

DISEÑO DE SOLUCION WI-FI PARA DESCARGA DE DATOS DE REDES
MOVILES 3G

Un Proyecto De Grado Presentado Para Obtener El Título De
Especialista en Gerencia de proyectos de Telecomunicaciones
Universidad Santo Tomas

Luz Andrea Acevedo & Elkin Lamprea
Bogotá

2015

Tabla de Contenidos

Capítulo 1.....	1
1. Resumen Decisorio	1
Capítulo 2.....	3
2. Marco básico de gestión y desarrollo.....	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Planteamiento del problema.....	5
2.3. Formulación del problema	7
2.4. Objetivos	8
2.4.1. Objetivo Central.....	8
2.4.2. Objetivos Específicos.....	8
2.5. Justificación del trabajo	8
2.6. Hipótesis	10
Capítulo 3.....	10
3. Marco Teórico.....	10
3.1. Análisis de alternativas	10
3.1.1. Small cell Vs Wi-Fi Offload	10
3.1.2. Costos RAN (Radio Access Network).....	11
3.2. Selección	13
3.3. Arquitectura y funcionamiento de redes móviles	14
3.4. Evolución	14
3.4.1. Características	17
3.4.2. Tecnología.....	19
3.4.3. Tendencias	25
3.4.4. Estándares 3G	26
3.5. Arquitectura y funcionamiento de redes Wi-Fi	27
3.5.1. Tecnología.....	27
3.5.2. Estándar Wi-Fi 802.11	28
Capítulo 4.....	32
4. Requisitos y especificaciones de red Wi-Fi.....	32
4.1. Ventajas y Desventajas del uso de bandas.....	32
4.1.1. Ventajas de la banda de 2.4 GHz	32
4.1.2. Desventajas de la banda de 2.4 GHz.....	32
4.1.3. Ventajas de la banda de 5.0 GHz	33
4.1.4. Desventajas de la banda de 5.0 GHz.....	33
4.2. Requisitos.....	34
4.2.1. Regulación de espectro	34
4.2.2. Niveles de potencia	35
4.3. Espectro y uso de frecuencias	36
4.3.2. Uso del espectro de radio disponible de dispositivos Wi-Fi 802.11	38
Capítulo 5.....	40

5.	Diseño de solución 3G / Wi-Fi	40
5.1.	Localización.....	40
5.1.1.	Macro localización.....	40
5.1.2.	Micro localización	40
5.1.3.	Identificación de zonas de alta congestión.....	40
5.2.	Diseño red Wi-Fi Offload	41
5.3.	Arquitectura de la solución sobre Wi-Fi.....	43
5.3.1.	Diseño de Wi-Fi RAN (APs).....	46
5.3.2.	Funciones controladora (WAG).....	50
5.3.3.	Funciones de servidor AAA.....	51
5.3.3.1.	Autenticación basada en EAP	52
5.3.4.	Políticas y control de tarificación (PCC)	55
5.4.	Descripción General de los equipos.....	56
5.4.1.	Características Generales AP Indoor	56
5.4.2.	Características Generales AP Outdoor.....	58
5.4.3.	Características del Switch.....	59
5.4.4.	Características de la controladora	61
	Capítulo 6.....	63
6.	Análisis y evaluación de riesgos	63
6.1.	Identificación de riesgos	64
6.2.	Análisis de riesgos	65
5.3.	Evaluación de riesgos	66
	Capítulo 7.....	69
7.	Costos.....	69
	Capítulo 8.....	71
8.	Conclusiones	71
	Lista de referencias	72
	Glosario.....	74

Lista de Tablas

Tabla 1 Proyección incremento global del tráfico de datos.	6
Tabla 2 Cotización para dimensionar mejor opción.	31
Tabla 3 Estadísticas de la red preferida	31
Tabla 4 Dispositivos que utilizan tipos de radio Wi-Fi.	42
Tabla 5 Parametros y resultados aproximados del diseño.	47
Tabla 6 Diagrama de conexión de equipos en sitio de la solución.	49
Tabla 7 Identificación de riesgos del diseño.	64
Tabla 8 Matriz de priorización.....	66
Tabla 9 Mitigación de riesgos.....	67
Tabla 10 Evaluación de alternativas	68
Tabla 11 Listado de materiales	69
Tabla 12 Costo variable y fijo del diseño 3G/ Wi-Fi Offload	70

Lista de imágenes

Imagen 1 Aumento exponencial en datos móviles.	7
Imagen 2 Costos de la operación por tecnologías.....	12
Imagen 3 Evolución de la telefonía Móvil.....	17
Imagen 4 Tecnología GSM, UMTS y LTE.	19
Imagen 5 Arquitectura GSM.....	20
Imagen 6 Arquitectura UMTS.	22
Imagen 7 Arquitectura LTE.	24
Imagen 8 Regulación de frecuencia para bandas Wi-Fi.	36
Imagen 9 Rango de frecuencias usado por equipos Wi-Fi.	37
Imagen 10 Frecuencias que se superponen desde los 2.4 GHz hasta los 2.48GHz.	38
Imagen 11 Frecuencias que NO se superponen desde los 2.4 GHz hasta los 2.48GHz. ..	39
Imagen 12 Diseño de la red Wi-Fi.	41
Imagen 13 El core del diseño Offload.	45
Imagen 14 Conexiones red Wifi/Core Red Movil.	50
Imagen 15 Access Point Indoor.	57
Imagen 16 Access Point Outdoor.	58
Imagen 17 Switch de 8 puertos 10/100/1000BaseT.	60
Imagen 18 Controladora SCG 200.....	62

Capítulo 1

1. Resumen Decisorio

Hoy en día las Telecomunicaciones Móviles hacen parte fundamental de las vidas de las personas. "Que se quede cualquier cosa menos el celular", esto es debido a que no es simplemente un dispositivo si no un facilitador de vida, las personas lo usan desde el inicio de su día para consultar el tráfico, ver las noticias, llamar a sus seres queridos o hacer una transacción en el banco o en situaciones de urgencia en donde es crucial tener disponible el servicio. Así como también es de crucial importancia para empresas donde el Core de la misma depende exclusivamente de este servicio

Por esto mismo la demanda es cada vez más grande y más exigente debido a que las aplicaciones son cada vez más robustas y exigen mayor cantidad de recursos.

El proyecto Diseño de solución Wi-Fi para descarga de datos de redes móviles 3G, se realiza con el objetivo de investigar y construir la mejor solución para optimizar la calidad y la percepción de servicio para zonas de redes móviles congestionadas.

Wi-Fi offload a diferencia de otras alternativas, ofrece grandes ventajas identificadas al realizar la investigación, un análisis de riesgos y de costos. Que nos da como resultado; una opción viable y rentable entregando a los operadores: Mayor ancho de banda, altas velocidades, liberación del espectro y una opción económica para interiores y exteriores urbanos.

Adicionalmente es un servicio transparente para el usuario, seguro y dimensionado de acuerdo a un número de personas aglomeradas en zonas de alta congestión. Otorgando al usuario la calidad del servicio que esperan al acceder a la red de datos móviles, lo que influirá positivamente en la percepción del cliente que mide directamente el efectivo desempeño de la empresa.

Capítulo 2

2. Marco básico de gestión y desarrollo

2.1. Antecedentes

La tecnología inalámbrica existente tiene uso en el mundo entero desde principios de los 90, aunque inicialmente fue creada por diferentes fabricantes de manera desordenada, generando por ende dificultades en la comunicación con otros.

A finales de los años 90, compañías como Lucent, Nokia o Symbol Technologies, se reunieron para crear una asociación conocida como WECA (Wireless Ethernet Compatibility), que en 2003 pasó a llamarse Wi-Fi Alliance, cuyo objetivo, era no sólo el fomento de la tecnología Wi-Fi, sino establecer estándares para que los equipos con esta tecnología inalámbrica fueran compatibles entre sí.

En abril de 2000 se establece la primera norma: Wi-Fi 802.11b, que utilizaba la banda de los 2.4 GHz y que alcanzaba una velocidad de 11Mbps. Tras esta especificación llegó 802.11a, que generó algunos problemas entre Estados Unidos y Europa por la banda que se utilizaba (5 GHz). Mientras que en Estados Unidos esta banda estaba libre, en Europa estaba reservada para fines militares, lo cual detuvo el avance de esta tecnología inalámbrica, sobre todo teniendo en cuenta que la mayoría de los fabricantes de dispositivos (norteamericanos en su mayor parte), tardaron en reaccionar ante la imposibilidad de vender sus productos en el viejo continente.

Posteriormente, se aprobó una nueva especificación, 802.11g y b, que utilizaba la banda de los 2,4GHz pero multiplicaba la velocidad hasta los 54Mbps.

En el momento en que tres especificaciones incompatibles se encontraban en el mercado, se empezaron a crear equipos capaces de trabajar con las tres, saltando “en caliente” de unas a otras, con soluciones que se etiquetaban como multipunto.

Cuando se da este caso la banda de los 5GHz, anteriormente reservada para usos militares, se habilitó también para usos civiles, lo que fue un gran adelanto no sólo porque en ese momento ofrecía la mayor velocidad, sino porque no existían otras tecnologías inalámbricas, que utilizan la misma frecuencia.

Hoy estamos inmersos en la especificación 802.11n, que trabaja a 2,4GHz a una velocidad de 108 Mbps, una velocidad que gracias a diferentes técnicas de aceleración, es capaz de alcanzar 802.11g.

La tecnología continúa avanzando y actualmente se está haciendo uso de Wi-Fi no solo en interiores sino también en exteriores debido a que dentro de las tecnologías inalámbricas es una de las que manejan un mayor ancho de banda y permite navegar a altas velocidades.

Se está dando un fuerte crecimiento en despliegues de Wi-Fi para realizar la descarga de datos móviles por medio de Wi-Fi, este se ha venido implementando desde el 2010 en países de Latinoamérica como Argentina y Brasil sobre todo en áreas de alta

concentración en zonas indoor, como centros comerciales o aeropuertos y zonas outdoor como en estadios y zonas comerciales de alto tráfico.

2.2. Planteamiento del problema

Las redes de datos móviles avanzan rápidamente así como también lo hacen las tecnologías de la información, los cambios son constantes y la forma en que las personas se adaptan a ellos, es cada vez más fácil. En la actualidad las actividades digitales se están convirtiendo en parte de la rutina diaria del usuario, las personas diariamente realizan algún tipo de consulta o transacción a través de cualquier dispositivo habilitado con internet, lo que hace sus vidas más fáciles debido a que consultas y transacciones de temas distintos que antes tomaban largo tiempo, ahora se pueden realizar desde un solo lugar.

Esto viéndolo del lado de la red no tiene las mismas ventajas, la disponibilidad de dispositivos económicos y la necesidad de estar conectados en todas partes a altas velocidades, continuará impulsando el aumento en la penetración y uso de dispositivos y servicios de telecomunicaciones. Lo que incrementa el uso de datos de las redes móviles en poco tiempo.

Grandes y reconocidas empresas han realizado proyecciones acerca del tráfico en redes móviles y los resultados no se alejan mucho al crecimiento que los proveedores de este servicio han experimentado en los últimos años, no solo en tráfico sino también en velocidad.

Según estudios realizados se prevé que la velocidad media de las conexiones móviles se multiplique por 7 entre 2012 (0,5 Mbps) y 2017 (3,9 Mbps). Esta velocidad es un factor clave para soportar el incremento previsto en el tráfico global de datos móviles. [1]

Tabla 1 Proyección incremento global del tráfico de datos.

(kbps)	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Incremento anual
Velocidad media de las conexiones móviles	526	817	1.233	1.857	2.725	3.898	49%
Velocidad media de las conexiones mediante Smart phones	2.064	2.664	3.358	4.263	5.284	6.528	26%

Fuente: Resultados obtenidos de Cisco Global Internet Speed Test (GIST) (parte del programa Cisco VNI) y otras pruebas de velocidad independientes. La aplicación Cisco GIST suma más de 1 millón de usuarios globales. Estas previsiones incluyen únicamente la velocidad de las conexiones celulares (no las WiFi) y se basan en extrapolaciones de los datos históricos sobre la velocidad de conexión a las redes móviles.

Por otro lado según estudios realizados por una reconocida empresa el tráfico móvil de datos a diferencia del de voz aumento exponencialmente entre el 2010 y el 2015, casi 5 veces y en proyección de aquí al 2020 incrementara casi en la misma medida, lo que obliga a los operadores móviles a ampliar sus redes y a buscar diferentes opciones para mantener su capacidad con respecto a la demanda de este servicio.

Tráfico móvil, América Latina (PetaBytes mensuales)

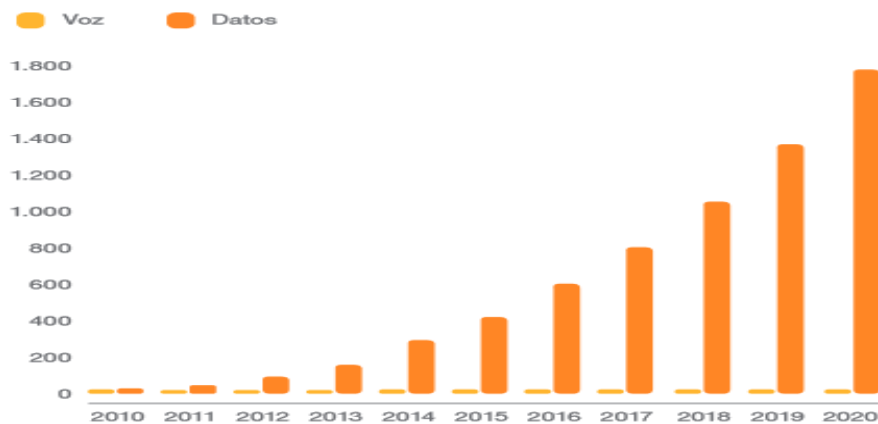


Imagen 1 Aumento exponencial en datos móviles.

Hoy en día, los usuarios esperan una conectividad móvil permanente, con una señal que les permita una buena experiencia de acuerdo a sus necesidades. Ciertamente, el auge de los dispositivos, aplicaciones, contenido digital y servicios demanda mejores redes en cuanto a capacidad, velocidad y cobertura. Estas nuevas exigencias solo se podrán satisfacer con redes de alto desempeño. [2]

2.3. Formulación del problema

¿Cómo mejorar la calidad del servicio de datos en redes móviles 3G en Colombia en sitios con alta concentración de personas?

2.4. Objetivos

2.4.1. Objetivo Central

Diseñar la solución de desvío del tráfico de datos de redes 3G a redes Wi-Fi (Offload) para evitar la congestión y mejorar la calidad de servicio de la red celular.

2.4.2. Objetivos Específicos

- Diseño de red Wi-Fi a partir de la topología actual de la red móvil definiendo esquemas de interconexión para mantener políticas de calidad en el servicio de datos.
- Identificación de zonas de alta concentración de usuarios y alta densidad de tráfico de datos.
- Estudiar los costos requeridos para la solución e identificar su variación de acuerdo al lugar de implementación.

2.5. Justificación del trabajo

Las redes de datos móviles vienen creciendo a grandes velocidades y cada vez con más exigencia en los últimos años. Los usuarios exigen que su servicio de datos, sea prestado de acuerdo a su necesidad. Es una herramienta de trabajo imprescindible y cada día es utilizada con mayor frecuencia. Actualmente se requiere no solo que se pueda tener acceso a la red y ajustar a la velocidad que esta le entrega como era la demanda hace un par de años. Actualmente los usuarios requieren ver sus videos en alta definición, tener la información de internet disponible en cualquier momento, hacer la mayor

cantidad de transacciones posibles desde su Smartphone o Tablet para evitar desplazamientos y hacer todo en menor tiempo y para los proveedores el trabajo se vuelve cada vez más complejo, debido a que en muchos casos se tienen problemas para instalar más antenas y el espectro asignado es limitado.

Esto genera en lugares de alta concentración de usuarios, congestión de tráfico, interferencia entre otras, lo que afecta principalmente la calidad del servicio y la experiencia del usuario se hace negativa, debido a que se podría percibir lentitud, intermitencia o en algunos casos rechazo del servicio.

El diseño de una red de descarga Wi-Fi (Wi-Fi Offload) tiene como objetivo proporcionar a los proveedores de servicio de telecomunicaciones móviles en sus redes de datos, una opción para mejorar el servicio entregado a sus clientes.

Wi-Fi Offload se refiere al tráfico de los dispositivos de modo dual que soporta la conectividad celular y Wi-Fi, a través de redes Wi-Fi. La descarga de datos se produce a nivel de usuario o dispositivo, cuando se cambia de una conexión celular a una conexión Wi-Fi lo que permitirá, por medio de APs (Puntos de acceso) implementados estratégicamente, aumentar la capacidad, en términos de acceso a la red y de velocidad, en zonas donde se tiene alta concentración de usuarios y la ocupación de la red sobrepasa los umbrales máximos para dar un buen servicio.

2.6. Hipótesis

El diseño de una solución Wi-Fi para dar una mejora a la congestión de las redes móviles en Colombia, con la descarga del tráfico de datos, mejorara tanto la calidad del servicio en sitios de alta concentración de tráfico como la cobertura y permitirá a los operadores ofrecer acceso inalámbrico de mayor capacidad a un costo más bajo por bit.

Capítulo 3

3. Marco Teórico

3.1. Análisis de alternativas

3.1.1. Small cell Vs Wi-Fi Offload

Las tecnologías de redes complementarias que actualmente están siendo utilizadas por la industria para la descarga de datos móviles son Wi-Fi y Smallcells.

Las Smallcells utilizan tecnologías de radio celulares estándar, por lo que cualquier dispositivo móvil es capaz de realizar la descarga de datos, aunque se necesita alguna modificación para dar cabida a las diferentes conexiones de backhaul. Por otra parte, las tecnologías de radio celular se basan en la capacidad de hacer una planificación de la red dentro del espectro asignado. Por lo tanto, puede llegar a ser difícil, tanto técnicamente como a nivel de negocio, desplegar las Smallcells.

La tecnología Wi-Fi es una tecnología diferente de radio celular, pero los dispositivos móviles con capacidad para el acceso a Internet, ahora vienen con capacidad

Wi-Fi. Ya hay millones de redes Wi-Fi instaladas principalmente en áreas congestionadas, como aeropuertos, hoteles y centros comerciales de las ciudades y el número está creciendo rápidamente. Estas redes Wi-Fi actualmente están muy fragmentadas, pero recientemente se han realizado esfuerzos para consolidarlas contando con la autenticación y seguridad provista por las redes macro.

Las redes Wi-Fi ofrecen velocidades de descarga en áreas locales a un costo inferior que el ofrecido por las Smallcell, para aquellos dispositivos duales que cuentan con las dos tecnologías incorporadas.[21]

El costo/efectividad de implementar y expandir redes Wi-Fi supera a las redes 3G/4G, pero también es cierto la facilidad con que se puede ofrecer la capacidad adecuada en áreas de densa cobertura interior.

3.1.2. Costos RAN (Radio Access Network)

Calculando los costos por bits basados en el costo de operación de una sola Macrocell (suponiendo tres sectores), Smallcell (un sector) y Wi-Fi (Puntos de acceso) del tráfico transportado.

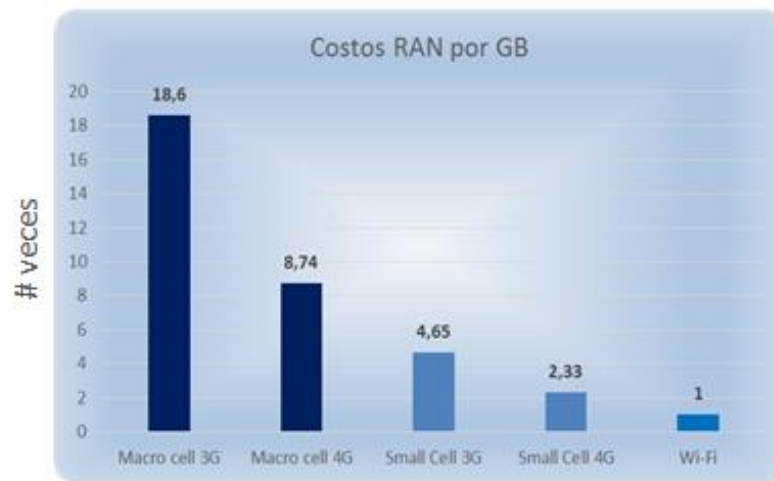


Imagen 2 Costos de la operación por tecnologías.

Las Macrocell 3G son la forma más costosa para el transporte de tráfico, debido a su rendimiento más bajo, Sobre una base per-bit, una Macrocell 3G cuesta casi 19 veces más que un punto de acceso Wi-Fi. El costo de una pequeña célula 3G es casi nueve veces la del Wi-Fi, y casi dos veces mayor que la de las células macro 4G.

4G es más económico que el 3G, pero aún más caro que el Wi-Fi. Las Macrocell 4G cuestan 4,65 veces en instalación y operación lo que los puntos de acceso Wi-Fi, las Smallcell 4G cuestan 2,33 veces Wi-Fi. La disminución de costos a medida que avanzamos a partir de las Macrocell 4G a Wi-Fi es debido a los menores costos totales de Smallcell en comparación con las Macrocell, el mayor rendimiento es Wi-Fi offload (esto reduce los costos por bit), y el menor costo de instalar y operar equipos Wi-Fi en comparación con la red celular.

Wi-Fi offload es más que una tecnología de acceso que los suscriptores les gusta usar a causa de rendimiento, disponibilidad y costo. Esta solución proporciona a los operadores una interfaz de radio adicional que complementa su infraestructura inalámbrica, añadir capacidad en los que más lo necesitan: las zonas comunes de alta densidad y espacios interiores.

El análisis muestra que, cuando se despliega junto a las redes de telefonía celular, Wi-Fi offload tiene un coste total de propiedad más bajo por bit que el 3G y 4G, tanto para las Macrocell y Smallcell, debido a Wi-Fi combina bajos costos con sitio con mayor ancho de banda.

Creciente interés de los operadores en la construcción y la gestión de su propia infraestructura Wi-Fi, junto con la eficiencia de costos de la tecnología Wi-Fi, generará crecimiento del tráfico móvil encaminado a través de Wi-Fi. [16]

3.2. Selección

La solución descarga de Wi-Fi (Wi-Fi offload) en la red celular, ofrece a los operadores ventajas diferenciadoras que otro tipo de soluciones no logra dar. A pesar que el objetivo es la descarga de datos y es un servicio que también se logra con la implementación de Smallcells. Wi-Fi tiene un valor agregado que logra entregar al operador, una mejor opción para la congestión de su red, como son:

- Mayor ancho de banda
- Altas velocidades
- Permite liberar espectro para servicios Premium que ofrezca el operador.
- Los operadores pueden proporcionar una experiencia interior y exterior transparente para el usuario.
- Wi-Fi Offload es una opción económica perfecta para hacer frente a los problemas de cobertura y capacidad en interiores y exteriores urbanos.[15]

3.3. Arquitectura y funcionamiento de redes móviles

3.4. Evolución

El Señor Martin Cooper en el año de 1973 fue el pionero en utilizar esta tecnología y es considerado como padre de la telefonía celular en estados unidos mientras trabajaba para Motorola, pero después de 6 años aparecieron los primeros sistemas comerciales en Tokio por la compañía NTT. Esta tecnología tuvo una gran aceptación lo que género que en pocos años se comenzara a saturar el servicio y hubo la necesidad de implementar formas de acceso múltiple al canal y transformar sistemas análogos a digitales, con esto buscaban cabida a más usuarios. Esto se ha dividido en diferentes generaciones.

1G Primera Generación: Esta generación surgió a principio de los años 80 utilizando la tecnología analógica tradicional por cables y prestando el servicio de voz, la transmisión de estas celdas no tenían buena calidad de audio y la tecnología predominante de esta

generación fue el Sistema Avanzado de Telefonía Móvil AMPS la cual se empleó con mayor fuerza en estados unidos.

2G Segunda Generación: A diferencia de la generación anterior esta es digital en su totalidad, se comenzó a mediados de los años 90 y presento avances en la telefonía móvil con dimensiones más pequeñas y con una conexión más veloz que la anterior sin duda el crecimiento de la telefonía móvil fue tan grande que comenzaron a tener herramientas como los SMS (Short Message Service) mensajes de texto, esto fue posible a través de GSM (Global System for Mobile) un sistema estándar de telefonía móvil digital.

También en esta generación encontramos una técnica de transmisión de señales digitales llamada TDMA (multiplexación por división de tiempo), Incluye los estándares GSM creado en 1991.

2.5G Extensión de la Segunda Generación: Un servicio mediante la conmutación de paquetes para la transmisión de datos, ofreciendo una mayor velocidad en la transferencia de archivos. Los primeros servicios que se comenzaron a utilizar son: WAP (Wireless Application Protocol), MMS (Multimedia Messages Service) y navegación a internet. Hoy en día es uno de los mejores estándares del mundo a nivel de telefonía móvil 2.5G (GPRS) y 2.75G (EDGE).

3G Tercera Generación: también conocida con el nombre de UMTS, la evolución fue en el año 2001 y la gran innovación de esta tecnología fue la capacidad de voz y datos a mayores velocidades, estos servicios de la tercera generación permiten al usuario la posibilidad de transferir voz y datos en una simple comunicación telefónica o una

videoconferencia, descargas de programas, videos, intercambio de correos electrónicos, mensajería instantánea además dispone de una gran variedad de servicios, también ofrece una alta gama de equipos con diferentes aplicaciones adaptadas a la necesidad del usuario. El auge y uso masivo de los Smartphone (teléfonos inteligentes).

4G Cuarta Generación: Es el nuevo estándar de la norma 3GPP LTE (Long Term Evolution), un gran avance tecnológico que se hace distinguir de las anteriores generaciones, esta emplea únicamente redes IP. Todos los datos, serán transmitidos por intermedio de paquetes conmutados, con una velocidad que estará por encima de 1 Gbps, además de contar con mayor ancho de banda para garantizar una gran resolución entre los equipos de 4G que mejora notablemente la televisión de alta definición, video conferencias, juegos, servicios de internet en la nube y la transferencia de datos en general.

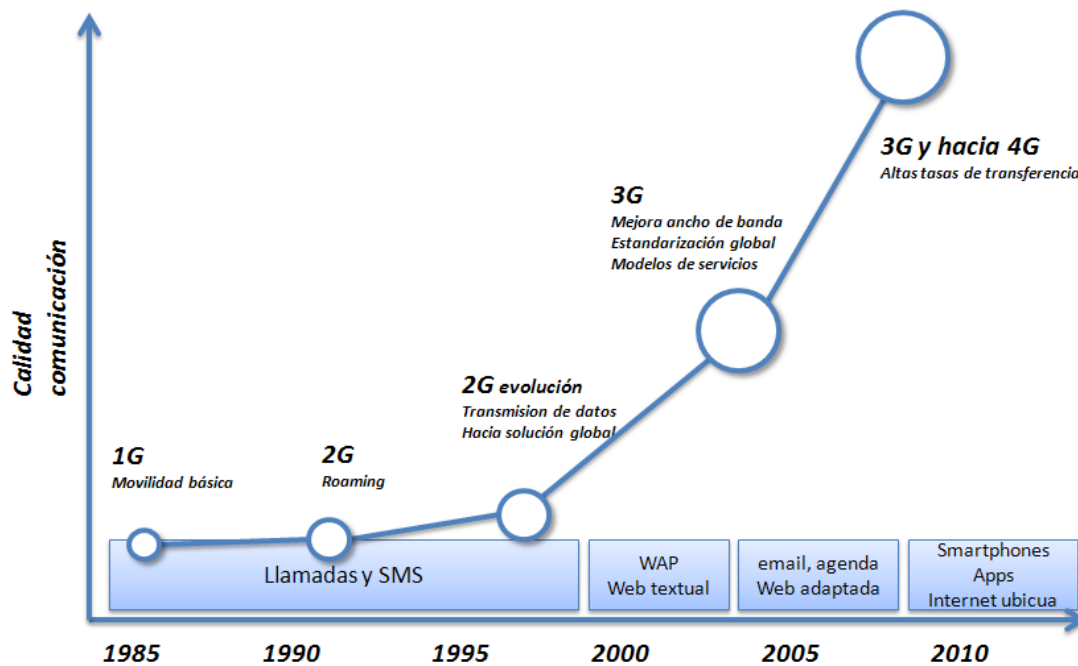


Imagen 3 Evolución de la telefonía Móvil

3.4.1. Características

3.4.1.1. 2G Segunda Generación

- Protocolos analógicos implementados desde 1990 hasta 2000 (AMPS, TACS, ETACS)
- Contempla las tecnologías móviles GSM, TDMA y CDMA
- Generación al SMS
- Permite encriptación de datos

3.4.1.2. 2.5G Extensión de la Segunda Generación

- Paso intermedio entre 2G y 3G

- Contempla transmisión de datos de 56 kbit/s a 115 kbp/s
- Permite navegación WAP, envío de MMS y servicios IPV4 (internet)
- Tecnología de transmisión de datos GPRS
- Alcanza velocidades de transmisión de datos hasta 236.8 kbit/s
- Tecnología de transmisión de datos EDGE

3.4.1.3. 3G Tercera Generación

- Es posible hablar y transmitir datos simultáneamente
- Permite internet, tv móvil y video llamadas
- Tecnología de transmisión de datos W-CDMA
- Alcanza velocidades de transmisión de 2 hasta 14 mb/s
- Tecnología de transmisión de datos HSDPA
- Se actualiza todas las redes 3G y pasan a redes 3.5G
- Tecnología de transmisión de datos HSUPA

3.4.1.4. 4G Cuarta Generación

- Wi-Max y LTE son los protocolos que más se le acercan
- Compatibilidad con IPv6
- Requiere velocidades de 100 Mb/s en movimiento de 1 Gb/s en reposo
- Handoff transparente entre diferentes antenas
- Soporte de QoS
- Diseñada para la transmisión y streaming de video HD

- Baja latencia, ideal para juegos online

3.4.2. Tecnología

En una red móvil actualmente se encuentran tres generaciones funcionando simultáneamente y cada una de estas con elementos diferentes. La evolución de estas tecnologías permite que los usuarios puedan conectarse a través de elementos comunes, pasando de una a otra, incluso durante una llamada o una conexión de datos.

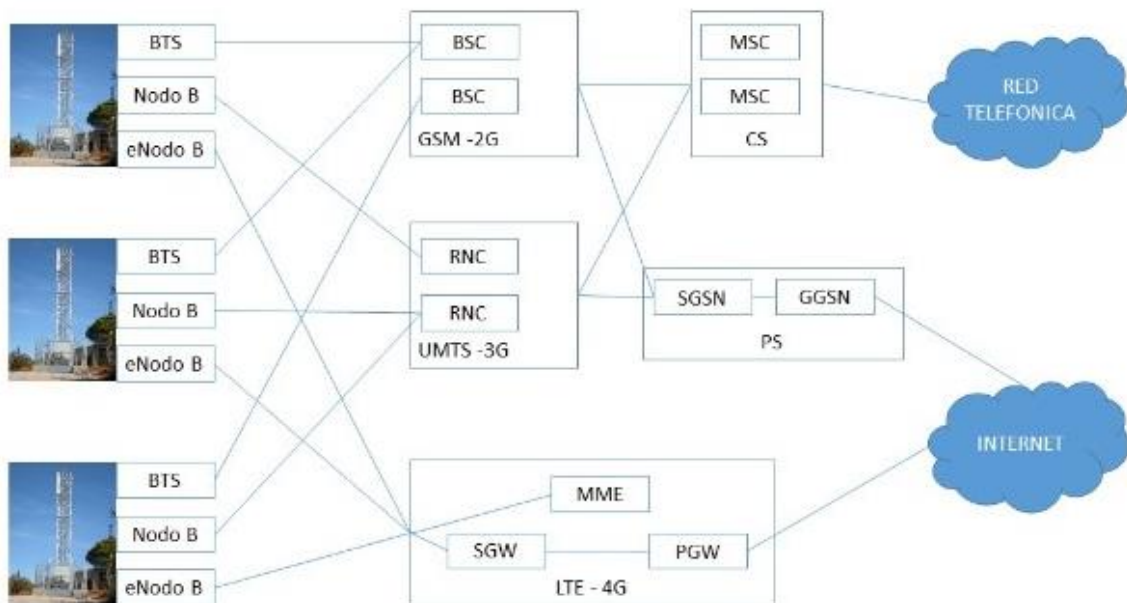


Imagen 4 Tecnología GSM, UMTS y LTE.

3.4.2.1. Arquitectura GSM

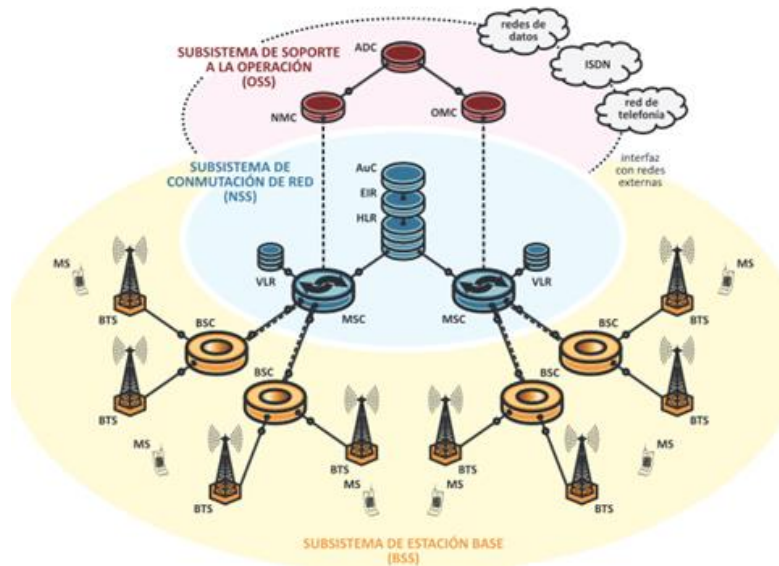


Imagen 5 Arquitectura GSM.

Estación Móvil (MS): Este es el punto de acceso a la red móvil. Se divide en dos módulos ME (Mobile Equipment) que es el terminal y está identificado por el IMEI (International Mobile Equipment Identity) número de 15 cifras y utilizado por el EIR.

Estación Base (BSS): Controla la interfaz radio y se divide en BTS (Base Transceiver Station) se encarga de la conectividad entre la red y las estaciones móviles ya que puede haber una o más por BSS. BSC (Base Station Controller) controla los recursos de radio para las BTS conectadas. Gestión y configuración del canal radio y gestión de los handover.

MSC (Mobile Switching Center): Se encarga de enrutar el tráfico de las llamadas entrantes y salientes y de la asignación de canales de usuario en la interfaz entre la MSC y la BSC.

HLR (Home Local Register): Base de datos central o distribuida que contiene información sobre el usuario y administra la de los abonados, mantiene y actualiza la posición del móvil y la información de su perfil de servicio.

VLR (Visitor Local Register): Base de datos temporal que contiene información del abonado, diseñado para no sobrecargar el HLR. Guarda localmente la misma información que el HLR, cuando el abonado se encuentra en modo de itinerancia (roaming).

AUC (Authentication Center): Verifica si el servicio es solicitado por un abonado legítimo. Genera y almacena información relativa a la seguridad, genera las claves usadas para autenticación y encriptación, la autenticación se produce cada vez que el MS se conecte a la red.

EIR (Equipment Identity Register): Verifica si un ME está autorizado para acceder al sistema. Cada vez que un ME intenta acceder a la red la MSC verifica mediante el EIR la lista a la que pertenece el ME, tomando las acciones necesarias verificándolas en las tres Listas:

- Lista Blanca: contiene los IMEI que pueden acceder a la red.
- Lista Gris: contiene IMEI marcados y no homologados. Son monitoreados por la red, pudiéndose determinar su localización y el SIM que está siendo usado.

- Lista Negra: contiene IMEI bloqueados. Formada entre otros por IMEI robado a los cuales se les niega el acceso a la red.

3.4.2.2. Arquitectura UMTS

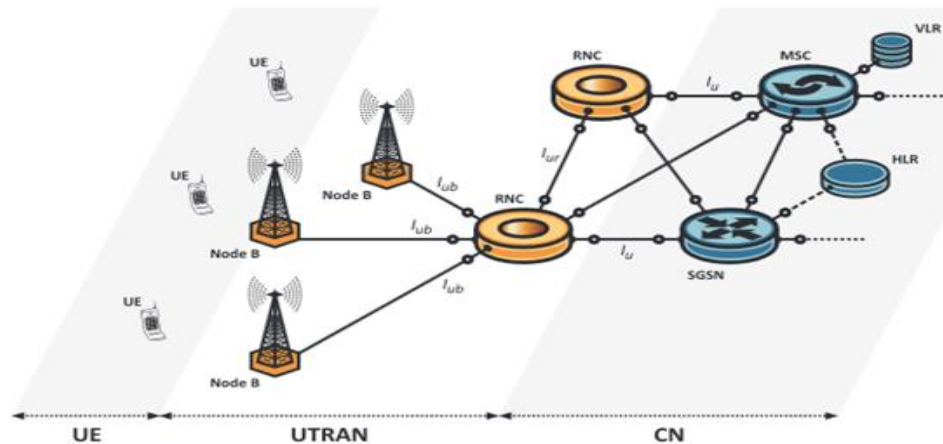


Imagen 6 Arquitectura UMTS.

Equipo de usuario (UE): Es el equipo que el usuario trae consigo para lograr la comunicación con la estación base en el momento que lo desee y en el lugar donde exista cobertura de la red.

Nodo B: Es el equivalente en UMTS del BTS de GSM, puede dar servicio a una o más células, implementación lógica de O&M, mapeo de los recursos lógicos del nodo B.

RNC (Radio Network Controller): Controla uno o varios nodos B, maneja los recursos de transporte de interfaz I_u , control de los recursos lógicos del nodo B, Manejo de la información del sistema, manejo del tráfico de los canales compartidos.

MSC (Mobile Switching Center): Es una pieza clave basada en la conmutación de circuitos (Servicio de voz), tiene la misma función que realiza en GSM, es decir, la BSS de GSM y el RNC de UTRAN se pueden conectar con el mismo MSC, gracias a los interfaces de conexión, maneja parámetros de encriptación, intercambio de señalización entre diferentes interfaces.

SGSN (Serving GPRS Support Node): Es un componente básico de la red basada en la conmutación de paquetes. El SGSN se conecta con UTRAN mediante la interfaz Iu-PS y con el GSM-BSS mediante interfaz Gb, contiene dirección PDP, información de la ubicación y contiene el número del VLR.[3]

3.4.2.3. Arquitectura LTE

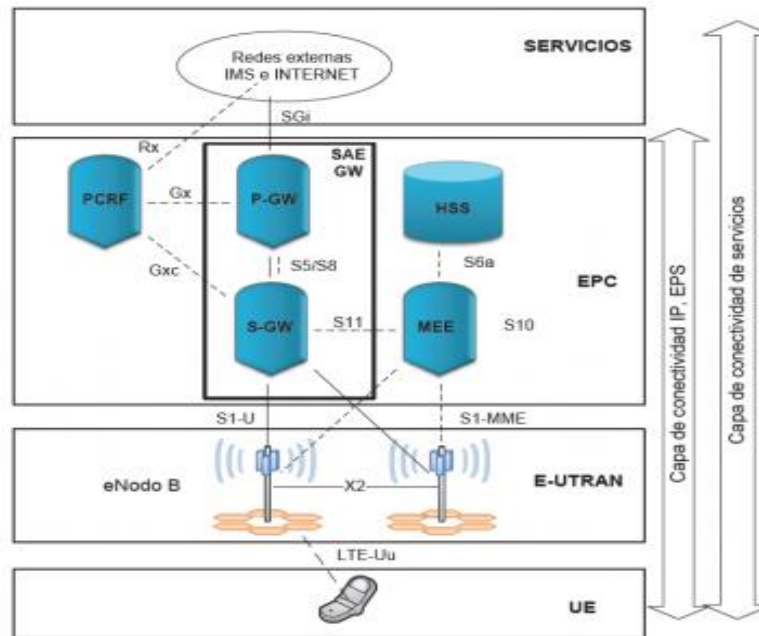


Imagen 7 Arquitectura LTE.

Equipo de usuario (UE): dispositivo que permite al usuario acceder a los servicios de la red, el equipo de usuario se conecta a la red de acceso a través de una interfaz radio.

ENode B (Enhanced Node B): Es el elemento situado en cada plaza de cuarta generación o LTE. En este caso incorpora las funciones del elemento RNC por lo que no hay ningún controlador. El elemento eNode B se conecta directamente a una red TCP/IP (similar a Internet) pero particular del operador. Toda la comunicación es TCP/IP por lo que no hay llamadas de voz y el teléfono tiene que pasar a 2G o 3G para realizar una llamada de voz. En el futuro se implantará las llamadas en VoIP (voice over IP) para permitir conexiones de voz y datos en 4G

MME (Mobility Management Entity): El MME obtiene datos del suscriptor a través de la información almacenada en el HSS. El MME autentica, autoriza y selecciona el PDN apropiado para establecer el enlace entre el E-UTRAN a las redes o servicios externos. También realiza funciones de administración de movilidad y recolecta información de cobro. Proporciona conectividad entre el Nodo B y la red GWM/UMTS existente a través del SGSN (serving GPRS Support Node).

SGW (Serving Gateway): El SGW es un equipo de plano de usuario que es controlado por el MME. Es un punto de monitoreo de las políticas de conexión y servicio establecidas en el PCRF (Policy and Charging Rules Function).

PGW (PDN Gateway): El PGW puede ser comparado con las funciones realizadas por el GGSN pero además tiene un importante rol en el control de la movilidad. El PGW asigna la dirección IP al UE.

HSS (Home Subscriber Server): El HSS almacena y administra todo lo relativo a los datos de suscripción de los usuarios.

3.4.3. Tendencias

Está claro que la telefonía celular en Colombia como sucede en otros países de América Latina está alcanzando niveles de penetración del 100%, por lo que a este punto, prácticamente todas las necesidades de servicios de voz estarían satisfechas y los nuevos usuarios en dicho segmento serían bastante escasos.

Según el más reciente informe del Ministerio de Tecnologías de la Información y las

Comunicaciones (TIC), hasta marzo de 2012 había en el país 51.805.523 líneas de celular activas, es decir, el número de tarjetas SIM activadas hoy en Colombia supera el de habitantes.

Sin embargo, en lo que se refiere a servicios de transmisión de datos móviles (el segmento con más potencial en el sector), la penetración alcanza apenas un 5%. De ahí que los operadores hayan tenido que adecuar sus servicios a los avances tecnológicos para ofrecer planes que combinan voz y datos, y para el celular servicios financieros, antivirus, pólizas, aplicaciones desde sus propias tiendas virtuales y servicios en la nube, entre otros.

Así mismo, para activar una línea celular en el país los usuarios cuentan con siete opciones distintas de proveedores del servicio, cuatro operadores móviles: (Claro, Movistar, Tigo, Avantel); uno híbrido: UNE (también ofrece planes de datos apoyado en la red Tigo); y dos operadores móviles virtuales (OMV) como Uff Móvil y ETB.[8]

3.4.4. Estándares 3G

WCDMA (Acceso múltiple por división de código de banda ancha) Tecnología utilizada por UMTS, es la tecnología de acceso móvil en la que se basan varios estándares de telefonía móvil de tercera generación 3G, entre ellos el estándar UMTS. Frente tecnologías de acceso anteriores, fundamentalmente TDMA (Acceso por división de tiempo) y FDMA (acceso por división en frecuencia), WCDMA proporciona una mayor eficiencia espectral, lo que permite proporcionar mayores tasas binarias, que pueden llegar a los 2 Mbps y una gran flexibilidad para transportar diferentes tipos de

servicios en el acceso radio (voz y datos con diferentes tasas binarias).

HSPA último estándar de internet móvil 3, también conocido como (HSPA Evolucionado), es un estándar de internet móvil definido en la versión 7 de 3GPP y posteriores.

Provee velocidades de hasta 84 Mbps de bajada y 22 Mbps de subida, a través de una técnica multi-antena conocida como MIMO (Múltiple-Input Múltiple-Output) y modulación 64-QAM. Sin embargo, estas velocidades representan picos teóricos que difícilmente se llegan a alcanzar. Al lado de la celda (sector, máximo 3 sectores por sitio), se alcanzan velocidades apenas superiores a los 14.4 Mbps de HSDPA, a menos que se utilice un canal mayor a los 5 MHz. Las versiones posteriores de HSPA soportarán velocidades de hasta 168 Mbps utilizando múltiples portadoras, y hasta 672 Mbps según lo propuesto para la versión 11 de 3GPP, utilizando técnicas avanzadas de antena.

3.5. Arquitectura y funcionamiento de redes Wi-Fi

3.5.1. Tecnología

Wi-Fi es una tecnología inalámbrica la cual trabaja enviando paquetes de información y establece la comunicación entre diferentes dispositivos mediante la emisión y recepción de ondas de radio, las cuales corresponden a una banda específica del espectro electromagnético y pueden propagarse a través del espacio al igual que lo hacen las ondas del radar, de la televisión o de la telefonía móvil.

Las características de una red Wi-Fi son las mismas que las de una red con cableado. La particularidad es que utiliza el aire como medio de transmisión.

Los componentes básicos de una red Wi-Fi son:

- **Punto de acceso (AP):** Es la unión entre las redes con cableado y la red Wi-Fi, o entre diversas zonas cubiertas por redes Wi-Fi, que actúa entonces como repetidor de la señal entre estas zonas (celdas).
- Una o más **antenas** conectadas al punto de acceso.
- **Terminal Wi-Fi:** Éste puede tener forma de dispositivo externo Wi-Fi, que se instala en el PC del usuario, o bien puede encontrarse ya integrado, como sucede habitualmente con los portátiles. Adicionalmente se pueden encontrar otros terminales con capacidad de comunicación, como agendas electrónicas (PDA), Tablets o Smartphone que disponen de accesorios (internos o externos) para conectarse a redes Wi-Fi.[4]

3.5.2. Estándar Wi-Fi 802.11

El protocolo 802.11 especifica la forma de transmitir las tramas en la capa física y en la subcapa MAC de la capa de enlace para las redes Wifi, define la capa de acceso al medio MAC; La capa MAC gestiona el acceso al medio de modo que múltiples usuarios puedan realizar sus transmisiones de la forma más eficiente posible. Los estándares 802.11x adoptan como capa LLC el estándar 802.2.

El estándar 802.11 establece los niveles inferiores del modelo OSI para las conexiones inalámbricas que utilizan ondas electromagnéticas, por ejemplo:

- La capa física ofrece tres tipos de codificación de información.
- La capa de enlace de datos compuesta por dos subcapas: control de enlace lógico y control de acceso al medio.

La capa física define la modulación de las ondas de radio y las características de señalización para la transmisión de datos, mientras que la capa de enlace de datos define la interfaz entre el bus del equipo y la capa física, en particular un método de acceso parecido al utilizado en el estándar Ethernet, y las reglas para la comunicación entre las estaciones de la red.

Este protocolo nace con la finalidad de transmitir la información utilizando como medio el aire. Estas normas tienen sus especificaciones basadas en el estándar IEEE 802.11, el estándar IEEE 802.11x define una gama de normas de capa física distintas basadas en varias técnicas de transmisión.

Este estándar acepta velocidades hasta los 54 Mbps, aunque utiliza frecuencias que superan los 5 GHz, provoca incompatibilidades con el 802.11b y 802.11g. Es muy útil para zonas con mucho ruido y/o interferencias. Con esta norma se pueden usar hasta 8 canales no superpuestos. Dentro del estándar IEEE 802 podemos encontrar:

- **Estándar IEEE 802.11b:** Fue el más popular, por ser el primero en imponerse, siendo soportado por una gran cantidad de dispositivos.

- **Estándar IEEE 802.11g:** Es compatible con la versión 802.11b. Tiene un máximo de 54 Mbps, pero al mezclar ambos estándares, se fija un máximo de 11 Mbps.
- **Estándar IEEE 802.11n:** Se consensuó en septiembre del 2009. Usa la tecnología MIMO (Multiple input Multiple output); donde el emisor como el receptor tienen hasta 4 antenas. Amplia el ancho de banda y el alcance del Wi-Fi, transmitiendo en varios canales o sub-canales a la vez. Las velocidades máximas se sitúan en torno a 600 Mbps, a frecuencias de 20 a 40 GHz La certificación soporta, en modo dual, 300 Mbps por canal, llegando a 100 Mbps, a distancias de 200 m.[19]

Cualquier protocolo de nivel superior puede utilizarse en una red inalámbrica Wi-Fi de la misma manera que puede utilizarse en una red Ethernet. [5]

Tabla 2 Cotización para dimensionar mejor opción.

COTIZACION EQUIPOS CISCO			
Tipo de equipo	Referencia equipo	Descripción de equipo	Precio
AP Indoor	AIR-CAP3602I-A-K9	Dual-band controller-based 802.11a/g/n Indoor	1.191
AP Outdoor	AIR-CAP1552I-A-K9	802.11N Outdoor Domain Integrated Antenna.	3.581
Controladora	AIR-CT2504-25-K9	2504 Wireless Controller with 25 AP Licenses	5.174

COTIZACION EQUIPOS RUCKUS			
Tipo de equipo	Referencia equipo	Descripción de equipo	Precio
AP Indoor	Zoneflex 7363	Dual-Band Mid-Range 802.11n Wireless Access Point	550
AP Outdoor	Zoneflex 7762	Dual-Band 802.11n Access Point 12 element 120 degree Smart	1.900
Controladora	Zonedirector 1200	Supports 256 WLANs mapped to specific APs or VLANs	4.200

COTIZACION EQUIPOS CISCO Y AVAYA			
Tipo de equipo	Referencia equipo	Descripción de equipo	Precio
Switch	WS-C2960X-24TS-LL	Switch Catalyst 2960 X; Capa 2 - 4; 24 Puertos GigE + 2 SFP de 1 Gb	1.510
Switch	AVAYA ERS 3510GT	10/100/1000BASE-T ports with support PoE or IEEE 802.3.at PoE+	930

Tabla 3 Estadísticas de la red preferida

Attribute	Mobile/ Cellular	Wi-Fi	No Difference
Lowest Cost	20%	56%	24%
Speed of Network	18%	58%	24%
Best Reliability	31%	46%	23%
Best Performance for My Applications	27%	46%	27%
Best Coverage	46%	35%	19%
Most Secure	34%	35%	31%
Easier to Use	29%	40%	31%

Capítulo 4

4. Requisitos y especificaciones de red Wi-Fi

4.1. Ventajas y Desventajas del uso de bandas

Ventajas y desventajas del Wi-Fi en las bandas de 2.4 y 5 GHz a la hora de transmitir la Señal de Wi-Fi, tienes la opción de hacerlo por en dos frecuencias diferentes, 2.4 y/o 5 GHz. La primera ha sido la más utilizada, ya que fue la primera tecnología del Wi-fi y la Segunda, es relativamente nueva, por lo cual no muchos dispositivos la utilizan y no ha Sido masivamente comercializada, a pensar que ya está totalmente desarrollada. [9]

4.1.1. Ventajas de la banda de 2.4 GHz

- Configuración MIMO 3T3R (3 antenas de emisión, 3 antenas de recepción).
- Compatibilidad con todos los dispositivos Wi-Fi que hay actualmente como tablets, Smartphone, consolas, portátiles etc. La banda de 2.4GHz lleva mucho tiempo en el mercado y asegura compatibilidad con productos 802.11b/g/n.

4.1.2. Desventajas de la banda de 2.4 GHz

- El espectro está muy saturado así que si vivimos en edificios, es posible que tengamos interferencias con otras redes Wi-Fi y no consigamos un

buen rendimiento. Las interferencias también afectarán a la cobertura inalámbrica y la estabilidad de la transmisión.

- Solo se pueden conseguir velocidades hasta de 450Mbps.
- En Colombia solo se dispone de 12 canales de transmisión

4.1.3. Ventajas de la banda de 5.0 GHz

- Espectro prácticamente vacío, ya que muy pocos router actualmente transmiten a esta frecuencia, en su mayoría lo hacen a 2.4 GHz.
- Se pueden conseguir mayores velocidades, en tecnología 802.11 AC hasta 1300 kbps.
- Mayor cobertura.
- Alrededor de 42 canales de transmisión.

4.1.4. Desventajas de la banda de 5.0 GHz

- Equipos con precios más altos.
- Tanto el equipo emisor de la señal Wi-Fi, que puede ser un router o un Access Point, debe transmitir a 5 GHz; como el equipo receptor, también debe recibir a esta frecuencia.[6]

4.2. Requisitos

4.2.1. Regulación de espectro

Las bandas de frecuencia utilizada por las redes sin cables y especialmente por los equipos Wi-Fi (2.4 y 5 GHz), están clasificadas como uso común compartido, esta caracterización permite que diversos operadores o usuarios puedan utilizar de forma simultánea estas frecuencias, de acuerdo con unas normas establecidas por la regulación para evitar interferencias entre emisiones.

Para la operación de estas bandas dentro de las limitaciones establecidas, no se exige disponer de licencia de uso del espectro, a diferencia de otras bandas de frecuencia. Pero esta banda está sujeta a condiciones específicas de operación.

Por el hecho de ser una banda de uso común, la banda de frecuencia de 2,4 GHz es compartida por las redes Wi-Fi y por otras tecnologías (Bluetooth, hornos microondas) esto incrementa la posibilidad de congestión en esta banda. Por este motivo se decidió utilizar también la banda de los 5 GHz para aplicaciones de redes Wi-Fi.

De alguna manera se puede decir que la banda de 2,4GHz es de uso común para propósito general y la de 5Ghz de uso común más orientada estrictamente a redes. La importancia de esta diferenciación es importante ya que una gran cantidad de elementos de diferentes redes que operan en una misma frecuencia puede afectar significativamente en el rendimiento de éstos.

En el dimensionando del número de puntos de acceso en una red se debe garantizar no sólo la cobertura radioeléctrica del territorio (a través de las antenas conectadas al punto de acceso) sino la capacidad, es decir, el número de usuarios simultáneos conectados que se prevén, ya que al tener más usuarios conectados más disminuye la velocidad efectiva de transmisión de cada uno debido a la división de ancho de banda.

4.2.2. Niveles de potencia

Hay límites de la potencia con que se puede radiar y los protocolos de comunicaciones que se pueden utilizar con el fin de garantizar el uso común de estas frecuencias del espectro radioeléctrico.

La regulación de potencias de emisión máximas, busca evitar interferencias entre emisores, dando la cobertura requerida entre los puntos de acceso.

En el caso de las bandas de uso común del espectro, la regulación limita la potencia máxima que se puede utilizar en esta banda en 100mW (20dBm) de potencia isotrópica radiada equivaliendo (PIRE). Esta potencia puede ser inferior en casos en las que deben ser reutilizadas las frecuencias en ubicaciones próximas entre sí.

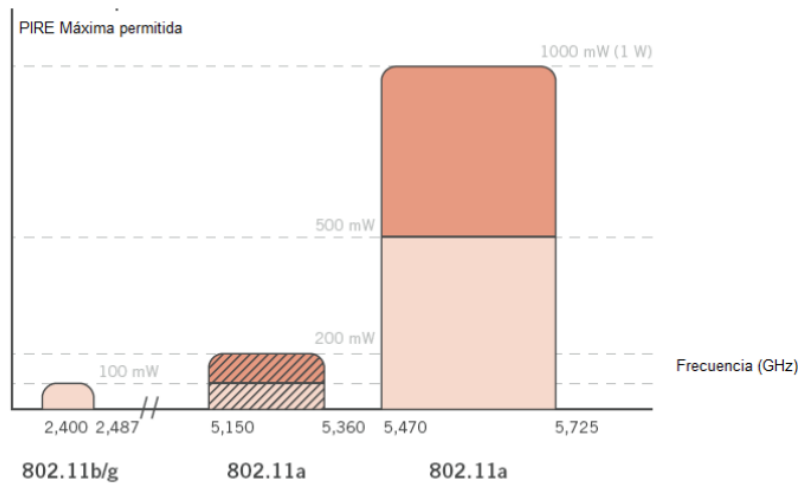


Imagen 8 Regulación de frecuencia para bandas Wi-Fi.

La PIRE incluye tanto la potencia de emisión como la ganancia de la antena utilizada (en términos logarítmicos, $PIRE = \text{Potencia Radiada} + \text{Ganancia}$) y la regulación establece las limitaciones de potencia en la dirección de máxima radiación, por lo cual en la práctica no es posible aumentar el alcance de la emisión utilizando antenas de más ganancia respetando la legislación.

4.3. Espectro y uso de frecuencias

4.3.1. Espectro electromagnético

El espectro electromagnético completo. Comprende desde ondas de radio de muy bajas frecuencias a la izquierda, hasta las frecuencias muy altas de los rayos X y gamma, a la derecha. En el medio, hay una región pequeña que representa la luz visible.

El pequeño rango de frecuencias usado por los equipos Wi-Fi. Es la franja delgada en el extremo inferior del rango de las microondas.

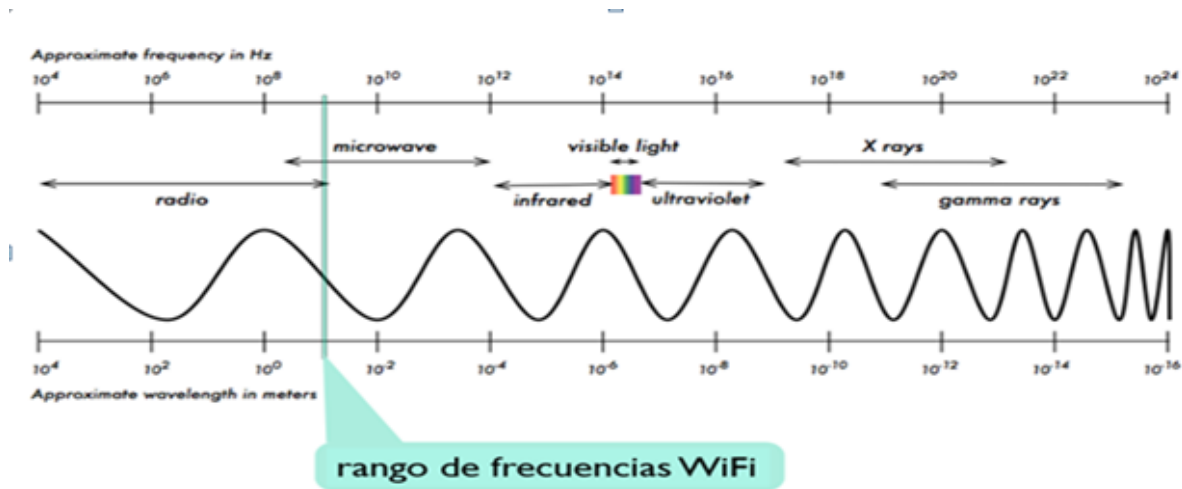


Imagen 9 Rango de frecuencias usado por equipos Wi-Fi.

El límite entre radio y microondas no está definido claramente, de hecho es común llamar radios a los transceptores de microondas.

En el mundo inalámbrico, podemos tener un AP Wi-Fi que habla 802.11. Puede haber otro dispositivo que hable en su propio protocolo, por ejemplo “protocolo de teléfono inalámbrico”. Ambos dispositivos están tratando de usar las mismas frecuencias, pero no hablan el mismo protocolo, lo que resulta en una interferencia no deseada.

4.3.2. Uso del espectro de radio disponible de dispositivos Wi-Fi 802.11

La tecnología Wi-Fi utilizan frecuencias hacen parte de las bandas ISM y UNII. Pueden funcionar a frecuencias desde los 2.4 GHz hasta los 2.48 GHz. El protocolo 802.11 secciona este trozo completo del espectro en varios canales discretos. Cada canal tiene 22 MHz de ancho, y la separación entre canales es de 5 MHz.

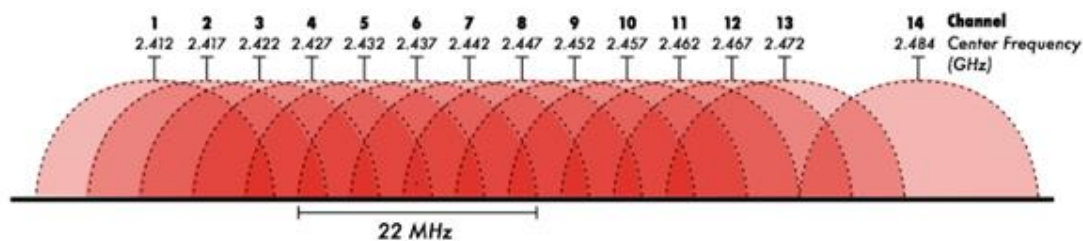


Imagen 10 Frecuencias que se sobreponen desde los 2.4 GHz hasta los 2.48GHz.

Se puede observar que con este plan de frecuencias los canales se superponen entre sí. El canal 2 se superpone al canal 1, el canal 3 se superpone al 2, etc. El canal 14 tiene una separación más grande y es legal solo en Japón.

Se puede elegir el uso de canales que no se sobreponen. Si se opera en equipos 802.11 en canales que no se sobreponen, estos no van a interferirse entre sí. Por ejemplo, los canales 1, 6 y 11 no se solapan entre sí.

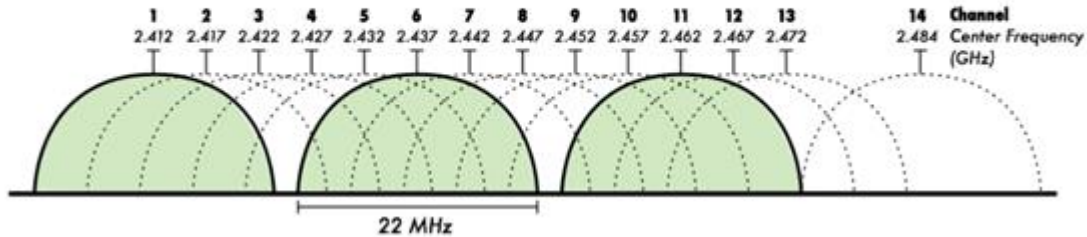


Imagen 11 Frecuencias que NO se sobreponen desde los 2.4 GHz hasta los 2.48GHz.

Se pueden usar los canales 2, 7 y 12, o, los canales 3, 8, y 13 también.

Dependiendo del país.

El uso de los canales superiores no está garantizado en todos los países. Por ejemplo, en los EEUU, los equipos no licenciados no pueden pasar del canal 11. Si se escogen canales que estén muy separados, por ejemplo, separados por cuatro canales, se puede observar que el rango de frecuencias que se solapan es mucho menor. Esto causa una interferencia mucho menor. En el mejor de los casos, se debe escoger sólo canales que no se solapan.[10]

Capítulo 5

5. Diseño de solución 3G / Wi-Fi

5.1. Localización

5.1.1. Macro localización

Este diseño se realizara principalmente para la ciudad de Bogotá por ser el lugar en el País donde se tiene mayor concentración de uso de datos y tiene la mayor extensión, según estadísticas de los 3 operadores más grandes del país.

5.1.2. Micro localización

Este diseño se realizara en los principales centros comerciales de la ciudad de Bogotá, en las zonas donde se presenta alto consumo de tráfico de datos móviles.

5.1.3. Identificación de zonas de alta congestión

La forma más eficiente de ubicar lugares donde se generan grandes cantidades de consumo de tráfico de datos y donde los usuarios pasan la mayor parte de su tiempo, es de acuerdo a estadísticas obtenidas de uno de los operadores más grandes del país en telefonía móvil, se presenta alta concentración de usuarios en centros comerciales, estadios, campus universitarios, centros de transporte público, aeropuertos, etc.

Siendo los centros comerciales uno de los lugares donde principalmente se encuentran problemas para acceder, navegar o en general hacer uso de la red, se buscó dentro de estos los lugares específicos donde el consumo de datos es mucho más alto. En

los que se encuentran: Plazoletas de comidas, zonas de Juegos, Cinemas y plaza de eventos.

En estos lugares la congestión supera el 100% de la capacidad de la red móvil, lo que degrada la percepción del cliente por el mal servicio prestado. Debido a que no solo afecta a los usuarios que quieren ingresar a la red, sino también todos aquellos que ya se encuentran registrados y con un canal de datos establecido dando lentitud a su navegación y en muchos casos imposibilidad de enviar o recibir mensajes o visualizar un contenido.

5.2. Diseño red Wi-Fi Offload

Este diseño tiene como objetivo realizar un despliegue de Access Point (AP) indoor y outdoor para desviar el tráfico de datos de redes móviles 3G, se debe tener presente que cada sitio (Centros comerciales) es una infraestructura totalmente diferente y la ubicación de los Hotspots varia mas no lo elementos que conforman la arquitectura de la red.

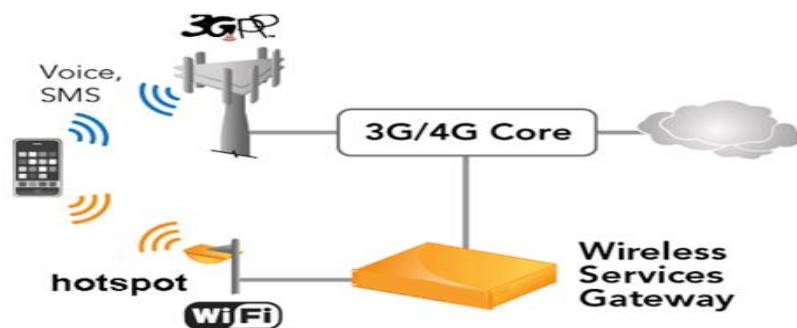


Imagen 12 Diseño de la red Wi-Fi.

Wi-Fi, es un medio rentable de descarga de grandes cantidades de tráfico de datos móviles, al tiempo que ofrece una gran variedad de nuevos servicios. Ofrece las siguientes características:

- La disponibilidad de dispositivos de usuario que soportan la tecnología
- La eficiencia de costos
- A nivel mundial la capacidad del espectro disponible

Tabla 4 Dispositivos que utilizan tipos de radio Wi-Fi.

Categoría del dispositivo	Tipo de radio <u>Wi-Fi</u>	Canales soportados	Ancho de banda	Potencia de transmisión de energía	Máxima tasa de transmisión 20 MHz/40 MHz
Teléfonos móviles comunes	802.11b/g	1-11	20 MHz	11dBm	54 Mbps
<u>Smartphones</u>	802.11n	1-11	20 MHz	11 <u>dBm</u>	65-72 Mbps
<u>Tablets</u>	802.11n	1-11, 36-48, 149-161	20 MHz	11-14 <u>dBm</u>	65-72 Mbps
<u>Netbooks</u>	802.11n	1-11, 36-48, 149-161	20/40 MHz	11-17 <u>dBm</u>	144/300 Mbps
<u>PCs</u> de bajo rendimiento	802.11n	1-11	20 MHz	17-20 <u>dBm</u>	144 Mbps
<u>PCs</u> de medio rendimiento	802.11n	1-11, 36-48, 149-161	20/40 MHz	17-20 <u>dBm</u>	144/300 Mbps
<u>PCs</u> de alto rendimiento	802.11n	1-11, 36-48, 5264, 100-140, 149-161	20/40 MHz	17-20 <u>dBm</u>	216/450 Mbps
<u>Teléfonos VoIP</u>	802.11a/b/g	1-11, 36-48, 149-161	20 MHz	11-16 <u>dBm</u>	54 Mbps

Para la realización del diseño se tuvieron en cuenta algunas variables críticas que pueden afectar el rendimiento a continuación se define como mitigarlas:

- Reducción al mínimo de la interferencia de canales vecinos
- Maximización de la capacidad espectral por medio de la localización de diferentes frecuencias.
- Optimización del ancho de banda para hacer un mejor uso de la capacidad espectral disponible.
- Equilibrio en el número de clientes por Access Point
- Diseño basado en calidad de servicio [14]

5.3. Arquitectura de la solución sobre Wi-Fi

La solución a diseñar está basada en especificaciones de acuerdo a la necesidad de una red Wi-Fi transparente y segura, se requiere fácil acceso, capacidad y seguridad.

Para redes Wi-Fi es utilizado el acceso no 3GPP (Non-3GPP IP Access), según el estándar 3GPP para este tipo de acceso existen dos tipos de conexión: confiable y no confiables.

La red de acceso Wi-Fi debe ser compatible con las siguientes características para ser considerados de confianza:

- Autenticación que a su vez también requiere cifrado de la RAN 802.1x basada

- Acceso a la red basada en 3GPP con el método EAP para la autenticación
- IPv4 y / o IPv6

En un acceso de confianza, el dispositivo Wi-Fi está conectado a través de un WAG (Wireless Access Gateway) a un GGSN a través de un túnel de GTP seguro.

Se necesitan parámetros en el perfil del abonado con el fin de configurar el túnel de GTP. Esto normalmente a su vez requiere conocimientos sobre IMSI del usuario (identificador único de la tarjeta SIM). Por lo tanto 3GPP Wi-Fi no es posible para los dispositivos sin tarjetas SIM.

La infraestructura de la red Wi-Fi para la descarga de datos móviles se compone de tres partes:

- La red de acceso de radio Wi-Fi (RAN Wi-Fi)
- Acceso a la puerta de enlace Wi-Fi (WAG) y los sistemas de back-end Wi-Fi
- Los elementos de integración de núcleo de paquetes (opciones múltiples)

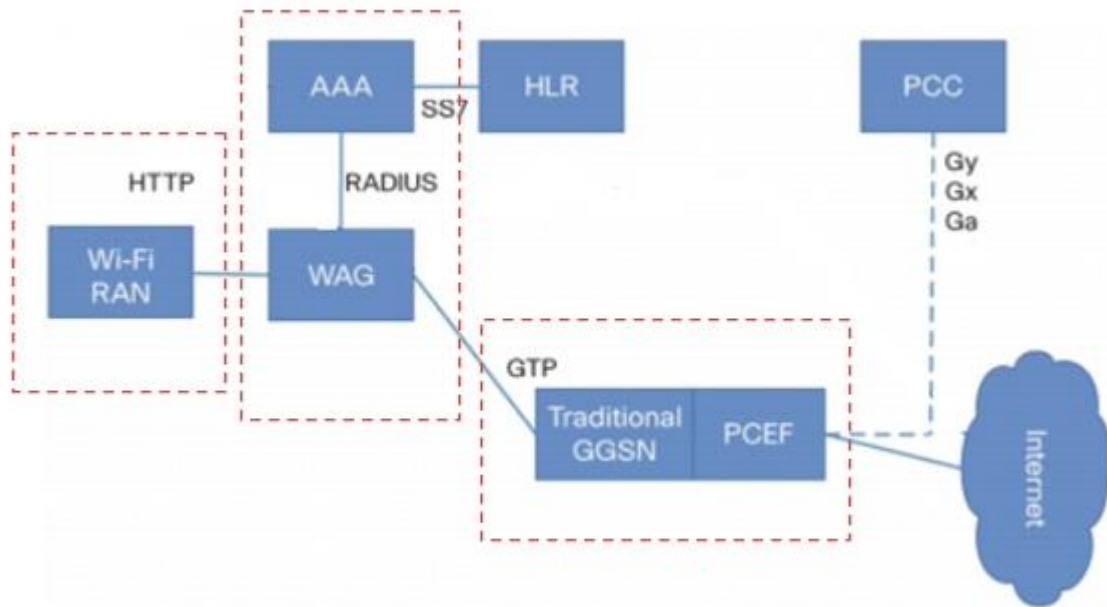


Imagen 13 El core del diseño Offload.

La red Wi-Fi para descarga de datos móviles, debe hacerse cargo de las siguientes tareas:

Autenticación: Para ayudar a garantizar que sólo los suscriptores autorizados pueden acceder a la red

PCC (Policy Control and Charging): Para una correcta facturación, calidad de servicio (QoS), y la aplicación de políticas para el tráfico generado a través de Wi-Fi.

La persistencia de IP: Para la movilidad de servicios entre diferentes redes de acceso (3G a Wi-Fi, Conexión Wi-Fi para 3G, a través de la red Wi-Fi) [13]

5.3.1. Diseño de Wi-Fi RAN (APs)

El propósito es dar una mayor cobertura a los usuarios en el servicio de datos y garantizar una capacidad adecuada, con el fin de soportar las necesidades actuales y prever un rendimiento futuro.

Se realizara un programa de dimensionamiento de los AP requeridos, según la cantidad de usuarios que estén en las diferentes zonas del centro comercial, según el día de la semana, horario o eventos a desarrollarse pero estas cantidades pueden ser muy variables lo que no entregaría un dato confiable para la cantidad de tráfico que se debe cubrir, por lo cual el cálculo de cantidad de Access Point se basa en la cantidad de personas por área que pueden aglomerarse, tomando un promedio de 2 personas por metro cuadrado para cumplir con la solución en las distintas zonas.

Estudios realizados por Ruckus muestran que solo en promedio el 30% de los usuarios estarán utilizando en simultáneo el servicio en un centro comercial. Por lo que la distribución, cobertura e instalación de Access Point se realizara de acuerdo a este porcentaje. [7]

5.3.1.1. Promedio de Access Point a instalar

A continuación se observa, de forma referencial, la cantidad promedio de Access Point en un centro comercial de Bogotá para brindar una completa solución de cobertura en las zonas donde se concentre un gran número de usuarios.

Tabla 5 Parametros y resultados aproximados del diseño.

PARAMETROS DE DISEÑO	
UE/M ²	2
% Usuarios operador	30%
% Usuarios simultáneos	30%
# UE por AP	100

RESULTADOS DE DISEÑO	
Área promedio de zonas de alto tráfico CC M ²	15000
Total Usuarios/M ²	30000
Usuario promedio x operador	9000
Usuarios beneficiados	2700
Total AP a Instalar	27

5.3.1.2. Diagrama de conexión de equipos

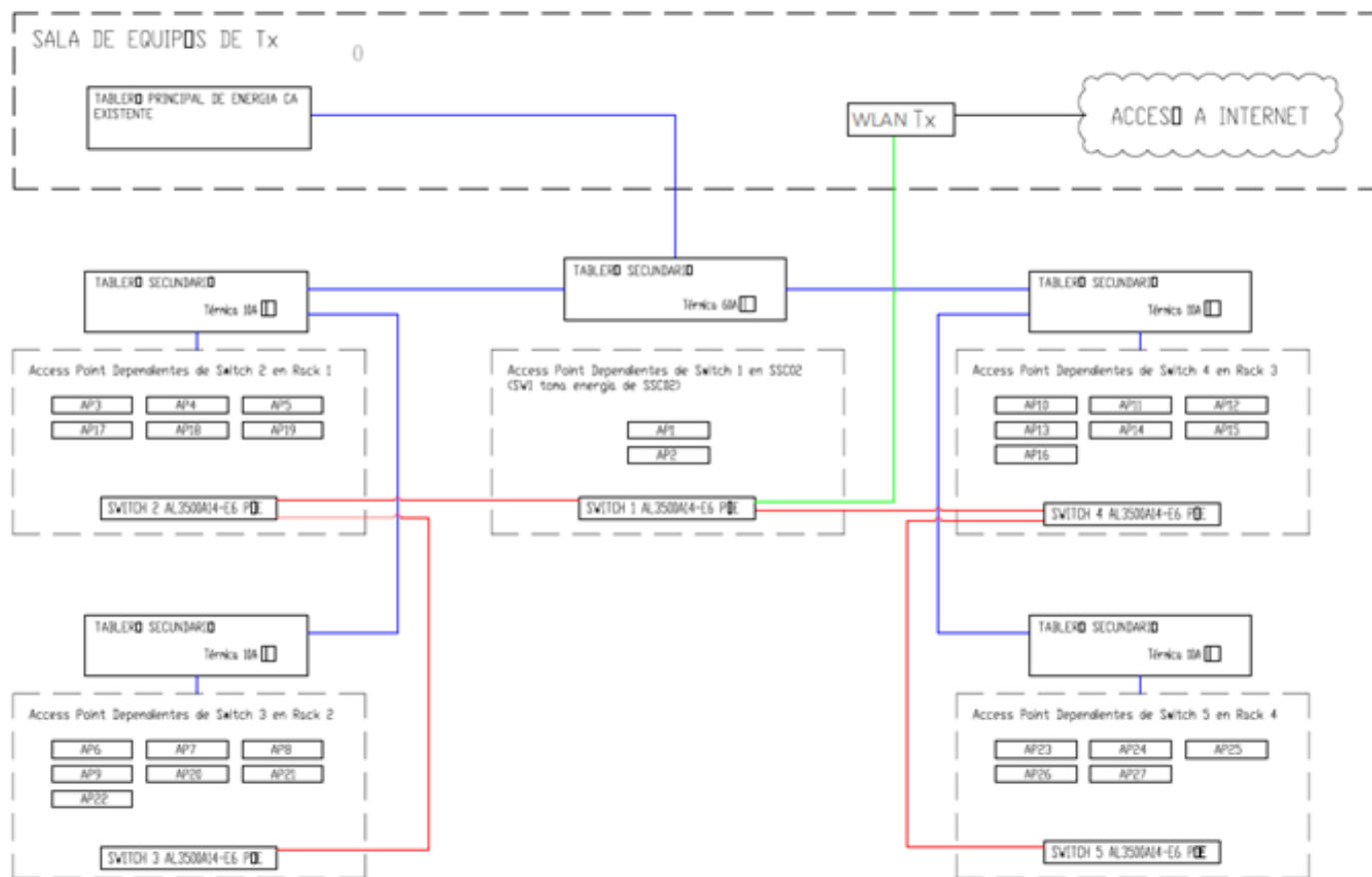
Los AP 7762-S (Indoor) estarán apuntados con un ángulo de 30° y 120° de barrido o viceversa según corresponda y los AP 7363 (Outdoor) cubrirán 360° en configuración omnidireccional.

Para el dimensionamiento de la solución en los centros comerciales se toman los siguientes datos básicos:

- Cobertura estimada AP RuckusZoneFlex7363: omnidireccional, desde 30 a 50 metros en radio de cobertura (según condiciones del medio).
- Cobertura estimada AP Ruckus ZoneFlex 7762-S: 30° apuntados y 120° de barrido o viceversa según corresponda con un promedio de elevación de +- 20 metros a objetivo.
- Cantidad máxima de clientes a conectar por AP: 100 usuarios totales.
- Longitud máxima de cable UTP para conectar los AP con PoE 90 metros.
- Alimentación con Switch PoE.

- Cada Switch será alimentado de un tablero definido de forma independiente.
- Cada proveedor de servicios proveerá la transmisión en la sala de equipos y además una ip estática, asignándose luego un pool de direcciones definidas para distribuir a los AP.

Tabla 6 Diagrama de conexión de equipos en sitio de la solución.



— Conexiones entre Tablero Principal de energía y Switch

— Conexiones entre switches distribuidos con UTP

— Conexiones entre switches distribuidos con F.D.

SWITCH AL2500A04-E6 POE El switch proveerá de energía a los AP

WLAN TX Se asume que **ZoneDirector** proveerá la transmisión hacia Internet en la sala de equipos y un pool de direcciones asignadas para distribuir a los AP. Los SSID a definir serán tunelizados desde el ZoneDirector.

5.3.2. Funciones controladora (WAG)

WAG (WLAN Access Gateway) actúa como un punto central de control entre la red de acceso Wi-Fi y el core de la red móvil su principal función es dar un acceso de confianza a la conexión de acuerdo al estándar Non-3GPP IP Access Trusted. Esto se logra a través del establecimiento de un túnel GTP seguro entre el WLAN Access Gateway y el GGSN del operador que da la salida a Internet.



Imagen 14 Conexiones red Wifi/Core Red Móvil.

Los proveedores de equipos integradores de redes Wi-Fi con redes móviles, además de implementar su función principal como puerta de enlace dentro de estos, también trabajan como equipos controladores de los recursos de acceso, con capacidad de soportar hasta 10.000 puntos de acceso. Proporciona soporte para gestión de abonados, y tecnología que permite que la experiencia de conexión Wi-Fi sea tan segura y fácil de usar como las redes 3G/4G LTE.

Un equipo controlador puede gestionar de forma centralizada varios APs con el fin de mantener la red con un rendimiento óptimo, entre varias de sus funciones se encuentran las siguientes como las más relevantes:

- Rendimiento predecible para las aplicaciones de tráfico multimedia
- Ampliación del alcance para eliminar las zonas sin cobertura
- Detección de interferencia,
- Control automático de asignación de canal y energía de transmisión de los AP
- Configuración y administración de AP

5.3.3. Funciones de servidor AAA

Radius es un protocolo que nos permite gestionar la autenticación, autorización y registro de usuarios remotos sobre un determinado recurso y es frecuentemente utilizada para la autenticación en redes inalámbricas Wi-Fi, sustituyendo métodos más simples de clave compartida pre-shared key (PSK), que son bastante limitados al gestionar una red cuando ésta alcanza un determinado tamaño. Aunque Radius es el protocolo para AAA más extendido en la actualidad.

- **Autenticación:** hace referencia al proceso por el cual se determina si un usuario tiene permiso para acceder a un determinado servicio de red del que quiere hacer uso. El proceso de autenticación se realiza mediante la presentación de una identidad y unos credenciales por parte del usuario que demanda acceso.

Existen varios métodos que implementan el proceso de la autenticación, el EAP (Extensible Autenticación, Protocolo), que es un método de entorno universal de autenticación empleado frecuentemente en redes inalámbricas y conexiones punto a punto.

- **Autorización:** se refiere a conceder o negar servicios específicos a un determinado usuario, basándose para ellos en su propia autenticación, los servicios que está solicitando, y el estado actual del sistema. Es posible configurar restricciones a la autorización de determinados servicios en función de aspectos como, por ejemplo, la hora del día, la localización del usuario, o incluso la posibilidad o imposibilidad de realizar múltiples “logins” de un mismo usuario.

El proceso de autorización determina la naturaleza del servicio que se concede al usuario, como son: la dirección IP que se le asigna, el tipo de calidad de servicio (QoS) que va a recibir, el uso de encriptación, o la utilización obligatoria de túneles para determinadas conexiones.

- **Registro:** se refiere a realizar un registro del consumo de recursos que realizan los usuarios. El registro suele incluir aspectos como la identidad del usuario, la naturaleza del servicio prestado, y cuándo empezó y terminó el uso de dicho servicio.

5.3.3.1. Autenticación basada en EAP

EAP es un protocolo estándar que proporciona seguridad en redes inalámbricas IEEE 802.11, algunas funciones comunes y un método para negociar

el mecanismo de autenticación a usar. Actualmente hay más de 40 métodos distintos.

En esta práctica haremos uso del denominado EAP e IEEE 802.1x para proporcionar autenticación a la capa 2 para el acceso de suscriptores a la red con dispositivos compatibles (EAP-capable devices).

En redes inalámbricas con infraestructura se utiliza un punto de acceso (Wireless Access Point, WAP o simplemente AP) para interconectar todos los dispositivos inalámbricos de la red. Usualmente un AP se conecta también a una red cableada, transmitiendo datos entre los dispositivos conectados a la red cable y los dispositivos inalámbricos.

La seguridad es un tema importante en las redes inalámbricas porque, al contrario que en una red cableada a la que sólo tienen acceso las personas que físicamente pueden conectarse, cualquier persona de la calle o pisos o edificios vecinos pueden conectarse a una red inalámbrica o ver el contenido de los paquetes que circulan por ella si ésta no está convenientemente protegida. [12]

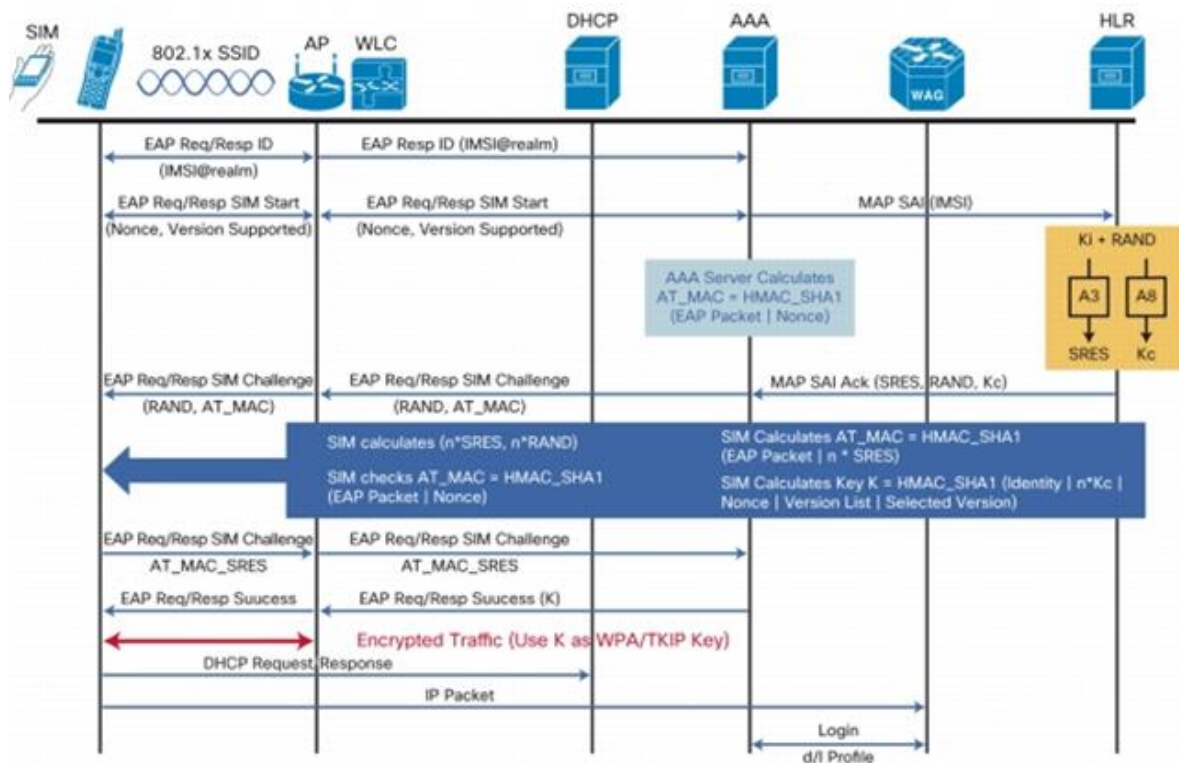


Imagen 16 El flujo de llamada típico de la autenticación EAP.

Los dispositivos con tarjetas SIM intercambian información de la aplicación SIM en el mensaje EAP, a través del servidor AAA hacia el HLR para la autenticación.

EAP Permite la autenticación transparente y una comunicación segura y sin mucha interacción del suscriptor (sólo configuración inicial del ID de conjunto de servicios (SSID) es necesario cuando el dispositivo detecta la red Wi-Fi, por primera vez).

En las implementaciones de la vida real, la introducción de EAP-SIM o la autenticación EAP-AKA conduce a significativamente mejor utilización de la red por los abonados y por lo tanto permiten ahorros muchos mayores de la descarga.

EAP-AKA Es un protocolo de autenticación ampliable para la concordancia de claves y autenticación UMTS a diferencia de EAP-SIM que trabaja sobre GSM, es un mecanismo de autenticación y distribución de claves de sesión que utiliza el Módulo de identidad de abonado (USIM) del Sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS). [11]

5.3.4. Políticas y control de tarificación (PCC)

El sistema 3GPP está actualmente evolucionando en un contorno que se compone de los sistemas de acceso heterogéneos, con el objetivo de proporcionar diversos servicios a una velocidad de datos más alta y una latencia más baja basados en redes de conmutación de paquetes CS.

El uso eficiente de los recursos, la carga y la itinerancia, las características inherentes del sistema 3GPP, son algunas de las capacidades clave que deben ser retenidos en el sistema evolucionado.

La arquitectura de PCC (política y control de tarificación) permite a los operadores realizar políticas de:

- Lugares permitidos para el acceso
- Volumen / limitaciones de tiempo
- QoS
- Prepago o postpago
- Tipo de usuario

➤ Consumó

Los operadores móviles deben tener un PCRF existente para el manejo de las políticas y las decisiones de tarificación. Estas decisiones se comunican entonces a través de la interfaz para el nodo (nodos GGSN / DPI), que hace cumplir las políticas de la red móvil.

5.4. Descripción General de los equipos

A continuación se realiza una breve descripción de los equipamientos que se utilizarán para el diseño de la solución Wi-Fi para descarga de datos de redes móviles 3G en zonas estratégicas de los centros comerciales.

5.4.1. Características Generales AP Indoor

Esta tecnología de antena adaptable patentada y la mitigación automática de interferencia para proporcionar un rendimiento consistente en alcances extendidos con 4 dB de ganancia de señal y 10 dB de rechazo de interferencia. Una red de antenas de alta ganancia controlada por software que continuamente forma y dirige cada paquete 802.11n por la trayectoria de señal de mejor rendimiento. Este AP selecciona automáticamente los canales para lograr el más alto potencial de rendimiento utilizando la administración dinámica de canales que se adapta a los cambios del entorno.



Imagen 15 Access Point Indoor.

- Banda Dual 5 GHz/2,4 GHz.
- Tecnología de antena adaptable y administración de RF avanzada.
- Evasión de interferencia automática, optimizada para entornos de alta densidad.
- Red de antenas inteligentes integrada con más de 300 patrones únicos para ofrecer una alta confiabilidad.
- Estándar de potencia a través de Ethernet (PoE) 802.3af.
- Hasta 8 BSSID por radio con políticas de seguridad y calidad del servicio único.
- Clasificación de paquete QoS (calidad del servicio) avanzada y prioridad automática para tráfico sensible a la latencia.
- Límite de velocidad dinámico por usuario para WLAN de zonas de concentración.
- Autenticación Ethernet 802.1x basada en puerto (autenticado y solicitante).

5.4.2. Características Generales AP Outdoor

El Access Point de exterior 802.11n de banda dual que integra la tecnología de antena adaptable para permitir señales de alcances mucho mayores. Implementa la tecnología de antenas inteligentes que permite una cobertura extendida, constante, de alto rendimiento, y admisión de multimedia. Un asistente de configuración basado en la Web permite que cualquier usuario de computadora configure el AP a través de un concentrador con lo que se puede crear una WLAN segura y sofisticada en cuestión de minutos.

Su diseño avanzado de Wi-Fi inteligente con las radios 802.11n simultáneo proporciona 150 Mbps de rendimiento sostenido entre los AP combinados con 300 metros de distancia y 50 Mbps de rendimiento sostenido a usuarios que estén a 150 metros de distancia.[18]



Imagen 16 Access Point Outdoor.

- Admisión de banda dual simultánea (5 GHz/2,4 GHz).
- Tecnología de antena adaptable.

- Energía a través de Ethernet (PoE) 802.3af/at estándar.
- Salida 802.3af estándar para cámaras de vigilancia.
- Cobertura y alcance extendidos de 2 a 4 veces.
- 600 Mbps de rendimiento para el usuario (300 Mbps/radio).
- Cuatro colas por estación de usuario.
- Clasificación de paquete QoS (calidad del servicio) avanzada y prioridad.
automática para el tráfico susceptible a la recuperación de datos.
- 16 BSSID con políticas de seguridad y calidad del servicio único.

5.4.3. Características del Switch

El Switch por lo general posee 8 puertos 10/100/1000BaseT, soportando además la norma IEEE 802.3 PoE, lo que permite alimentar distintos tipos de dispositivos.

Por otra parte soportan una conmutación de capa 2 y un enrutamiento estático y local de capa 3 de alto rendimiento, además de funciones de convergencia avanzadas y una amplia gama de funciones de seguridad que incluyen un soporte completo para la norma IEEE 802.1x para un control de acceso seguro a la red. Estos conmutadores están diseñados para simplificar las funciones ya que automatizan muchos de los procesos manuales actuales.



Imagen 17 Switch de 8 puertos 10/100/1000BaseT.

- 8 puertos 10/100/1000 BaseT con soporte para IEEE 802.3af PoE o IEEE 802.3at PoE+.
- con 2 puertos SFP Independiente.
- Modos de alimentación duales, funcionamiento sin ventilador en modo de consumo.
- bajo de energía con consumo PoE de 60W como máximo, o modo de Operación normal.
- Velocidad de la CPU del sistema 400MHz.
- Memoria del sistema 32MB Flash 128MB DRAM.
- El puerto de consola RJ-45 proporciona una conectividad de puertos Serie estándar industrial.
- Capacidad y velocidad de reenvío del conmutador 20Gbps / 14.9Mpps.
- Input voltaje: 100 hasta 240 VAC 47 hasta 63HZ.
- Input corriente (máximo) 2.1A 100VAC.

5.4.4. Características de la controladora

La controladora, es el primer sistema LAN inalámbrico inteligente de clase empresarial que proporciona una solución de WLAN segura, con capacidad para administrar hasta 1000 Access Points (AP) Wi-Fi desde una sola ubicación, La controladora está diseñado para brindar simplicidad y facilidad de uso.

La controladora incluye una integración inalámbrica inteligente, alta disponibilidad, autenticación de zonas de concentración, sofisticadas redes para visitantes y seguridad Wi-Fi dinámica. La controladora, puede ser implementada y operada por personas no expertas en redes inalámbricas y puede instalarse rápida y fácilmente.

La controladora, 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 Access Points (AP) detectan automáticamente y son configurados por la controladora siendo este redundante y seguro. [22]



Imagen 18 Controladora SCG 200

- Control y configuración centrales de hasta 1000 AP ZoneFlex
- Soporte hasta 2048 WLAN
- Asistente de configuración fácil de usar
- Interfaz gráfica de usuario (GUI) muy intuitiva
- Redundancia 1+1 con sincronización automática
- Control y monitoreo de red mallado inteligente
- Control de admisión del cliente en tiempo real
- Balance de la carga
- Panel personalizable
- Administración de energía y canal RF dinámicos
- Calidad de servicio con priorización de WLAN, "bandsteering"* y equidad de conexión "Airtime fairness"
- Portal cautivo integrado
- Admisión nativa de LDAP/RADIUS/Active Directory
- Base de datos de autenticación local
- Asignación de VLAN dinámica

- Redes de invitados
- Generación dinámica de claves pre compartidas
- Vista de mapa gráfico y detección de AP rogue
- Admite servicios de ubicación de exploración aérea
- Monitoreo y estadísticas del rendimiento

Capítulo 6

6. Análisis y evaluación de riesgos

El riesgo de un proyecto es un evento o condición incierto que, si se produce, tiene un efecto positivo o negativo sobre al menos un objetivo, como tiempo, costo, alcance o calidad.

Entonces, es de gran importancia determinar cuáles son los riesgos que pueden afectar el proyecto y clasificarlos de acuerdo a que tanto puede afectar al desarrollo del proyecto.

El objetivo de este análisis es proveer una guía a las organizaciones que lo adopten para alcanzar:

- Una mejor base para la planeación y la toma de decisiones.
- Mejor identificación de oportunidades y riesgos.
- Ganar valor de la incertidumbre y la variabilidad.

- Administración proactiva en vez de reactiva.
- Mayor efectividad en la distribución y uso de recursos.
- Mejora en la administración de incidencias con una reducción de pérdidas y costos, incluyendo primas de seguros.
- Mejorar la confianza y credibilidad de las partes interesadas.

En este caso cualquier evento que interrumpa o degrade el servicio prestado en términos con respecto a la interconexión del sitio principal con la red MPLS, debe ser considerado como riesgo.[17]

6.1. Identificación de riesgos

Se considera como riesgo. Cualquier evento que interrumpa o degrade el servicio prestado a través de la red Wi-Fi de descarga de datos diseñada, respecto a la disponibilidad, capacidad, velocidad y movilidad del servicio.

Tabla 7 Identificación de riesgos del diseño.

	<i>Tipo de Riesgo</i>	<i>Riesgo</i>	<i>Descripción</i>	<i>Posibles consecuencias</i>
1	Externo	Interferencia	La banda de 2,4Ghz es la más usada para la tecnología Wi-Fi por lo mismo pueden existir interferencias con equipos externos a la red Wi-Fi offload dentro de la misma zona.	Degradación o intermitencia del servicio
2	Interno	Mala configuración de equipos	Los equipos (AP y WAP) deben ir con los parámetros configurados adecuadamente, un mal parámetro en el diseño generara problemas en la operación	Interrupción o degradación del servicio en un AP o a nivel general en el WAG
3	Externo	Cambio en la legislación	La banda a usar es no licenciada, a medida que se despliega para uso de redes móviles los entes	Aumento en los costos de la solución.

			controladores podrán generar ciertas limitaciones para el uso de este espectro.	Disminución en el despliegue de la red.
4	Externo	Cambio de estructura del sitio	La ubicación de los equipos se realiza de acuerdo a la estructura del Centro Comercial y esta puede cambiar por remodelación o ampliación del sitio, materiales utilizados, entre otras	Degradación o intermitencia del servicio.
5	Externo	Aumento en demanda de datos de nuevas aplicaciones	Las aplicaciones actuales se actualizan constantemente y rápidamente y tienen mayor exigencia en el consumo de datos, lo que influye directamente en el ancho de banda	Saturación que genera lentitud en ciertas aplicaciones
6	Interno	Falla en equipos de red de acceso	Equipos recibidos con fallas de fábrica, causadas en el transporte o por tiempo de uso.	Interrupción en el servicio
7	Interno	Falla en equipos de ventilación y energía	Equipos recibidos con fallas de fábrica, causadas en el transporte o por tiempo de uso.	Interrupción en el servicio

6.2. Análisis de riesgos

La Magnitud de un riesgo se determina por su probabilidad de ocurrencia y sus consecuencias o impactos asociados. El riesgo se mide de acuerdo al impacto y la probabilidad:

- **Probabilidad:** Frecuencia que podría presentar el riesgo.

ALTA: Es muy factible que el riesgo se presente

MEDIA: Es factible que el riesgo se presente

BAJA: Es muy poco factible que el riesgo se presente

- **Impacto:** Forma en la cual el riesgo podría afectar los resultados del proceso.

ALTO: afecta en alto grado la disponibilidad del servicio

MEDIO: afecta en grado medio la disponibilidad del servicio

BAJO: afecta en grado bajo la disponibilidad del servicio

La matriz de Priorización a continuación define la magnitud del riesgo, donde:

Magnitud A: Nivel Alto de riesgo

Magnitud B: Nivel Medio de riesgo

Magnitud C: Nivel Bajo de riesgo

Tabla 8 Matriz de priorización

<i>Riesgo</i>	<i>Control existente</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Impacto</i>	<i>Magnitud</i>
Interferencia	Previo Site Survey	Media	Alto	A
Mala configuración de equipos	Control de procesos	Baja	Medio	B
Cambio en la legislación	-	Baja	Alto	B
Cambio de estructura del sitio	Varios AP dando el mayor cubrimiento posible unos a otros	Baja	Medio	B
Aumento en demanda de datos de nuevas aplicaciones	Dimensionamiento de trafico	Alta	Alto	A
Falla en equipos de red de acceso	Varios AP dando el mayor cubrimiento posible unos a otros	Media	Medio	B
Falla en equipos de ventilación y energía	Equipos Back Up	Media	Medio	B

5.3. Evaluación de riesgos

De acuerdo al análisis de riesgos realizado se evaluara como mitigarlos, de acuerdo a la factibilidad, costos y beneficios.

Tabla 9 Mitigación de riesgos

<i>Riesgo</i>	<i>Criterio</i>	<i>Tratar Riesgo</i>
Interferencia	4	SI
Mala configuración de equipos	4	SI
Cambio en la legislación	2	NO
Cambio de estructura del sitio	2	NO
Aumento en demanda de datos de nuevas aplicaciones	4	SI
Falla en equipos de red de acceso	3	SI
Falla en equipos de ventilación y energía	3	SI

5.3.1. Evaluación de alternativas

Según la evaluación anterior existen 5 riesgos que deben ser tratados. A continuación se encuentran las alternativas para mitigarlos, las cuales se pondrán en funcionamiento de acuerdo a su necesidad.

Tabla 10 Evaluación de alternativas

Riesgo	Alternativas de manejo	Alternativas
Interferencia	Reducir probabilidad	Realizar estudios en sitio de otros equipos que puedan estar manejando la misma frecuencia en potencias no permitidas
Mala configuración de equipos	Reducir probabilidad	Generar instructivos de cada uno de los procesos de implementación y control <u>de el</u> correcto uso
Aumento en demanda de datos de nuevas aplicaciones	Reducir Impacto	Monitorear tráfico y dimensionar los cambios ocasionados con el tiempo
Falla en equipos de red de acceso	Reducir probabilidad e impacto	Revisión mensual de bastidores, conexiones, equipos y conexiones
Falla en equipos de ventilación y energía	Reducir probabilidad e impacto	Revisión mensual de equipos de energía y ventilación

Para los Riesgo Interferencia y mala configuración de equipos se pondrán en funcionamiento las alternativas desde el diseño.

Para los riesgos Aumento en demanda de datos de nuevas aplicaciones, Falla en equipos de red de acceso y falla en equipos de ventilación de energía se harán controles durante la operación del proyecto.[20]

Capítulo 7

7. Costos

A continuación se detalla el listado de materiales estimados a utilizar en el diseño para la solución de la implementación del sitio, las cantidades varían de acuerdo a las dimensiones del sitio.

Tabla 11 Listado de materiales

Cantidad	UM	Descripción	Valor \$ US
1	UN	AP ZoneFlex 7762-AC 901-7762-XX03 ZoneFlex 7762-AC 802.11n Outdoor Wireless Access Point, 2.4GHz and 5GHz concurrent dual band, Dual Ethernet ports, AC in, POE in and POE out, IP-67 Outdoor enclosure, -40 to 65C.	1900
1	UN	Antena externa 5Ghz AT-1212-DP	500
1	UN	Switch Avaya AL3500A14-E6 Ethernet Routing Switch 3510GT-PWR+ with 8 10/100/1000 (802.3af/at) PoE ports plus 2 SFP ports	930
1	UN	AP ZoneFlex DB 901-7363-XX00 ZoneFlex dual-band (5 GHz and 2.4 GHz concurrent) Mid-Range 802.11n Wireless Access Point, 14-element smart antenna, three ports (1GE + 2FE), PoE support.	550
1	UN	Mini Rack Murales 6 UR de 1 cuerpo. El frente es con puerta visor y con llave y con forzadores de aire y salida para cables y borneras.	220
1	UN	100 BASE TX TO 100 BASE FX MEDIA CONVERTER	40
1	UN	PoE Injector	20
1	UN	Tablero Principal de Energía compuesto por 1 disyuntor de 63 A y térmica principal de 60A + bornera	30
1	UN	Tablero Secundario de Energía compuesto por 1 disyuntor de 15A y 1 térmica de 10 A.	25
1	UN	Tablero seccional dentro del campo de juego de Energía compuesto por 1 disyuntor de 10A y 1 térmica de 6 A.	18
1	Metro	Cable Energía Sintenax bipolar de 2x6mm2 de sección	12
1	Metro	Cable verde – amarillo unipolar 6mm2 de sección	8
1	Metro	tubo galvanizado 3/4"	15
1	UN	Caja de aluminio 200X200mm	80
1	Metro	Cable Energía Sintenax bipolar de 4mm2 de sección	18
1	UN	Patchcord de F.O de 100 metros c/u con conectores LC	140
1	UN	Patchcord de F.O de 150 metros c/u con conectores LC	180
1	UN	Patchcord de F.O de 200 metros c/u con conectores LC	210
1	UN	SFP 1000 BASE SX	30
1	UN	SFP 1000 BASE T	38
1	UN	Conectores RJ-45	5
1	300 Metros	Cable UTP CATEGORIA 5e.	50

Tabla 12 Costo variable y fijo del diseño 3G/ Wi-Fi Offload

COSTOS FIJOS \$ COP			
Nombre	Cantidad	Costos	Total
Gerente proyecto	1	\$ 5,000,000	\$ 3,333,333
Jefe de cuadrilla	2	\$ 2,500,000	\$ 3,333,333
Tecnicos	8	\$ 1,500,000	\$ 8,000,000
Vehículo	2	\$ 2,164,350	\$ 2,885,800
PC personales	6	\$ 1,400,000	\$ 5,600,000
Analizador	2	\$ 6,199,300	\$ 8,265,733
Equipo de pruebas	2	\$ 14,762,700	\$ 19,683,600
Servicios generales	1	\$ 3,000,000	\$ 2,000,000
Total Costos Fijos			\$ 53,101,800

COSTOS EQUIPOS			
Equipos	Cantidad	Valor Unitario	Valor total
Controladora	1	\$2,112,650	\$2,112,650.00
Access Point in	20	\$1,292,500	\$25,850,000.00
Access Point out	7	\$446,500	\$3,125,500.00
Switch	5	\$2,185,500	\$10,927,500.00
Accesorios	1	\$1,266,650	\$1,266,650
Cableado	1	\$206,800	\$206,800
Total Costos			\$43,489,100

Capítulo 8

8. Conclusiones

El alto tráfico de datos móviles está aumentando exponencialmente. También contando con el alto número de dispositivos 3G que hay en el mercado. El tráfico de datos móviles supera la capacidad de las redes celulares. Esto es particularmente cierto en zonas con alta densidad de concentración de usuarios, como se ha visto en los principales centros comerciales de las ciudades principales, donde esta carga provoca un degradado nivel de servicio.

Este diseño de 3G/ Wi-Fi de descarga de datos es una solución ajustada a la necesidad actual, ya que permite una perfecta comunicación entre 3G y Wi-Fi, brindando así un buen servicio hacia el usuario, transparente, seguro y confiable. Ya que las políticas aplicadas a la red móvil son exactamente las misma que para la red Wi-Fi.

Wi-Fi offload descongestiona la red 3G liberando espectro para los canales de voz u otros servicios Premium de la red, la descarga de datos se está convirtiendo en una estrategia para mejorar la capacidad y la calidad del servicio de usuarios en 3G.

Los costos de la solución de descarga de datos Wi-Fi se convierte en una opción económica, por su espectro no licenciado, porque su simplicidad en la implementación y por su fácil integración con la red móvil.

Lista de referencias

- [1] (<http://www.cisco.com/web/ES/about/press/2013/2013-02-05-traffic-global-de-datos-moviles-se-multiplicara-por-trece-en-2017.html>, s.f.)
- [2] (http://www.ericsson.com/ar/res/region_RLAM/pdf/2014/2014-11-18-emr-appendix-es.pdf, s.f.)
- [3] (http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/fajardo_p_d/capitulo1.pdf)
- [4] (<http://telecomunicaciones-peru.blogspot.com/2014/01/1ra-cumbre-wifi-offload-en-enero-2014.html>, s.f.)
- [5] (<http://www.wificlub.org/featured/wifi-historia-evolucion-aplicaciones-desarrollos/>, s.f.)
- [6] (<https://books.google.com.co/books?id=rQmH6IKyvigC&printsec=frontcover&dq=tecnologia+wifi&hl=es&sa=X&ei=Q4UYVbTSJ8LFgwS0rIPQDw&ved=0CBwQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false>, s.f.)
- [7] (<http://c541678.r78.cf2.rackcdn.com/wp/wp-3g-offload-es.pdf>)
- [8] (<http://www.revistadelogistica.com/Operadores-moviles-y-virtuales-una-tendencia-en-crecimiento.asp>)
- [9] (<http://www.tecnocompras.com.co/news/conoce-acerca-de-las-ventajas-y-desventajas-del-wifi-a-2-4-ghz-y-5-ghz/>)
- [10] ([http://www.eslared.org.ve/walc2012/material/track1/04-Comparacion del uso del espectro-es-v.1.5-notes.pdf](http://www.eslared.org.ve/walc2012/material/track1/04-Comparacion%20del%20uso%20del%20espectro-es-v.1.5-notes.pdf))
- [11] (http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/service-provider-wi-fi/white_paper_c11-701018.html)
- [12] (<http://www.zeroshell.net/es/radiusdetails/>)
- [13] (<http://www.aptilo.com/mobile-data-offloading/3gpp-wifi-access>)
- [14] (<http://www.hometechcolombia.com/boletines/PDF/DisenarRedWiFi.pdf>)

[15](http://www.senzafiliconsulting.com/Portals/0/docs/Reports/SenzaFili_SmallCellWiF_iTCO.pdf)

[16] (<http://www.wballiance.com/wba/wp-content/uploads/downloads/2013/09/Cost-savings-and-revenue-benefits-from-NGH.pdf>)

[17](http://www.telematica.utfsm.cl/telematica/site/artic/20121008/asocfile/20121008171131/montero_fernando.pdf)

[18](<http://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/7164/1/ice%20%20211.pdf>)

[19](<http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/14728/9/vmelladomTFC0612memoria.pdf>)

[20](http://www.egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/riesgos_de_las_redes_inalambricas.pdf)

[21](<http://www.redestelecom.es/telefonía/reportajes/1063305002903/pequena-gran-solucion-construir.1.html>)

[22] (<http://en.ruckuswireless.com/assets/pdfs/products/smartcell.pdf>)

Glosario

1G:	Primera Generación redes móviles
2G:	Segunda Generación redes móviles
3G:	Tercera Generación redes móviles
3GPP:	Third Generation Partnership Project
3GPP2:	Proyecto de Asociación de Tercera Generación 2
4G:	Las redes de telefonía móvil
AAA:	(autenticación, autorización y contabilidad)
AMPS:	Protocolo analógico
AGW:	(Access Gateway), acceso a la red.
AUC:	Authentication center
AP:	(Access Point), Punto de Acceso
Backhaul:	Red de retorno
BS:	(Base Station), Estación Base
BSC:	Base Station Controller
BSS:	(Basic Service Set)
BTS:	Base Tranceiver Station
CDMA:	Acceso Múltiple por División de Codigos
EAP:	Extensible Autenticación Protocolo
EIR:	Equipment Identity Register
ETACS:	Protocolo Analógico
E-NODO B:	Enhanced Nodo B
FDMA:	Acceso múltiple por división de frecuencia
GGSN:	Nodo de soporte de GPRS de Gateway
GPRS:	General Packet Radio Service
GSM:	Global System for Mobile communications
GTP:	Protocolo de túnel GPRS
GW:	Gateway
HANDOFF:	Traspasó de una estación a otra
HLR:	Home Location Register
HSDPA:	High Speed Downlink Packet Access
HSPA:	High Speed Packet Access
HSUPA:	High-Speed Uplink Packet Access
HSS:	Home subscriber server
HTTP:	Protocolo de transferencia de hipertexto
IEEE:	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
IMEI:	International Mobile System Equipment Identity
IP:	Protocolo de Internet
ITU:	Unión Internacional de Telecomunicaciones
LAN:	Red de Área Local
LTE:	Long Term Evolution
MAN:	Red de área metropolitana

ME:	Movil Equipment
MIMO:	Multiple-Input Multiple-Output
MME:	Mobility management entity
MMS:	Multimedia messages services
MSC:	Movil switching center
NODO B:	Nucleo de red movil
OFDMA:	Orthogonal Frequency Division Multiple Access
OFFLOAD:	Descarga Wi-Fi
O&M:	Operacion y Mantenimiento
OMV:	Operadores móviles virtuales
PCRF:	Policy and Charging Rules Function
PGW:	PDN Gateway
PDN:	Packet Data Network
PIRE:	Potencia radiada mas ganancia
QAM:	Modulación de amplitud en cuadratura
QoS:	Calidad de servicio
QPSK:	Codificación por cambio de fase en cuadratura
RNC:	Controladora de red de radio
SIM:	Módulo de identidad del abonado
SGW:	Serving gateway
SMS:	Short messages services
TACS:	Total Access Communication System Protocolos Analogicos
TIC:	Tecnología de la Información y la Comunicación
TCP:	Protocolo de Control de Transmisión
TDMA:	Acceso múltiple por división de tiempo
UE:	Equipo del usuario
UMTS:	Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles
UTRAN:	UMTS Terrestrial Radio Access Network
VLR:	Visitor Local Register
VoIP:	Voz sobre IP
VPN:	Red Privada Virtual
WAP:	Wireless Application Protocol
WCDMA:	Wideband Code Division Multiple Access
WECA:	Wireless Ethernet Compatibility
WEP:	Wired Equivalent Privacy
WI-FI:	Wireless Fidelity
WIMAX:	Worldwide Interoperability for Microwave Access
WLAN:	Red de Área Local inalámbrica
WPA:	Wi-Fi Protected Access