de un ambiente polvoriento o arenoso.

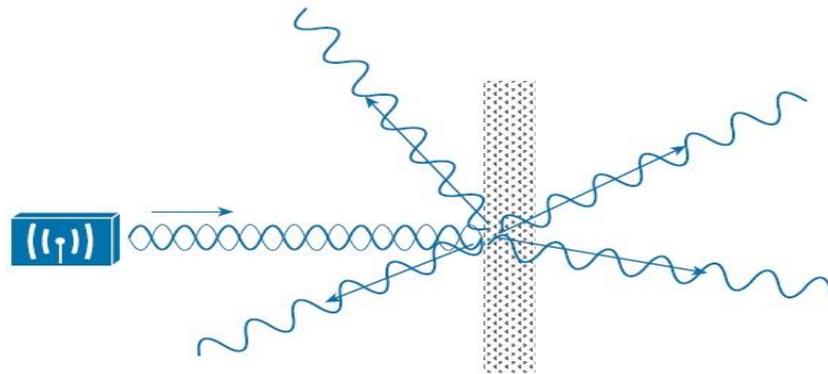


Figura 2.30: *Dispersión una señal de RF.* Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

2.7.2.4 Refracción

Cuando una señal de RF cumple con el límite entre los medios de comunicación de dos densidades diferentes, también puede refractarse. Piense en la reflexión como rebotando en una superficie y la refracción como ser doblado al pasar por una superficie. Una señal refractada tendrá un ángulo diferente de la original, como se ilustra en la Figura 2.31. La velocidad de la onda también puede verse afectada a medida que pasa a través de los diferentes materiales. Por ejemplo, una señal puede ser refractada cuando pasa a través de capas de aire que tienen diferentes densidades o por medio de la construcción de muros con diferentes densidades.

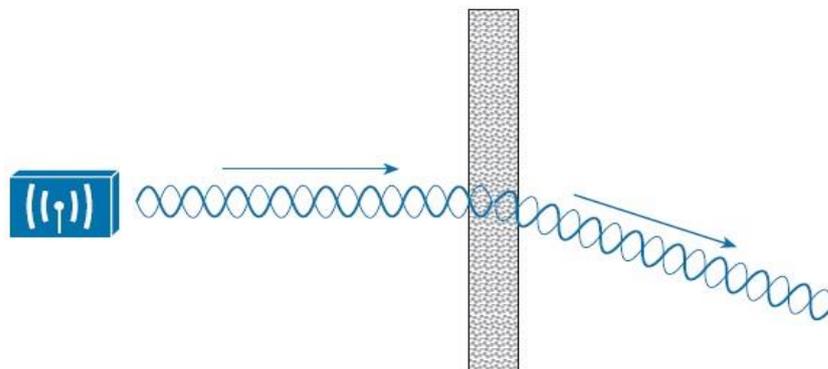


Figura 2.31: *Refracción de una señal de RF.* Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

2.7.2.5 Difracción

Supongamos que una señal de RF se acerca a un objeto opaco, o uno que es capaz de absorber la energía que incide sobre ella. Se podría pensar que el objeto produciría una sombra en lugar de la señal que se absorbe, al igual que un objeto puede hacer que una sombra como la luz brilla en ella. Si una sombra formada, podría tener una zona muerta o de silencio en la señal de RF detrás del objeto.

Con la propagación de RF, sin embargo, la señal tiende a doblarse alrededor del objeto y finalmente reunirse para completar la onda. La Figura 2.32 muestra cómo un objeto opaco de radio puede causar la difracción de una señal de RF. La Difracción se ve mejor como ondas concéntricas, en lugar de una señal oscilante, de modo que su efecto sobre las ondas reales puede ser visto. En la Figura 2.32 la difracción ha causado a la señal para remediarse en sí mismo alrededor de un objeto absorbente. Esto hace posible la recepción incluso cuando un edificio se levanta entre el transmisor y el receptor. Sin embargo, la señal nunca es exactamente como la original de nuevo, ya que ha sido distorsionada por la difracción.

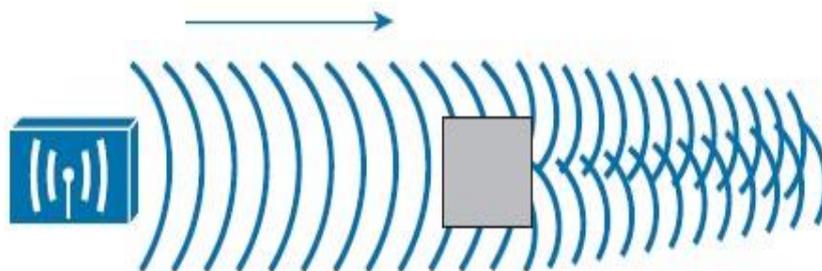


Figura 2.32: *Difracción de una señal de RF.* Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

2.8 Conceptos básicos de antenas

Al tener en cuenta el presupuesto del enlace, o la ganancia neta de potencia de la señal entre un transmisor y un receptor, puede asegurarse de que una señal llegue en buenas condiciones a su destino. La ganancia de la antena es una pieza importante de la ecuación, pero no describe completamente la construcción o el funcionamiento de una antena.

2.8.1 Características de las antenas

Para ofrecer una buena cobertura de LAN inalámbrica en un edificio, una zona al aire libre, o entre dos lugares, es posible que se enfrenten a una serie de variables. Por ejemplo, un espacio de oficina podría estar dispuesto como un grupo de cubículos abiertos o como una tira de oficinas cerradas por un largo pasillo. Puede que tenga que cubrir un gran vestíbulo abierto, una gran aula abierta, una sección de un estadio deportivo lleno de gente, una porción alargada de un techo de un hospital donde los helicópteros aterrizan, una gran extensión de un parque al aire libre, calles de la ciudad donde viajan los vehículos de seguridad pública, etcétera. Las siguientes secciones describen las características de las antenas con más detalle.

2.8.1.1 Patrones de radiación

Para describir el rendimiento de la antena, puede dibujar una esfera con un diámetro que es proporcional a la intensidad de la señal. Un gráfico que muestra la intensidad de señal relativa alrededor de una antena se conoce como el patrón de radiación. El plano H o el plano de azimuth por lo general muestra una vista de arriba hacia abajo del diagrama de radiación a través del centro de la antena. El Plano E o el plano de elevación E muestra una vista lateral del mismo patrón de radiación.

Un diagrama polar contiene círculos concéntricos que representan los cambios relativos en la intensidad de la señal medida a una distancia constante de la antena. El círculo exterior representa generalmente la intensidad de la señal más fuerte, y los círculos internos representan la intensidad de señal débil. Aunque los círculos se etiquetan con números como 0, -5, -10, -15, y así sucesivamente, que no necesariamente representan los valores absolutos en dB. En cambio, son mediciones que son en relación con el valor máximo en el círculo exterior. Los diagramas polares E y H del diagrama de radiación se presentan aquí porque la mayoría de fabricantes de antenas ellos los incluyen en su documentación del producto. La antena se coloca siempre en el centro de los diagramas polares, pero no siempre será capaz de encontrar la manera que la antena está orientada con respecto a los planos E y H. Como ingeniero inalámbrico tendrá que buscar en varios patrones de antena y tratar de averiguar si la antena es la adecuada para el área que está tratando de cubrir con una señal de RF.

2.8.1.2 Ganancia

Las antenas son dispositivos pasivos que no amplifican la señal de un transmisor con cualquier circuito o fuente de alimentación externa. En lugar de ello, se amplifican o añaden ganancia a la señal por la configuración de la energía de RF, ya que se propaga en el espacio libre. En otras palabras, la ganancia de una antena es una medida de la eficacia con que puede enfocar la energía RF en una dirección determinada.

La Figura 2.33 muestra algunos ejemplos sencillos, junto con algunos valores de ejemplo de ganancia. Fíjese cómo la ganancia es menor para las antenas omnidireccionales, las cuales cubren un área muy amplia y es más alto para las antenas direccionales que se construyeron para cubrir áreas más específicas.

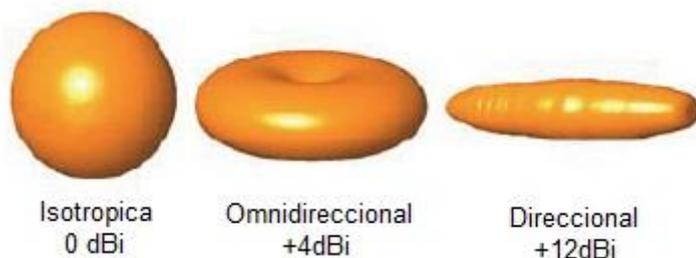


Figura 2.33: *Patrones de Radiación para los tres tipos de antena de base.* Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

2.8.1.3 Ancho de haz

La anchura de haz de una antena es la medida del foco de la antena. El Ancho de haz aparece en grados para los planos E y H. El ancho de haz se determina encontrando el punto más fuerte del diagrama el cual usualmente se encuentra en algún lugar del círculo exterior. A continuación, el diagrama es seguido en cualquier dirección hasta que el valor disminuye en 3 dB indicando el punto donde la señal es la mitad de la potencia más fuerte. Una línea es trazada desde el centro del diagrama para intersectar cada punto de 3 dB, y luego el ángulo entre las dos líneas es medido. La Figura 2.34 muestra un ejemplo sencillo. El plano H tiene una anchura de haz de 30 grados y el plano E tiene una anchura de haz de 55 grados.

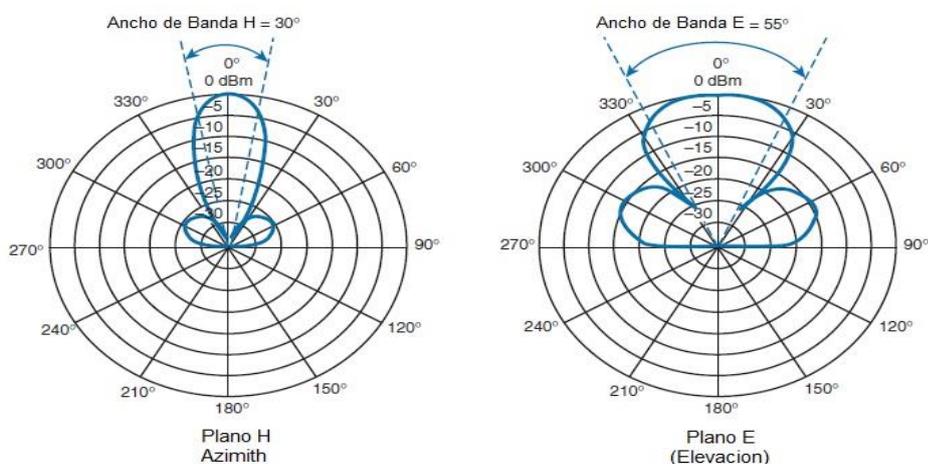


Figura 2.34: *Medición del Ancho de Haz de la Antena.* Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

2.8.1.4 Polarización

Cuando se aplica una corriente alterna a una antena, se produce una onda electromagnética. La onda como podrán ver tiene dos componentes: una onda de campo eléctrico y una onda de campo magnético. La parte eléctrica de la onda siempre dejará la antena en una cierta orientación. Por ejemplo, la mayoría de las antenas producen una onda que oscila arriba y abajo en una dirección vertical a medida que viaja a través del espacio libre y otras que oscilan hacia atrás y adelante horizontalmente.

Aún otras pueden producir ondas que en realidad giran en un movimiento en espiral tridimensional. La orientación de la onda se llama la polarización de la antena. Las Antenas que producen oscilación vertical son verticalmente polarizadas; las que producen oscilación horizontal se polarizan horizontalmente. La polarización de la antena en el transmisor debe coincidir con la polarización en el receptor. Si la polarización es coincidente, la señal recibida puede verse seriamente degradada. La Figura 2.35 ilustra la polarización de la antena. El transmisor y el receptor a lo largo de la parte superior tanto el uso de la polarización vertical por lo que la señal recibida se optimiza. El par a lo largo de la parte inferior no coinciden provocando que la señal sea mal recibida.

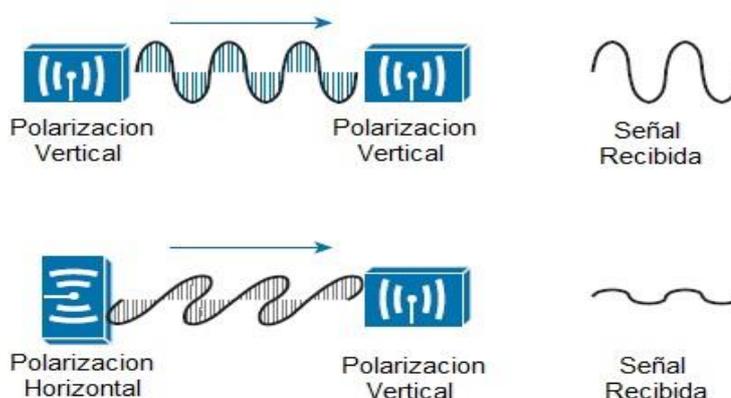


Figura 2.35: Adaptación de antena de polarización entre emisor y receptor. Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

2.8.2 Tipos de antenas

Las Antenas LAN inalámbricas están disponibles en una variedad de estilos, formas y patrones de radiación. Además, las antenas se clasifican normalmente para uso en interiores o al aire libre, en función de resistencia a la intemperie y opciones de montaje. Las Antenas generalmente están diseñadas para un determinado rango de frecuencias y son aprobados por el órgano regulador, como la FCC en los de Estados Unidos. Hay dos tipos básicos de antenas omnidireccionales y direccionales, sin embargo solo analizaremos las antenas omnidireccionales integradas que van a ser de mucha ayuda para el desarrollo del proyecto de titulación.

2.8.2.1 Antenas omnidireccionales

Una antena omnidireccional generalmente está en forma de un cilindro delgado. Se tiende a propagar una señal igualmente en todas las direcciones de distancia desde el cilindro, pero no a lo largo de la longitud del cilindro. El resultado es un patrón con forma de rosquilla que se extiende más en el plano H que en el plano E. Este tipo de antena es muy adecuada para una amplia cobertura de una gran zona de la sala o el piso donde la antena está localizada en el centro. Debido a que una antena omnidireccional distribuye la energía de RF a lo largo de un área amplia, que tiene una ganancia relativamente baja.

Para reducir el tamaño de una antena omnidireccional, muchos puntos de acceso inalámbricos han integrado antenas que están ocultas dentro de la caja del dispositivo. Por ejemplo, el PA que se muestra en la Figura 2.36 tiene seis pequeñas antenas ocultas en su interior.



Figura 2.36: PA Cisco con antenas omnidireccionales integradas. Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

Las Antenas omnidireccionales integradas suelen tener una ganancia de 2 dBi en la banda de 2.4 GHz y 5 dBi en la banda de 5 GHz. Cuando los dos planos se combinan, el patrón tridimensional mostrado en la Figura 2.37 es revelado.

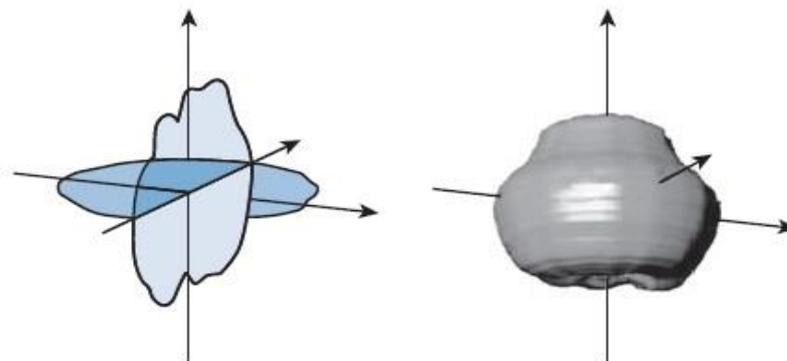


Figura 2.37: Patrón de Radiación 3D de Antena Omnidireccional Integrada. Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

2.8.3 Resumen de antenas

La Tabla 2.8 enumera cada tipo de antena y estilo, junto con los valores típicos anchura de haz y de ganancia. Observe que el ancho del haz más grande es el de las antenas omnidireccionales, y luego comienza a

estrecharse a través de la progresión de las antenas direccionales. Lo contrario es cierto de la ganancia, las antenas omnidireccionales tienen la ganancia más baja, mientras que las antenas direccionales aumentan la ganancia como su anchura de haz se estrecha.

Tabla 2.8: Características de las Antenas Omnidireccionales

Tipo	Estilo	Ancho de Banda		Ganancia (dBi)	
		Plano H	Plano E	2.4 GHz	5 GHz
Omnidireccional	Dipolo	360°	65°	2.2	3.5
	Monopolo	360°	50°	2.2	2.2
	Integrada	360°	150°	2	5

Nota: Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

2.9 Topologías de LAN inalámbrica

La comunicación inalámbrica por lo general implica un intercambio de datos entre dos dispositivos. Una LAN inalámbrica va aún más lejos; muchos dispositivos pueden participar en compartir el medio para el intercambio de datos. A continuación se explican las diferentes topologías que se pueden utilizar para controlar el acceso al medio inalámbrico y proporcionar el intercambio de datos entre dispositivos.

2.9.1 Tipos de redes inalámbricas

Para poder identificar los diferentes tipos de redes inalámbricas se pueden clasificar en cuatro tipos principales de acuerdo con el ámbito geográfico donde una señal y el servicio están disponibles. La Figura 2.38 da una idea general de los tipos de redes.

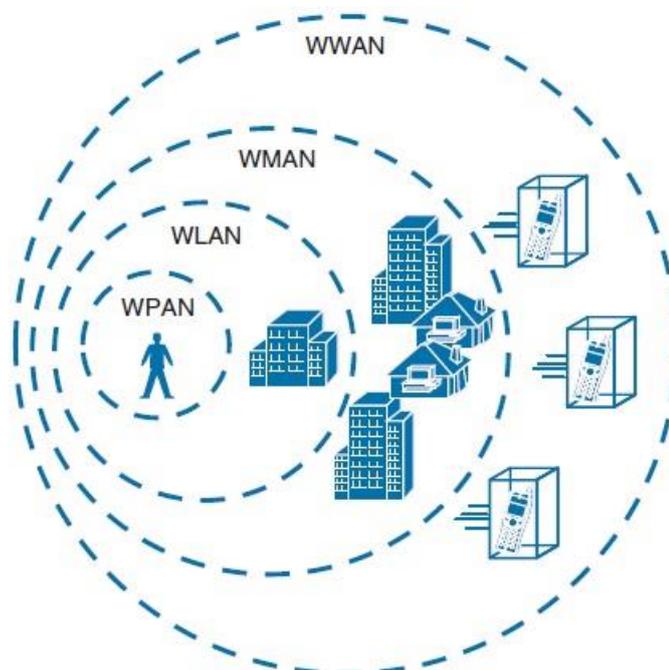


Figura 2.38: *Tipos y Alcance de Redes Inalámbricas*. Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

2.9.1.1 Redes Inalámbricas de Área Personal

Red de Área Personal Inalámbrica (WPAN) – Según (Hucaby, 2014) sostiene que “una WPAN utiliza transmisores de baja potencia para crear una red con un alcance muy corto, por lo general de 20 a 30 pies (7 a 10 metros). WPAN se basa en el estándar IEEE 802.15 e incluyen tecnologías como Bluetooth y ZigBee, aunque ZigBee puede tener un alcance mayor. Se utilizan frecuencias ISM sin licencia, incluyendo la banda de 2.4 GHz.”

2.9.1.2 Redes Inalámbricas de Área Local

Red de Área Local Inalámbrica (WLAN) - Según (Hucaby, 2014) sostiene que una WLAN es “Un servicio inalámbrico que conecta múltiples dispositivos que utilizan el estándar IEEE 802.11 sobre un rango de tamaño mediano, por

lo general hasta 300 pies (100 metros). Se utilizan frecuencias sin licencia en la banda de 2.4 y 5 GHz.”

2.9.1.3 Redes Inalámbricas de Área Metropolitana

Red de Área Metropolitana Inalámbrica (WMAN) - Según (Hucaby, 2014) sostiene que una WMAN es “Un servicio inalámbrico sobre una gran área geográfica, como la totalidad o una parte de una ciudad. Un ejemplo común, WiMAX, se basa en el estándar IEEE 802.16. Frecuencias con licencia son de uso común.”

2.9.1.4 Redes Inalámbricas de Área Amplia

Red de Área Amplia Inalámbrica (WWAN) - Según (Hucaby, 2014) sostiene que una WWAN es “Un servicio de datos inalámbricos para teléfonos móviles que se ofrece a través de una gran área geográfica (regional, nacional e incluso mundial) por las compañías de telecomunicaciones. Se utilizan frecuencias con licencia.”

2.9.2 Topologías de redes inalámbricas

Hasta este punto se ha tratado sobre radiofrecuencia también llamado espectro de radio frecuencia o RF que viaja desde un transmisor a un receptor. El transmisor puede ponerse en contacto con el receptor en cualquier y todo momento, siempre y cuando ambos dispositivos están sintonizados en la misma frecuencia o canal y utilizan el mismo esquema de modulación y codificación.

Para aprovechar al máximo la comunicación inalámbrica, los datos deben viajar en ambas direcciones, como se muestra en la Figura 2.39. A veces, el dispositivo A necesita enviar datos a un dispositivo B, mientras que el dispositivo B le gustaría tomar un giro para enviar a otras horas.

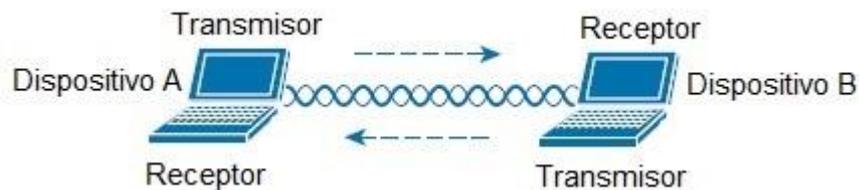


Figura 2.39: *Comunicación bidireccional*. Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

En caso de múltiples señales que se reciben al mismo tiempo debido a que los dos dispositivos están utilizando el mismo canal se interfieren entre sí. La probabilidad de interferencia aumenta a medida que el número de dispositivos inalámbricos crece. Por ejemplo, la Figura 2.40 muestra cuatro dispositivos sintonizados en el mismo canal y lo que podría suceder si algunos o todos los transmiten al mismo tiempo.

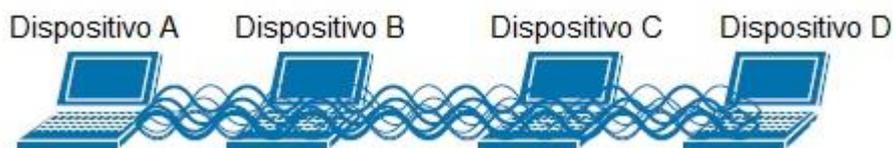


Figura 2.40: *La interferencia de las transmisiones simultáneas*. Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

Para utilizar los medios de comunicación de manera efectiva, todos los equipos deben operar en modo semidúplex a fin de evitar chocar con otras transmisiones. El efecto secundario es que ninguna máquina puede transmitir y recibir al mismo tiempo en una frecuencia dada.

Las Redes Inalámbricas IEEE 802.11 son siempre semidúplex porque la transmisión y recepción de estaciones utilizan la misma frecuencia. Sólo una

estación puede transmitir en cualquier momento; de lo contrario, se producen colisiones.

Una LAN inalámbrica es muy similar. Debido a que múltiples hosts pueden compartir el mismo canal, también comparten el "tiempo de uso" o el acceso a ese canal en cualquier momento dado. Por lo tanto, para mantener todo limpio, solamente un dispositivo debe transmitir en un momento dado. Para contender por el uso del canal, los dispositivos basados en el estándar 802.11 tienen que determinar si el canal está libre y disponible

Como mínimo, una red inalámbrica debe tener una manera de asegurarse de que cada dispositivo mediante un canal puede soportar un conjunto común de parámetros, incluyendo tasas de datos, tipos de modulaciones 802.11, anchura del canal, y así sucesivamente. Más allá de eso, debe haber una manera de controlar qué dispositivos y usuarios están autorizados a utilizar el medio inalámbrico, y los métodos que se utilizan para asegurar las transmisiones inalámbricas.

2.9.2.1 Conjunto de Servicios Básicos

El estándar 802.11 llamado este un conjunto de servicios básicos (BSS) donde el corazón de cada BSS es un punto de acceso inalámbrico (PA), como se muestra en la Figura 2.41. El PA opera en el modo de infraestructura, lo que significa que ofrece los servicios que son necesarios para formar la infraestructura de una red inalámbrica.

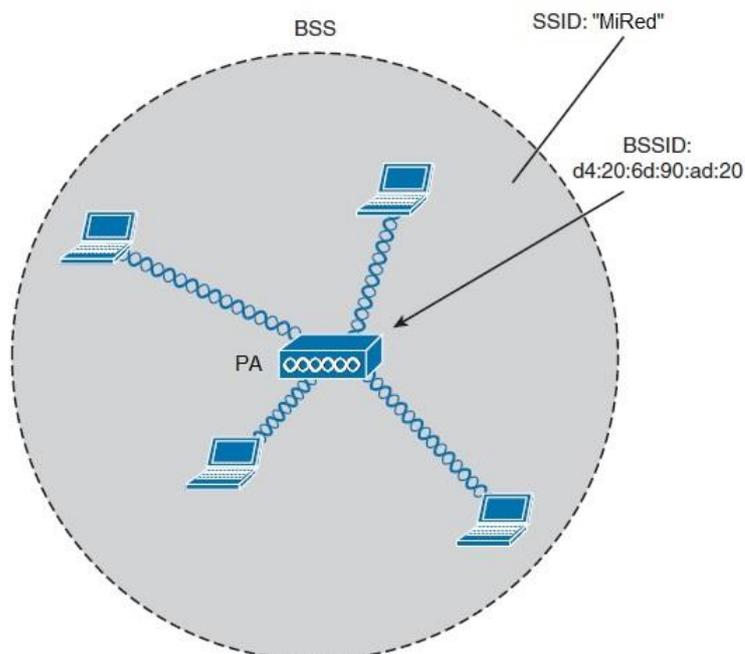


Figura 2.41: *Conjunto de Servicios Básicos 802.11*. Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

Debido a que el funcionamiento de un BSS depende del PA, la BSS está delimitada por el área donde la señal del PA es utilizable. Esto se conoce como el área de servicio básico (BSA) o celda. En la Figura 2.42, la celda se muestra como una simple área circular que podría resultar del diagrama de radiación de una antena omnidireccional. Las celdas pueden tener otras formas también, dependiendo de la antena que está conectado al PA y en el entorno físico.

El PA sirve como un punto de contacto único para cada dispositivo que quiere usar el BSS. Se anuncia la existencia del BSS para que los dispositivos puedan encontrar y tratar de unirse. Para ello, el punto de acceso utiliza un identificador único BSS (BSSID) que se basa en la propia radio de la dirección MAC del PA. Además, el PA anuncia la red inalámbrica con un identificador de conjunto de servicios (SSID), que es una cadena de texto que contiene un nombre lógico. Piense en el BSSID como una etiqueta conocida por máquina que identifica el único embajador BSS (PA), y el SSID como una etiqueta de nombre legible que identifica el servicio inalámbrico.

La Membresía con el BSS se denomina asociación. Un dispositivo debe enviar una solicitud de asociación y el PA debe ya sea conceder o denegar la solicitud. Una vez asociado, un dispositivo se convierte en un cliente, o una estación (STA) 802.11 de la BSS. Mientras un cliente inalámbrico permanece asociado con un BSS la mayoría de las comunicaciones desde y hacia el cliente deben pasar a través del PA. Al utilizar el BSSID como una dirección de origen o de destino, las tramas de datos pueden ser transmitidos hacia o desde el PA. Mediante el envío de datos a través del PA primero, el BSS permanece estable y bajo control. La enmienda 802.11z prevé una excepción a la regla que permite a dos clientes a comunicarse directamente sin pasar por sólo un PA si la comunicación está mediada por un PA.

2.9.2.1.1 Sistema de Distribución

Un BSS implica un solo PA y ninguna conexión explícita en una red Ethernet regular. En ese entorno, el PA y sus clientes asociados forman una red independiente. La función del PA en el centro de la BSS no se detiene con la gestión de la BSS porque los clientes inalámbricos de alguna manera necesitarán para comunicarse con otros dispositivos que no sean miembros de la BSS. Afortunadamente un punto de acceso también puede hacer un enlace ascendente en una red Ethernet, ya que tiene dos capacidades inalámbricas y por cable. El estándar 802.11 se refiere a la velocidad de subida del Ethernet por cable como el sistema de distribución (SD) para el BSS inalámbrico, como se muestra en la Figura 2.42.

Un punto de acceso es como un puente traslacional, donde las tramas de dos medios inalámbricos y por cable que son diferentes en si se convierten y luego se conectan en la Capa 2. El PA está a cargo de la asignación de una red de área local virtual (VLAN) a un SSID. En la Figura 2.42, el PA se conecta con VLAN 10 a la LAN inalámbrica usando el SSID "MiRed". Los Clientes asociados con el SSID "MiRed" aparecerán para ser conectados a la VLAN

10. Este concepto se puede extender de manera que varias VLAN se asignan a varios SSID. Para hacer esto, el PA debe ser conectado al conmutador por un enlace troncal que transporta la VLAN.

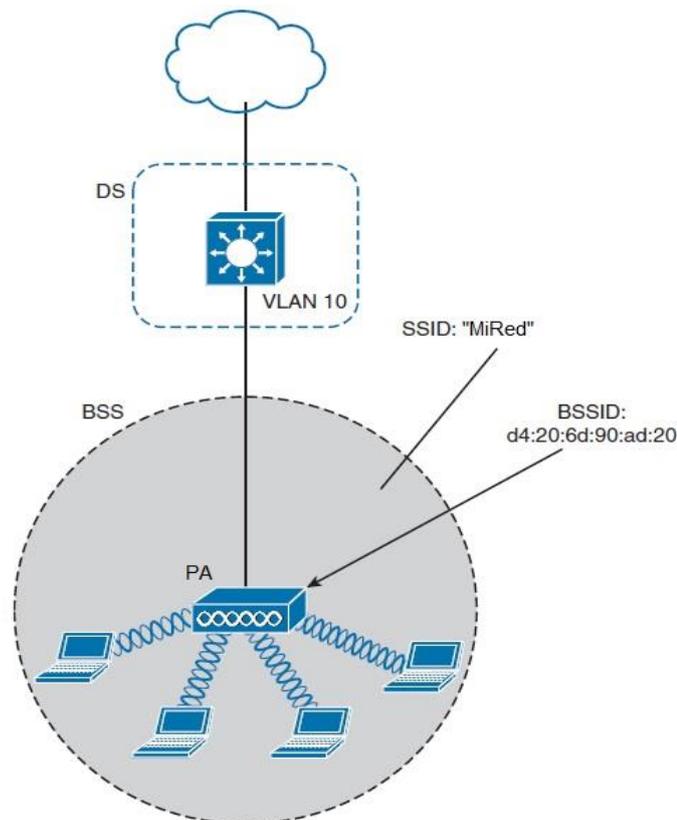


Figura 2.42: *Sistema de Distribución apoyando un BSS*. Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

En la Figura 2.43, las VLAN 10, 20, y 30 son enlaces troncales al PA sobre el SD. El PA utiliza la etiqueta 802.1Q para asignar los números de las VLAN para los SSID apropiados. Por ejemplo, la VLAN 10 se asigna al SSID "MiRed", VLAN 20 se asigna al SSID "TuRed" y VLAN 30 al SSID "Invitado".

En efecto, cuando un PA utiliza múltiples SSID, se comunican mediante VLANs troncalizadas por el aire a los clientes inalámbricos. Los clientes deben utilizar el SSID apropiado que se ha asignado a la respectiva VLAN cuando el PA se ha configurado. El PA luego aparece como múltiples puntos de acceso lógicos que sería uno por BSS con un BSSID único para cada uno.

A pesar de que un PA puede anunciar y apoyar a varias redes inalámbricas lógicas, cada uno de los SSID cubre la misma área geográfica. Esto se debe a que el PA utiliza el mismo emisor, receptor, antenas, y el canal para cada SSID que soporta. Múltiples SSID pueden dar una ilusión de escala. A pesar de que los clientes inalámbricos se pueden distribuir a través de muchos SSID, todos aquellos clientes deben compartir el hardware del mismo PA y deben competir por tiempo de aire en el mismo canal.

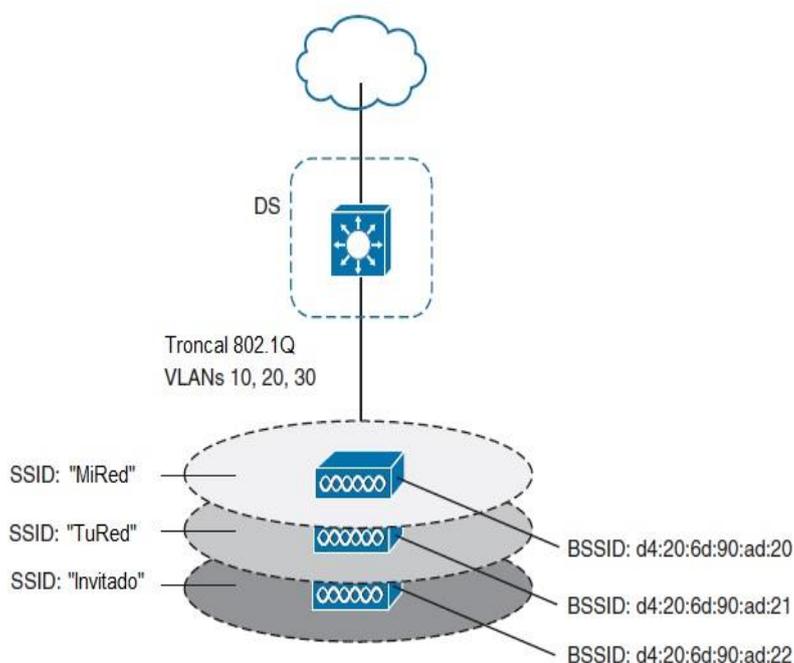


Figura 2.43: *Múltiples SSID en un PA.* Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

2.9.2.2 Conjunto de Servicios Extendidos

Normalmente un PA no puede cubrir toda el área donde pueden estar situados los clientes. Para cubrir más superficie que la celda de un único punto de acceso, sólo hay que añadir más puntos de acceso y extenderlos geográficamente. Cuando los puntos de acceso se colocan en diferentes lugares geográficos todos ellos pueden ser interconectados por una

infraestructura conmutada. Las normas 802.11 exigen este conjunto de servicios extendidos (ESS) como se muestra en la Figura 2.44.

Cualquier SSID que se define en un PA debería definirse en todos los puntos de acceso en un ESS de lo contrario sería muy incómodo y poco práctico para un cliente para reconfigurar cada vez que se mueve en la celda de un PA diferente. Tenga en cuenta que cada celda en la Figura 2.44 tiene un BSSID único pero ambas celdas comparten un SSID común. Independientemente de la ubicación de un cliente dentro de la ESS, el SSID seguirá siendo el mismo, pero el cliente siempre puede distinguir uno de otro PA.

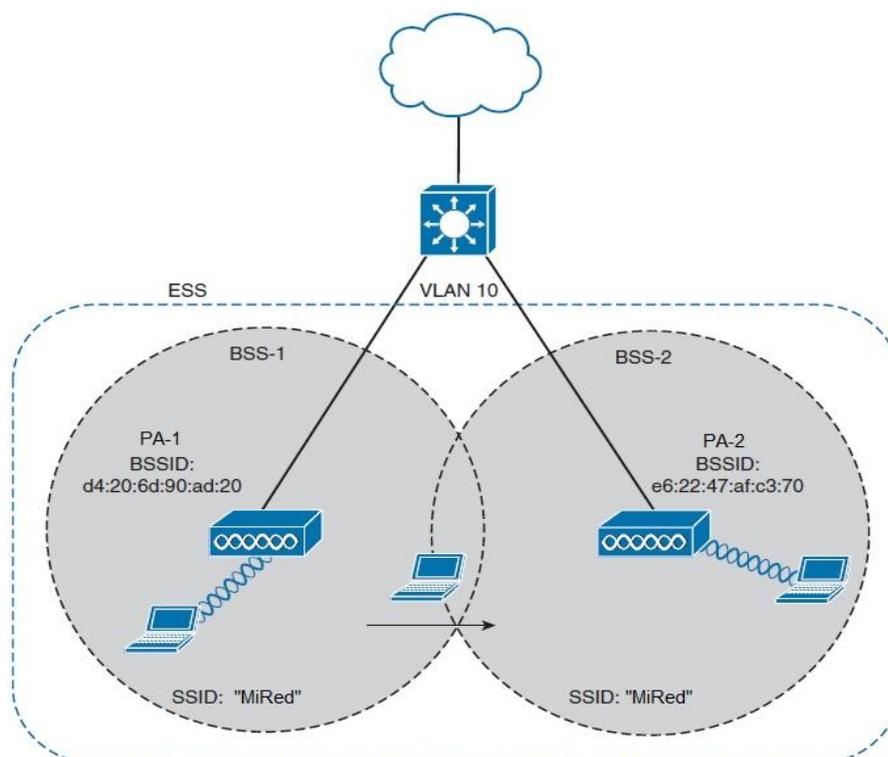


Figura 2.44: Cobertura Inalámbrica Escalable con un ESS 802.11. Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

En un ESS, un cliente inalámbrico puede asociarse con un PA mientras se encuentra físicamente cerca de ese PA. Si el cliente más tarde se traslada a una ubicación diferente, se puede asociar con un PA cercano diferente automáticamente. Moverse de un PA a otro se denomina itinerancia.

2.9.3 Otras topologías inalámbricas

Los Puntos de acceso inalámbricos pueden ser configurados para operar en los modos sin infraestructura cuando un BSS normal no puede proporcionar la funcionalidad que se necesita. Las siguientes secciones abarcan los modos más comunes.

2.9.3.1 Red de malla

Para proporcionar la cobertura inalámbrica en un área grande, no siempre es práctico utilizar el cableado Ethernet a cada PA que se necesita. En su lugar, puede utilizar múltiples puntos de acceso configurados en modo de red de malla. En una topología de red de malla el tráfico es un puente de PA a PA, en un modo en cadena.

Los Puntos de Acceso en Malla pueden aprovechar los radios doble en la banda de 2.4 GHz y uno en la banda de 5 GHz. Cada PA en malla suele mantener un BSS en un canal de 2.4 GHz con lo que los clientes inalámbricos se pueden asociar. El tráfico del cliente es entonces por lo general un puente de PA a PA a través de canales de 5 GHz como una red de retorno. En el borde de la red de malla, el tráfico de retorno es puenteado a la infraestructura LAN cableada. La Figura 2.45 muestra una red de malla típica. La red de malla cuenta con su propio protocolo de enrutamiento dinámico para calcular la mejor ruta para el tráfico de retorno para tomar a través de los puntos de acceso de malla.

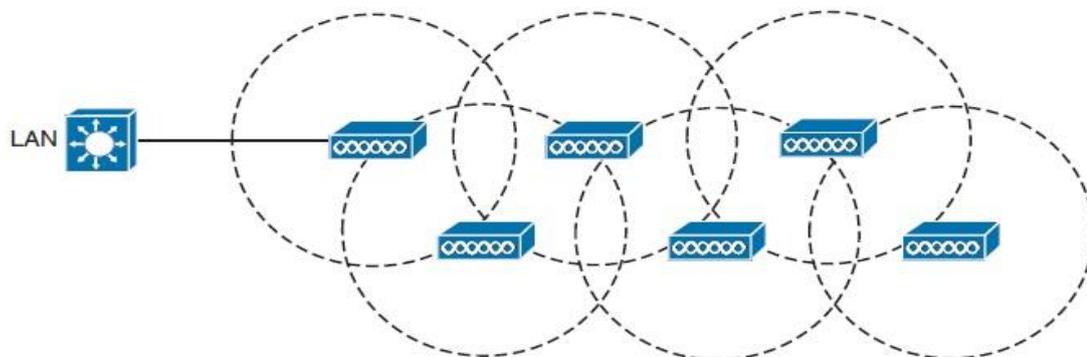


Figura 2.45: *Una típica red inalámbrica en malla.* Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

2.10 Planteamiento de cobertura con los PA inalámbricos

Un único punto de acceso puede ser suficiente para el hogar o pequeñas oficinas, pero la mayoría de las redes LAN inalámbricas implican una mayor área geográfica y requieren más puntos de acceso. Este capítulo explica cómo la cobertura inalámbrica se puede ajustar para satisfacer una necesidad y cómo se puede cultivar a escala sobre un área mayor y un mayor número de clientes. A medida que trabaja a través de este capítulo, recuerde que dos cosas son importantes: el tamaño de la BSA o celda del PA y la ubicación de las celdas en relación con los demás.

2.10.1 Tamaño de la celda del PA inalámbrico

El área de servicio básico (BSA) o celda que es proporcionado por un PA pueden variar, dependiendo de varios factores. Obviamente, el tamaño de la celda determina el área geográfica en la que se ofrecerá servicios inalámbricos. El Tamaño de la celda del PA también puede afectar al rendimiento de los puntos de acceso como los clientes se mueven o se reúnen en un solo lugar.

Recuerde que una LAN inalámbrica es un medio compartido. Dentro de una sola celda del PA, todos los clientes asociados con ese PA deben compartir el ancho de banda y competir por el acceso. Si la celda es grande, un gran número de clientes potencialmente podría reunir y utilizar ese PA. Si el tamaño de la celda se reduce, el número de clientes simultáneos también se puede reducir.

La señal de un punto de acceso no se limita a detener en el límite de su celda. En cambio, la señal sigue expandiéndose indefinidamente, creciendo exponencialmente más débil. Los dispositivos dentro del límite de la celda pueden comunicarse con el PA. Los dispositivos fuera de los límites no porque la intensidad de señal del cliente o el PA es demasiado débil para el par para encontrar cualquier modulación utilizable que puede ser utilizado para intercambiar información. Se puede controlar el tamaño de una celda cambiando los parámetros que se describen en las siguientes secciones.

2.10.1.1 Tamaño de la celda con potencia de transmisión

Para usar una LAN inalámbrica, los dispositivos deben estar situados dentro del rango de la señal de un punto de acceso y tener una asociación activa con el PA. Esta área se conoce como la BSA o celda. Considere el escenario mostrado en la Figura 2.46. Las PC de la 1 a la 4 están dentro del perímetro de la celda y se asocian con el PA. La PC-5, sin embargo, se encuentra fuera de la celda y no pueden formar una asociación o participar en el conjunto de servicios básicos (BSS).

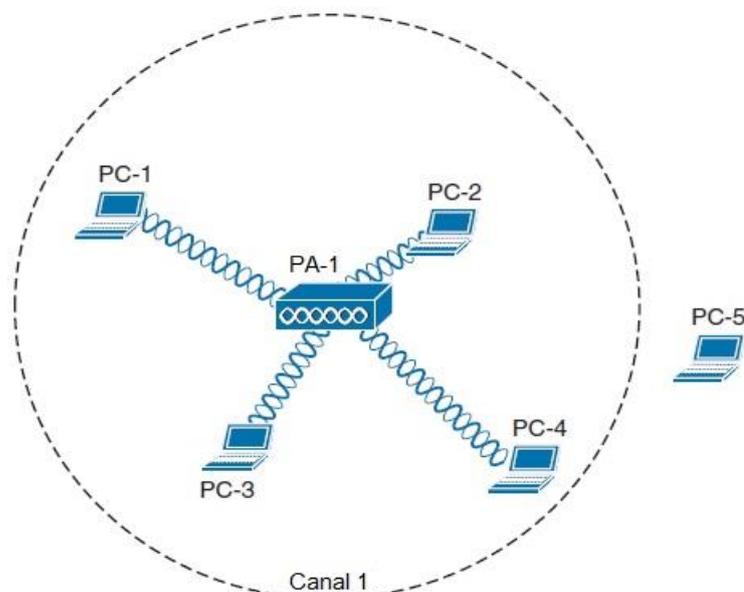


Figura 2.46: *Celda que incluye a todos pero no a un cliente*. Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

Si el área fuera de la celda es un lugar legítimo en que los dispositivos inalámbricos pueden estar presentes, el área de cobertura, probablemente debería extenderse allí. ¿Cómo puede lograrse? El enfoque más directo es incrementar la intensidad de potencia de transmisión o la señal de salida de la antena del PA. Una mayor intensidad de la señal va a superar algunas de las pérdidas de trayectoria en el espacio libre para que la señal utilizable llegue más lejos del PA.

La Figura 2.46 muestra el efecto de cambiar el nivel de potencia de transmisión del PA. La celda original a partir de la Figura 2.47 se muestra como el segundo círculo concéntrico, donde el nivel de potencia de transmisión se fijó a 17 dBm. Si el nivel se incrementó a 20 dBm, la celda crece en el área mostrada por el círculo más exterior. Fíjese que la PC-5 ahora está comprendida en el límite de la celda. Si el nivel de potencia de transmisión se reduce a 10 dBm, la celda se encoge y se incluye sólo a los clientes PC-2 y PC-3.

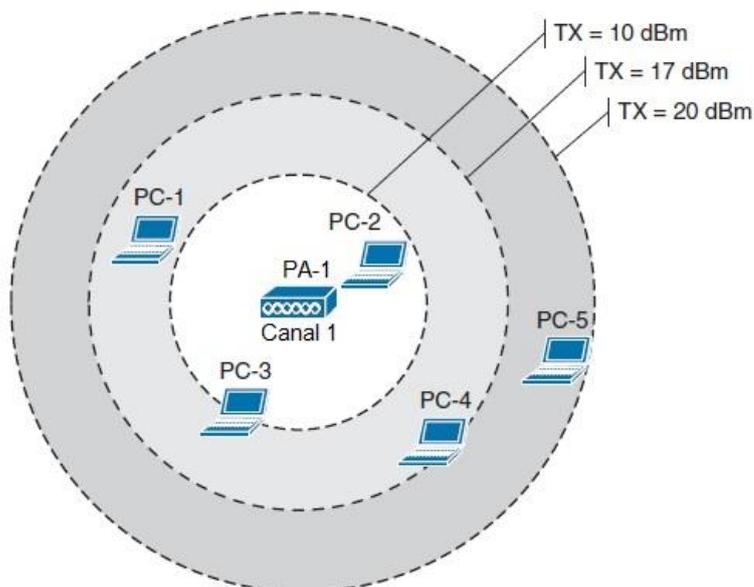


Figura 2.47: *Efectos del Nivel de Potencia de Transmisión en la Celda*. Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

¿Cómo se debe decidir sobre un valor de nivel de potencia de transmisión? Los Puntos de Acceso ofrecen ocho valores diferentes para sus radios de 2.4 GHz y siete valores para sus radios de 5 GHz. La mayoría de escenarios 802.11 caen dentro de las regulaciones gubernamentales que limitan la potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE) a un nivel de potencia de transmisión máxima de 20 dBm (100 mW). Usted sólo puede configurar un punto de acceso para ejecutarse bien abiertos a la máxima potencia, pero eso no es siempre apropiado o beneficioso.

Una cosa a tener en cuenta es el carácter bidireccional de las comunicaciones inalámbricas. Al aumentar la potencia de transmisión del PA, ¿el PA podría llegar a un cliente lejano, pero puede la señal propia del cliente llegar al PA? Fíjese en el Cliente de la PC-5 de la Figura 2.48. Si el PA transmite el nivel de potencia que se aumentó a 20 dBm (el círculo más exterior), se incluye la PC-5 en la celda. Sin embargo, el transmisor inalámbrico de la PC-5 tiene un nivel de potencia menor; en su ubicación actual, la PC-5 tiene un área de cobertura que está a la altura de la inclusión del PA. Este escenario se conoce como el problema de potencia asimétrica,

donde los dos dispositivos que se comunican tienen niveles de potencia de transmisión diferentes que podrían no llegar el uno al otro.

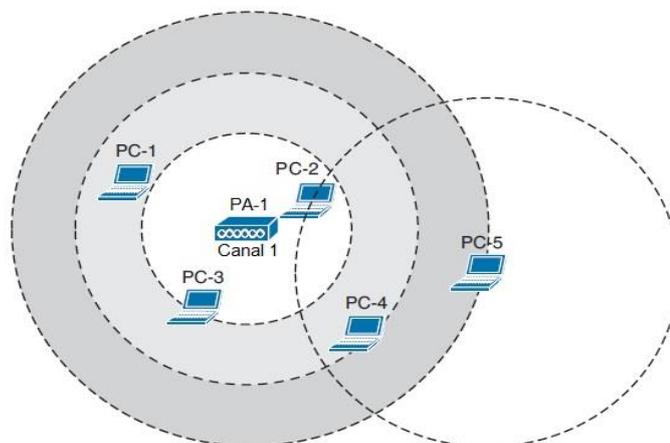


Figura 2.48: *El Problema de Potencia Asimétrica*. Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

2.10.1.2 Tamaño de la celda con velocidad de datos

El Ajuste del nivel de potencia de transmisión es un enfoque simple para definir el tamaño de la celda, pero eso no es la única variable en cuestión. El tamaño de celda de un PA es en realidad un compromiso entre su potencia de transmisión y las velocidades de datos que ofrece.

Recuerde que las velocidades más altas de datos y los esquemas de codificación y modulación (MCS) más complejos ofrecen un mayor rendimiento, pero requieren las mejores condiciones de la señal por lo general más cerca del PA. Los esquemas menos complejos pueden trabajar más lejos de un punto de acceso, pero ofrecen velocidades de datos más lentas. Por lo tanto, en el perímetro de una celda, un cliente es probable que esté usando el MCS menos complejo y la velocidad de datos más baja. La Figura 2.49 muestra una representación simplificada de la gama de cada velocidad de datos con círculos concéntricos. En el borde exterior de la celda, un cliente probablemente recurre a una tasa de datos de 1 Mbps.

Para diseñar una LAN inalámbrica para el mejor rendimiento, lo más probable es desactivar algunas de las velocidades de datos más bajas. Por ejemplo, usted podría desactivar las de 1, 2, y las tasas de 5.5 Mbps para obligar a los clientes a utilizar los tipos más altos y mejores esquemas de modulación y codificación. Eso mejoraría el rendimiento para los clientes individuales y también se beneficiarían de la BSS en su conjunto mediante la eliminación de las tasas más lentas que utilizan más tiempo en un canal.

Mientras deshabilita las velocidades de datos más bajas, los respectivos círculos concéntricos en la Figura 2.49 se vuelven irrelevantes. Esto reduce efectivamente el tamaño útil de la celda del PA, a pesar de que la huella de frecuencia de radio (RF) sigue siendo el mismo. Después de todo, usted no ha reducido el nivel de potencia de transmisión lo que reduciría el alcance de la energía de RF. Tenga en cuenta que así como celdas utilizables pequeñas son ubicadas más cerca, sus velocidades de datos disponibles son más altas. Al mismo tiempo, sus huellas de RF pueden permanecer grandes y se superponen entre sí, resultando en un piso de ruido más alto.

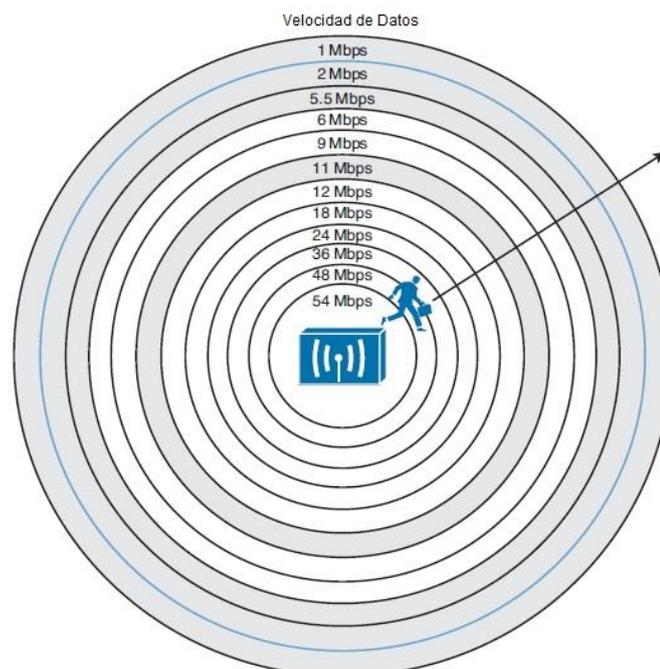


Figura 2.49: *La relación de las velocidades de datos y rango de celdas.* Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

Para dar cobertura inalámbrica robusta a un área cada vez mayor, se debe utilizar el siguiente enfoque de dos vías que sintonice el tamaño de celda basado en los precios y el rendimiento de datos y añadir puntos de acceso adicionales para construir una ESS que cubre más área.

La agregación de puntos de acceso requiere una cuidadosa consideración de movilidad de los clientes y el uso de canales inalámbricos. Estos temas se tratan en la siguiente sección.

2.10.2 Agregación de PAs en una ESS

Si un cliente está asociado con un PA, puede mantener la asociación, siempre y cuando se mantenga dentro del alcance del PA. Considere la celda que se muestra en la Figura 2.50. Mientras el cliente se mantiene dentro de los puntos A y B, se cumplen tres condiciones:

- El cliente es capaz de recibir la señal del PA en un nivel aceptable.
- El punto de acceso es capaz de recibir la señal del cliente.
- Una de las modulaciones aceptables puede utilizarse con éxito entre el cliente y el PA.

Tan pronto como el cliente se va fuera del rango de celdas en el punto C, una o más de las condiciones falla y el cliente pierde la asociación. En la figura, la señal del PA ha caído por debajo de un umbral aceptable.

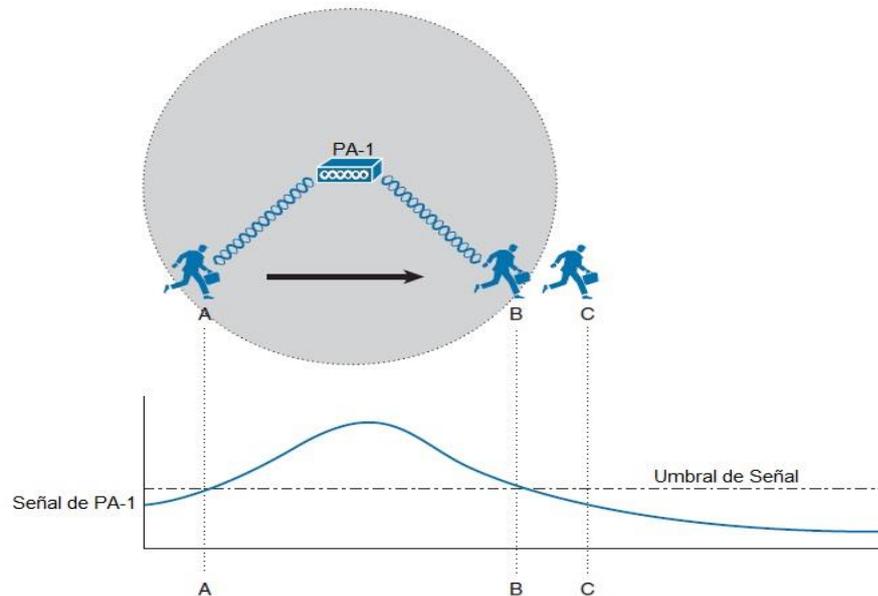


Figura 2.50: *Un cliente móvil se mueve dentro de una Celda de un PA.* Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

Otros puntos de acceso se pueden añadir de manera que el cliente puede moverse dentro de un área más grande; sin embargo, los puntos de acceso deben ser cuidadosamente desplegados para permitir que el cliente deambule de PA a PA. La Itinerancia es el proceso de mover una asociación de un PA a la siguiente, de modo que la conexión inalámbrica se mantiene como el cliente se mueve. En la figura 2.51, un nuevo PA se ha añadido junto al PA-1, utilizando cada uno el mismo canal. Podría parecer intuitivo para construir una mayor área de cobertura mediante el uso de un solo canal. Por lo general, esta resulta ser una mala idea ya que el cliente puede experimentar una cantidad excesiva de colisiones de tramas en el área entre las dos celdas.

Recuerde que la señal de un PA no se detiene en realidad en el borde de la celda; más bien, continúa propagándose hasta que finalmente muera. Esto se muestra en la figura de intensidad de señal de cada PA. El cliente es capaz de formar una asociación con el PA-1 en el punto A. Incluso en ese lugar, una parte de la señal del PA-2 puede ser recibida, aunque a un nivel inferior. Debido a que el PA-2 está utilizando el mismo canal como el PA-1,

los dos puntos de acceso y cualquier cliente dentro del rango pueden interferir esencialmente uno con el otro a través de la interferencia co-canal.

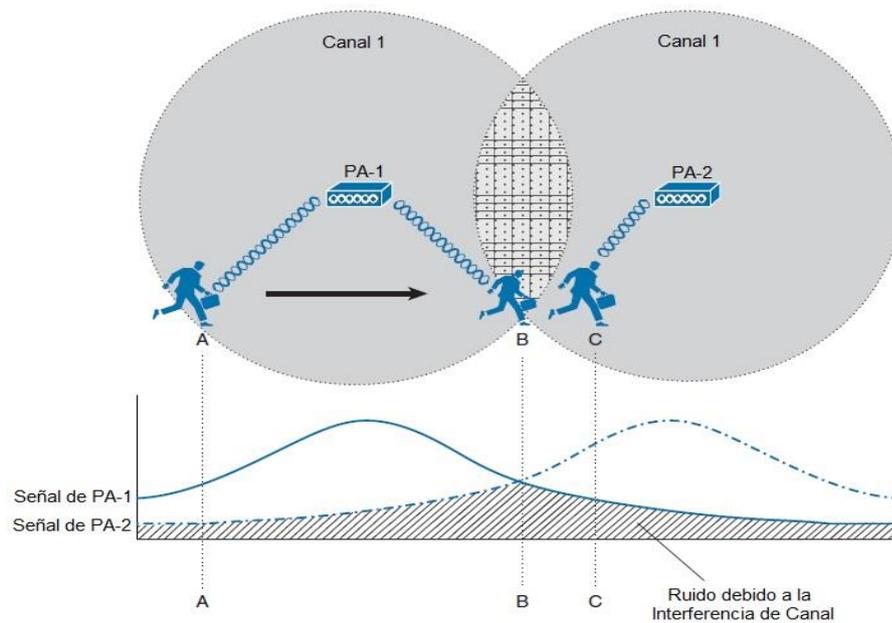


Figura 2.51: Trampas de *Reutilización de canales en los PAs adyacentes*. Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

Idealmente, cuando el cliente en la Figura 2.51 se mueve a la posición B, se debe comenzar a anticipar la necesidad de recorrer o transferir su asociación del PA-1 al PA-2. Observe que el PA-1 y el PA-2 están espaciados apropiadamente para la itinerancia, donde sus celdas tienen una cierta superposición.

Los dos puntos de acceso están fuera del alcance del otro, por lo que no son conscientes de la transmisión del otro en el mismo canal. Cada PA coordinará el uso del canal con los dispositivos que están dentro de su propia celda, pero no con el otro PA y los dispositivos en la otra celda. Como resultado, el cliente alrededor de la ubicación B probablemente experimentará tantas colisiones que puede que nunca sea capaz de recorrer limpiamente.

2.10.2.1 Proceso de itinerancia

¿Que permite a un cliente para recorrer en primer lugar? En primer lugar, los puntos de acceso adyacentes deben estar configurados para utilizar diferentes canales que no se superponen. Por ejemplo, un punto de acceso utilizando el canal 1 no debe ser adyacente a otros puntos de acceso también utilizando el canal 1. En cambio, un PA vecino debe utilizar el canal 6 o superior para evitar cualquier superposición de frecuencias con el canal 1. Esto asegura que los clientes serán capaces de recibir señales desde un PA en las inmediaciones sin interferencia de otros PAs. El proceso de itinerancia es impulsado en su totalidad por el cliente inalámbrico conductor no por el PA. Los clientes inalámbricos deciden que es el momento de moverse sobre la base de una variedad de condiciones.

Además, los algoritmos de itinerancia suelen ser puntos claves, por lo que los límites y las condiciones exactas están ocultas a la vista. Algunos de los ingredientes en el algoritmo de itinerancia son el indicador de intensidad de señal recibida (RSSI), relación señal a ruido (SNR), recuento de tramas beacons perdidas del PA, los errores debidos a colisiones o interferencias, y así sucesivamente. Estas son opciones generalmente lógicas porque indican una conexión inferior. Debido a que los diferentes clientes utilizan diferentes umbrales, algunos tratarán de recorrer antes que otros en un lugar determinado dentro de una celda. Algunos clientes tienden a adherirse a una asociación existente hasta que el PA apenas pueda ser escuchado, mientras que otros intentarán recorrer cada vez que se descubre un mejor PA.

La Figura 2.52 representa un recorrido limpio entre dos puntos de acceso que se han configurado correctamente con los canales que no se superponen 1 y 6. Las dos intensidades de señal del PA también se muestran como una figura que corresponde a la ubicación del cliente. En la posición A, el cliente tiene una clara señal del PA-1, por lo que mantiene una asociación con el PA.

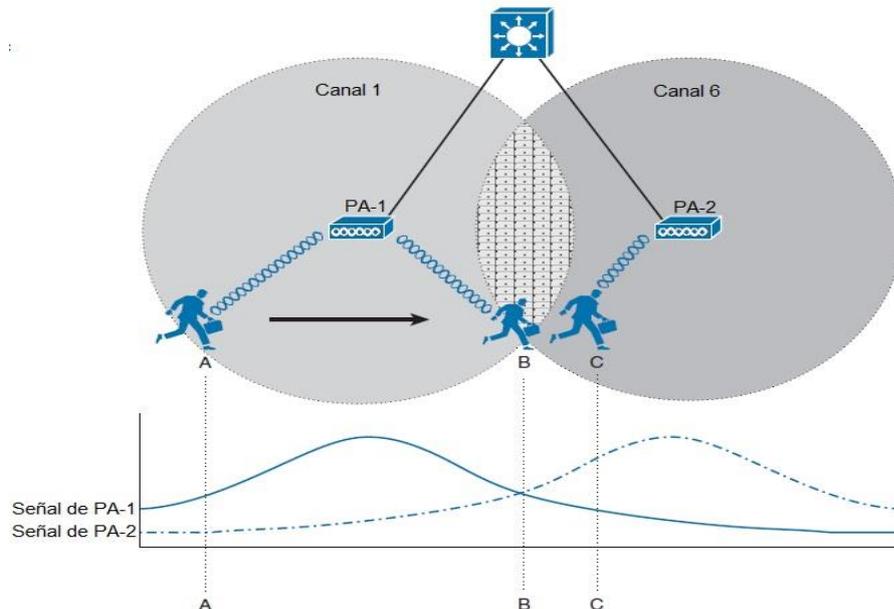


Figura 2.52: *Cliente de Itinerancia se mueve correctamente entre dos PAs.* Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

A medida que el cliente se mueve hacia la localización B, decide que la señal del PA-1 ya no es óptima. En algún momento, el cliente comienza a recopilar más información sobre cualquier celda de PAs vecinos. El cliente puede escanear pasivamente sintonizando su radio para otro canal y escuchando las tramas beacons transmitidas desde otros puntos de acceso. Durante el tiempo que se sintoniza el radio de distancia del canal asociado, el cliente podría perder los paquetes que han sido enviados a la misma. Un cliente puede utilizar la exploración activa en su lugar, donde envía solicitudes de sonda para buscar un mejor PA donde se puede mover de su asociación. El cliente no sabe qué canal se utiliza en el siguiente PA que encuentra, por lo que debe enviar las sondas sobre todos los canales posibles. Una vez más, el cliente debe tomarse su tiempo para sintonizar su radio alejada de cada canal de la corriente de un PA para que pueda explorar otros canales y enviar sondas. Mientras que una radio está escaneando otros canales, los paquetes que llegan en el canal original serán dados de baja porque no pueden ser recibidos. Por lo tanto, existe una compensación entre permanecer disponible en un solo canal y tratar de moverse a otros puntos de acceso.

Después de que el cliente está satisfecho con todas las tramas beacons o respuestas de sonda que recibe, evalúa que ellos vean que el PA ofrece el mayor potencial para una nueva asociación. Volviendo a la Figura 2.52, cuando el cliente se acerca a la ubicación B, recibe una respuesta de la sonda del PA-2 en el canal 6. En el punto C, el cliente envía una trama de reasociación para el PA-2 y mueve su asociación a la BSS.

¿Cuánto celdas se deben superponer entre sí para promover una buena itinerancia? Se recomienda un 15 por ciento a 20 por ciento de superposición para la mayoría de aplicaciones. La idea es dar un dispositivo del cliente cierta cobertura continuada incluso después de que el RSSI de su PA asociado cae por debajo de un umbral y una itinerancia podría ser activada. El cliente puede probar y volver a asociar con el siguiente PA antes de que pierda completamente el contacto con el PA anterior.

2.10.2.2 Canal de distribución WLAN

La mayoría de los escenarios requieren más de dos puntos de acceso para cubrir el área apropiada dentro de un edificio. Por lo tanto, debe tener en cuenta el diseño y la configuración de más puntos de acceso a la escala del diseño para adaptarse a su entorno inalámbrico.

Por ejemplo, para cubrir toda el área de un almacén o una planta de un edificio, los PAs deben colocarse a intervalos regulares a lo largo de ese espacio. Un estudio del sitio es un paso vital para decidir la ubicación del PA, como se toman las mediciones reales en vivo con un PA en escena en varios puntos en el espacio real. Este método también tiene algún factor como la pérdida de trayectoria en el espacio libre y la absorción en cuenta, según la intensidad de la señal se mide en el entorno real donde se encuentran los clientes.

Para minimizar la superposición de canal y la interferencia, las celdas de los PAs deben ser diseñados de manera que los puntos de acceso adyacentes utilizan diferentes canales. Por simplicidad y una cómoda restricción del diseño, los ejemplos de esta sección utilizan los tres canales que no se superponen de 2.4 GHz. Las celdas podrían estar dispuestas en un patrón alternante regular, como se muestra en la Figura 2.53.

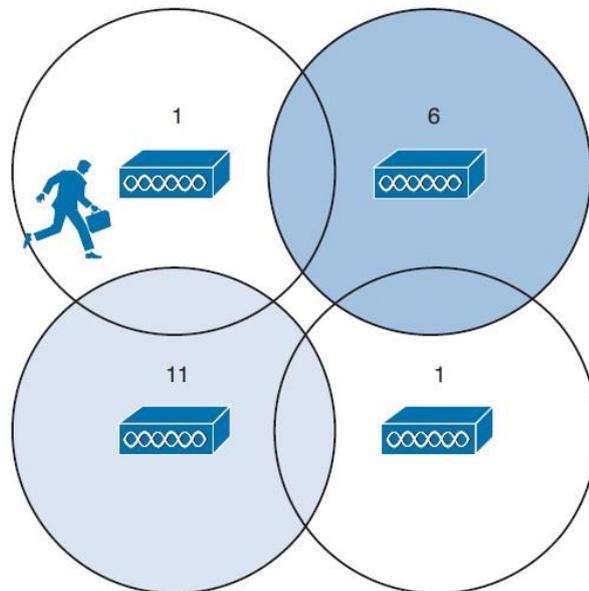


Figura 2.53: *Agujeros en un patrón de canal alternativo.* Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

Sin embargo, darse cuenta de lo que está sucediendo en el centro en el que las celdas se reúnen; hay un pequeño agujero en la cobertura de RF. Si un cliente hace itinerancia a través de ese agujero, su señal inalámbrica podría caer por completo. Además, si las celdas se aproximan entre sí para cerrar este agujero, las dos celdas utilizando el canal 1 se superpondrán y comenzaran a interferir entre sí. En su lugar, usted debe sentar las celdas en forma de nido de abeja, como se muestra en la Figura 2.54.

Este patrón es perfecto, sin dejar huecos en la cobertura. Además, observe cómo las dos celdas que utilizan el canal 1 están bien separados, proporcionando el aislamiento de las interferencias. En cuanto a ordenar los canales en el patrón, hay varias variaciones diferentes que utilizan

combinaciones de los tres canales, pero el resultado es básicamente el mismo. Observe que cuando el cliente se muestra en la celda del canal 1 se mueve alrededor, recorrerá en celdas adyacentes en diferentes canales. Para que la itinerancia funcione correctamente, un cliente debe ser capaz de moverse de un canal a un canal completamente diferente.

La Alternación de canales para evitar la superposición se llama comúnmente la reutilización de canales. El patrón básico se muestra en la Figura 2.54 se puede repetir para expandir sobre un área mayor. Naturalmente, este diseño ideal utiliza círculos perfectos que se colocan habitualmente en todo el edificio. En la práctica, las celdas pueden tomar diferentes formas y los lugares de los PAs pueden terminar siendo irregularmente espaciados.

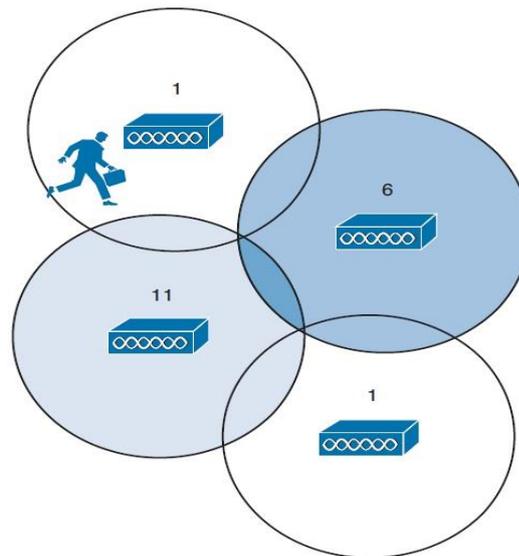


Figura 2.54: *Un mejor patrón de canal alternativo.* Hucaby, D. (2014). Recuperado de (Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722)

Cuando se tiene en cuenta cada una de las tareas involucradas en el diseño y mantenimiento de una red LAN inalámbrica, lo que realmente puede llegar a ser un rompecabezas para resolver. El tamaño de la celda, la potencia de transmisión, y la asignación de canales todos tienen que coordinarse para todos y cada PA. La Itinerancia también se convierte en un problema a gran

escala, si los clientes móviles pueden moverse a través de una red de campus inalámbrico entero.

2.11 Estudio del sitio inalámbrico

Para poder evitar problemas como la interferencia de canal cuando usted construye su red inalámbrica se la realiza mediante un estudio del sitio inalámbrico. Con el fin de implementar una red inalámbrica con cobertura óptima usted tiene que tener primero una sólida comprensión de la conducta de radiofrecuencia en el lugar. Un estudio del sitio inalámbrico es la mejor manera de obtener esta información, porque va a revelar áreas de interferencia de canales e identificar zonas sin cobertura, ayudando a evitar problemas a medida que se rediseña o construye la red y evitar obstáculos para los usuarios de la red.

El objetivo principal de la realización de un estudio del sitio para una WLAN es determinar dos puntos. En primer lugar, se desea determinar la viabilidad de la construcción de una red inalámbrica en el sitio, una vez que haya establecido que es posible, tendrá que determinar el mejor lugar para los puntos de acceso y otros equipos tales como antenas y cables. Un estudio del sitio también le ayuda a determinar qué tipo de equipo se necesita, dónde se ubicara, y cómo se instalara.

2.11.1 Colocación de PAs inalámbricos

Los Puntos de Acceso Inalámbricos pueden ser colocados en cualquier lugar potencialmente. Lo que el estudio del sitio hace es ayudar a determinar dónde los puntos de acceso deben estar ubicados para evitar superposiciones o interferencias.

Muchos administradores de red simplemente instalan puntos de acceso Wi-Fi adicionales como una solución rápida para aumentar la capacidad de cobertura inalámbrica. Sin embargo, esto no ayuda mucho para resolver la raíz del problema. De hecho, demasiados puntos de acceso Wi-Fi en realidad podría aumentar la posibilidad de interferencia co-canal con otros puntos de acceso ya existentes, por lo tanto un estudio del sitio inalámbrico puede ayudarle a evitar ese problema.

El levantamiento de la información también puede ayudarle a conocer los puntos de acceso a su alrededor. Hay tres canales que no se superponen que se pueden utilizar para implementar una red inalámbrica: 1, 6, y 11 para la frecuencia de 2.4 GHz. Estas reglas se aplican a todos los escenarios, no sólo a nuestro estudio del sitio. Si nuestro sitio se encuentra en un bloque con otras organizaciones que tienen sus propias redes inalámbricas, tendremos que coordinar con el administrador de los otros puntos de acceso.

Lo que se necesita saber acerca de los puntos de acceso vecinos con el fin de evitar interferencias al implementar una red inalámbrica es que no se superpongan con otros en su área. En algunos casos, el uso de otra frecuencia Wi-Fi como la de 5 GHz con 802.11a/b/g/n podría ser una mejor opción.

2.11.2 La interferencia de canal

La Interferencia de canal puede significar algunos problemas para su red inalámbrica y puede ser causada por una variedad de temas. Incluso el microondas en la cafetería puede causar interrupciones en la red si está usando la misma frecuencia de radio.

Los seres humanos también pueden causar problemas. El cuerpo humano promedio se compone principalmente de agua, y ya que el agua hace

la absorción, los cuerpos de la gente realmente puede absorber las señales inalámbricas, lo que resulta en problemas para su red.

Es importante mantener estas cosas en mente durante su inspección del lugar. Podríamos hacer una inspección del lugar y averiguar dónde todos los puntos de acceso deben ser colocados, sólo para encontrar cuando la gente realmente se mueven dentro y están trabajando (y utilizando el microondas) en el sitio todos los días, la red no funciona correctamente.

La mejor manera de evitar estos problemas es utilizar la inspección del lugar inalámbrica como una oportunidad para obtener una comprensión sólida de la RF en su sitio, que es fundamental para el rediseño e implementación de una red inalámbrica con cobertura óptima.

2.11.3 Levantamiento de información del sitio

Hay tres tipos diferentes de estudios de campo ampliamente utilizados en la industria: estudio del sitio pasivo, estudio del sitio activo, y estudio del sitio de predicción.

Una herramienta de estudio del sitio pasivo escucha a los puntos de acceso existentes fuera de su infraestructura administrada, por fuerza de la señal, la interferencia, y la cobertura del Punto de Acceso. Los estudios de campo pasivo, en el estudio los adaptadores WiFi no necesitan asociarse al PA o SSID, para dar una buena imagen general de las características de RF de redes inalámbricas existentes.

Durante una inspección del sitio activo, el estudio del adaptador WiFi se asocia al PA(s) e intercambia paquetes. Esto permite que la recolección de información sea muy detallada. El tráfico actual de la red, pérdida de paquetes rendimiento, y tasas físicas (PHY) pueden ser capturados. Los estudios

activos se utilizan comúnmente para nuevas implementaciones de redes inalámbricas.

Un estudio del sitio de predicción se realiza sin ningún tipo de medidas de campo. Utiliza las herramientas de software de planificación de RF que pueden predecir la cobertura inalámbrica de los puntos de acceso. Para realizar esta inspección del lugar, un dibujo en Autocad en planta es una necesidad. Los Estudios de campo predictivos se utilizan cuando el sitio o edificio aún no está construido y son útiles para efectos de presupuesto.

El objetivo de todos estos estudios locales inalámbricos es proporcionar información detallada que se ocupa de la cobertura de radiofrecuencia del sitio. Antes de implementar o intentar rediseñar una red inalámbrica, usted debe analizar todas las posibles áreas de interferencia, las colocaciones de los puntos de acceso inalámbricos, las consideraciones de potencia y necesidades del cableado que se necesitan. Un estudio del sitio inalámbrico puede proporcionar toda esta información y más, por lo que tiene las herramientas que necesita para diseñar, implementar y optimizar su red inalámbrica.

PARTE II APORTACIONES

CAPÍTULO 3

PROPUESTA DEL REDISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA EXISTENTE EN LA FACULTAD DE EDUCACION TECNICA PARA EL DESARROLLO

3.1 Antecedentes

La Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica cuenta con una red inalámbrica de datos cuya calidad es limitada a sectores en horas pico desde el año 2010, la cual provee servicios de internet inalámbrico a los usuarios concurrentes con equipamiento de acceso inalámbrico. A partir del año 2013 se mejoró la red inalámbrica de la Universidad Católica y la Facultad Técnica pero debido a un problema de las topologías que se implementaron con los PAs Ruckus a través de una Controladora de Red generan duplicidad en las direcciones IP, lo cual utiliza la capacidad de los usuarios concurrentes al máximo siendo datos no reales por la cantidad de usuarios que realmente están navegando en la red inalámbrica “wifiucsg”.

Los estudiantes de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo en sus actividades académicas de investigación, consultas en la intranet, comunicaciones con plataformas internas, necesitan contar con un servicio de internet cuyo nivel de recepción RSSI se encuentre entre el máximo 0 dBm y el mínimo -100 dBm, que garantice máximos niveles de disponibilidad de conectividad. Por ende en el presente estudio y análisis se pretenderá rediseñar la actual red inalámbrica para mejorar la cobertura existente y el umbral de recepción a fin de que factores externos no incidan en la calidad de la señal.

El presente estudio sobre la base de un análisis de la red inalámbrica existente y características técnicas de los equipos desplegados, determinara

los factores que mayormente inciden en el decremento de la calidad de la señal proponiendo un rediseño basado en una red mixta (LAN y WLAN) con el equipamiento necesario para obtener una mayor cobertura y disponibilidad.

3.2 Estudio del sitio para el rediseño de la red WLAN

El presente punto tiene por finalidad realizar el levantamiento de la información existente a nivel técnico, arquitectónico y de la cantidad de usuarios que se deberán considerar para la propuesta del rediseño de la WLAN.

El levantamiento de la información de la red inalámbrica existente se realizó mediante un site survey aplicado a los 3 bloques de 1 planta y a los 4 bloques de 2 plantas que conforman la infraestructura de la Facultad Técnica. En el bloque 7 o área administrativa se encuentra alojado el cuarto de comunicaciones, desde el cual se interconectan los APs y el Centro de Cómputo, se ubicó los puntos de acceso inalámbricos existentes y las características técnicas de los mismos, además se efectuaron mediciones de calidad de señal y cobertura, a fin de determinar los sitios que carecen de cobertura o tienen intermitencia del servicio, información que servirá para evitar superposiciones o interferencias dentro del área de la facultad los cuales serán elementos del rediseño propuesto.

3.2.1 Análisis de la distribución bloques dentro de la Facultad Técnica

Se tomó en consideración la infraestructura del área, la cual determino las dimensiones, divisiones y ubicaciones de los bloques existentes dentro de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo. El área de la Facultad es de aproximadamente 83 m², que nos sirvió más adelante tener una cobertura optima dentro de los limites.

En base al site survey que se realizó, se muestra en la Figura 3.1 la infraestructura de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil que cuenta con 8 bloques o secciones principales tales como los denominados Bloque 1, Bloque 2, Bloque 3, Bloque 4, Bloque 5, Bloque 6, Bloque 7 (Principal) y la Asociación de Estudiantes, los cuales sirven para el aprendizaje de los alumnos matriculados en las carreras de Ingeniería Agroindustrial, Ingeniería Agropecuaria, Ingeniería Electrónica en Control y Automatismo, Ingeniería en Eléctrico – Mecánica, Ingeniería en Telecomunicaciones y Medicina Veterinaria y Zootecnia. Además en las instalaciones de la Facultad Técnica se puede apreciar que cada bloque o sección está subdividido en laboratorios, área administrativa, aulas de clases, sala de cómputo, aula virtual, sala de lectura, salas de profesores y la asociación de estudiantes para cada carrera o área de estudio.

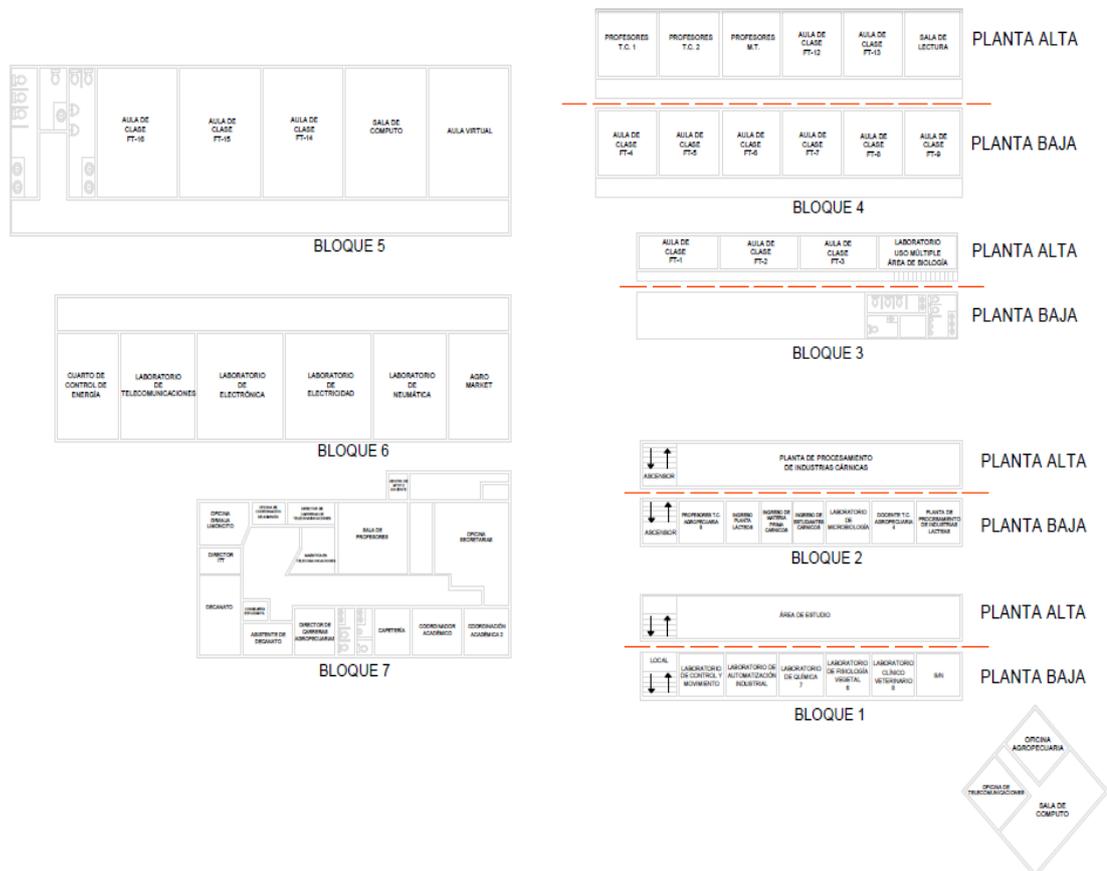


Figura 3.1: Distribución de bloques dentro de la Facultad Técnica. El Autor.

3.2.2 Análisis de la Infraestructura actual a nivel de la Red LAN y WLAN

En base al site survey que se realizó dentro de la infraestructura que comprende la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo y el Centro de Computo se tomó en consideración las ubicaciones, modelos y especificaciones técnicas de los componentes de las redes LAN y WLAN existentes.

Los bloques o secciones de la Facultad Técnica están dotados de infraestructura LAN y WLAN, donde el tráfico de los usuarios converge al Centro de Cómputo o Centro de Datos, el cual cuenta con un enlace WAN de 40 Mbps a través del Proveedor de Servicios de Internet Level 3. La última milla para el enlace WAN es a través de fibra óptica punto a punto y el equipo que recibe la conexión es un router ISP Cisco conectado por cable ethernet a un router Mikrotik, el cual se conecta en cascada hacia un Switch de Capa 3 que se encarga de proveer el servicio de internet a todas las facultades de la Universidad a través de conexiones por fibra óptica punto a multipunto.

El router Cisco del proveedor de servicios, a través de NAT dinámico se encarga de convertir el segmento de red privado de la Universidad Católica a una dirección pública alcanzable a través del mundo. En la Universidad Católica existe un único SSID "wifiucsg" para el establecimiento de las conexiones el cual a través de una Controladora de Red Ruckus ZoneDirector 3000 se encarga de establecer una única red inalámbrica. Entre el router Mikrotik y el Switch Core Cisco que se encarga de distribuir las conexiones LAN a todas las facultades de la Universidad, se encuentra alojado un firewall Mikrotik el cual se encarga de filtrar ataques a la red interna de la Universidad Católica.

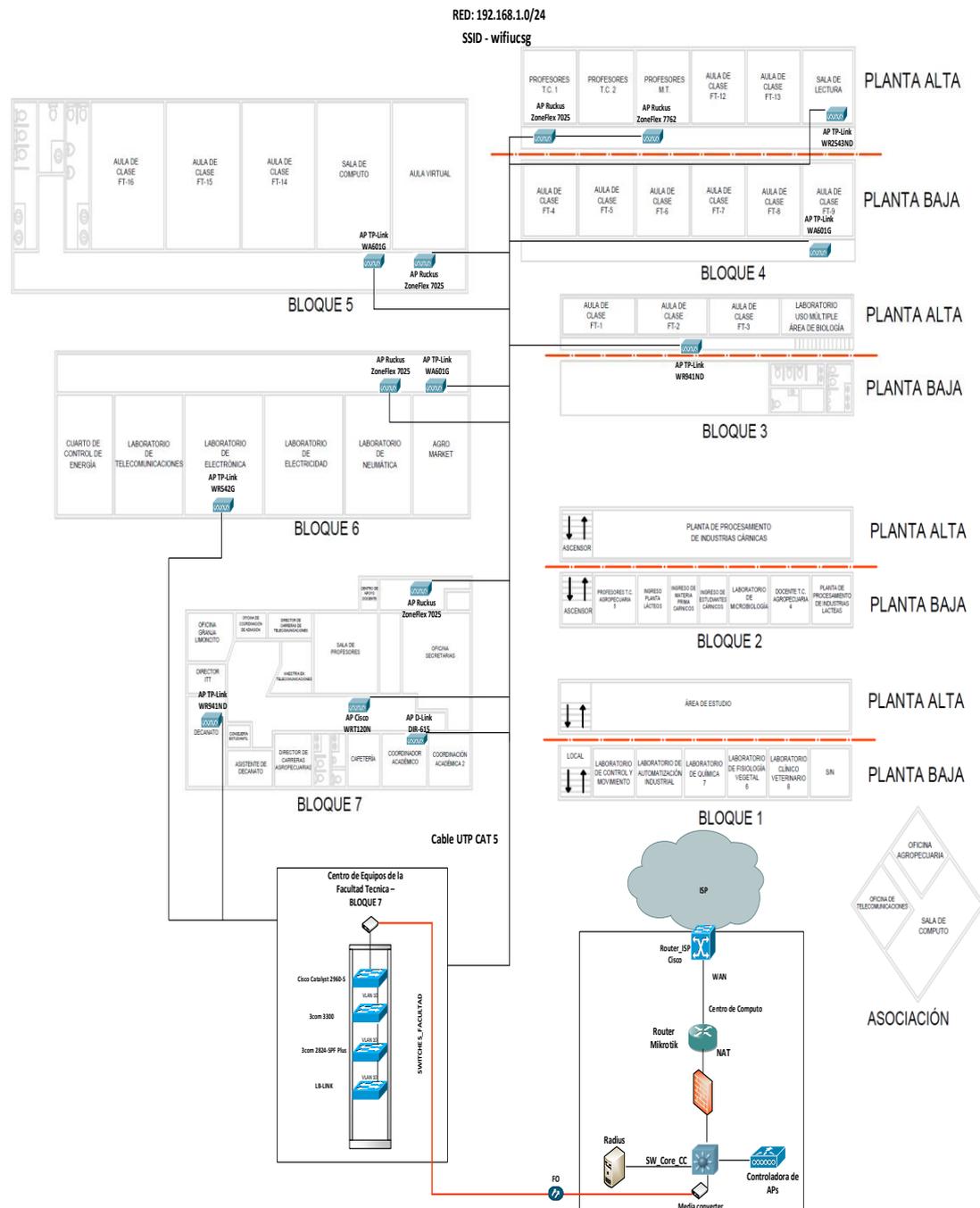


Figura 3.2: Infraestructura actual a nivel de la Red LAN y WLAN. El Autor.

En base a la Figura 3.2, para conectar la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo al Switch Core del Centro de Computo de la Universidad, existe una conexión mediante un enlace de fibra óptica punto a punto a través de un puerto Gigabit Ethernet del Switch Core Cisco en mención, este a su

vez se conecta a un switch Cisco Catalyst 2960-S, el cual reside en el cuarto de comunicación de la Facultad Técnica, este switch a su vez se conecta en cascada a 3 switches respectivamente entre esos 1 switch 3com 3300 , 1 switch 3com 2824-SPF Plus y a 1 switch LB-Link donde los APs se conectan por medio de cable categoría 5e a través de puertos que deben estar asociados a la misma VLAN que la controladora de red del Centro de Computo.

Actualmente existen 14 puntos de acceso inalámbricos dentro de los cuales están repartidos entre los diferentes Bloques de la Facultad y a continuación se detalla sus distribuciones según la Tabla 3.1.

Tabla 3.1: *Distribuciones de los APs por bloque en la Facultad Técnica*

Bloque	Puntos de Acceso Inalámbrico
Bloque 1	No hay APs
Bloque 2	No hay APs
Bloque 3	1 AP TP-Link WR941ND
Bloque 4	4 APs: 1 Ruckus 7025, 1 Ruckus 7762, 1 TP-Link WR2543ND, 1 TP-Link WA601G
Bloque 5	2 APs: 1 Ruckus 7025, 1 TP-Link WA601G
Bloque 6	3 APs: 1 Ruckus 7025, 1 TP-Link WR542G, 1 TP-Link WA601G
Bloque 7	4 APs: 1 Ruckus 7025, 1 Cisco WRT120N, 1 D-Link DIR-615, 1 TP-Link WR941ND
Total	14 APs

Nota: El Autor.

3.2.3 Levantamiento de información para estimar conexiones concurrentes

Dentro de los requerimientos técnicos importantes a considerar para la elección del modelo del AP más óptimo para el rediseño de la red inalámbrica, se tiene que estimar el número de conexiones concurrentes en la facultad técnica, que es la cantidad de conexiones simultáneas al máximo rendimiento.

Según la recolección de la información se obtuvo que hay 956 usuarios entre los cuales no siempre se encuentran concentrados y conectados a la red inalámbrica debido a que la mayor afluencia durante el día son los estudiantes de las diferentes carreras y hay diferentes horarios entre los cuales se encuentran estudiando en la mañana y en la noche, por lo que hay horas picos que las conexiones y el servicio de internet inalámbrico no es el óptimo porque los PAs que residen actualmente no cumplen con la capacidad que realmente se necesita cubrir. Por lo tanto en base a la Tabla 3.2, se consideró un diseño para una concurrencia de 1000 usuarios que con nuevos PAs cumplen esa capacidad, dejando una holgura de 44 conexiones inalámbricas.

Tabla 3.2: *Concurrencia de los usuarios en la Facultad Técnica*

USUARIOS	CANTIDAD
Estudiantes de Eléctrico – Mecánica	154
Estudiantes de Telecomunicaciones	311
Estudiantes de Control y Automatismo	104
Estudiantes de Agropecuaria	97
Estudiantes de Veterinaria	102
Estudiantes de Agroindustrial	67
Profesores de todas las carreras	93
Personal Administrativo y Limpieza	28
Total	956

Nota: El Autor.

3.2.4 Estudio del Sitio a través del programa WiTuners e InSSIDer

El Site Survey Wi-Fi y la herramienta de escaneo de redes Wi-Fi en versión para Android llamado WiTuners tiene un amplio conjunto de funciones que nos sirve a los ingenieros inalámbricos para realizar su trabajo diario con facilidad. Para la creación de la nueva red inalámbrica con WiTuners nos

que podían interferir en nuestra red con el fin de recopilar toda la información posible y poder así mejorar la señal de nuestra red inalámbrica. Esta Aplicación nos muestra todas las redes que se encuentran a nuestro alcance y a la que nos encontramos conectados actualmente en la red de la “wifiucsg”. Además pudimos visualizar un resumen de los datos de cada red inalámbrica analizada, en la cual obtuvimos datos correspondientes a la MAC, fabricante, canal, seguridad, infraestructura e intensidad de la señal (RSSI). Entre otras características encontramos los canales disponibles en cada red inalámbrica, los cuales son mostrados de forma gráfica la saturación de cada canal con el fin de elegir el canal que más libre este para obtener una mejor conexión y cobertura. Se pudo ver una gráfica del canal de 2.4GHz y 5 GHz en la que nos mostró un resumen con todas las redes conectadas en cada canal de emisión. También observamos la intensidad de cada red conectada a cada canal. En nuestro caso podemos ver que detectamos varias redes pero solo una de ellas nos llega con una señal excelente, la de nuestro AP.

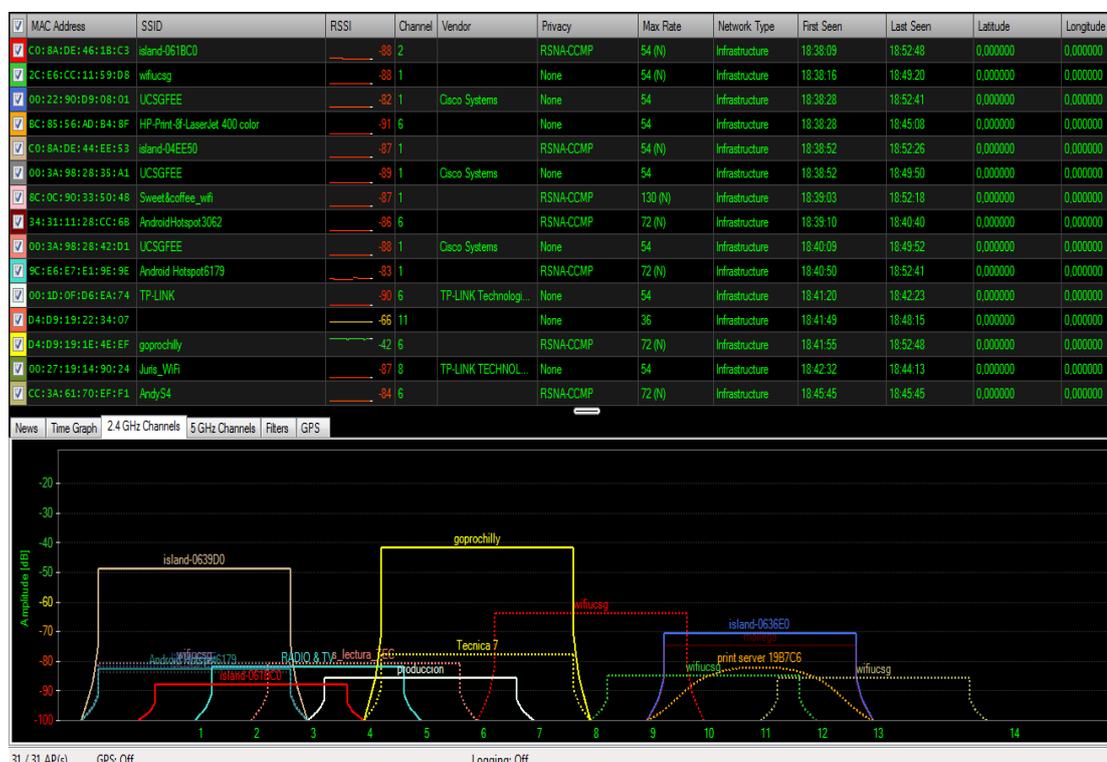


Figura 3.5: Recopilación de Redes WLAN mediante el Programa InSSIDer. El Autor.

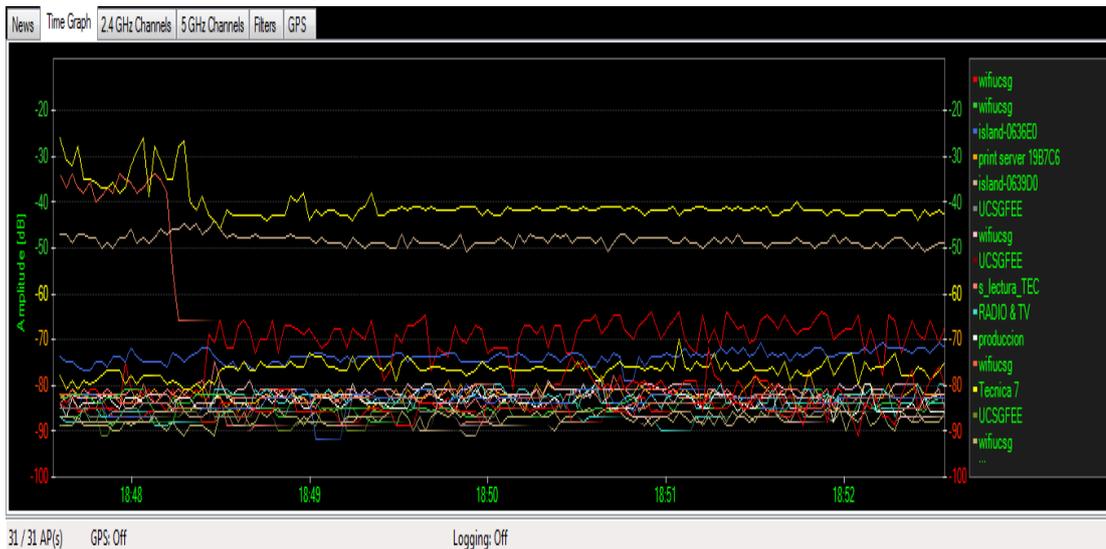


Figura 3.6: Niveles de RSSI de las redes WLAN en la Facultad Técnica. El Autor.

MAC Address	SSID	RSSI	Channel	Vendor	Privacy	Max Rate	Network Type	First Seen	Last Seen	Latitude	Longitude
C4:01:7C:21:87:18	wifucsg	-64	8		None	54 (N)	Infrastructure	18.38.06	18.51.52	0.000000	0.000000
C0:8A:DE:04:DA:E8	wifucsg	-81	10		None	54 (N)	Infrastructure	18.38.06	18.51.49	0.000000	0.000000
C0:8A:DE:04:36:E3	island-0636E0	-72	11		RSNA-CCMP	54 (N)	Infrastructure	18.38.06	18.51.52	0.000000	0.000000
02:DD:4E:5B:0E:24	print server 1987C6	-83	11		None	11	Adhoc	18.38.06	18.51.52	0.000000	0.000000
C0:8A:DE:46:39:03	island-0639D0	-49	1		RSNA-CCMP	54 (N)	Infrastructure	18.38.06	18.51.52	0.000000	0.000000
00:22:90:D9:81:01	UCSGFEE	-85	1	Cisco Systems	None	54	Infrastructure	18.38.06	18.51.49	0.000000	0.000000
C0:8A:DE:04:F8:A8	wifucsg	-83	1		None	54 (N)	Infrastructure	18.38.06	18.51.49	0.000000	0.000000
00:22:90:D8:FC:91	UCSGFEE	-87	1	Cisco Systems	None	54	Infrastructure	18.38.06	18.47.49	0.000000	0.000000
F8:D1:11:A6:36:8C	s_lectura_TEC	-82	4		None	54	Infrastructure	18.38.06	18.51.52	0.000000	0.000000
00:26:5A:F9:2F:84	RADIO & TV	-84	3	D-Link Corporation	RSNA-CCMP	130 (N)	Infrastructure	18.38.06	18.51.52	0.000000	0.000000
40:4A:03:43:D9:B8	produccion	-85	5	ZyXEL Communicatio...	WPA-TKIP	54	Infrastructure	18.38.06	18.51.45	0.000000	0.000000
C4:01:7C:21:86:28	wifucsg	-84	2		None	54 (N)	Infrastructure	18.38.06	18.51.49	0.000000	0.000000
80:48:7A:A0:8C:38	Tecnica 7	-76	6		None	54 (N)	Infrastructure	18.38.06	18.51.52	0.000000	0.000000
00:3A:9B:28:4C:61	UCSGFEE	-85	1	Cisco Systems	None	54	Infrastructure	18.38.06	18.49.20	0.000000	0.000000
C0:8A:DE:06:18:98	wifucsg	-87	13		None	54 (N)	Infrastructure	18.38.06	18.51.49	0.000000	0.000000

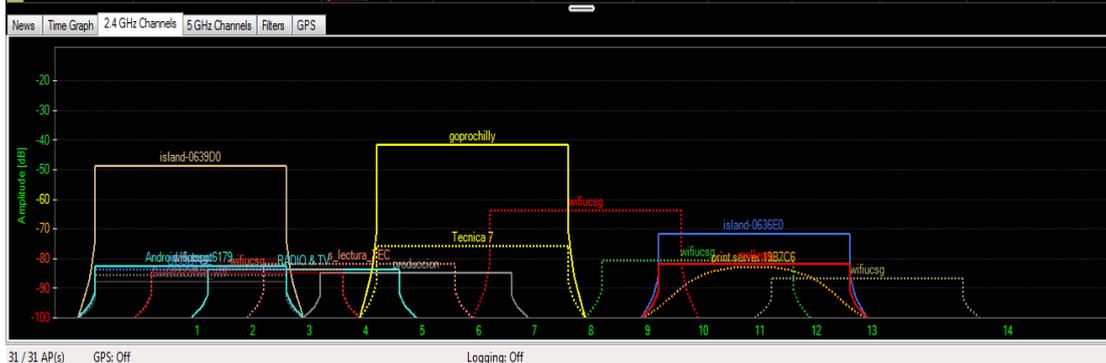


Figura 3.7: Superposición de los canales de las diferentes redes WLAN. El Autor.

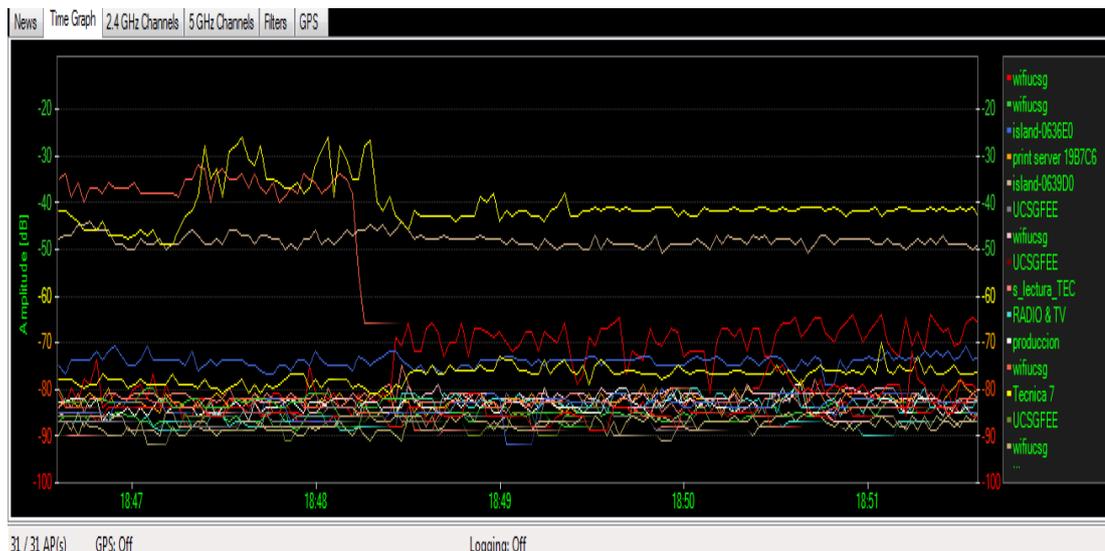


Figura 3.8: Gráfico de Amplitud vs Tiempo de las Redes WLAN. El Autor.

En base al estudio realizado mediante las aplicaciones Inssider y WiTuners se puede observar todo el sobredimensionamiento, la interferencia de los canales, los niveles de RSSI de los APs que están siendo afectados en las instalaciones de la Facultad Técnica, por lo tanto se debe mejorar la red inalámbrica de alguna u otra forma para reducir todos estos problemas que afectan directamente a nuestra red inalámbrica “wifiucsg”. Además para poder combatir este problema que radica en la red inalámbrica de nuestra Facultad se deben tomar algunas consideraciones disminuyendo la cantidad de Puntos de Acceso Inalámbricos y Cableado.

Para ver más material fotográfico de las Mediciones y Verificaciones de los PAs existentes realizadas (Ver Anexo 3.1)

3.2.5 Formas de acceso inalámbrico a la WLAN de la Facultad Técnica

Se ha detectado que en la Facultad Técnica existen dispositivos que no se conectan a la red WIFI debido a la incompatibilidad de los estándares 802.11, y al rango de frecuencia de operación de cada dispositivo. Existen

diferentes tipos de equipos terminales los cuales pueden conectarse a la red WIFI de la facultad, donde se citan los más relevantes:

- Portátiles
- Celulares
- PDAs
- Tablet

Los dispositivos arriba detallados dependiendo del fabricante y modelo muchas veces no son compatibles con las características técnicas de los APs, esto debido a que los dispositivos terminales suelen trabajar en una única banda de frecuencia como 2.4 o 5 Ghz y los APs dependiendo del modelo de igual forma pueden como no trabajar en una única banda de frecuencia. Los estándares 802.11, suelen ser otro motivo por el cual los dispositivos terminales no se conectan debido a la incompatibilidad de los estándares a/b/g/n, ya que ciertos equipos trabajan con el estándar a y existen APs que solo trabajan con el estándar b, g, por tal motivo para el actual rediseño se tomara en cuenta las bandas de frecuencia y estándares 802.11 antes de seleccionar el AP más óptimo.

Además, para el acceso al servicio de internet inalámbrico y algunos dispositivos no logran autenticar la conexión por varias razones como por ejemplo, que la capacidad de conexiones concurrentes del AP este copada, la dirección IP queda asociada a un AP o la raíz del problema sea porque la controladora de red tiene conexiones en cascada y en malla a la vez por lo que la dirección IP se repite en varios puntos de acceso inalámbricos cuando se mueve de una celda a otra ocasionando la disminución de la capacidad del mismo.

3.2.6 Barreras a considerar para la ubicación de los PAs inalámbricos

Las señales inalámbricas son afectadas por fenómenos físicos como la reflexión, difracción, dispersión y refracción los cuales inciden en la trayectoria de las ondas, y esto se traduce en un decremento de la intensidad y calidad de la señal. En muchos casos para poder mitigar este tipo de fenómenos físicos los cuales son perjudiciales para la trayectoria pueden ser evitados en altos porcentajes con técnicas de modulación inalámbrica y apuntando de manera correcta el sistema radiante.

En base a la figura 3.4, la estructura civil de la Facultad Técnica, cuenta con un diseño piramidal el cual incide en la propagación de las señales RF, a diferencia de un escenario plano donde no existe interferencias provocadas por objetos y fenómenos físicos como la vegetación, la cual absorbe las señales RF creando una baja calidad de señal, la cual se puede evidenciar en los niveles RSSI.

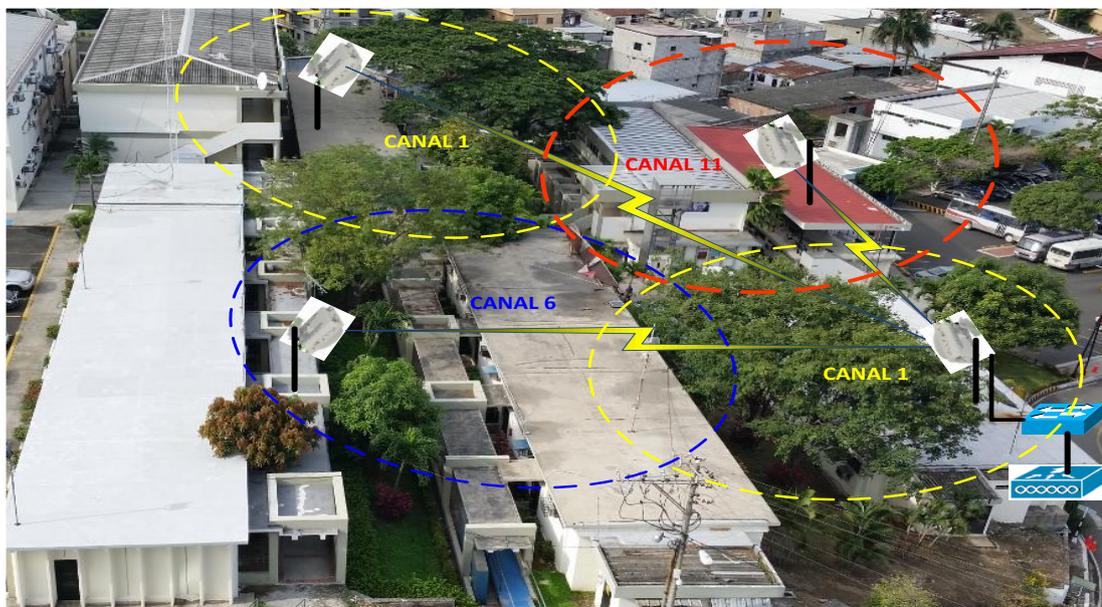


Figura 3.9: Conexiones del rediseño WLAN considerando las barreras. El Autor.

Según la Tabla 3.3, se indica los coeficientes de atenuación de los materiales que con mayor porcentaje se encuentran en las instalaciones de la

faculta técnica, estos valores inciden en la calidad y penetración de la señal en lugares indoor y outdoor.

Tabla 3.3: *Atenuación de las barreras existentes en la Facultad Técnica*

Barrera	Nivel de Atenuación	Ejemplos
Cartón / Yeso	4 dB	Paredes Internas
Madera / Material Sintético	2.5 a 3.5 dB	Divisiones
Asbesto	4.5 a 5.5 dB	Techos de Eternit
Vidrio	Bajo	Ventanas
Ladrillos / Mármol	Medio	Interiores u otras paredes
Agua	5 dB	Cuerpo Humano, Arboles
Hormigón	8 dB a 15 dB	Pisos
Metal	26 dB	Techos de Acero
Vegetación	>20 dB	Arboles

Nota: El Autor.

¿Qué tipo de antena es la más adecuada para nuestro rediseño de la red inalámbrica? No podemos utilizar una antena isotrópica porque es una antena ideal por lo tanto un sistema de red inalámbrica perfecto no existe es por eso que utilizaremos un tipo de antena omnidireccional que va a ser muy útil y esencial en el rediseño de la red inalámbrica de la Facultad Técnica. Una antena omnidireccional posee las características de un Ancho de Banda para el Plano H especificado en 360° y para el Plano E especificado en 150°, la Ganancia de la banda de 2.4 GHz es de 2 dBi y la de 5 GHz es de 5 dBi por lo tanto tiene las condiciones óptimas que necesitamos para nuestro diagrama y cumple con nuestras expectativas. Las antenas omnidireccionales están conectadas al punto de acceso a través de una vía corta ya sea por cable o inalámbricamente. Las antenas pueden montarse en un techo y proporcionan un área de cobertura circular grande. Estas antenas se pueden utilizar tanto en interiores como al aire libre y se montan típicamente en el techo con herrajes y mástiles.

La cobertura de cada AP es de aproximadamente un rango a la redonda de 50 – 100 metros. Por lo tanto usaríamos 4 Puntos de Acceso con Antenas Omnidireccionales integradas que cubrirían toda el área de la Facultad Técnica en el cual mediante un programa hicimos un site survey para ubicar las coordenadas de los nuevos APs sin que existan agujeros de cobertura entre las celdas para poder tener una itinerancia óptima. Además las celdas no deberían estar tan aproximadas entre sí para cerrar este agujero, por lo tanto las dos celdas utilizando el mismo canal 1 se superpondrán y comenzaran a interferir entre sí. En su lugar debemos ubicar las celdas en forma de "nido de abeja", como propone (Hucaby, 2014).

Cuando el cliente está ubicado en la celda del canal 1 se mueve alrededor y recorrerá en celdas adyacentes en diferentes canales sin interferir debido a la alternación de canales. Para que la itinerancia funcione correctamente en la facultad, un cliente debe ser capaz de moverse de un canal a un canal diferente del anterior en el cual se ubicaba. Como utilizaremos 4 puntos de acceso este diagrama sería perfecto más que todo por las antenas omnidireccionales integradas, el cual tienen una cobertura de 360° a la redonda donde la cobertura de cada punto de acceso sería igual considerando las interferencias cercanas a cada punto de acceso.

En el caso de los canales podremos tener 2 puntos de acceso con la misma asignación del canal ya que según el diagrama no habrá punto de interferencia entre estos dos canales pero los otros 2 puntos de acceso si tendrán que ser diferentes para que no interfieran entre ellos y con los otros 2 puntos de acceso que utilizaran los mismos canales. Por lo tanto para poder simplificar todo este proceso solo necesitamos ubicar los puntos de acceso en lugares estratégicos y ya no debemos preocuparnos para configurar los canales de cada uno porque los AP que elegimos cuentan con un sistema de asignación de canal inteligente.

3.3 Análisis y descripción del equipamiento existente

A continuación se detalla todo el equipamiento existente necesario considerar para nuestro esquema del rediseño de la red inalámbrica para la Facultad Técnica, entre las cuales tenemos una controladora de red, puntos de acceso inalámbricos y switches de acceso.

3.3.1 Controladora de Red

El Centro de Cómputo cuenta con una Controladora de Red Inalámbrica Ruckus ZoneDirector 3000, la cual se la utiliza en el rediseño de nuestra red inalámbrica para minimizar costos y trabajar con la disponibilidad de los puertos para la asignación de los APs por medio de VLANs trunk y Access. Este sistema de LAN inalámbrico inteligente proporciona una solución de WLAN segura, resistente y que la podemos ampliar con facilidad. Tiene una capacidad para administrar hasta 500 APs ZoneFlex y 10.000 usuarios desde el Centro de Cómputo para cubrir los puntos de accesos inalámbricos ya existentes y para la futura ampliación e implementación de redes inalámbricas dentro de la universidad ya que la cantidad de estudiantes cada vez va aumentando año tras año. El ZoneDirector 3000 de Ruckus está diseñado para brindar simplicidad y facilidad de uso. A diferencia de los sistemas de LAN inalámbrica convencionales, que son costosos, complejos y difícil de implementarlos, el ZoneDirector 3000 es ideal para la universidad porque requiere una LAN inalámbrica de alto rendimiento y una facilidad para administrarla.

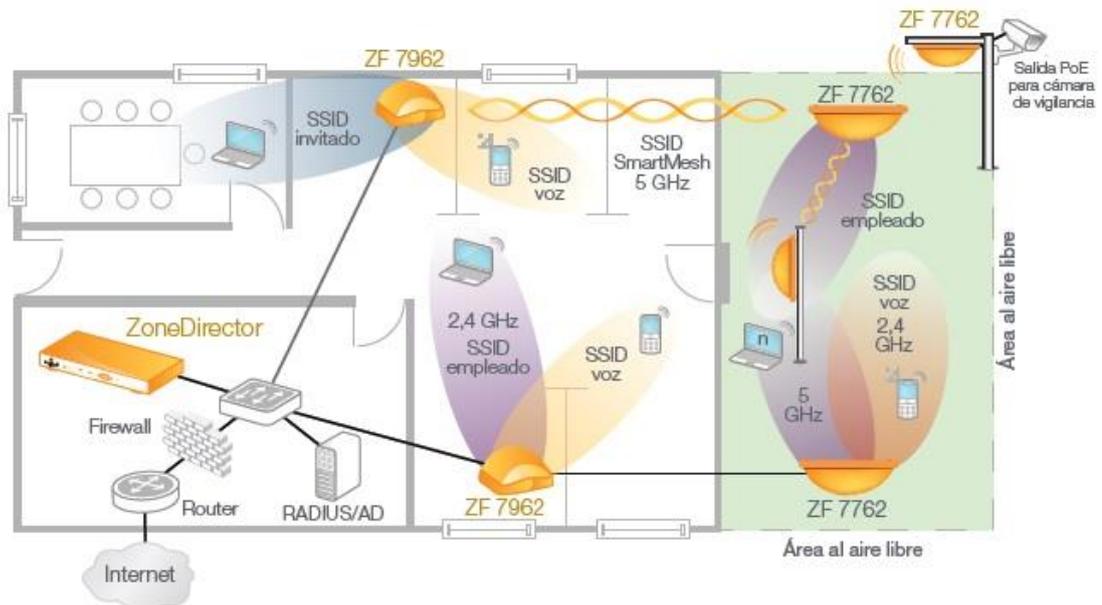


Figura 3.10: *Diagrama Físico de conexiones de la Controladora de Red.* Ruckus Wireless, Inc. 2013. Recuperado de Hoja de Datos de ZoneDirector 3000.

3.3.2 Puntos de Acceso Inalámbricos

Los Access Points que se encuentran instalados actualmente en la facultad son 14 y están distribuidos entre los diferentes bloques de la facultad los cuales se abordaron en el capítulo “**3.2.2 Análisis de la Infraestructura actual a nivel de la Red LAN y WLAN**”, estos APs son de diferentes modelos y fabricantes, los cuales en la mayoría son para uso indoor y se encuentran descontinuados.

Entre los fabricantes y modelos de los equipos inalámbricos que se encuentran instalados se citan los siguientes:

Para Ambientes Exteriores solo está considerado uno que se lo podría tomar para el rediseño pero es preferible tener 4 APs Ruckus ZoneFlex 7782 de la misma Marca y Modelo para que tengan las mismas características y cobertura, los cuales se presentaron en el rediseño.

- 1 Access Point Inalámbrico Ruckus ZoneFlex 7762

Existen 13 APs dentro de los cuales todos están ubicados en ambientes mixtos (Indoor – Outdoor) donde se necesitan APs de mayor cobertura y mejores características técnicas ya que 11 de ellos se encuentran descontinuados según las páginas de los Fabricantes y 2 de ellos están en perfectas condiciones que fueron adquiridos recientemente por la UCSG.

Descontinuados

- 4 Access Point Inalámbrico Ruckus ZoneFlex 7025
- 1 Access Point Inalámbrico TP-Link TL-WR2543ND
- 3 Access Point Inalámbrico TP-Link TL-WA601G
- 2 Access Point Inalámbrico TP-Link TL-WR941ND
- 1 Access Point Inalámbrico TP-Link TL-WR542G

Nuevos

- 1 Access Point Inalámbrico Cisco WRT120N
- 1 Access Point Inalámbrico D-Link DIR-615

Para Especificaciones Técnicas de los PAs existentes (Ver Anexo 3.2)

Para Ubicaciones de los Pas existentes (Ver Anexo 3.3)

Por lo tanto se debe tomar en consideración que existen Cajas de PAs para Ambientes Exteriores las cuales no cumplen con las normas técnicas IP-67 y algunas también se encuentran vacías, por lo tanto todos los que están en ambientes exteriores se los debe quitar para evitar cualquier interferencia con el rediseño de la red inalámbrica en la Facultad Técnica.

3.3.3 Switches de Acceso

Dentro del cuarto de comunicación de la facultad técnica para el desarrollo residen switches de accesos, los cuales se encuentran interconectados entre sí a través de interfaces Giga Ethernet y Fast Ethernet para poder alojar las conexiones de los APs de la facultad técnica, estos equipos transportan el tráfico generado por los usuarios a través de los puertos de acceso y a través de los puertos trunk hacia el centro de cómputo que es donde se conecta hacia la WAN del proveedor de servicios.

En base a la figura 3.11, se puede notar que existe una alta densidad de consumo de puertos, lo cual nos indica una cantidad excesiva de puntos de acceso inalámbricos que se están conectando, lo cual no es eficiente, ya que puede ocasionarse con más facilidad la superposición de señales.

A continuación se citan los switches que se encuentran en el cuarto de comunicación de la Facultad Técnica.

- 1 Switch Cisco Catalyst 2960-S
- 2 Switch 3COM Baseline 2824-SFP Plus
- 1 Switch LB-Link

Dentro de los switches que se encuentran en el cuarto de comunicaciones, el que recibe el tráfico de datos proveniente del centro de cómputo a través de conversores de fibra conectados a un ODF ubicado en el rack de comunicaciones, el cual está conectado al puerto 51 del switch Cisco Catalyst 2960-S. Este switch administrable cuenta con 24 puertos Fast Ethernet y 2 puertos uplink Giga Ethernet, el mismo que soporta VLANs de servicios y de administración los cuales son asignados a los puertos en modo Access y Trunk. Según la conexión física se puede observar en la figura 3.1 que están conectados en cascada desde el puerto 40 al puerto 24 del switch

3com que le sigue al switch cisco. Luego nos encontramos con otra conexión en cascada desde el puerto 39 del switch cisco al switch 3com siguiente mediante el puerto 24. Por ultimo tenemos un switch LB-Link de gama baja conectado en cascada a través del puerto 16 el cual va conectada al puerto 45 del switch Cisco.

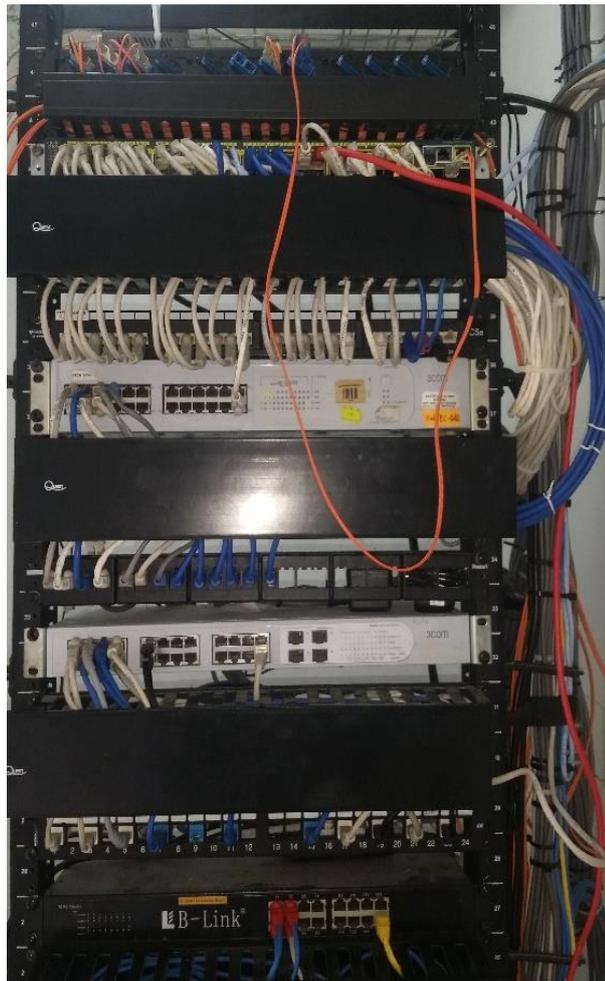


Figura 3.11: Switches de accesos dentro del Cuarto de Comunicación. El Autor.

3.3.4 Descripción de la conexión WAN, Firewall y servidores existentes

La salida a internet para todas las facultades de la universidad católica se las establece por medio de una conexión WAN a través de un proveedor de servicio con una capacidad de enlace de 40 Mbps, el dispositivo que recibe

la conexión por parte del proveedor es un router Mikrotik el cual se conecta en cascada hacia un firewall perimetral el cual filtra contenidos maliciosos o ataques a la red de datos de la universidad.

El firewall perimetral se conecta a la LAN del centro de cómputo a través de un switch de capa 3, al cual se conecta hacia los switches de la facultad a través de conexiones de fibra por medio de conversores ópticos llamados transceivers. El switch de capa 3 posee conexiones a una granja de servidores, de los cuales sobresale el RADIUS, el cual permite filtrar contenidos, establecer control de ancho de banda y control de tiempo en navegación.

Haciendo referencia a la figura 3.11, los APs se conectan con la controladora de red a través de conexiones de capa 2, las cuales se establecen por medio de la configuración de las VLANs a través de los switches de accesos y la cuales son creadas en el switch de capa 3.

3.4 Equipamiento para el replanteo de la red WLAN

Los APs que actualmente residen en la Facultad Técnica son en su gran mayoría dispositivos indoor, los cuales no están diseñados para trabajar en lugares abiertos ni en condiciones extremas, por ende para el actual replanteo se ha considerado integrar dispositivos outdoor que posean características físicas superiores como la capacidad de throughput, cobertura 360°, asignación de canal inteligente, mayor penetración de la señal y robustez para soportar condiciones extremas.

El equipamiento que se ha considerado por las cualidades indicadas en el párrafo superior es:

- 1 Access Point Inalámbrico Ruckus ZoneFlex 7782
- 25 metros de Cableado Categoría 5E

La cantidad de APs ZoneFlex que se utilizó para el presente rediseño es de 4 y están estratégicamente ubicados como se indica en el capítulo “**3.4 Obstáculos y fenómenos físicos a considerar para la ubicación de los puntos de acceso inalámbricos**”, donde uno de los 4 APs recibirá la conexión alámbrica desde el switch Cisco 2960-S Catalyst a través de cableado UTP categoría 5e y los 3 APs adicionales se conectaran vía full Mesh a través de la tecnología Smart Mesh, se esta manera se optimiza el cableado y se establece una topología punto multipunto.

3.4.1 Análisis, descripción y configuración de los PAs

La serie ZoneFlex 7782 es el primer Access Point (AP) de banda dual 802.11n exterior que integra tecnología de antena adaptativa con Beamforming de Transmisión (TxBF) para habilitar señales de mayor alcance, y conexiones malladas más resistentes que se adaptan automáticamente a la interferencia y condiciones cambiantes del entorno. La serie ZoneFlex 7782 implementa la tecnología de antenas inteligentes BeamFlex™ patentadas por Ruckus que permiten una cobertura extendida consistente y de alto rendimiento y apoyo multimedia en los entornos RF más exigentes. BeamFlex combinado con TxBF puede emitir hasta 9 dB de mejora de la relación señal/interferencia más ruido (SINR) sobre la ganancia de antena y hasta 15 dB de mitigación de interferencia. La selección de canal dinámica ChannelFly de Ruckus optimiza el rendimiento de los clientes en hasta un 50 por ciento al seleccionar el mejor canal para operar. Debido a que soporta redes de mallado inteligentes avanzadas, la serie ZoneFlex 7782 de Ruckus es perfecta para los proveedores de servicio que buscan extender rápidamente y de modo asequible los servicios de banda ancha de marca propia, descargar el tráfico de datos de redes 3G congestionadas, implementar zonas de concentración multimedia u ofrecer servicios de banda ancha inalámbrica a lugares donde el

acceso de línea fija es limitado. Para Especificaciones Técnicas del PA Ruckus ZoneFlex 7782 (Ver Anexo 3.4)



Figura 3.12: *Uso del PA Ruckus ZoneFlex 7782.* Ruckus Wireless, Inc. 2013. Recuperado de Hoja de Datos de ZoneDirector 3000.

La serie ZoneFlex 7782 se puede administrar de manera centralizada por medio del controlador WLAN inteligente ZoneDirector como parte de una LAN inalámbrica para interiores y exteriores unificados, implementados como AP independiente y administrada de manera individual, o a través del sistema de administración de Wi-Fi remoto FlexMaster. Un asistente alojado en la web permite que cualquier usuario de computadora configure la serie ZoneFlex 7782 — y crea una WLAN segura y sofisticada en cuestión de minutos.

La serie ZoneFlex 7782 de Ruckus simplemente se conecta a cualquier red Ethernet y automáticamente encuentra el ZoneDirector. Como no hay ajuste de RF, no se necesita configuración de clientes. La unidad de hardware liviana y pequeña está diseñada para su fácil instalación y para minimizar el impacto visual y el desafío que implica la introducción de infraestructura nueva en lugares públicos. (Ruckus Wireless, Inc., 2013)

El AP Ruckus ZoneFlex 7782 cuenta con la mejor tecnología de selección de canales. La administración de canales dinámica ChannelFly basada en la capacidad predice y selecciona automáticamente el canal de mejor rendimiento en base a un análisis de capacidad en tiempo real y estadístico de todos los canales RF. Protegido contra las condiciones del entorno con energía de CA. Permite el montaje rápido y fácil en postes de alumbrado, control de tráfico y otro mobiliario urbano. Incluye gabinete reforzado para instalación en exterior con calificación de protección IP-67. La administración Wi-Fi centralizada y unificada facilita la administración.

La Controladora de Red ZoneDirector proporciona una vista detallada y control sobre los AP Wi-Fi inteligentes tanto interiores como exteriores lo que permite la administración continua y de todo el sistema del entorno inalámbrico completo. Capacidad y confiabilidad de Wi-Fi inigualables.

La antena adaptativa BeamFlex junto con la tecnología para mitigación de interferencias emite hasta 6 dB de ganancia de señal adicional y hasta 15 dB de mitigación de interferencia y soporte para 500 clientes. Diversidad de polarización — Combinación de máxima relación (PD-MRC). El único AP exterior que trae PD-MRC, una capacidad de diversidad de polarización que asegura conexiones inalámbricas confiables y consistentes a dispositivos móviles como smartphones y tablets. (Ruckus Wireless, Inc., 2013)



Figura 3.13: *Características Generales del PA Ruckus ZoneFlex 7782.* . Ruckus Wireless, Inc. 2013. Recuperado de Hoja de Datos de ZoneDirector 3000.

A continuación se indican los parámetros y pasos a considerar para la configuración de los puntos de acceso inalámbricos.

Configuración para la Conexión:

Dirección IP por default en el AP: 192.168.0.1

Se configura vía web browser

Usuario: super

Clave: sp-admin

Configuración de la IP de Gestión:

- Ir a la columna del lado izquierdo en **Configuración**. Luego elegir **Internet**.
- Al lado izquierdo para cambiar la IP por default (192.168.0.1). Seleccionar **Static IP**.
- Para grabar los cambios dar click en botón **Update Settings**.

ZoneFlex 7782 802.11n Outdoor Access Point

Status
 Device
 Internet
 Local Subnets
 Wireless

Configuration
 Device
 Internet
 Local Subnets
 Wireless
 Ethernet Ports
 Hotspot

Maintenance
 Upgrade
 Reboot / Reset
 Support Info

Administration
 Management
 Diagnostics
 Log

Configuration :: Internet

NTP Server:

Management VLAN: (Need to reboot for change to take effect)

IPv4 Connection Type: DHCP **Static IP** PPPoE

Internet Connection Settings

IPv4 Address:

IPv4 Subnet Mask:

IPv4 Gateway:

IPv4 DNS Mode : Auto Manual

IPv4 DNS IP Address Settings

IPv4 Primary DNS Server:

IPv4 Secondary DNS Server:

L2TP Connection

L2TP Connection: Enable Disable

[Restore previous settings](#)

Figura 3.14: Configuración de la IP de Gestión en el PA. El Autor.

Configuración de la VLAN de Gestión:

- Ir a la columna del lado izquierdo en **Configuración**. Luego elegir **Internet**.
- Al lado izquierdo para cambiar la VLAN de gestión por default (VLAN 1). Seleccionar **VLAN de Administración**.
- Para grabar los cambios dar click en botón **Update Settings**.

Nota: Solo cambiar la VLAN de Gestión luego de haber configurado previamente la nueva VLAN de Gestión en el otro puerto del AP. De lo contrario se pueden quedar sin Gestión del AP y tendrán que resetear de fábrica el PA.

ZoneFlex 7782 802.11n Outdoor Access Point

Status

- Device
- Internet
- Local Subnets
- Wireless

Configuration

- Device
- Internet**
- Local Subnets
- Wireless
- Ethernet Ports
- Hotspot

Maintenance

- Upgrade
- Reboot / Reset
- Support Info

Administration

- Management
- Diagnostics
- Log

Configuration :: Internet

NTP Server:

Management VLAN: (Need to reboot for change to take effect)

IPv4 Connection Type: DHCP Static IP PPPoE

Internet Connection Settings

IPv4 Address:

IPv4 Subnet Mask:

IPv4 Gateway:

IPv4 DNS Mode : Auto Manual

IPv4 DNS IP Address Settings

IPv4 Primary DNS Server:

IPv4 Secondary DNS Server:

L2TP Connection

L2TP Connection: Enable Disable

[Restore previous settings](#)

Figura 3.15: Configuración de la VLAN de Gestión en el PA. El Autor.

Cambiar Código País:

- Ir a la columna del lado izquierdo en **Configuración**. Luego elegir **Wireless**.
- Al lado izquierdo para cambiar el código país por default (Estados Unidos). Seleccionar **Código de País** y elegir **Ecuador**.
- Para grabar los cambios dar click en botón **Update Settings**.

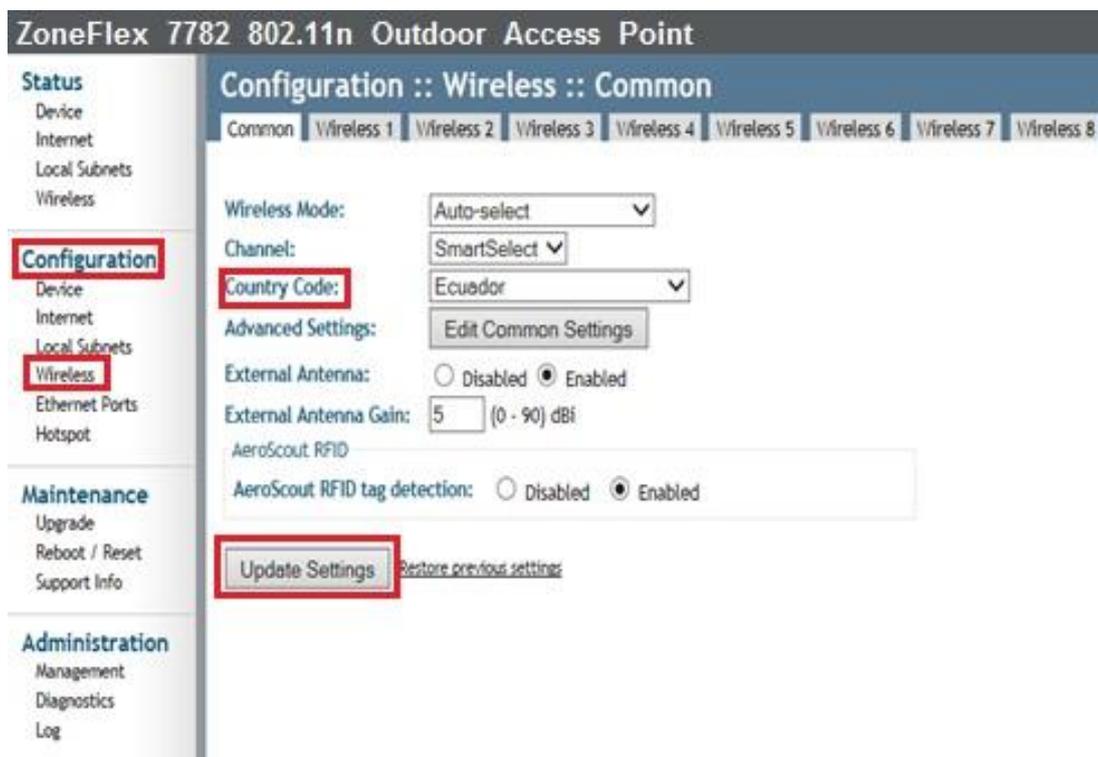


Figura 3.16: Cambio de Código de País en el PA. El Autor.

Nota: En algunos AP existe la opción de 2.4 GHz y 5 GHz por la opción de Wireless. El procedimiento es el mismo. Se elige cada uno de las radio para realizar el cambio de país

Activación de RF:

- Ir a la columna del lado izquierdo en **Configuración**. Luego elegir **Wireless**.
- Al lado izquierdo elegimos **Wireless 1**.
- Para cambiar el estado del RF de **disabled** por default. Elegimos **Wireless Availability?** y elegimos **enabled**.
- Para grabar los cambios dar click en botón **Update Settings**.

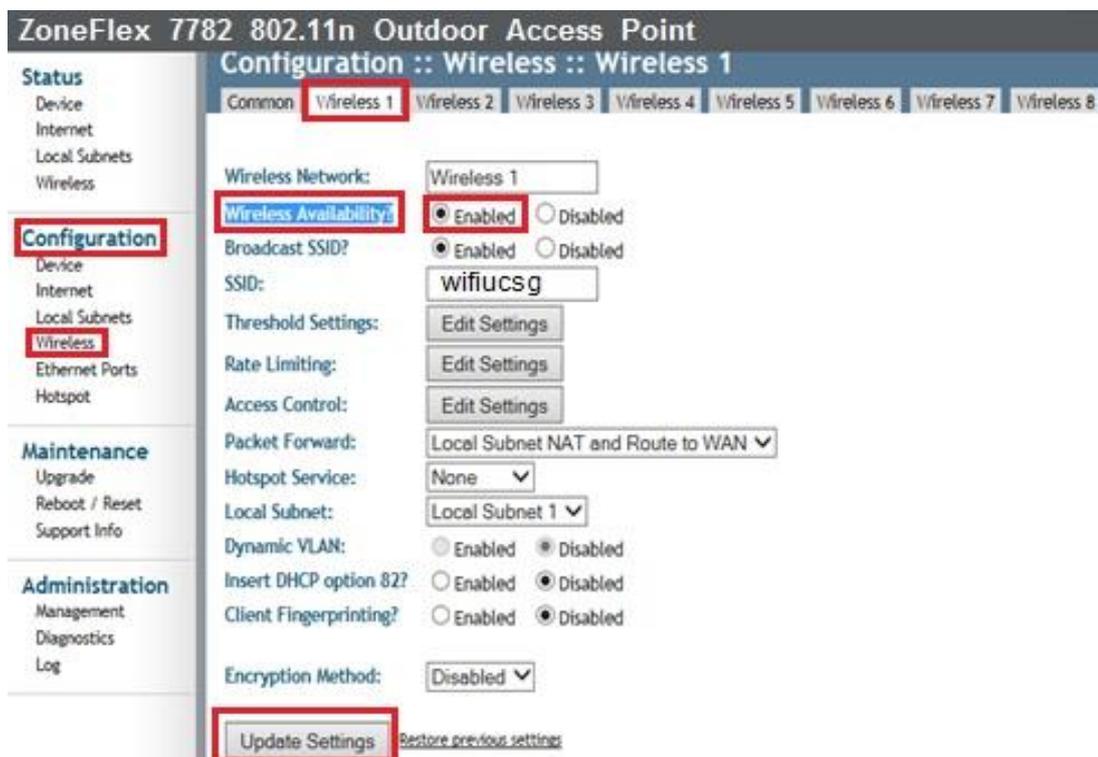


Figura 3.17: Activación de RF en el PA. El Autor.

Nota: En algunos PAs existe la opción de 2.4 GHz y 5 GHz por la opción de Wireless. El procedimiento es el mismo. Se elige cada uno de las radio para activar el RF

Configuración del SSID:

- Ir a la columna del lado izquierdo en **Configuración**. Luego elegir **Wireless**.
- Al lado izquierdo elegimos **Wireless 1**.
- Elegimos **SSID** y colocamos el nombre wifiucsg.
- Para grabar los cambios dar click en botón **Update Settings**.

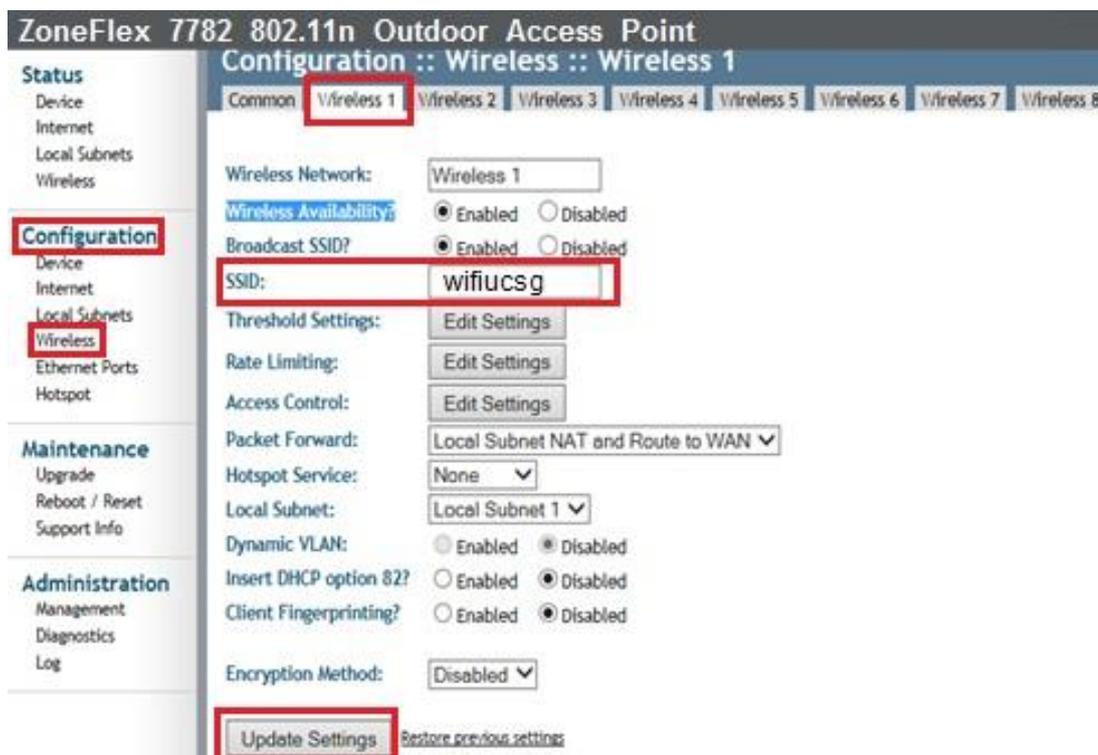


Figura 3.18: Configuración del SSID en el PA. El Autor.

Nota: En algunos AP existe la opción de 2.4 GHz y 5 GHz por la opción de Wireless.

Configuración del IP NAT

Paso 1:

- Ir a la columna del lado izquierdo en **Configuración**. Luego elegir **Local Subnets**.
- Al lado izquierdo elegimos **Local Subnet 1**.
- Elegimos **Subnet** y lo habilitamos.
- Configuramos la red a natear.
- Habilitamos el **DHCP Server** y configuramos el número de IP que se asignaran.
- Configuramos la **VLAN** de servicio.
- Para grabar los cambios dar click en botón **Update Settings**.

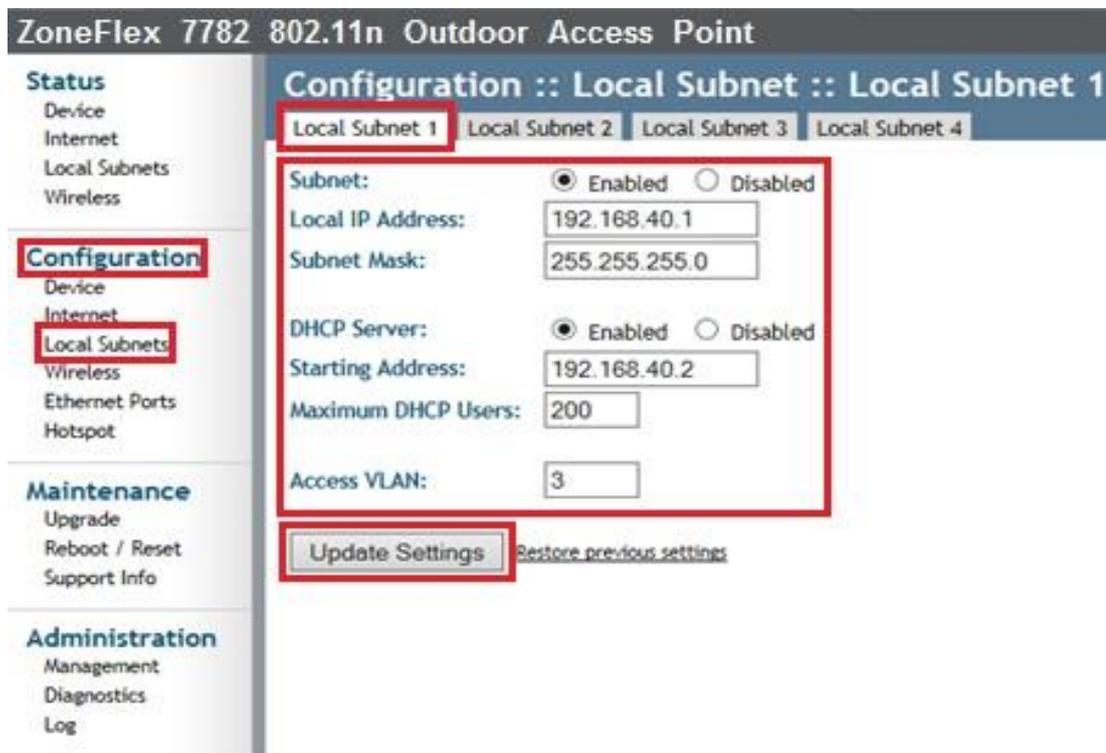


Figura 3.19: Configuración del IP NAT en el PA. El Autor.

Paso 2:

- Ir a la columna del lado izquierdo en **Configuración**. Luego elegir **Wireless o 2.4Ghz o 5Ghz**.
- Al lado izquierdo elegimos **Wireless 1**.
- En Packet **Forward**, elegimos **Local Subnet NAT and Route to WAN**.
- En **Local Subnet**, elegimos **Local Subnet 1**.
- Para grabar los cambios dar click en botón **Update Settings**.

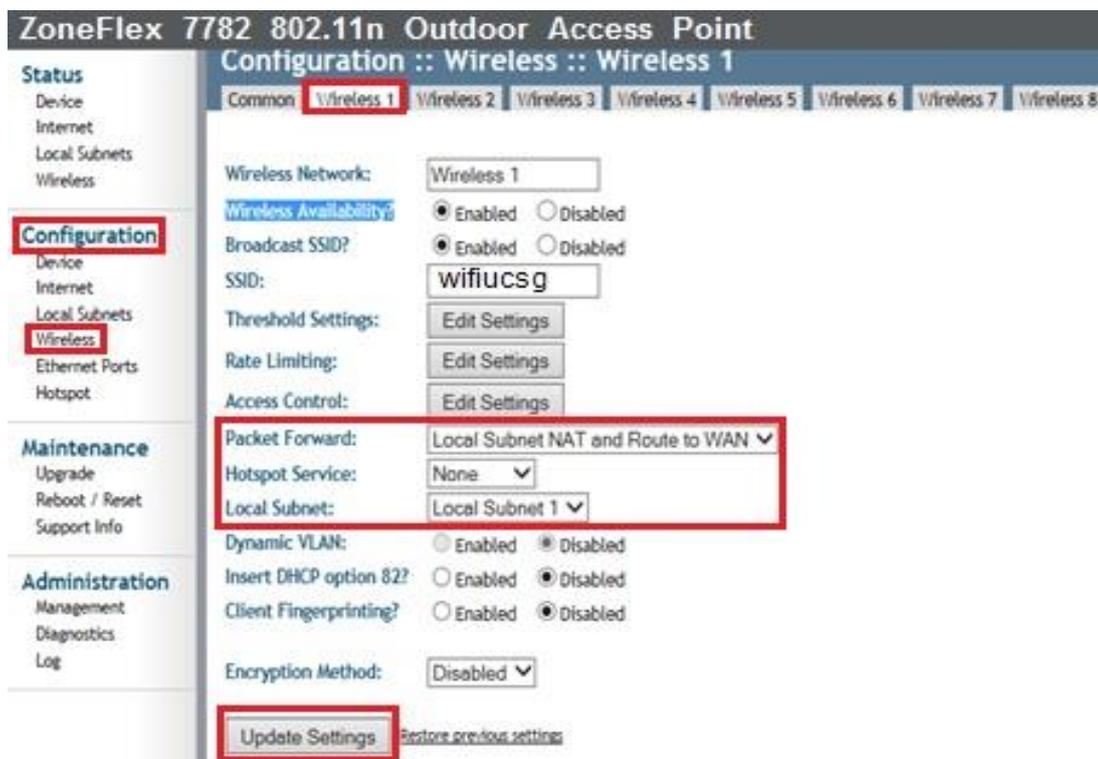


Figura 3.20: Configuración del IP NAT en el PA

Nota: En algunos AP existe la opción de 2.4 GHz y 5 GHz por la opción de Wireless.

Configuración de Clave en el SSID:

- Ir a la columna del lado izquierdo en **Configuración**. Luego elegir **Wireless**.
- Al lado izquierdo en **Encryption Method**. Elegimos **WPA**.
- En **versión WPA**, elegimos WPA-auto.
- En Autenticación WPA, elegimos **PSK**.
- En Algoritmo WPA, elegimos **AES**.
- En **passphrase** colocamos la contraseña que queramos.
- Para grabar los cambios dar click en botón **Update Settings**.

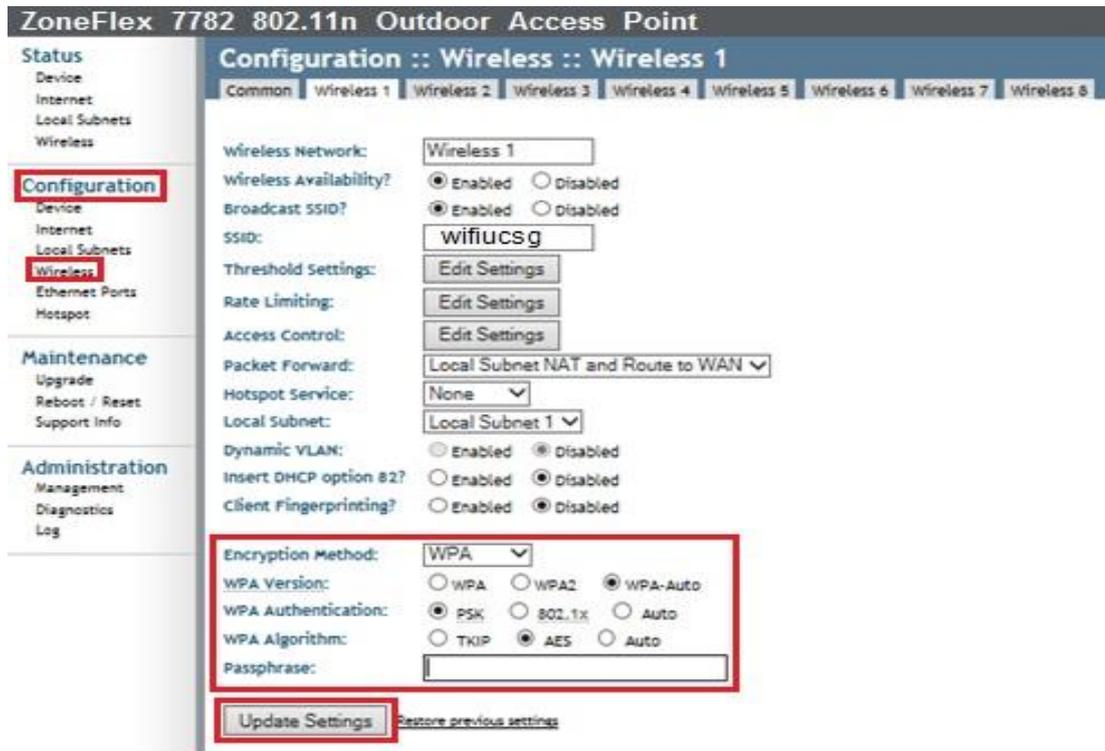


Figura 3.21: Configuración de Clave en el SSID del PA. El Autor.

Configuración del Puerto Ethernet del AP

- Ir a la columna del lado izquierdo en **Configuración**. Luego elegir **Ethernet Port**.
- Al lado izquierdo en **Port 1 o 2**. Elegimos Trunk Port o Access Port, de acuerdo a lo que desee configurar.
- En **VLAN**, elegimos la VLAN que deseamos que este en acceso en el puerto si se encuentra en modo trunk.
- En **Packet Forward**, elegimos **Local Subnet NAT and Route to WAN** o **Bridge to WAN**, de acuerdo a lo que se necesite.
- Para grabar los cambios dar click en botón **Update Settings**.

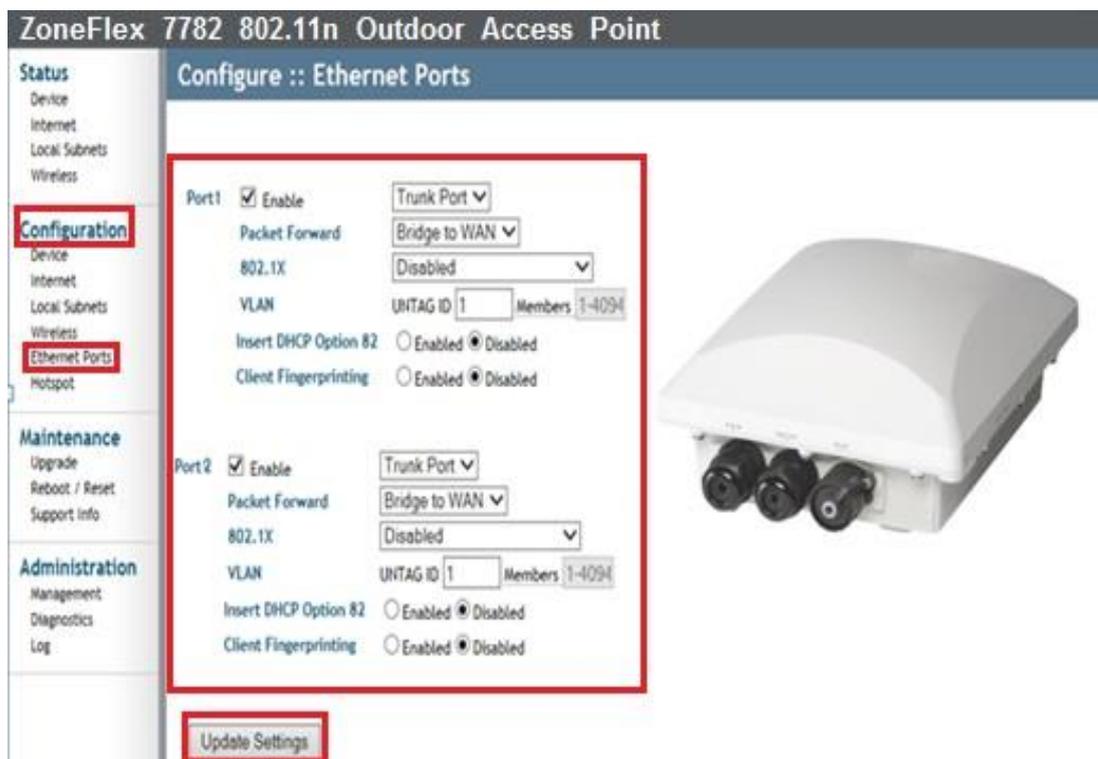


Figura 3.22: Configuración del Puerto Ethernet del PA. El Autor.

Nota: El puerto 1 es el que tiene el POE in y el puerto 2 es el que tiene el POE out.

3.4.2 Análisis, descripción y configuración de la controladora de red

El ZoneDirector 3000 incluye el motor de aplicación Smart/OS de Ruckus que brinda funciones avanzadas tales como integración inalámbrica inteligente, alta disponibilidad, autenticación de zonas de concentración, elegantes redes para visitantes y seguridad Wi-Fi dinámica.

El ZoneDirector 3000, de Ruckus, puede ser implementado y operado por personas no expertas en redes inalámbricas y puede instalarse rápida y fácilmente. Cualquier organización con personal de TI y presupuesto limitados puede crear una WLAN multimedia resistente y segura en cuestión de minutos.

El ZoneDirector, de Ruckus, se integra fácilmente con la infraestructura de autenticación, seguridad y red existente en el lugar y se puede configurar fácilmente a través de un asistente de configuración basado en la web que funciona con sólo apuntar y hacer clic. Los AP ZoneFlex de Ruckus detectan automáticamente y son configurados por ZoneDirector. Redundante y seguro, el ZoneDirector de Ruckus proporciona una red WLAN amplia, seguridad, administración de ubicación y un FR con un único sistema WLAN fácil de utilizar y asequible. (Ruckus Wireless, Inc., 2013)

El ZoneDirector 3000 incluye el motor de aplicación Smart/OS de Ruckus que brinda funciones avanzadas tales como integración inalámbrica inteligente, alta disponibilidad, autenticación de zonas de concentración, elegantes redes para visitantes y seguridad Wi-Fi dinámica.

El ZoneDirector 3000, de Ruckus, puede ser implementado y operado por personas no expertas en redes inalámbricas y puede instalarse rápida y fácilmente. Cualquier organización con personal de TI y presupuesto limitados puede crear una WLAN multimedia resistente y segura en cuestión de minutos.

El ZoneDirector, de Ruckus, se integra fácilmente con la infraestructura de autenticación, seguridad y red existente en el lugar y se puede configurar fácilmente a través de un asistente de configuración basado en la web que funciona con sólo apuntar y hacer clic. Los AP ZoneFlex de Ruckus detectan automáticamente y son configurados por ZoneDirector. Redundante y seguro, el ZoneDirector de Ruckus proporciona una red WLAN amplia, seguridad, administración de ubicación y un FR con un único sistema WLAN fácil de utilizar y asequible. (Ruckus Wireless, Inc., 2013)

Las características de red inalámbrica avanzadas incluyen la detección de AP rogue, detección de interferencia, "bandsteering", equidad de conexión (Airtime Fairness), políticas de usuario basadas en funciones, limitación de

velocidad por usuario, servicios de red de invitados y zona activa (hotspots). Smart Mesh Networking agiliza la implementación y reduce costos y complejidad. La tecnología Smart Mesh Networking integrada de Ruckus automatiza la implementación y elimina la necesidad de utilizar un cable Ethernet para cada Access Point de Wi-Fi inteligente. La arquitectura adaptable con malla híbrida extiende la red inalámbrica a través de los AP conectados por Ethernet, lo que aumenta el rendimiento del sistema gracias a una mejor reutilización del espacio.

Para Especificaciones Técnicas de la Controladora de Red Ruckus ZoneDirector 3000 (Ver Anexo 3.5)

Configuración para la Conexión:

- IP por default en el AP: 192.168.0.2.
- Se configura vía web browser.

Cuando la controladora está sin configurar o reseteada de fábrica. No le pide usuario ni clave. Al conectarse por el browser se inicia el setup donde le pide que coloque el usuario y clave; así como la IP de la controladora.



Figura 3.23: Configuración para la Conexión de la Controladora de Red. El Autor.

Configuración de IP de Gestión de la Controladora:

- Ir a la parte superior en **Configurar**. Luego elegir **Sistema**.
- Al lado izquierdo para cambiar la IP. Configurar la **IP de administración**.
- Al lado izquierdo para configurar la IP de gestión externa. Configurar la **Interfaz de Administración** con la IP publica para tener acceso remoto.
- Para grabar los cambios dar click en botón **Aplicar**.

The screenshot shows the configuration page for the system. The left sidebar has a menu with 'Sistema' highlighted. The main content area is titled 'Sistema' and includes the following sections:

- Identidad:** 'Nombre de sistema*' is set to 'ruckus'. An 'Aplicar' button is visible.
- IP de administración:** This section is highlighted with a red box. It includes:
 - Text: 'If ZoneDirector is on a IPv6 network, you can turn on its IPv6 support.'
 - Checkbox: 'Enable IPv6 Support' (unchecked).
 - Text: 'If you click "Manual" and make the correct entries. If you click "DHCP", no "Manual" entries are needed.'
 - Section: 'IPv4 Configuration'
 - Radio buttons: 'Manual' (selected) and 'DHCP'.
 - Fields: 'IP Address*' (192.168.16.2), 'Netmask*' (255.255.252.0), 'Gateway*' (192.168.16.1), 'Servidor DNS primario' (200.107.10.100), 'Servidor DNS secundario' (200.107.60.58), and 'ACCESS VLAN*' (1).
 - An 'Aplicar' button is at the bottom right of this section.
- Interfaz de Administración:** This section is also highlighted with a red box. It includes:
 - Checkbox: 'Habilitar interfaz de Administración' (checked).
 - Fields: 'IP Address*' (190.214.30.90), 'Netmask*' (255.255.255.248), and 'ACCESS VLAN*' (1).
 - Text: 'Default gateway is connected with this interface' (unchecked).
 - An 'Aplicar' button is at the bottom right of this section.

Figura 3.24: Configuración de IP de Gestión de la Controladora de Red. El Autor.

Nota: Los AP al conectarse a la red estos se registran y visualizados por la controladora, la cual actualiza el firmware del AP a la versión que tiene la controladora.

Configuración de Grupo Access Point:

Paso 1

- Ir a la parte superior en **Configurar**. Luego elegir **Punto de Acceso**.
- Al lado izquierdo ubicarse en **Access Point Groups**. Luego clonar el **System Default** y editarlo.

The screenshot shows the configuration interface of a network controller. The top navigation bar includes 'Panel de control', 'Supervisar', 'Configurar' (highlighted), and 'Administrar'. The left sidebar contains various system settings, with 'Puntos de acceso' highlighted. The main content area is divided into two sections:

Puntos de acceso
 En esta tabla aparecen los puntos de acceso que ya se han aprobado para unirse a la red o que están pendientes de aprobación.

<input type="checkbox"/>	Dirección MAC	Nombre del dispositivo	Descripción	Canal	Potencia TX	Grupo WLAN
<input type="checkbox"/>	24:c9:a1:18:76:a0	Ruckus-Subway	subway	Automático (11a/n-Automático), Automático (11g/n-Automático)	Automático (11a/n), Automático (11g/n)	servicio internet2 (11a/n)
<input type="checkbox"/>	c0:8a:de:35:b2:d0	Ruckus-Sweet	sweet coffe	Automático (11a/n-Automático), Automático (11g/n-Automático)	Automático (11a/n), Automático (11g/n)	servicio internet2 (11a/n)
<input type="checkbox"/>	c0:8a:de:35:b2:50	Ruckus-Marathon	marathon	Automático (11a/n-Automático), Automático (11g/n-Automático)	Automático (11a/n), Automático (11g/n)	servicio internet2 (11a/n)
<input type="checkbox"/>	24:c9:a1:21:4f:30	Ruckus-Patio	patio comidas	Automático (11a/n-Automático), Automático (11g/n-Automático)	Automático (11a/n), Automático (11g/n)	servicio internet2 (11a/n)

* = Use Group Configuration

Buscar Incluir todos los términos Incluir cualquiera de estos términos

If you need to import the APs configuration, click Browse, and then select the backup file that contains the settings that you want to import.

Access Point Groups

This table lists your current AP groups and provides basic details about them. Click Create New to add another AP group, or click Edit to make changes to an existing AP group.

<input type="checkbox"/>	Nombre	Descripción	# of Members	Acciones
<input type="checkbox"/>	System Default	System default group for Access Points	0	Editar Clonar
<input type="checkbox"/>	Z07982	System default group for Access Points	2	Editar Clonar
<input type="checkbox"/>	Z07363	System default group for Access Points	2	Editar Clonar

[Crear nuevo](#) 1-3 (3)

Buscar Incluir todos los términos Incluir cualquiera de estos términos

Figura 3.25: Configuración de Grupo del PA de la Controladora de Red. El Autor.

Paso 2

- Cambiar el **Nombre** del grupo al nombre del modelo de AP a instalar.
- En **Model Specific Control**, elegimos el modelo del AP que se está instalando.
- En **Max Clientes**, colocamos el número de usuarios que soporta el AP.
- Para grabar los cambios dar click en botón Aceptar.

Edición (System Default)

Nombre: System Default

Descripción: System default group for Access Points

Channel Range Settings

Radio B/G/N(2.4G): 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

Radio A/N(5G) Indoor: 36 40 44 48 52 56 60 64 100 104 108 112 116 120 124 128 132 136 149 153 157 161

Radio A/N(5G) Outdoor: 36 40 44 48 52 56 60 64 100 104 108 112 116 120 124 128 132 136 149 153 157 161

Radio Settings

	Radio B/G/N (2,4 GHz)	Radio A/N (5,0 GHz)
Canalización	Automático	Automático
Canal	Automático	Indoor: Automático, Outdoor: Automático
Potencia TX	Automático	Automático
Sólo modo 11N	Automático	Automático
Grupo WLAN	Default	Default
Call Admission Control	OFF	OFF
SpectralLink Compatibility	Deshabilitar	Deshabilitar

Ajuste de Red

IP Mode: IPv4 and IPv6

ChannelFly: Turn off ChannelFly if APs uptime is more than 30 minutos

Model Specific Control: z2741

Max Clientes: Allow Max 500 clients to associate with this AP

External Antenna: Edit External Antenna Setting

Port Setting: Edit Port Setting

Figura 3.26: Configuración de Grupo del PA de la Controladora de Red. El Autor.

Configuración de WLAN:

Paso 1

- Ir a la parte superior en **Configurar**. Luego elegir **WLAN**
- Al lado izquierdo ubicarse en **WLAN**. Luego crear un nuevo **SSID** y editarlo

Panel de control Supervisar **Configurar** Administrar

Sistema
WLAN
 Puntos de acceso
 Control de acceso
 Mapas
 Funciones
 Usuarios
 Acceso de invitado
 Servicios de Hotspot
 Hotspot 2.0 Services
 Mesh
 Servidores AAA
 DHCP Relay
 Valores de configuración de la alarma

WLAN

WLAN

En esta tabla aparecen las WLAN actuales, así como información básica sobre cada una de ellas.

<input type="checkbox"/>	Nombre	ESSID	Descripción	Autenticación	Cifrado	Acciones
<input type="checkbox"/>	wifucsg	wifucsg	wifucsg	Open	None	Editar Clonar
<input type="checkbox"/>				Open	None	Editar Clonar

[Crear nuevo](#) Eliminar 1-2 (2)

Buscar Incluir todos los términos Incluir cualquiera de estos términos

Grupos WLAN

En esta tabla se enumeran los grupos WLAN actuales, así como información básica sobre cada uno de ellos. grupos WLAN existentes.

<input type="checkbox"/>	Nombre	Descripción	Acciones
<input type="checkbox"/>	Default	Default WLANs for Access Points	Editar Clonar
<input type="checkbox"/>	servicio internet	INTERNET	Editar Clonar
<input type="checkbox"/>	servicio internet2	INTERNET + CHAT CELL	Editar Clonar

[Crear nuevo](#) Eliminar 1-3 (3)

Buscar Incluir todos los términos Incluir cualquiera de estos términos

Figura 3.27: Configuración de WLAN de la Controladora de Red. El Autor.

Paso 2

- Cambiar el **Nombre/ESSID*** (Nombre de la RED) y **ESSID** (nombre de red inalámbrica a visualizar).
- Para la configuración de clave para el SSID elegimos **Opciones de cifrado** y el **Método**, que puede ser **WPA, WPA2, WPA-MICED, WEP-64, WEP-128 o NONE**.
- Si se elegido una opción de cifrado; en Algoritmo elegimos AES y colocamos la clave deseada.

Funciones

Usuarios

Acceso de invitado

Servicios de Hotspot

Hotspot 2.0 Services

Mesh

Servidores AAA

DHCP Relay

Valores de configuración de la alarma

Servicios

WIPS

Certificado

Bonjour Gateway

Crear nuevo

Opciones generales

Nombre/ESSID* × ESSID

Descripción

Usos de WLAN

Tipo

Uso predeterminado (For most regular wireless network usages.)

Acceso de invitado (Se aplicarán las directivas de acceso de invitados y de control de acceso.)

Servicio de Hotspot (WISPr)

Hotspot 2.0

Autonomus

Opciones de autenticación

Método Open 802.1x EAP MAC Address 802.1x EAP + MAC Address

Opciones de cifrado

Método WPA WPA2 WPA-Mixed WEP-64 (40 bit) WEP-128 (104 bit) None

Opciones

Autenticación Web Habilitar portal cautivo / autenticación Web
(Se redireccionará al usuario a un portal web donde deberá autenticarse para poder acceder a la WLAN.)

Servidor de autenticación

Wireless Client Isolation Isolate wireless client traffic from other clients on the same AP.

Enable Client Isolation

(Users will be isolated each other except the hosts typed in Client Isolation White List)

Zero-IT Activation™ Habilitar Zero-IT Activation
(Cuando los usuarios de la WLAN inician la sesión, se les proporciona un instalador de configuración de la conexión inalámbrica.)

Prioridad Alta Baja

Opciones avanzadas

Aceptar Cancelar

Figura 3.28: Configuración de WLAN de la Controladora de Red. El Autor.

Paso 3

- Se abre la pestaña de **Opciones avanzadas** y se continúa con la configuración.
- En la opción de **Access VLAN**, colocar en **VLAN ID** el número de VLAN de servicio.
- En la opción de **Max Clientes** se debe colocar el número de usuarios que soporta la WLAN.
- Para grabar los cambios dar click en botón Aceptar.

Opciones avanzadas	
Servidor de cuentas	<input type="button" value="Deshabilitado"/> Enviar actualización provisional cada <input type="text" value="10"/> minutos
Control de acceso	L2/MAC <input type="button" value="Ninguna ACL"/> L3/4/IP address <input type="button" value="Ninguna ACL"/> Device Policy <input type="button" value="Ninguna"/> Precedence <input type="button" value="Default"/>
Call Admission Control	<input type="checkbox"/> Enforce CAC on this WLAN when CAC is enabled on the radio
Limitación de velocidad	Vínculo ascendente <input type="button" value="Deshabilitado"/> Vínculo descendente <input type="button" value="Deshabilitado"/> (velocidad de tráfico por estación)
Multicast Filter	<input type="checkbox"/> Drop multicast packets from associated clients
ACCESS VLAN	VLAN ID <input type="text" value="1"/> <input type="checkbox"/> Enable Dynamic VLAN
Ocultar SSID	<input type="checkbox"/> Ocultar SSID en la emisión de señal (sistema cerrado)
Modo de túnel	<input type="checkbox"/> Tráfico de túnel WLAN al ZoneDirector (Recomendado para clientes VoIP y dispositivos PDA.)
Proxy ARP	<input type="checkbox"/> Enable Proxy ARP
Exploración en segundo plano	<input type="checkbox"/> No realizar exploración de segundo plano para este servicio WLAN. (Cualquier radio que soporte esta WLAN no hará la exploración en segundo plano)
Balaneo de Carga	<input type="checkbox"/> No realizar balanceo de carga de clientes para este servicio WLAN. (Aplica sólo a esta WLAN. El balanceo puede estar activo en otras WLAN.)
Max Clientes	Permite sólo hasta <input type="text" value="500"/> clientes por radio en un AP asociarse con esta WLAN
802.11d	<input checked="" type="checkbox"/> Support for 802.11d
DHCP option 82	<input type="checkbox"/> Enable DHCP Option 82
Force DHCP	<input type="checkbox"/> Enable Force DHCP, disconnect client if client does not obtain valid IP in <input type="text" value="10"/> seconds.
Client Tx/Rx Statistics	<input type="checkbox"/> Ignore unauthorized client statistics
Client Fingerprinting	<input checked="" type="checkbox"/> Enable Client Fingerprinting
Horario de Servicio	<input checked="" type="radio"/> Always on <input type="radio"/> Always off <input type="radio"/> Specific
Auto-Proxy	<input type="checkbox"/> Enable Auto-Proxy configuration
Inactivity Timeout	Terminate idle user session after <input type="text" value="5"/> minutes of inactivity

Figura 3.29: Configuración de WLAN de la Controladora de Red. El Autor.

Configuración de Grupo WLAN:

- Ir a la parte superior en **Configurar**. Luego elegir **WLAN**.
- Al lado izquierdo ubicarse en **Grupos WLAN**. Luego clonar el grupo **Default** y editarlo.

Panel de control | Supervisar | **Configurar** | Administrar

WLAN

WLAN

En esta tabla aparecen las WLAN actuales, así como información básica sobre cada una de ellas existente.

<input type="checkbox"/>	Nombre	ESSID	Descripción	Autenticación	Cifrado	Acciones
<input type="checkbox"/>	wifucsg	wifucsg	wifucsg	Open	None	Editar Clonar
<input type="checkbox"/>				Open	None	Editar Clonar

[Crear nuevo](#) [Eliminar](#) 1-2 (2)

Buscar Incluir todos los términos Incluir cualquiera de estos términos

Grupos WLAN

En esta tabla se enumeran los grupos WLAN actuales, así como información básica sobre cada uno de ellos, grupos WLAN existentes.

<input type="checkbox"/>	Nombre	Descripción	Acciones
<input type="checkbox"/>	Default	Default WLANs for Access Points	Editar Clonar
<input type="checkbox"/>	servicio Internet	INTERNET	Editar Clonar
<input type="checkbox"/>	servicio internet2	INTERNET + CHAT CELL	Editar Clonar

[Crear nuevo](#) [Eliminar](#) 1-3 (3)

Buscar Incluir todos los términos Incluir cualquiera de estos términos

Figura 3.30: Configuración de Grupo WLAN de la Controladora de Red. El Autor.

- Colocar el **Nombre** del grupo WLAN
- Seleccionar el o los **SSID** que van a pertenecer a este grupo
- Para grabar los cambios dar click en botón **Aceptar**

Edición (Default)

Nombre* Default

Descripción Default WLANs for Access Points

Group Settings

Members

<input type="checkbox"/>	WLAN	VLAN original	Sustitución de VLAN
<input checked="" type="checkbox"/>	wifucsg	1	<input checked="" type="radio"/> Sin cambio <input type="radio"/> Etiquetar: <input type="text"/>
<input checked="" type="checkbox"/>		1	<input checked="" type="radio"/> Sin cambio <input type="radio"/> Etiquetar: <input type="text"/>

[Crear nuevo](#) [Eliminar](#) 1-2 (2)

Buscar Incluir todos los términos Incluir cualquiera de estos términos

[Aceptar](#) [Cancelar](#)

<input type="checkbox"/>	servicio Internet	INTERNET	Editar Clonar
<input type="checkbox"/>	servicio internet2	INTERNET + CHAT CELL	Editar Clonar

[Crear nuevo](#) [Eliminar](#) 1-3 (3)

Buscar Incluir todos los términos Incluir cualquiera de estos términos

Figura 3.31: Configuración de Grupo WLAN de la Controladora de Red. El Autor.

Activación de Servicio en AP:

- Ir a la parte superior en **Configurar**. Luego elegir **Punto de Acceso**.
- Al lado izquierdo ubicarse en **Access Point Groups**. Luego editar el **grupo AP** (ejemplo ZD7982)

The screenshot shows the configuration interface of a network controller. The top navigation bar includes 'Panel de control', 'Supervisar', 'Configurar', and 'Administrar'. The left sidebar lists various system settings, with 'Puntos de acceso' (Access Points) selected. The main content area is titled 'Puntos de acceso' and contains a table of configured APs. Below this, there is a section for 'Access Point Groups' with a table of existing groups. The group 'ZD7982' is highlighted with a red box.

Puntos de acceso

En esta tabla aparecen los puntos de acceso que ya se han aprobado para unirse a la red o que están pendientes de aprobación.

<input type="checkbox"/>	Dirección MAC	Nombre del dispositivo	Descripción	Canal	Potencia TX	Grupo WLAN
<input type="checkbox"/>	24:c9:a1:18:76:a0	Ruckus-Subway	subway	Automático (11a/n-Automático), Automático (11g/n-Automático)	Automático (11a/n), Automático (11g/n)	servicio internet2 (11a/n)
<input type="checkbox"/>	c0:8a:de:35:b2:d0	Ruckus-Sweet	sweet coffe	Automático (11a/n-Automático), Automático (11g/n-Automático)	Automático (11a/n), Automático (11g/n)	servicio internet2 (11a/n)
<input type="checkbox"/>	c0:8a:de:35:b2:50	Ruckus-Marathon	marathon	Automático (11a/n-Automático), Automático (11g/n-Automático)	Automático (11a/n), Automático (11g/n)	servicio internet2 (11a/n)
<input type="checkbox"/>	24:c9:a1:21:4f:30	Ruckus-Patio	patio comidas	Automático (11a/n-Automático), Automático (11g/n-Automático)	Automático (11a/n), Automático (11g/n)	servicio internet2 (11a/n)

* = Use Group Configuration

Buscar Incluir todos los términos Incluir cualquiera de estos términos

If you need to import the APs configuration, click Browse, and then select the backup file that contains the settings that you want to import.

Access Point Groups

This table lists your current AP groups and provides basic details about them. Click Create New to add another AP group, or click Edit to make changes to an existing AP group.

<input type="checkbox"/>	Nombre	Descripción	# of Members	Acciones
<input type="checkbox"/>	System Default	System default group for Access Points	0	Editar Clonar
<input type="checkbox"/>	ZD7982	System default group for Access Points	2	Editar Clonar
<input type="checkbox"/>	ZD7363	System default group for Access Points	2	Editar Clonar

[Crear nuevo](#) (1-3 (3) (4))

Buscar Incluir todos los términos Incluir cualquiera de estos términos

Figura 3.32: Activación de Servicio en AP desde la Controladora de Red. El Autor.

- Ir a **Grupo WLAN** y elegir el grupo creado (ejemplo **servicio internet 2**).
- Ir a **Grupo Settings** y en **Punto de Acceso** añadir los AP seleccionando con un visto y dando click en botón **Add to this group**.
- Para grabar los cambios dar click en botón **Aceptar**.

Edición (ZD7982)

Nombre: ZD7982

Descripción: System default group for Access Points

Channel Range Settings

Radio B/G/N(2.4G): Override System Default 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

Radio A/N(5G) Indoor: Override System Default 36 40 44 48 52 56 60 64 100 104 108 112 116 120 124 128 132 136 149 153 157 161

Radio A/N(5G) Outdoor: Override System Default 36 40 44 48 52 56 60 64 100 104 108 112 116 120 124 128 132 136 149 153 157 161

Radio Settings

	Radio B/G/N (2,4 GHz)	Radio A/N (5,0 GHz)
Canalización	<input checked="" type="checkbox"/> Override System Default Automático	<input checked="" type="checkbox"/> Override System Default Automático
Canal	<input checked="" type="checkbox"/> Override System Default Automático	Indoor <input checked="" type="checkbox"/> Override System Default Automático Outdoor <input checked="" type="checkbox"/> Override System Default Automático
Potencia TX	<input checked="" type="checkbox"/> Override System Default Automático	<input checked="" type="checkbox"/> Override System Default Automático
Sólo modo 11N	<input checked="" type="checkbox"/> Override System Default Automático	<input checked="" type="checkbox"/> Override System Default Automático
Grupo WLAN	<input checked="" type="checkbox"/> Override System Default servicio internet2	<input checked="" type="checkbox"/> Override System Default servicio internet2
Call Admission Control	<input checked="" type="checkbox"/> Override System Default OFF	<input checked="" type="checkbox"/> Override System Default OFF
SpectraLink Compatibility	<input type="checkbox"/> Override System Default Deshabilitar	<input type="checkbox"/> Override System Default Deshabilitar

Ajuste de Red

IP Mode: Override System Default IPv4 and IPv6

ChannelFly: Override System Default Turn off ChannelFly if APs uptime is more than 30 minutos

Model Specific Control: z7982 (Edited)

Max Clientes: Override System Default Allow Max 500 clients to associate with this AP

Status LEDs: Override System Default Disable Status LEDs

Figura 3.33: Activación de Servicio en AP desde la Controladora de Red. El Autor.

3.5 Optimización del cableado a través de una WLAN Mesh

Para las conexiones del Rediseño se consideraron dos conexiones con Cable UTP Cat 5e para el AP Ruckus ZoneFlex 7782: una hacia el Switch Cisco del Cuarto de Comunicaciones que es donde converge la red hacia el Centro de Cómputo y otra conexión para tener como backup si es que el Switch Cisco llega a colapsar que deben ir conectados a cualquiera de los 2 Switch 3com que son de mejor calidad que el LB-Link. Entre esas dos conexiones existen 20 metros de cable para cada una para el punto donde se va a instalar el AP en la parte superior del Bloque 7 o Bloque Principal.

Los puntos de conexión hacia los otros 3 Puntos de Acceso van a ir de forma Inalámbrica por medio de una topología de WLAN Mesh que los caracteriza a estos APs para así poder ahorrar cableado y se pueda aplicar el concepto de itinerancia donde el usuario pueda moverse sin que pierda la

conexión y el AP de la siguiente celda vuelve a reasociar y asignar otra dirección IP al dispositivo terminal.

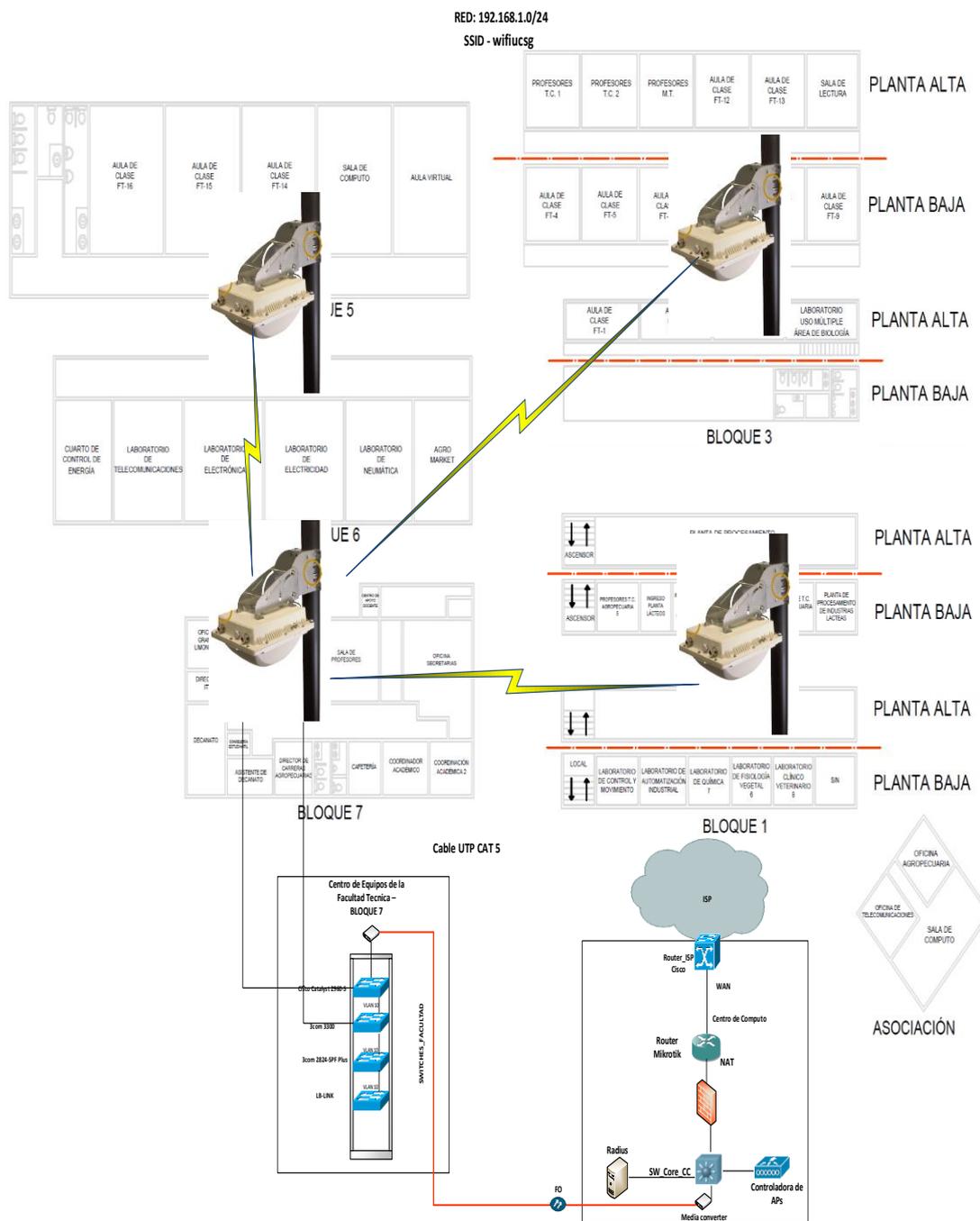


Figura 3.34: Optimización del cableado a través de una WLAN Mesh. El Autor.

3.6 Análisis financiero para el rediseño de la WLAN

3.6.1 Presupuesto del equipamiento para el rediseño WLAN

En base a la Tabla 3.4 podemos apreciar que los APs son de Marca Ruckus Modelo ZoneFlex 7782 incluidos con los Inyectores PoE para la alimentación de energía. Además con 4 Garantías para cada AP donde puedan tener respaldo por el alto valor que requiere comprar estos equipos inalámbricos.

Tabla 3.4: Presupuesto del equipamiento para el Rediseño de la WLAN

Cantidad	Descripción	Valor Unitario	Valor Total
4	Access Point inalámbrico ZoneFlex 7782 gris 802.11n 3x3:3 exterior, antena de 360 grados BeamFlex 2.4GHz/5GHz. Incluye kit de montaje, 1 año de garantía. No incluye inyector PoE. No incluye cable de alimentación CA. Incluye conector CA.	\$ 2999,00	\$ 11996,00
4	Partner Support para ZoneFlex 7782 por 1 Año	\$ 419,86	\$ 1679,44
4	Inyectores Air Live Poe (únicamente en el caso de no tener Switch POE)	\$ 50,00	\$ 200,00
Total		\$ 3468,86	\$ 13875,44

Para el rediseño de la red inalámbrica para la Facultad Técnica se debe considerar la cuantificación y presupuesto que fueron facilitadas por TeleRed, la cual es una empresa que importa equipos Ruckus para implementaciones de Redes Inalámbricas. De acuerdo a lo que se requería se solicitaron 4 equipos con los siguientes requerimientos técnicos:

- Antena Omnidireccional Interna
- 500 Usuarios Simultáneos
- Alcance 50 – 100 metros a la redonda
- Banda Dual de 2.4 / 5 GHz
- 802.11 a/b/g/n
- Cantidad: 4

3.6.2 Análisis Costo Beneficio

En el Análisis del Costo Beneficio del Rediseño de la red inalámbrica para la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil obtendrá muchos beneficios con la futura implementación de este proyecto quien desee realizarlo, tanto en nivel económico, nivel tecnológico y nivel de aprendizaje.

En la parte económica podrá ser un poco alta no solo por la compra e implementación de los equipos, pero para el cableado y mantenimiento de la red el ahorro es considerable. Los principales beneficiados serán la comunidad universitaria especialmente de la Facultad Técnica donde podrán acceder a la red inalámbricamente sin la necesidad de conectarse con un cable de red o que la red se sature o colapse.

La solución planteada para la optimización de recursos y señal inalámbrica en la Facultad Técnica, técnica y económicamente es viable en base a la tabla 3.4. Donde el costo de la solución total se justifica con el nivel de calidad y disponibilidad que se va ofrecer en la Facultad Técnica y la cual puede servir como base para replicarla en las demás facultades de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, ya que se dispone de una controladora de red que soporte altas cantidades de APs. Los beneficiados con este tipo de despliegue es la comunidad universitaria, la cual necesita el

internet como primer recurso hoy en día para realizar trabajos de investigación en las diferentes carreras. Además con la reducción de cableado hacia los APs disminuye el costo y la mano de obra.

3.6.3 Rediseño proyectado de la WLAN dentro de la Facultad Técnica

Finalmente tenemos el producto final luego de analizar todas las variables necesarias y estudiadas aplicadas a nuestro rediseño de la WLAN Mesh a través del SSID “wifiucsg”, donde tenemos que cada AP Ruckus ZoneFlex 7782 cubre 50 – 100 metros a la redonda del ángulo de cobertura de 360 grados, los cuales abarcan todas las instalaciones de la Facultad Técnica según el estudio del sitio inalámbrico. Además la asignación del canal inteligente va de acuerdo al patrón que David Hucaby (2014) propone donde el canal 1 se repite pero no se superpone teniendo un esquema como nido de abeja. Estos APs tienen mayor penetración de la señal por lo que factores externos le afectan pero con menor intensidad para preservar los valores de RSSI en los niveles óptimos. Se consideró también que el mástil donde van a ir ubicados los APs deben estar a una altura considerable de unos 15 metros y el herraje en un ángulo de inclinación de 45 grados apuntando al AP principal.

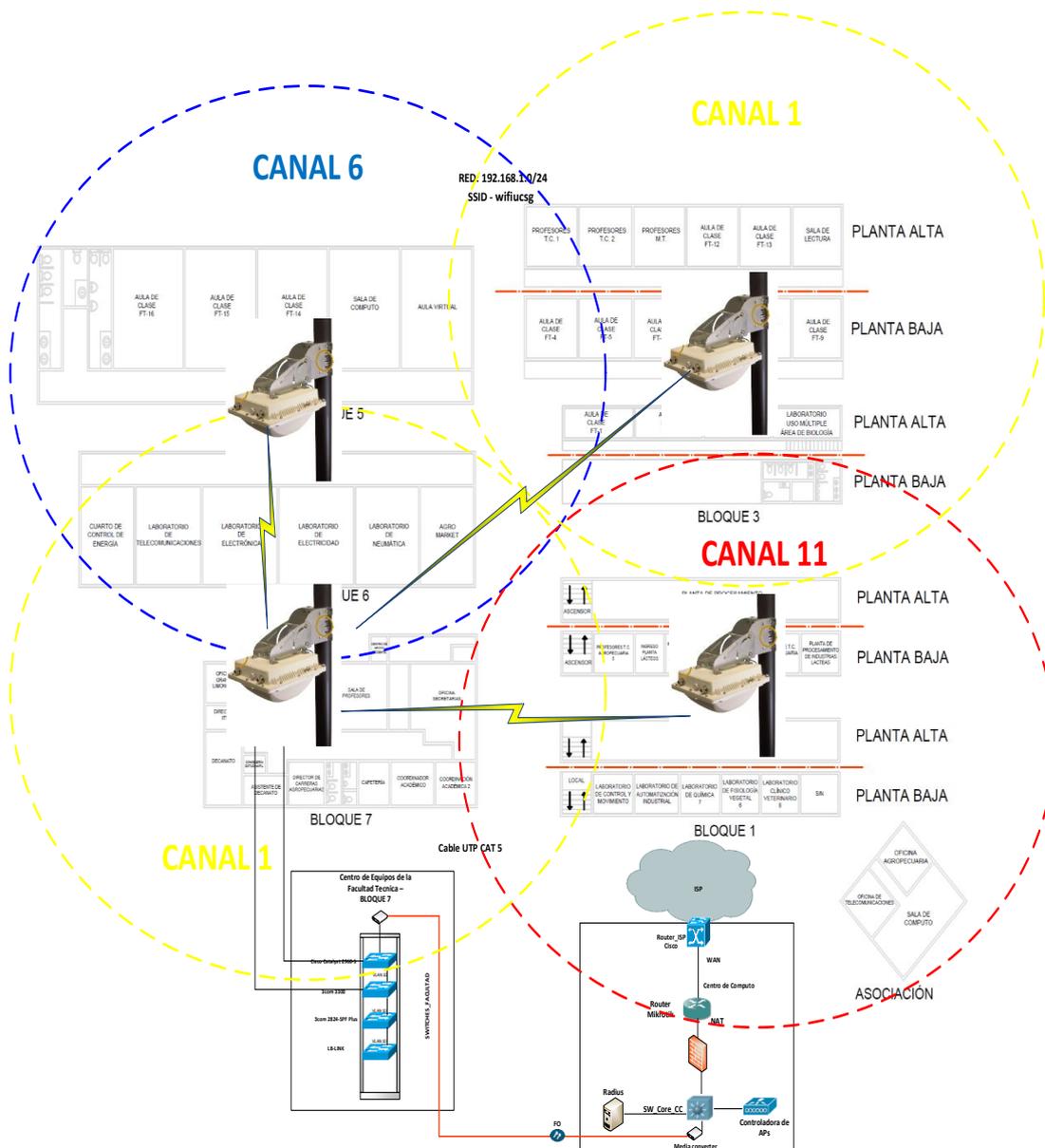


Figura 3.35: Esquema del Rediseño WLAN en la Facultad Técnica. El Autor.

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

El rediseño propuesto corrige la infraestructura de la red inalámbrica existente, en los que respecta al sobredimensionamiento de los APs, cableado de interconexión, puntos de baja cobertura, estabilizar los niveles de potencia de transmisión, mediante el despliegue de 4 Puntos de Acceso con Antenas Omnidireccionales que abarca una capacidad para 1000 usuarios concurrentes de tal forma, en la cual se garantiza una cobertura de servicios de datos inalámbricos para toda la Facultad Técnica. El diseño cumple con las recomendaciones técnicas para la propagación de señales en ambientes outdoor y condiciones extremas.

Se pudo cumplir con los objetivos propuestos en el proyecto de titulación, que fue un rediseño de la red inalámbrica para la Facultad Técnica, el cual permitió probar que la misma era muy deficiente e inestable mediante las pruebas del estudio del sitio realizado. Además se pudo definir que el principal problema que sufre actualmente la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil que es la falta de una buena implementación e inversión para una red inalámbrica óptima dentro de la Facultad Técnica, donde el área que limita la misma es un lugar donde convergen demasiados usuarios en un determinado tiempo u horas pico, en el cual muchos APs descontinuados y el sobredimensionamiento de los mismos generan que la red inalámbrica no proporcione el servicio apropiado.

Para evitar problemas de superposición entre Puntos de Acceso Inalámbricos, se designaron los canales 1, 6 y 11 a pesar de que el sistema de red inalámbrica cuenta con una asignación de canal inteligente para obtener un óptimo balance de carga entre la capacidad y confiabilidad de la misma.

El problema surgió debido a que los Puntos de Acceso Ruckus están conectados en cascada en las diferentes Facultades de la Universidad por lo que nos generaba duplicidad en la asignación de direcciones IP, por lo tanto la mejor solución es optar por una topología de red en malla, la cual nos proporcionó una conectividad e itinerancia óptima pasando de celda en celda sin que el dispositivo se desconecte de la red inalámbrica “wifiucsg” siendo el mismo SSID. Se pudo comprobar que con el actual sistema ya no ocurrirían los problemas mencionados anteriormente por lo que las direcciones IP asignadas quedan liberadas y aumentando la capacidad con nuevos equipos que no están descontinuados se logra a futuro cubrir el crecimiento de la comunidad universitaria en la Universidad Católica.

Se realizó una simulación en tiempo real en base a los equipos utilizados en la propuesta de solución por lo que se puede concluir que con el site survey se cumplió con los niveles de cobertura con una mayor intensidad en los niveles de RSSI, en el cual se logró optimizar y cubrir el área completa de la Facultad Técnica siendo equipos de un costo considerable y de gama alta teniendo una garantía que los equipos de Marca Ruckus son la mejor opción actualmente en el mercado de las redes inalámbricas.

Se pudo concluir finalmente que no se trata de instalar puntos de acceso Wi-Fi adicionales como una solución rápida para aumentar la capacidad de cobertura inalámbrica, siendo las bandas de frecuencias de 2.4 GHz y 5 GHz libres sin restricción alguna que cualquiera lo puede implementar. De hecho, demasiados puntos de acceso Wi-Fi en realidad podría aumentar la posibilidad de interferencia co-canal con otros puntos de acceso ya existentes, por lo tanto un estudio del sitio inalámbrico siempre es necesario antes de cualquier implementación.

4.2 Recomendaciones

La red inalámbrica de la Facultad Técnica para el Desarrollo se necesita considerar las siguientes recomendaciones las cuales están ligadas directamente con la topología y ubicación de los equipos inalámbricos:

- Se debe considerar conexiones redundantes para establecer un backup y no tener un único punto de fallo.
- El equipo principal de la Red Mesh Inalámbrica debe contar con doble respaldo de energía AC/DC para otorgar mayor disponibilidad a la conexión.
- Los Puntos de Acceso deben ser ubicados a través de herrajes sobre polos proyectados en los puntos que se indican en el diseño y protegidos para condiciones extremas a fin de alargar la vida útil de los mismos.
- Se debe considerar dos cableados de alimentación de datos con diferentes rutas al AP principal y que converjan a diferentes switches y puertos para aumentar la redundancia de los enlaces.
- Se recomienda a la Universidad implementar esta solución, la cual es muy eficaz en todo aspecto y así se preparan para el crecimiento constante de la comunidad universitaria que va a seguir creciendo.
- Como recomendación se deberían optar por equipos tecnológicos más óptimos y actualizados dentro de los que comercializan en el país. Esta recomendación se da por la actual implementación de las redes inalámbricas y puede ocurrir que la Universidad Católica adquiera un equipo que no sea compatible con las redes que se manejan en la Facultad.

Bibliografía

Ariganello, E. (2009). *Redes Cisco*. Alfaomega.

Cisco Systems, Inc. (2013). *CCNA Exploration 5.0: Introducción a las Redes*.

Hucaby, D. (2014). *Guía Oficial de Certificación CCNA Wireless 640-722*.

Odom, S. (2001). *Notas para el Examen de Cisco Certified Network Associate*.

Odom, W. (1999). *Guía de Certificación para el Examen CCNA*.

Odom, W. (2008). *Guía Oficial para el Examen de Certificación CCNA ICND1*.

Odom, W. (2008). *Guía Oficial para el Examen de Certificación CCNA ICND2*.

Ruckus Wireless. (2014). Hoja de Datos de AP Ruckus ZoneFlex 7762.

Ruckus Wireless, Inc. (2013). Hoja de Datos de AP Ruckus ZoneFlex 7025.

Ruckus Wireless, Inc. (2013). Hoja de Datos de AP Ruckus ZoneFlex 7782.

Ruckus Wireless, Inc. (2013). Hoja de Datos del ZoneDirector 3000.

GLOSARIO

802.1x Un estándar IEEE que define el control de acceso basado en puertos para redes cableadas e inalámbricas.

Absorción El efecto de una señal de RF reunido con un material que absorbe o atenúa la intensidad de la señal por una cierta cantidad.

Acceso Wi-Fi Protegido (WPA) Un estándar Wi-Fi Alliance que requiere pre-compartida clave o la autenticación 802.1x, TKIP y cifrado dinámico de gestión de claves; basado en porciones de 802.11i antes de su ratificación.

Agregación de canales Una característica 802.11n que permite que dos canales de 20 MHz-OFDM a ser agrupadas o unidas en un único canal de 40 MHz.

Agujero de cobertura Un área que se deja sin una buena cobertura de RF. Un agujero de cobertura puede ser causada por una falla de radio o una señal débil en un área.

Amplitud La altura del pico de la parte superior a la parte inferior de pico de la forma de onda de una señal; también conocida como la amplitud de pico a pico.

Ancho de Banda El rango de frecuencias utilizadas por un solo canal o una señal de RF única.

Ancho de Haz Una medida del ángulo de un patrón de radiación tanto en los planos E y H, en donde la intensidad de señal es de 3 dB por debajo del valor máximo.

Anclaje móvil Un controlador LAN inalámbrico que actúa como el ancla o el hogar de base para los clientes inalámbricos remotos que se unió a un controlador diferente.

Antena direccional Un tipo de antena que propaga una señal de RF en un rango estrecho de direcciones.

Antena integrada Una muy pequeña antena omnidireccional que se establece dentro de la carcasa exterior de un dispositivo.

Antena omnidireccional Un tipo de antena que se propaga una señal de RF en una amplia gama de direcciones con el fin de cubrir un área grande.

Asociación El proceso por el cual un dispositivo inalámbrico se convierte en un miembro activo de un BSS.

Autenticación de Clave Compartida Un método utilizado para autenticar un dispositivo inalámbrico con un BSS mediante una clave WEP compartida.

Autenticación de sistema abierto Un método simple que se usa para comprobar que un dispositivo inalámbrico utiliza 802.11 antes de que se le permite unirse a un BSS.

Banda Un rango continuo de frecuencias.

Canal de reutilización El patrón de puntos de acceso y sus canales, dispuesto de tal manera que los puntos de acceso vecinos nunca utilizan los mismos canales.

Canal Un índice arbitrario que apunta a una frecuencia específica dentro de una banda.

Celda El área de cobertura inalámbrica proporcionada por un PA también conocida como el área de servicio básico.

Clave temporal de protocolo de integración (TKIP) Un sistema de seguridad inalámbrica desarrollada antes 802.11i que ofrece un MIC para la integridad de los datos, un método dinámico para WEP por fotograma claves de cifrado, y un vector de inicialización de 48 bits. El MIC también incluye un sello de tiempo y la dirección MAC del remitente.

Código Complementario de Llave (CCK) Un procedimiento de codificación que lleva bits de datos ya sea 4 o 8 a la vez para crear un símbolo de 6 bits o 8 bits, respectivamente. Los símbolos se introducen en DQPSK para modular la señal portadora.

Conjunto de Servicios Básicos (BSS) Wireless básica proporcionada por un punto de acceso a uno o más clientes asociados.

Conjunto de servicios básicos independientes (IBSS) Una red inalámbrica improvisada formada entre dos o más dispositivos sin un punto de acceso o un BSS; también conocido como una red ad hoc.

Conjunto de servicios extendidos (ESS) Múltiples puntos de acceso que están conectados por un común cambieron infraestructura.

DBD La ganancia de una antena, medida en dB, en comparación con una antena dipolo simple.

DBI La ganancia de una antena, medida en dB, en comparación con una antena de referencia isotrópica.

dBm El nivel de potencia de una señal, medida en dB, en comparación con una potencia de la señal de referencia de 1 milivatio.

Decibelio (dB) Una función logarítmica que compara una medición absoluta a otra.

Demodulación Proceso del receptor de la interpretación de los cambios en la señal portadora para recuperar la información original que se envía.

Diagrama polar Un gráfico redondo que se divide en 360 grados alrededor de una antena y en círculos concéntricos que representan valores en dB decrecientes. La antena se coloca siempre en el centro del diagrama.

Difracción El efecto de una señal de RF acercándose a un objeto opaco, haciendo que las ondas electromagnéticas se doble alrededor del objeto.

Dispersión El efecto de una reunión de señal de RF una superficie rugosa o desigual, haciendo que se refleja o se dispersa en muchas direcciones diferentes.

Espectro Ensanchado de Saltos de frecuencia (FHSS) Un método de LAN inalámbrica en un transmisor de "saltos" entre las frecuencias en toda una banda.

Espectro ensanchado de secuencia directa (DSSS) Un método de LAN inalámbrica en la que un transmisor utiliza un único canal ancho fijo para enviar datos.

Espectro Ensanchado Señales de RF que propagan la información que se envían a través de una amplia gama de frecuencias.

Estación (STA) Un dispositivo cliente 802.11 que está asociado con un BSS.

Evitación de Colisiones La técnica utilizada por dispositivos 802.11 para evitar colisiones de forma proactiva en un canal.

Fase Una medida de desplazamiento en el tiempo con respecto al comienzo de un ciclo oscila entre 0 y 360 grados.

Frecuencia de radio (RF) La porción del espectro de frecuencias entre 3 kHz y 300 GHz.

Frecuencia El número de veces que una señal hace que uno complete arriba y abajo de ciclo en 1 segundo.

Fuera de fase La condición cuando los ciclos de una señal se desplazan en el tiempo en relación a otra señal.

Ganancia Una medida de la eficacia con una antena puede enfocar la energía de RF en una dirección determinada.

Hertz (Hz) Unidad de frecuencia igual a un ciclo por segundo.

Identificador de conjunto de servicios (SSID) Una cadena de texto que se utiliza para identificar una red inalámbrica.

Identificador de conjunto de servicios básicos (BSSID) Una dirección MAC única que se utiliza para identificar la AP que está proporcionando un BSS.

Indicador de intensidad de señal recibida (RSSI) La medida de la intensidad de la señal (en dBm) como se ve por el receptor. RSSI es normalmente negativo (0 a -100) porque la señal recibida es siempre una forma degradada de la señal original que se envió.

Índice de calidad del aire (AQI) Una escala de 0 a 100 que indica cómo se utiliza un canal de 802.11 basado en el número y la intensidad de las fuentes de interferencia.

Infraestructura de Clave Pública (PKI) Un sistema de toda la empresa que genera y revoca certificados digitales para la autenticación de clientes.

Interferencia de canal vecino Interferencia de Señal RF de canal causada por dos o más transmisores que utilizan canales que son diferentes, pero no se superponen completamente.

Interferencia Las señales procedentes de dispositivos 802.11 distintos a otros previstos o conocidos puntos de acceso.

Itinerancia El proceso de un cliente inalámbrico utiliza para pasar de un punto de acceso a otro, ya que cambia de ubicación.

Longitud de Onda La distancia física que una onda viaja a través de un ciclo completo.

Modo infraestructura El modo de funcionamiento de un punto de acceso que está proporcionando un BSS para clientes inalámbricos.

Modo personal previamente compartida autenticación de clave que se aplican a WPA o WPA2.

Modulación de amplitud en cuadratura (QAM) Un método de modulación que combina desplazamiento de fase QPSK con múltiples niveles de amplitud para producir un mayor número de cambios únicos a la señal portadora. El número que precede al nombre QAM designa cuántos señal portadora cambios son posibles.

Modulación Diferencial por desplazamiento de fase binaria (DBPSK) Un método de modulación que se lleva a 1 bit de datos codificados y cambia la fase de la señal portadora en una de dos maneras.

Modulación por desplazamiento de fase de cuadratura diferencial (DQPSK) Un método de modulación que toma 2 bits de datos codificados y cambia la fase de la señal portadora en una de cuatro maneras.

Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales (OFDM) de datos A ortogonal por división de frecuencia que envía bits de datos en paralelo en múltiples frecuencias dentro de un solo canal de 20 MHz de ancho. Cada frecuencia representa una única subportadora.

Nivel de Sensibilidad El umbral RSSI (en dBm) que divide las señales de RF ininteligibles de las útiles.

Pérdida de trayectoria en el espacio libre La degradación de la fuerza de una señal de RF a medida que viaja a través del espacio libre.

Polarización La orientación (horizontal, vertical, circular, y así sucesivamente) de una onda que se propaga con respecto al suelo.

Potencia isotrópica radiada (PIRE) El nivel de potencia de la señal resultante, medido en dBm, de la combinación de un transmisor, cable, y una antena, tal como se mide en la antena.

Privacidad Cableada Equivalente (WEP) Un método 802.11 autenticación y encriptación que requiere que los clientes y los puntos de acceso para utilizar una clave WEP común.

Protocolo de Autenticación Extensible (EAP) Un marco normalizado de autenticación que se utiliza por una variedad de métodos de autenticación.

Punto de Acceso (PA) Un dispositivo que proporciona servicios inalámbricos para los clientes dentro de su área de cobertura o celda.

Radiación de una trama Diagrama de que muestra la fuerza relativa de la señal en dBm en todos los ángulos alrededor de una antena.

Reasociación El proceso por el cual un cliente inalámbrico cambia su asociación de un BSS a otro medida que se mueve.

Red de malla Red de puntos de acceso utilizada para cubrir una área grande sin necesidad de cable o Cableado Ethernet; el tráfico de clientes se conecta a un puente de punto de acceso a otro punto de acceso en una red de retorno.

Reflexión El efecto de reflexión de una señal de RF satisfacer un material denso, reflectante, de tal manera que se envía en una dirección diferente.

Refracción El efecto de una señal de RF satisfacer el límite entre dos materiales diferentes, causando su trayectoria para cambiar ligeramente.

Relación Señal / Ruido (SNR) Una medida de la calidad de la señal recibida, calculado como la diferencia entre el RSSI de la señal y el ruido de fondo. Se prefiere una SNR superior.

Ruido Las señales o la energía de radiofrecuencia que no provienen de fuentes 802.11.

Servidor RADIUS Un servidor de autenticación utilizado con 802.1x para autenticar clientes inalámbricos.

Sistema de distribución (DS) El Ethernet con cable que se conecta a un punto de acceso y transporta el tráfico entre una red cableada e inalámbrica.

WPA Versión 2 (WPA2) Un estándar de la Alianza Wi-Fi que requiere clave pre-compartida o la autenticación 802.1x, TKIP o CCMP, y el cifrado dinámico de gestión de claves; basado en el estándar 802.11i completo después de su ratificación.

ANEXOS

ANEXO 3.1

SITE SURVEY DE LOS PAS EXISTENTES



Verificación de PA TP-Link WA601G en Laboratorio de Neumática - Bloque 6



Verificación de PA en Caja vacía en Lab. Clínico Veterinario - Bloque 1



Mediciones del Sitio Inalámbrico mediante el Programa Insider en los predios de la Facultad Técnica de la U.C.S.G.

ANEXO 3.2

DATASHEET DE LOS PAS EXISTENTES

General	
Standards and Protocols	IEEE 802.3, 802.3u, 802.11b and 802.11g, TCP/IP, DHCP
Safety & Emission	FCC, CE
Ports	One 10/100M Auto-Negotiation LAN RJ45 port supporting Auto MDI/MDIX
Cabling Type	10BASE-T: UTP category 3, 4, 5 cable (maximum 100m) EIA/TIA-568 100Ω STP (maximum 100m) 100BASE-TX: UTP category 5, 5e cable (maximum 100m) EIA/TIA-568 100Ω STP (maximum 100m)
LEDs	POWER, SYSTEM, LAN, WLAN
Wireless	
Wireless Data Rates	108/54/48/36/24/18/12/9/6Mbps or 11/5.5/3/2/1Mbps
WEP	64/128/152 bits
Wireless Certification	Wi-Fi WPA
Physical and Environment	
Working Temperature	0°C~40°C (32°F~104°F)
Working Humidity	10% ~ 90% RH, Non-condensing
Storage Temperature	-40°C~70°C (-40°F~158°F)
Storage Humidity	5% ~ 90% RH, Non-condensing

Especificaciones técnicas del PA TP-Link WA601G

Ⓞ Especificaciones:

Velocidad inalámbrica	450Mbps
Estándar Inalámbrico	IEEE 802.11n/g/b/a
Rango de Frecuencia	2.400- 2.4835GHz; 5.180-5.240GHz; 5.745-5.825GHz
Interfaz	4 Puertos LAN de 10/100/1000Mbps 1 Puerto WAN de 10/100/1000Mbps 1 Puerto USB 2.0
Botón	Botón WPS Botón de encendido / apagado (on/off) del inalámbrico Botón de Reinicio (Reset)
Antena	Tres Antenas de Banda Dual Externas
Función del Puerto USB	Soporta el Servidor FTP / Multimedia / Samba / Conexión a Impresoras
Seguridad Inalámbrica	Filtrado MAC, WEP/WPA/WPA2, WPA-PSK/WPA2-PSK
Características de Firewall Avanzado	NAT (Network Address Translation - Traducción de Dirección de Red), Puerto de Transferencia VPN (PPTP / L2TP / IPSec) / Firewall (Cortafuegos) SPI, Control de Acceso
Unidad de Suministro Eléctrico	Entrada: Localizada para el país de venta Salida: 12VDC / 1.5A
Temperatura de Operación	0°C~40°C (32°F~104°F)
Temperatura de Almacenamiento	-40 °C ~70°C (-40 °F~158°F)
Humedad de Operación	10%~90% sin condensación
Humedad de Almacenamiento	5%~90% sin condensación
Dimensiones (Largo x Ancho x Alto)	9.2x6.1x1.4 pulg. (234x155x36mm)

Especificaciones técnicas del PA TP-Link WR2543ND

Specifications:

Standards	IEEE 802.11g IEEE 802.11b
Ports	4 10/100M auto-sensing LAN Port(Auto MDI/MDIX) 1 10/100M auto-sensing WAN Port(Auto MDI/MDIX)
Wireless Signal Rates With Automatic Fallback	11g: 54/48/36/24/18/12/9/6M(dynamic) 11b: 11/5.5/2/1M(dynamic)
Frequency Band	2.4-2.4835GHz
Wireless Transmit Power	17dBm (MAX)
Antenna	3dBi detachable Omni directional antenna
Modulation Technology	IEEE 802.11b: DQPSK, DBPSK, DSSS, and CCK IEEE 802.11g: BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM, OFDM
Receiver Sensitivity	54M: -68dBm@10% PER 11M: -85dBm@8% PER 6M: -88dBm@10% PER 1M: -90dBm@8% PER 256K: -105dBm@8% PER
Power Supply Unit	Input: localized to country of sale Output: 9VAC / 0.8A linear PSU
Operating Temperature	0°C~40°C (32°F~104°F)
Storage Temperature	-40°C~70°C (-40°F~158°F)
Relative Humidity	10% ~ 90%, non condensation
Storage Humidity	5%~95% non-condensing
Dimensions	6.9 x 4.4 x 1.2 (in.) 174 x 111 x 30 (mm)

Especificaciones técnicas del PA TP-Link WR542G

Router Inalámbrico N 300Mbps

TL-WR941ND

Ⓞ Especificaciones:

CARACTERÍSTICAS DEL HARDWARE

Interfaz	4 Puertos LAN de 10/100Mbps 1 Puerto WAN de 10/100Mbps
Botón	Botón de encendido y apagado (On/Off) inalámbrico Botón WPS / Reset (Reinicio) Botón de Encendido / Apagado (On/Off)
Suministro Eléctrico Externo	9VDC/0.6A
Estándares Inalámbricos	IEEE 802.11n, IEEE 802.11g, IEEE 802.11b
Antena	3 Antenas Omni-direccionales Desmontables de 3dBi (RP-SMA)
Dimensiones (Largo x Ancho x Alto)	7.9 x 5.5 x 1.2 pulg. (200 x 140 x 28mm)

CARACTERÍSTICAS INALÁMBRICAS

Frecuencia	2.4-2.4835GHz
Velocidad de Señal	11n: Hasta 300Mbps (dinámico) 11g: Hasta 54Mbps (dinámico) 11b: Hasta 11Mbps (dinámico)
EIRP	<20dBm(EIRP)
Sensibilidad de Recepción	270M: -68dBm@10% PER 130M: -68dBm@10% PER 108M: -68dBm@10% PER 54M: -68dBm@10% PER 11M: -85dBm@8% PER 6M: -88dBm@10% PER 1M: -90dBm@8% PER

Funciones Inalámbricas	Activa / Desactiva la Radio Inalámbrica, Bridge (Puente) WDS, WMM, Estadísticas Inalámbricas
Seguridad Inalámbrica	WEP, WPA / WPA2, WPA-PSK / WPA2-PSK
CARACTERÍSTICAS DEL SOFTWARE	
Tipo WAN	DIP Dinámico / IP Estático IP/PPPoE/PPTP (Acceso Dual) /L2TP (Acceso Dual) / BigPond
DHCP	Servidor, Client, Lista de Clientes DHCP, Reservación de Direcciones
Calidad del Servicio	WMM, Control de banda ancha
Validación de Puertos	Servidor Virtual, Activación de Puertos, UPnP, DMZ
DNS Dinámico	DynDns, Comexe, NO-IP
Puerto de Transferencia VPN	PPTP, L2TP, IPSec (ESP Head)
Control de acceso	Filtro de Internet para Menores, Control de Administración Local, Lista Host, Programa de Acceso, Administración de Reglas
Seguridad Firewall (Cortafuegos)	Firewall (cortafuegos) SPI, DoS Filtro de Dirección IP / Filtro de Dirección MAC / Filtro de Dominio Enlace de Direcciones IP y MAC
Administración	Control de Acceso Administración Local Administración Remota
OTHERS	
Certificaciones	CE, FCC, RoHS, Wi-Fi
Requisitos del Sistema	Microsoft® Windows® 8/7/Vista/XP/2000/NT/98SE, MAC® OS, NetWare®, UNIX® o Linux.
Ambiente	Temperatura de Operación: 0°C~40°C (32°F~104°F) Temperatura de Almacenamiento: -40°C~70°C (-40°F~158°F) Humedad de Funcionamiento: 10%~90% sin condensación Humedad de Almacenamiento: 5%~90% sin condensación

Especificaciones técnicas del PA TP-Link WR941ND

Specifications	
Model	WRT120N
Standards	Complies with IEEE 802.3u, 802.11g and 802.11b standards, and compatible with some 802.11n features.
LEDs	Power, Internet, Wireless, Wi-Fi Protected Setup™, Ethernet (1-4)
Ports	Internet, Ethernet (1-4), Power
Buttons	Reset, Wi-Fi Protected Setup™
Cabling Type	CAT5
# of Antennas	2 (Internal)
Detachable (y/n)	No
Modulations	802.11b: CCK/QPSK, BPSK 802.11g: OFDM/BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM 802.11n: OFDM/BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM
Transmitted Power in dBm	802.11b: 21 ± 2 dBm (typical) 802.11g: 18 ± 2 dBm (typical) 802.11n: 16 ± 2 dBm (typical)
Receive Sensitivity in dBm	-90 dBm (typical) @ 1 Mbps -85 dBm (typical) @ 11 Mbps -68 dBm (typical) @ 54 Mbps -65 dBm (typical) @ 150 Mbps
Antenna Gain In dBi	2.0 (max)
Maximum Data Rate	150 Mbps
UPnP able/cert	Able
Wireless Security	Wi-Fi Protected Access™ 2 (WPA2), WEP, Wireless MAC Filtering
Security key bits	Up to 128-Bit Encryption
OS Requirements	Network Magic Basic and Home Network Defender Software Require Up-to-Date Windows XP, or a 32- or 64-Bit Edition of Vista or Windows 7 Setup Wizard Also Runs under Mac OS X 10.4 or Higher

Environmental	
Dimensions	203 x 35 x 160 mm (7.99" x 1.38" x 6.30")
Weight	238 g (8.40 oz)
Power	12V, 1.0A
Certification	FCC, UL/CUL, ICES-003, RSS210, CE, Wi-Fi (IEEE 802.11b/g), WPA2™, WMM®, Wi-Fi Protected Setup™
Operating Temperature	0 to 40° C (32 to 104° F)
Storage Temperature	-20 to 60° C (-4 to 140° F)
Operating Humidity	10% to 80% Noncondensing
Storage Humidity	5% to 90% Noncondensing

Especificaciones técnicas del PA Cisco WRT120N

TECHNICAL SPECIFICATIONS

<p>SYSTEM REQUIREMENTS</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cable or DSL modem with Ethernet port ▪ Computer with: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Windows XP SP2, Windows Vista, Windows 7, or Mac OS X (v10.3/v10.4, or Linux-based Operating System) ▪ An installed Ethernet adapter ▪ Internet Explorer or Firefox 2.0 or higher <p>INTERFACES</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 4 10/100 LAN Ports ▪ 1 10/100 WAN Port <p>STANDARDS</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ IEEE 802.11b ▪ IEEE 802.11g ▪ IEEE 802.11n <p>WIRELESS FREQUENCY RANGE</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 2.4 GHz to 2.497 GHz <p>ANTENNAS</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Two fixed external 2 dBi omnidirectional antennas <p>SECURITY FEATURES</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ WEP 64/128-bit data encryption ▪ Wi-Fi Protected Access (WPA/WPA2) ▪ WPS™ 	<p>ADVANCED FEATURES</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ UPnP™ support <p>FIREWALL FEATURES</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Network Address Translation (NAT) ▪ Stateful Packet Inspection (SPI) ▪ MAC Address Filtering ▪ URL Filtering <p>DEVICE MANAGEMENT AND MONITORING</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Web UI ▪ D-Link Network Monitor Yahoo! Widget ▪ D-Link Internet Usage Meter Yahoo! Widget <p>DIAGNOSTIC LEDS</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Power ▪ Internet Status ▪ WLAN ▪ LAN <p>POWER INPUT</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 5 V DC / 1.2 A through External Power Adapter <p>POWER CONSUMPTION</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 6 W 	<p>DIMENSIONS (L x W x H)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 148 x 113 x 32 mm (5.8 x 4.4 x 1.3 inches) <p>WEIGHT</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 284 grams (0.6 lb) <p>OPERATING TEMPERATURE</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 0 to 40 °C (32 to 104 °F) <p>OPERATING HUMIDITY</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 0% to 90% (Non-condensing) <p>CERTIFICATIONS</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ FCC Class B ▪ Wi-Fi Certified ▪ IPv6 ▪ CE Class B ▪ Compatible with Windows 7 ▪ ENERGY STAR qualified power adapter
---	--	---

Especificaciones técnicas del PA D-Link DIR-615

Specifications

PHYSICAL CHARACTERISTICS		MULTIMEDIA AND QUALITY OF SERVICE	
POWER	<ul style="list-style-type: none"> • POE 802.3af/802.3at • 48VDC 	802.11e/WMM	<ul style="list-style-type: none"> • Supported
PHYSICAL SIZE	<ul style="list-style-type: none"> • US/JN Casing (per NEMA WD6-2002): 128mm(L), 85mm(W), 56mm(H) • WW Casing (per BS 4662-2006+A1-2009): 85mm(L), 85mm(W), 56mm(H) 	SOFTWARE QUEUES	<ul style="list-style-type: none"> • Per traffic type (4), per client
WEIGHT	<ul style="list-style-type: none"> • US/JN 150g • WW 140g 	TRAFFIC CLASSIFICATION	<ul style="list-style-type: none"> • Automatic, heuristics and TOS based or VLAN-defined
PHYSICAL PORTS	<ul style="list-style-type: none"> • 4 10/100Mbps, auto MDX, auto sensing, RJ-45 Ethernet access ports • Port 4 of the access ports provides 802.3af Class0/2 POE power • 1 10/100Mbps, auto MDX, auto sensing, RJ-45 or 110 punch down block Ethernet access port • 1 RJ-45 pass-through port 	RATE LIMITING	<ul style="list-style-type: none"> • Dynamic, per-user or per-WLAN
ENVIRONMENTAL CONDITIONS	<ul style="list-style-type: none"> • Operating Temperature: 32°F (0°C) - 122°F (50°C) • Operating Humidity: 15% - 95% non-condensing 	MANAGEMENT	
POWER DRAW	<ul style="list-style-type: none"> • Without POE Out: 7W Max • With maximum POE output (15.4W): 23W Max 	DEPLOYMENT OPTIONS	<ul style="list-style-type: none"> • Standalone (individually managed) • Managed by ZoneDirector • Managed by FlexMaster
		CONFIGURATION	<ul style="list-style-type: none"> • Web User Interface (HTTP/S) • CLI (Telnet/SSH), SNMP v1, 2, 3 • TR-069 vis FlexMaster
		AUTO AP SOFTWARE UPDATES	<ul style="list-style-type: none"> • FTP or TFTP, remote auto available
		WI-FI	
		STANDARDS	<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.11b/g/n • 2.4GHz
		SUPPORTED DATA RATES	<ul style="list-style-type: none"> • 802.11n: 6.5Mbps – 150Mbps • 802.11b: 1, 2, 5.5 and 11Mbps • 802.11g: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 and 54Mbps
		RADIO CHAINS	<ul style="list-style-type: none"> • 1 x 1
		SPATIAL STREAMS	<ul style="list-style-type: none"> • 1
		RF POWER OUTPUT	<ul style="list-style-type: none"> • 16dBm*

RF	
PHYSICAL ANTENNA GAIN	• 2 dBi
MINIMUM RX SENSITIVITY	• Up to -92 dBm

PERFORMANCE AND CAPACITY	
CONCURRENT USERS	• 100
VOICE CALLS	• 10
THROUGHPUT	• 50-85 Mbps sustainable throughput for a 650 square foot (60 square meter) area

APPLICATIONS	
HOTSPOT	• WISPr
VOICE	• 802.11e/WMM • U-APSD

NETWORK ARCHITECTURE	
IP	• IPv4, IPv6, dual-stack
VLANs	• 802.1Q (1 per BSSID or dynamic, per user based on RADIUS) • Port-based
802.1X FOR ETHERNET PORTS	• Authenticator • Supplicant
TUNNELING	• L2TP, PPPoE

FREQUENCY BAND	• 2.4-2.484GHz
OPERATING CHANNELS	• US/Canada: 1-11 • EU (ETSI X30): 1-13 • Channel availability is country dependent according to the local regulations
BSSID	• 8
WIRELESS SECURITY	• WPA-PSK, WPA-TKIP, WPA2 AES, 802.11i • Authentication via 802.1X with ZoneDirector, local authentication database, support for RADIUS, LDAP, and Active Directory
CERTIFICATIONS**	• US, Europe, Australia, Canada, China, Egypt, India, Indonesia, Korea, New Zealand, Philippines, Singapore, Taiwan, Thailand, UAE

* Maximum power varies by country

**Please see price list for latest certifications

Product Ordering Information

MODEL	DESCRIPTION
ZoneFlex 7025 Wi-Fi Wall Switch	
901-7025-XX02	ZoneFlex 7025 Wi-Fi Wall Switch
Optional Accessories	
902-0170-XX10	Power Supply (Qty. 10)
902-7025-0024	ZF7025 Adapter Bracket for use with Continental Europe electrical utility wall box

PLEASE NOTE: When ordering you must specify the destination region by indicating -US, -UN, or -WW instead of XX.

Especificaciones técnicas del PA Ruckus ZoneFlex 7025

Especificaciones (7762, 7762-S, 7762-T)

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
ALIMENTACIÓN	• Alimentación a través de Ethernet y 12 V CC
TAMAÑO FÍSICO	• 23,9 cm (L), 19,5 cm (A), 14,1 cm (H)
PESO	• 1900 gramos (4,19 lbs.)
ANTENA	• ZF 7762: Conjunto de antenas de banda dual con software interno configurable con elementos direccionales y omnidireccionales de alta ganancia que proporcionan más de 4000 patrones de antenas únicos • ZF 7762-S: Conjunto de antenas de banda dual de 2,4 GHz con software interno configurable con elementos direccionales y omnidireccionales de alta ganancia que proporcionan más de 24 patrones de antenas únicos (requieren una antena externa para operaciones de 5 GHz) • ZF 7762-T: Conjunto de antenas de banda dual de 2,4 GHz con software interno configurable con elementos direccionales y omnidireccionales de alta ganancia que proporcionan más de 4.096 patrones de antenas únicos (requieren una antena externa para operaciones de 5 GHz)
PUERTOS ETHERNET	• 2 puertos, auto MDX, detector automático RJ45 • 10/100/1000 Mbps: alimentación a través de Ethernet (802.3af) • 10/100 Mbps: alimentación a través de Ethernet (802.3af)
CONDICIONES DEL ENTORNO	• Calificado IP-67 • Temperatura del aire durante el funcionamiento: -40°C - 65° C (-40°F - 149°F), -20°C cuando se deshabilita el calentador • Humedad de funcionamiento: 5% a 100% con condensación
CONSUMO DE ENERGÍA	• 12,95W (PoE) • 15W (12 V CC)

RF (7762, 7762-S)	
ANTENA	• Conjunto de antena adaptativa que proporciona +4.000 patrones de antena únicos (24 para la versión sectorizada)

CAPACIDAD	
ESTACIONES SIMULTÁNEAS	• 256
CLIENTES DE VoIP SIMULTÁNEOS	• Hasta 20

ADMINISTRACIÓN	
OPCIONES DE IMPLEMENTACIÓN	• Independiente (administrado de forma individual) • Administrado por ZoneDirector • Administrado por FlexMaster
CONFIGURACIÓN	• Interfaz de usuario web (HTTP/S) • CLI (Telnet/SSH), SNMP v1, 2, 3 • TR-069 a través de FlexMaster

WI-FI	
ESTÁNDARES	• IEEE 802.11a/b/g/n • Funcionamiento en simultáneo de 2,4 GHz y 5 GHz
VELOCIDADES DE DATOS ADMITIDAS	• 802.11n: 6,5 Mbps - 130 Mbps (20 MHz) 6,5 Mbps - 300 Mbps (40 MHz) • 802.11a: 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9 y 6 Mbps • 802.11b: 11; 5,5; 2 y 1 Mbps • 802.11g: 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9 y 6 Mbps
CADENAS DE RADIO	• 3 x 3: 2
BANDA DE FRECUENCIA	• IEEE 802.11n: 2,4 - 2,484 GHz y 5,15 - 5,85 GHz • IEEE 802.11a: 5,15 - 5,875 GHz • IEEE 802.11b: 2,4 - 2,484 GHz
BSSID	• Hasta ocho por radio (16 en total)
SEGURIDAD INALÁMBRICA	• WEP, WPA-PSK, WPA-TKIP, WPA2 AES, 802.11i • Autenticación a través de 802.1X, base de datos de autenticación local, admisión de RADIUS y Active Directory
CERTIFICACIONES	• EE, UU., Europa, Australia, Brasil, Canadá, China, Egipto, Hong Kong, India, Japón, Corea, Malasia, México, Nueva Zelanda, Filipinas, Singapur, Sudáfrica, Taiwán, Tailandia, Emiratos Árabes Unidos, Vietnam • Cumple con WEEE/RoHS • Certificación Wi-Fi Alliance (Wi-Fi Certified)

GANANCIA DE ANTENA FÍSICA	<ul style="list-style-type: none"> • 7762: 3 dBi (2,4 GHz) • 7762: 5 dBi (5 GHz) • 7762-S: 7 dBi (2,4 GHz) • 7762-S: 5 dBi (5 GHz)
POTENCIA DE RF**	<ul style="list-style-type: none"> • 28 dBm (2,4 GHz) • 26 dBm (5 GHz)
GANANCIA TX SINR BEAMFLEX*	• Hasta 6 dB
GANANCIA BEAMFLEX* SINR RX	• Hasta 4 dB
REDUCCIÓN DE INTERFERENCIAS	• Hasta 15 dB
SENSIBILIDAD RX MÍNIMA	• Hasta -95 dBm

*Las ganancias de BeamFlex son efectos de nivel de sistema estadísticos que se traducen a SINR mejorado aquí y sobre la base de las observaciones en el tiempo en condiciones del mundo real con varios AP y muchos clientes
**La potencia máxima varía según el país

RF (7762-T)	
ANTENA	• Conjunto de antenas adaptables que proporcionan más de 4.000 patrones de antena únicos
GANANCIA DE ANTENA FÍSICA	<ul style="list-style-type: none"> • 5 dBi (2,4 GHz) • 5 dBi (5 GHz)
POTENCIA DE RF**	<ul style="list-style-type: none"> • 28 dBm (2,4 GHz) • 26 dBm (5 GHz)
GANANCIA TX SINR BEAMFLEX*	• Hasta 6 dB
GANANCIA BEAMFLEX* SINR RX	• Hasta 4 dB
REDUCCIÓN DE INTERFERENCIAS	• Hasta 15 dB
SENSIBILIDAD RX MÍNIMA	• Hasta -95 dBm

*Las ganancias de BeamFlex son efectos de nivel de sistema estadísticos que se traducen a SINR mejorado aquí y sobre la base de las observaciones en el tiempo en condiciones del mundo real con varios AP y muchos clientes
**La potencia máxima varía según el país

Información de pedido del producto

MODELO	DESCRIPCIÓN
Access Point al aire libre 802.11n de banda dual ZoneFlex 7762	
901-7762-XX01	7762: Access Point exterior de banda dual 802.11g simultánea administrado de forma centralizada, incluye soporte universal de montaje para poste/pared/techo (902-0165-0000) e inyector de potencia.
901-7762-XX91	7762-T: Access Point exterior de banda dual 802.11g simultánea administrado de forma centralizada, incluye soporte universal de montaje para poste/pared/techo (902-0165-0000) e inyector de potencia.
901-7762-XX51	7762-S: Access Point exterior de banda dual 802.11g simultánea administrado de forma centralizada, incluye soporte universal de montaje para poste/pared/techo (902-0165-0000) e inyector de potencia.

Accesorios opcionales

911-1212-DP01	Antena direccional de 5 GHz, dual polarizada de ganancia de 12,5 dBi y ancho de haz de 120 grados y 3 dBm*
911-0636-VP01	Antena omnidireccional de 5 GHz, con polarización vertical, 5,5 dBi
911-0536-HP01	Antena omnidireccional de 5 GHz, con polarización vertical, 5 dBi
911-0636-VH01	Paquete de un 911-0636-VP01 y un 911-0536-HP01
902-0165-0000	Soporte universal de montaje para poste/pared/techo de repuesto (se vende en cantidades de a 10)
902-0166-0000	Soporte de montaje plano
902-0180-XX00	Inyector PoE, de repuesto (se vende en cantidades de 10 o 100)

TENGA EN CUENTA: Cuando haga el pedido debe especificar la región de destino; para ello, indique -US, -WW o -IL



Especificaciones técnicas del PA Ruckus ZoneFlex 7762

ANEXO 3.3

UBICACIONES DE LOS PAS EXISTENTES



PA TP-Link WA601G ubicado en exteriores de Sala de Computo del Bloque

5



PA TP-Link WA601G ubicado en exteriores de Aula de Clase FT-9 del
Bloque 4



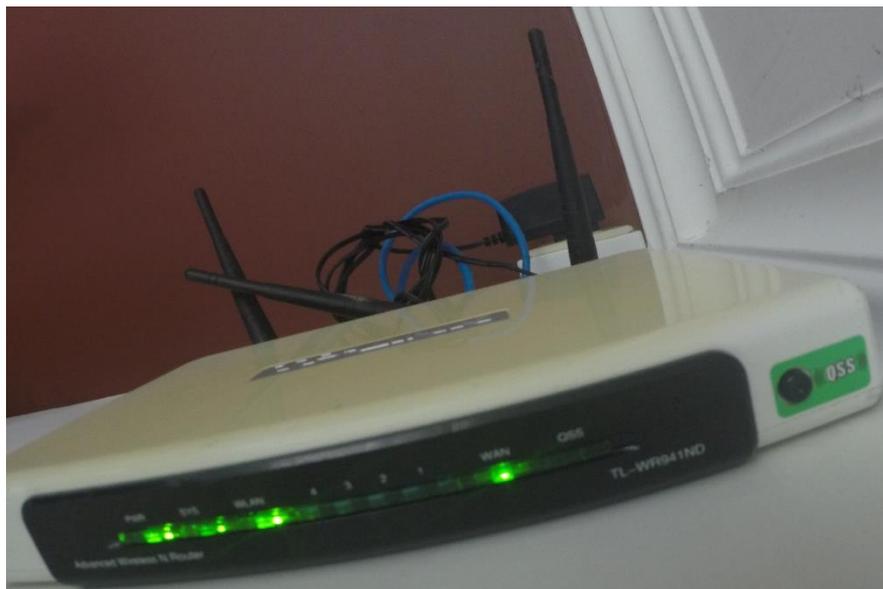
PA TP-Link WA601G ubicado en exteriores de Laboratorio de Neumática del
Bloque 6



PA TP-Link WR2543ND ubicado en la Sala de Lectura del Bloque 4



PA TP-Link WR542G ubicado en el Laboratorio de Electrónica del Bloque 6



PA TP-Link WR941ND ubicado en Decanato del Bloque 7



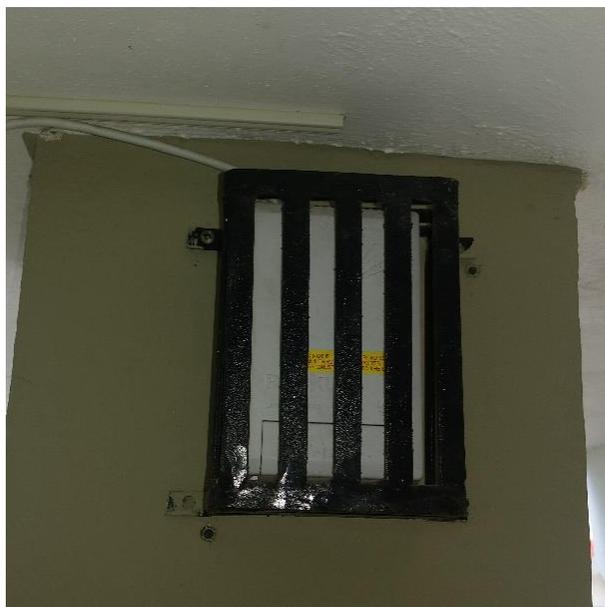
PA TP-Link WR941ND ubicado en exteriores de Aula de Clase FT-2 del
Bloque 3



PA Cisco WRT120N ubicado en la Sala de Profesores del Bloque 7



PA D-Link DIR-615 ubicado en la Oficina del Coordinador Académico del Bloque 7



PA Ruckus ZoneFlex 7025 ubicado en los exteriores del Bloque 7



PA Ruckus ZoneFlex 7025 ubicado en exteriores de Aula de Profesores T.
C. 1 del Bloque 4



PA Ruckus ZoneFlex 7025 ubicado en exteriores de Laboratorio de
Neumática del Bloque 6



PA Ruckus ZoneFlex 7025 ubicado en exteriores de Aula Virtual del Bloque

5



PA Ruckus ZoneFlex 7762 ubicado en exteriores de Aula de Profesores M.

T. del Bloque 4

ANEXO 3.4

DATASHEET DE LA WLC RUCKUS ZONEDIRECTOR 3000

Especificaciones

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
ALIMENTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Suministro de potencia interna de 220 watts Conector 320 IEC, 100 – 250 V CA Universal
TAMAÑO FÍSICO	<ul style="list-style-type: none"> 1RU: 35,52 cm (L); 43,18 cm (A); 4,39 cm (H)
PESO	<ul style="list-style-type: none"> 14 lbs (6,37 kilogramos)
PUERTOS ETHERNET	<ul style="list-style-type: none"> 2 puertos, auto MDX, detección automática 10/100/1000 Mbps, RJ-45
CONDICIONES DEL ENTORNO	<ul style="list-style-type: none"> Temperatura de funcionamiento: 41 °F (5 °C) – 104 °F (40 °C)

CAPACIDAD	
AP ADMINISTRADOS	<ul style="list-style-type: none"> Hasta 500
WLAN (BSSID)	<ul style="list-style-type: none"> 1.024
ESTACIONES SIMULTÁNEAS	<ul style="list-style-type: none"> Hasta 10.000

APLICACIONES	
ZONA ACTIVA	<ul style="list-style-type: none"> WISPr
ACCESO DE INVITADOS	<ul style="list-style-type: none"> Admitido
PORTAL CAUTIVO	<ul style="list-style-type: none"> Admitido
MALLA	<ul style="list-style-type: none"> Admitida
VOZ	<ul style="list-style-type: none"> 802.11e/WMM U-APSD Tunelización a AP

ARQUITECTURA DE RED	
IP	<ul style="list-style-type: none"> IPv4, IPv6, doble pila
VLAN	<ul style="list-style-type: none"> 802.1Q (1 por BSSID), VLAN dinámica
REDUNDANCIA	<ul style="list-style-type: none"> 1+1 con sincronización automática
SERVIDOR DHCP	<ul style="list-style-type: none"> Admitido

ADMINISTRACIÓN	
CONFIGURACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Interfaz de usuario web, CLI, FlexMaster, SNMP v1, v2, v3
AAA	<ul style="list-style-type: none"> RADIUS (principal y respaldo)
APROVISIONAMIENTO DE AP	<ul style="list-style-type: none"> Descubrimiento automático de L2 o L3 Actualización de software automática Optimización de energía y canal automática
APROVISIONAMIENTO DE CLIENTE	<ul style="list-style-type: none"> Zero-IT Configuración de proxy automática
CAPTURA DE PAQUETE INALÁMBRICO	<ul style="list-style-type: none"> Admitido

SEGURIDAD	
ESTÁNDARES	<ul style="list-style-type: none"> WPA, WPA2, 802.11i
CIFRADO	<ul style="list-style-type: none"> WEP, TKIP, AES Clave precompartida dinámica de Ruckus
AUTENTICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> 802.1x, dirección MAC
BASE DE DATOS DE USUARIOS	<ul style="list-style-type: none"> Base de datos interna de hasta 10 000 usuarios Externa: RADIUS, LDAP, Active Directory
CONTROL DE ACCESO	<ul style="list-style-type: none"> L2 (basada en dirección MAC) L3/4 (basadas en IP y protocolo) Aislamiento de cliente de L2 Control de acceso de interfaz de administración WLAN por tiempo
DETECCIÓN DE INTRUSIÓN INALÁMBRICA (WIDS)	<ul style="list-style-type: none"> Detección de AP rogue Prevención de ataque DoS Detección de falsificación de AP/ gemelo malvado Detección ad hoc Protección contra descubrimiento de contraseña

MULTIMEDIA Y CALIDAD DE SERVICIO	
802.11e/WMM	<ul style="list-style-type: none"> Admitido
COLAS DE SOFTWARE	<ul style="list-style-type: none"> Tipo por tráfico (4), por cliente
CLASIFICACIÓN DE TRÁFICO	<ul style="list-style-type: none"> Automático, heurístico y basado en TOS o definido según VLAN
LIMITACIÓN DE VELOCIDAD	<ul style="list-style-type: none"> Admitida
PRIORIZACIÓN DE LA WLAN	<ul style="list-style-type: none"> Admitida
BALANCE DE LA CARGA DE CLIENTES	<ul style="list-style-type: none"> Automático

CERTIFICACIONES	
CERTIFICACIONES	<ul style="list-style-type: none"> EE. UU., Europa, Australia, Brasil, Canadá, Chile, China, Colombia, Ecuador, Egipto, Hong Kong, India, Indonesia, Corea, Malasia, México, Nueva Zelanda, Pakistán, Filipinas, Arabia Saudita, Sudáfrica, Taiwán, Tailandia, Emiratos Árabes Unidos, Uruguay, Vietnam Certificación de la alianza Wi-Fi (Wi-Fi Certified*)

Información de pedido del producto

MODELO	DESCRIPCIÓN
Controladores de WLAN inteligente ZoneDirector 3000	
901-3025-XX00	ZoneDirector 3025 admite hasta 25 Access Points
901-3050-XX00	ZoneDirector 3050 admite hasta 50 Access Points
909-0XXX-ZD00	Actualización de licencia de AP de ZoneDirector 3000 (incrementos de 50 desde 50 hasta 450)

TENGA EN CUENTA: Cuando pida ZoneDirector, debe especificar la región de destino con -US, -EU, -CN, -IN, -JP, -KR, -SA, -UK o -UN en lugar de -XX.



Controladora de Red Ruckus ZoneDirector 3000 ubicada en el Centro de
Cómputo

ANEXO 3.5

DATASHEET DEL PA RUCKUS ZONEFLEX 7782

Especificaciones (7782, 7782-S, 7782-N, 7782-E)

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
ALIMENTACIÓN	<p>Entrada de CA (100-250 VCA 50/60 Hz)</p> <ul style="list-style-type: none"> Inactividad: 8W Típico: 10W Pico: 18W (salida PoE) Pico: 50W (salida PoE de 25W) <p>Entrada PoE</p> <ul style="list-style-type: none"> Inactividad: 6W Típico: 8W Pico: 802.3af/at (salida PoE off) Pico: 44W (salida PoE de 25W)
TAMAÑO FÍSICO	<ul style="list-style-type: none"> 23,9 cm (L), 19,5 cm (A), 11,8 cm (H)
PESO	<ul style="list-style-type: none"> 2,4 Kg
PUERTOS ETHERNET	<p>Entrada PoE</p> <ul style="list-style-type: none"> Entrada PoE 10/100/1000Base-T 802.3, 802.3u, 802.3ab, 802.3at/af hasta de 40W con inyector PoE de alta potencia Soporte de marco Jumbo (2000 byte MTU) <p>Salida PoE:</p> <ul style="list-style-type: none"> Salida PoE 10/100/1000Base-T 802.3, 802.3u, 802.3ab, 802.3at/af de hasta 25W Soporte de marco Jumbo (2000 byte MTU)
ENTORNO	<ul style="list-style-type: none"> Temperatura de funcionamiento: -40 A +65 °C Humedad de funcionamiento: 5% a 100% con condensación

WI-FI	
ESTÁNDARES	<ul style="list-style-type: none"> IEEE 802.11a/b/g/n Funcionamiento en simultáneo de 2,4 GHz y 5 GHz
CADENAS DE RADIO	<ul style="list-style-type: none"> 3 x 3: 3 (2 x 2: 2 para haz estrecho)
POTENCIA DE SALIDA DE RF POR CADENA	<ul style="list-style-type: none"> 23 dBm (2,4GHz) / 21 dBm (5 GHz)
BANDA DE FRECUENCIA	<ul style="list-style-type: none"> IEEE 802.11n: 2,4 – 2,484 GHz y 5,15 – 5,85 GHz IEEE 802.11a: 5,15 – 5,875 GHz IEEE 802.11g: 2,4 – 2,484 GHz
BSSID	<ul style="list-style-type: none"> 32 por radio (64 por AP)
FUNCIONES AVANZADAS DE RADIO	<ul style="list-style-type: none"> Tecnología de antena adaptativa BeamFlex Receptor ML, TxBF y LDPC Análisis de espectro
SEGURIDAD INALÁMBRICA	<ul style="list-style-type: none"> WEP, WPA-PSK, WPA-TKIP, WPA2 AES, 802.11i Autenticación a través de 802.1X, base de datos de autenticación local, admisión de RADIUS y Active Directory
CERTIFICACIONES	<ul style="list-style-type: none"> EE. UU., Canadá, Europa, Argentina, Australia, Brasil, Chile, China, Colombia, Costa Rica, Hong Kong, India, Indonesia, Israel, Japón, Corea, Malasia, México, Nueva Zelanda, Filipinas, Perú, Singapur, Sudáfrica, Taiwán, Tailandia, Emiratos Árabes Unidos, Vietnam Cumple con WEEE/RoHS Certificación Wi-Fi Alliance (Wi-Fi Certified*) Ferrocarril: EN 61373 Golpes y vibraciones; EN 50121-1 EMC Material rodante ferroviario; EN 50121-4 Inmunidad material rodante ferroviario

*La potencia máxima varía según el país

RF (7782, 7782-S, 7782-N)	
ANTENA	<ul style="list-style-type: none"> 7782: Más de 2000 patrones 7782-S: Más de 8 patrones 7782-N: 1 patrón
EIRP MÁXIMO (varía según el país)	<ul style="list-style-type: none"> 7782: 34 dBm (2,4GHz); 32 dBm (5GHz) 7782-S: 39 dBm (ambas bandas) 7782-N: 38 dBm (2,4GHz); 42 dBm (5GHz)
GANANCIA DE ANTENA FÍSICA	<ul style="list-style-type: none"> 7782: 3 dBi (ambas bandas) 7782-S: 6 dBi (2,4GHz); 8 dBi (5GHz) 7782-N: 9 dBi (2,4GHz); 15 dBi (5GHz)
GANANCIA TX SINR BEAMFLEX*	<ul style="list-style-type: none"> Hasta 6 dB
GANANCIA BEAMFLEX* SINR RX	<ul style="list-style-type: none"> Hasta 4 dB
REDUCCIÓN DE INTERFERENCIAS	<ul style="list-style-type: none"> 15 dB
SENSIBILIDAD RX MÍNIMA	<ul style="list-style-type: none"> -101 dBm (2,4GHz); -96 dBm (5GHz)
<p>*Las ganancias de BeamFlex son efectos de nivel de sistema estadísticos que se traducen a SINR mejorado sobre la base de las observaciones en el tiempo en condiciones del mundo real con varios AP y muchos clientes</p>	
RENDIMIENTO Y CAPACIDAD	
ESTACIONES SIMULTÁNEAS	<ul style="list-style-type: none"> 500
CLIENTES DE VoIP SIMULTÁNEOS	<ul style="list-style-type: none"> Hasta 30
ADMINISTRACIÓN	
OPCIONES DE IMPLEMENTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Independiente (administrado de forma individual) Administrado por ZoneDirector Administrado por FlexMaster Administrado por el SmartCell Gateway™ (SCG 200)
CONFIGURACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Interfaz de usuario web (HTTP/S) CLI (Telnet/SSH), SNMP v1, 2, 3 TR-069 a través de FlexMaster

Información de pedido del producto

MODELO	DESCRIPCIÓN
Access Points exteriores ZoneFlex 7782	
901-7782-XX01	7782: Access Point inalámbrico ZoneFlex 7782 gris 802.11n 3x3:3 exterior, antena de 360 grados BeamFlex 2,4GHz/5GHz. Incluye kit de montaje, 1 año de garantía. No incluye inyector PoE. No incluye cable de alimentación CA. Incluye conector CA.
901-7782-XX51	7782-S: Access Point inalámbrico ZoneFlex 7782-S 802.11n exterior, antena de 120/30 grados Sector 2,4GHz/5GHz. Incluye kit de montaje, 1 año de garantía. No incluye inyector PoE. No incluye cable de alimentación CA.
901-7782-XX61	7782-N: Access Point inalámbrico ZoneFlex 7782-N 802.11n exterior, antena de 30/15 grados Sector estrecho 2,4GHz/5GHz. Incluye kit de montaje, 1 año de garantía. No incluye inyector PoE. No incluye cable de alimentación CA.
901-7782-XX81	7782-E: Access Point inalámbrico ZoneFlex 7782-E 802.11n exterior, conectores para antena N-macho de operación de 2,4GHz/5GHz. Incluye kit de montaje, antena GPS y 1 año de garantía. No incluye inyector PoE. No incluye cable de alimentación CA.
Accesorios opcionales	
902-0180-xx00	Inyector de alimentación a través de Ethernet (PoE) (10/100/1000 Mbps) de 1 unidad de enchufe americano
902-0182-0003	1 Soporte de montaje de repuesto para exteriores, metal puro, cualquier ángulo
902-0183-0000	Conector de datos de repuesto, contiene 1 prensacable de datos para protegerlos del clima
902-0185-0000	Conector de CA de repuesto con protección para el clima; 1 conector de 4 clavijas



PA Ruckus ZoneFlex 7782