



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

REDES WIRELESS

PRESENTADO POR

BACHILLER ROSA SANCHEZ RAMIREZ

ASESOR

MGR. JAVIER EDGAR COAILA COAYLA

**PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

MOQUEGUA - PERÚ

2019

CONTENIDO

	Pág.
Página de jurado.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Contenido.....	iv
Contenido de tablas.....	vi
Contenido de figuras.....	vii
Contenido de apéndices.....	viii
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO II

OBJETIVOS

2.1	Objetivo general.....	2
2.2	Objetivos específicos.....	2

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1	Marco teórico.....	3
3.1.1	¿Qué es wifi?.....	3
3.1.2	Frecuencias WLAN.....	3
3.1.3	El estándar 802.11.....	3

3.1.4	Mapas de cobertura con Acrylic WiFi.	4
3.1.5	Herramientas de software para wifi.	4
3.1.6	Fórmulas de cálculo wifi.	7
3.1.7	Metodología para implementar proyecto de redes.	7
3.1.8	Estándares de REDES aplicados.	8
3.2	Caso práctico	9
3.2.1	Planteamiento.	9
3.2.2	Comparación de herramientas.	10
3.2.3	Selección de herramientas.	16
3.3	Representación de resultados	17
3.3.1	Estudio de la cobertura.	17
3.3.2	Mapas de la cobertura.	20
3.3.3	Análisis de los cálculos	21

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1	Conclusiones	24
4.2	Recomendaciones	24
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		26
APÉNDICES		29

CONTENIDO DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Escala para comparación de herramientas wifi.....	15
Tabla 2. Aspectos importantes para comparación de herramientas wifi.....	15
Tabla 3. Comparación de herramientas wifi	16
Tabla 4. Valoración de herramientas wifi (escala de 0 a 5)	16
Tabla 5. Análisis de cálculos.....	22
Tabla 6. Datos relevantes del análisis	22

CONTENIDO DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa de cobertura	4
Figura 2. Mapa de cobertura del segundo piso	20
Figura 3. Mapa de cobertura del primer piso	21
Figura 4. Mapa de cobertura de la planta baja	21

CONTENIDO DE APÉNDICES

	Pág.
Apéndice A. Formato de encuesta	30
Apéndice B. Tabulación y análisis de la encuesta	31
Apéndice C. Esquema de la red cableada	36
Apéndice D. Escenario resumen del sistema	37
Apéndice E. Equipamiento utilizado	38
Apéndice F. Configuración de la red	41

Tablas

Tabla B1. Uso del Internet	31
Tabla B2. Dispositivos de los usuarios	32
Tabla B3. Velocidad actual de los enlaces inalámbricos	33
Tabla B4. Necesidad del diseño de una nueva infraestructura.....	34
Tabla B5. Necesidad de los estudiantes respecto a las características wifi	34

Figuras

Figura B1. Actividades de los usuarios.....	31
Figura B2. Dispositivos de los usuarios	32
Figura B3. Velocidad actual de los enlaces inalámbricos.....	33
Figura B4. Necesidad del diseño de una nueva infraestructura	34
Figura B5. Necesidad de los estudiantes respecto a las características wifi	35
Figura C1. Esquema de la red cableada	36
Figura D1. Escenario resumen del sistema	37

Figura E1. Controladora wifi	38
Figura E2. Access point unificado	39
Figura E3. Switch Des-1210-28P.....	39
Figura F1. Ventana de acceso al administrador web.....	41
Figura F2. Interfaz de menús y opciones del administrador web	42
Figura F3. Interfaz de configuración LAN del DWC-1000.....	43
Figura F4. Opción de instalación (setup)	44
Figura F5. Listado de redes VLANs	44
Figura F6. Interfaz de subredes múltiples VLANs	45
Figura F6. Interfaz de configuración de subredes VLAN 2 (profesores)	45
Figura F8. Interfaz de configuración del puerto miembro VLAN1, 2 y 3	46
Figura F9. Interfaz de mantenimiento de perfiles	47
Figura F10. Interfaz de configuración SSID “profesores”	47
Figura F11. Interfaz de configuración SSID “alumnos”	48
Figura F12. Interfaz de configuración de parámetros radio de los access point (1/2)	48
Figura F13. Interfaz de configuración de parámetros radio de los access point (2/2)	49
Figura F14. Interfaz de listado de “access points” detectados y pendientes de configurar	50
Figura F15. Interfaz de configuración de un nuevo “access point” al perfil.....	50
Figura F16. Listado de “access point” administrados.....	51
Figura F17. Interfaz de configuración de los access point en modo manual	51
Figura F18. Interfaz de configuración canales y potencia en modo manual.....	52

Figura F19. Interfaz de configuración del servidor RADIUS.....	52
Figura F20. Interfaz de chequeo de los servidores RADIUS.....	53
Figura F21. Interfaz de listado de grupos de usuarios	54
Figura F22. Interfaz de administración de grupos	54
Figura F23. Interfaz para importar usuarios con archivos CSV	55
Figura F22. Interfaz de administración de usuarios	56
Figura F25. Interfaz de acceso a la red “alumnos”	56
Figura F26. Configurar el SSID	57
Figura F27. Interfaz de configuración del portal cautivo en el SSID	57
Figura F28. Interfaz Login de ingreso al Switch.....	58
Figura F29. Interfaz de administración de IP del Switch.....	58
Figura F30. Configuración VLANs asimétricas	59
Figura F31. Interfaz de la red “profesores”.....	59
Figura F32. Interfaz de la red “alumnos”.....	60
Figura F33. Interfaz de enrutamiento estático IPv4	61
Figura F34. Pantalla de detalles de Ubuntu y características técnicas donde se encuentra instalada	61
Figura F35. Pantalla de testeo exitoso en modo local del FreeRADIUS	63
Figura F36. Pantalla de reinicio del servicio de FreeRADIUS	64

RESUMEN

La Institución Educativa “Nuestra Señora del Carmen” contaba con una red wifi en la cual no fue aplicada ninguna norma o metodología de implementación, por lo que la cobertura y velocidad eran pésimas, originando quejas de los usuarios. Para determinar esta problemática se realizaron encuestas y entrevistas a los usuarios de la red, cuyos resultados revelaron el pésimo servicio brindado, a tal punto que no satisfacía la necesidad de cobertura de Internet para la institución. Por tal motivo, el presente trabajo tuvo como objetivo mejorar en términos de cobertura la red de wifi en la Institución Educativa “Nuestra Señora del Carmen”. A través del mismo se implementó una solución a la problemática encontrada, utilizando herramientas para medir la cobertura óptima con mapas de calor, mayor alcance y la correcta ubicación de los equipos para mejorar el diseño actual. Se determinó seleccionar la herramienta Acrylic WiFi, que sería la más adecuada y reconocida a nivel internacional, decisión que fue resultado de una estricta comparación con otras herramientas wifi alternativas. Como resultado se obtuvo un estudio de cobertura de todos los ambientes donde se implementará la solución, con sus respectivos mapas de calor y análisis de cálculos utilizando la metodología INEI para la implementación de redes. También se instalaron y configuraron los equipos y el servidor Radius. Finalmente, se concluyó que el software Acrylic WiFi fue de gran utilidad para realizar los mapas de calor y así optimizar el área de cobertura necesaria para la red de la Institución Educativa.

Palabras clave: Mapas, cobertura, utilidad, software, optimizar, redes, wifi.

ABSTRACT

The Educational Institution "Nuestra Señora del Carmen" had a wifi network in which no implementation norm or methodology was applied, so coverage and speed were appalling, causing user complaints. To determine this problem, surveys and interviews were carried out with the users of the network, whose results revealed the lousy service provided, to the point that it did not satisfy the need for Internet coverage for the institution. For this reason, this work aimed to improve the wifi network in terms of the "Nuestra Señora del Carmen" Educational Institution in terms of coverage. Through it, a solution to the problem found was implemented, using tools to measure the optimal coverage with heat maps, greater range and the correct location of the equipment to improve the current design. It was determined to select the Acrylic WiFi tool, which would be the most appropriate and internationally recognized, a decision that was the result of a strict comparison with other alternative wifi tools. As a result, a coverage study was obtained of all the environments where the solution will be implemented, with their respective heat maps and analysis of calculations using the INEI methodology for network implementation. Radius servers and equipment were also installed and configured. Finally, it was concluded that Acrylic WiFi software was very useful for heat maps and thus optimize the coverage area necessary for the network of the Educational Institution.

Keywords: Maps, coverage, utility, software, optimize, networks, wifi

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La Institución Educativa “Nuestra Señora del Carmen” tiene muchas dificultades para compartir recursos como impresoras en red wifi, archivo como: pdf, docx, xlsx y otros, asimismo el internet es muy lento, debido a que no cuenta con una correcta infraestructura de conectividad que permite acceder a los diferentes beneficios que esta proporciona, esto trae como consecuencia, que el personal que labora en la institución no se encuentra satisfecho con el actual servicio de conectividad que se tiene, por ello, es de suma importancia la implementación y optimización de una infraestructura de red que permita la conectividad en cada una de las áreas de la institución, de tal manera que se optimice el servicio de Internet.

En el presente trabajo se ha implementado una solución wifi por las diferentes ventajas que esta ofrece respecto a otros tipos de redes, como la cableada o satelital.

En ese sentido, y buscando brindar un mejor servicio a los usuarios de la Institución Educativa, este proyecto pretende desarrollar una documentación que sirva de guía para dotar a la red control centralizado y mayor cobertura en la institución.

La propuesta expone una mejora en términos de acceso y cobertura de la red de wifi en la Institución Educativa “Nuestra Señora del Carmen”.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Mejorar en términos de cobertura de la red de wifi en la Institución Educativa “Nuestra Señora del Carmen”.

2.2 Objetivos específicos

Presentar la tecnología como una solución que facilite a los usuarios (alumnos, profesores, empleados y visitantes) conectarse a la misma red en cualquier punto de la Institución Educativa.

Elaborar un mapa que presente las áreas de cobertura de los puntos de acceso, una vez reubicados.

Presentar un esquema de red que permita la administración centralizada de los puntos de acceso (AP).

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Marco teórico

3.1.1 ¿Qué es wifi?

Carballar (2010) afirma que “una comunicación inalámbrica es aquella que se lleva a cabo sin el uso de cables de interconexión entre los participantes; por ejemplo, una comunicación con teléfono móvil es inalámbrica, mientras con teléfono fijo tradicional de cable no lo es”.

3.1.2 Frecuencias WLAN.

Bandas de frecuencia de las redes WLAN:

- Banda de 2,4 GHz.
- Banda de 5 GHz.

Las redes WLAN basadas en los estándares de capa física IEEE802.11b e IEEE802.11g funcionan en la banda de 2,4 GHz, y el estándar IEEE802.11a en la banda de 5 GHz. El estándar IEEE802.11n, todavía bajo estudios, funcionará en la banda de 2,4 GHz (Pellejero, Andreu y Lesta, 2006, p. 19).

3.1.3 El estándar 802.11.

El estándar 802.11 fue aprobado por el IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) en 1997, permitiendo trabajar con velocidades de

transmisión de 1 Mbps y 2 Mbps. El estándar IEEE802.11b primero, y luego los estándares IEEE802.11a y IEEE802.11g, añadieron nuevas técnicas de modulación en la capa física logrando mayores velocidades de transmisión y una mayor robustez en la conectividad (Araujo, Camacho, Chávez, Córdova, Cornejo y Espinoza, 2011, p. 59).

3.1.4 Mapas de cobertura con Acrylic WiFi.

Mediante la realización de mediciones wifi, el sistema captura el tráfico wifi y almacena información detallada de los dispositivos, su nivel de señal, así como otros datos relevantes. Con ellos, la aplicación realiza mapas de cobertura wifi detallados de cada punto de acceso, genera de forma automática informes editables con un diagnóstico de situación de la red y proporciona recomendaciones para mejorarla (Acrylic Wi-Fi, 2017a).

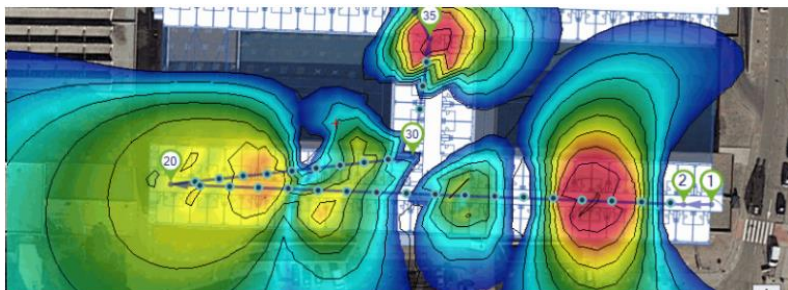


Figura 1. Mapa de cobertura

Fuente: Acrylic Wi-Fi, 2017a

3.1.5 Herramientas de software para wifi.

3.1.5.1 NetSurveyor.

Es una herramienta 802.11 (wifi) descubrimiento de la red que reúne información sobre los puntos de acceso inalámbricos cercanos en tiempo real y la muestra en formas útiles. Con un propósito similar a NetStumbler, que incluye muchas más

características. Los datos se muestran utilizando una variedad de diferentes puntos de vista diagnóstico y gráficos. Los datos pueden ser registrados por períodos prolongados y reproducida en una fecha posterior/hora. Además, los informes se pueden generar en formato PDF de Adobe (Nuts About Nets, 2017).

3.1.5.2 *InSSIDer.*

Es una solución de problemas wifi y una herramienta de optimización que lleva la administración de pequeña red wifi a un nivel completamente nuevo. Con un rápido vistazo, se podrá encontrar la colocación deficiente del canal, baja intensidad de la señal y la interferencia en las bandas de 2,4 y 5 GHz.

Datos proporcionados por la oficina inSSIDer le ayudarán a tomar decisiones informadas sobre la colocación del punto de acceso y selección de canal, para que pueda crear una red más fiable sin ser un experto certificado wifi.

3.1.5.3 *Ekahau HeatMapper.*

Proporciona una vista a nivel del suelo de la WLAN cobertura y el rendimiento basado en los datos recogidos durante las encuestas pasivos y activos. También es capaz de realizar encuestas predictivas que facilitan la planificación de WLAN en la etapa previa al despliegue. Además, la aplicación es capaz de realizar análisis de espectro, lo que requiere un analizador de espectro basados en USB. Ekahau Site Survey está optimizado para redes wifi 802.11n de gestión centralizada. Ekahau también ofrece una, a escala reducida herramienta de estudio del sitio básico llamado HeatMapper y una herramienta de evaluación WLAN básico para teléfonos inteligentes y tablets basados en Android llamada Ekahau Mobile Survey (Ekahau, Inc., 2017).

3.1.5.4 Vistumbler.

Utiliza la API de Windows nativo wifi o netsh para encontrar los puntos de acceso y obtener la información inalámbrica, soporte GPS basado COM descodificadores de NMEA, puntos de exportación/importación de acceso de Vistumbler TXT/VS1/o VSZ Netstumbler TXT/NS1 texto, exportación punto de acceso ubicaciones GPS a un archivo KML de Google Earth o GPX (GPS exchange format), muestra automáticamente los puntos de acceso en Google Earth. Además, es una herramienta Open Source (Vistumbler, 2017).

3.1.5.5 WiFi SiStr.

Es una pequeña utilidad bastante simple que permite determinar la intensidad de señal de una red inalámbrica. Funciona en Windows 2000 y XP (Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Alicante, 2015).

3.1.5.6 Acrylic WiFi versión Free.

Con Acrylic WiFi Home se puede ver y escanear las redes wifi que hay al alcance, obtener información de seguridad de la red y obtener contraseñas wifi genéricas gracias un sistema de plugins incluido, incluso en redes 802.11ac. Acrylic WiFi es un scanner wifi gratis para Windows.

- Puntos de acceso: Información de redes wifi (SSID y BSSID) y de los equipos wifi conectados a la red en cada momento.
- Nivel de señal: Gráficas de nivel de señal de los puntos de acceso.
- Inventario: Asignación de nombre a dispositivos wifi conocidos.
- Contraseñas: Contraseñas wifi y claves WPS configuradas de fábrica.
- Canales: Distribución de redes wifi y escáner de canales wifi en 2,4 y 5 GHz.

- Seguridad wifi: Información de seguridad WEP, WPA o WPA2.
- Hardware: No es necesario hardware especial para su funcionamiento (Acrylic Wi-Fi, 2017b).

3.1.6 Fórmulas de cálculo wifi.

Consideraremos las siguientes fórmulas de cálculo wifi (Murillo, 2015; Yunquera, 2005):

$[C = N \times F_s \times C_g]$ (resultado en Mbps)..... [Ecuación 1]

$[C \times F_e / C_e]$ (un punto de acceso) [Ecuación 2]

Donde:

- C = capacidad necesaria por planta.
- N = número máximo de potenciales usuarios por planta.
- F_s = factor de simultaneidad (número máximo de usuarios en la red conectada).
- C_g = capacidad garantizada por usuario (tasa de transferencia mínima garantizada).
- F_e = factor de escalabilidad (se utiliza cuando la demanda de dispositivos a conectarse sea alta, por defecto es un 10 %).
- C_e = capacidad efectiva de un punto de acceso.

3.1.7 Metodología para implementar proyecto de redes.

Para llevar adelante los proyectos, el Instituto Nacional de Estadística e Informática ha adoptado un marco metodológico único, esto nos permitirá el desarrollo del diseño de una red informática (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2011).

El marco metodológico para un proyecto constará de cuatro etapas, siendo estas las siguientes (INEI, 2011):

- Organización: Es la primera etapa de esta metodología. Se sugiere la creación de una red LAN, WAN, MAN del tipo de medio cableado o wifi.
- Análisis: En esta etapa se analizarán los recursos de la red y su estructura y se describirán las estrategias para la integrar todas las áreas a la red.
- Desarrollo: En esta etapa se tiene en cuenta el diseño de la red WLAN.
- Implementación: Comprende toda la instalación en la empresa.

3.1.8 Estándares de REDES aplicados.

3.1.8.1 *El estándar IEEE 802.11g.*

Este utiliza la banda de 2,4 GHz (al igual que 802.11b) pero opera a una velocidad teórica máxima de 54 Mbps, que en promedio es de 22,0 Mbps de velocidad real de transferencia, similar a la del estándar 802.11a. Es compatible con el estándar b y utiliza las mismas frecuencias (Wikipedia, 2011).

3.1.8.2 *ANSI/TEI/EIA 569 Espacios y canalizaciones para telecomunicaciones.*

Este estándar provee especificaciones para el diseño de las instalaciones y la infraestructura edilicia necesaria para el cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales (Wikipedia, 2011).

3.1.8.3 *ANSI/TIA/EIA 568.*

La Norma ANSI/TIA/EIA-568 y sus recientes actualizaciones especifican los requerimientos de un sistema integral de cableado, independiente de las aplicaciones y de los proveedores, para los edificios comerciales.

3.1.8.4 ANSI/J-STD-607.

Tierras y aterramientos para los sistemas de telecomunicaciones de edificios comerciales. Constituye parte esencial en la vida útil de los equipos y protección del personal.

3.1.8.5 ANSI/EIA/TIA-222-G.

Normas estructurales para torres de antena de acero y estructura de soporte de antenas.

3.2 Caso práctico

3.2.1 Planteamiento.

Actualmente, la Institución Educativa “Nuestra Señora del Carmen” cuenta con una red wifi, además se aprecia que no se aplicó ninguna norma o metodología de implementación, incluso tanto la cobertura como velocidad son pésimas a tal punto que no satisface la necesidad de Internet para la Institución.

La Institución Educativa tiene muchas dificultades para compartir recursos como impresoras en red wifi, archivo como: pdf, docx, xlsx y otros, asimismo el internet es muy lento, debido a que no cuenta con una correcta infraestructura de conectividad que permite acceder a los diferentes beneficios que esta proporciona, esto trae como consecuencia, que el personal que labora en la institución no se encuentra satisfecho con el actual servicio de conectividad que se tiene, por ello, es de suma importancia la implementación y optimización de una infraestructura de red que permita la conectividad en cada una de las áreas de la institución, de tal manera que se optimice el servicio de Internet.

Dicho análisis se puede corroborar por las encuestas realizadas en la institución y las cuales se encuentran en los apéndices de este proyecto.

En tal sentido con este proyecto de investigación se propone implementar una solución a dicho problema de cobertura, utilizando herramientas, tales como software, instaladas en una laptop, para que pueda medirse la cobertura óptima con los mapas de calor, y así mejoraremos y optimizaremos el diseño actual.

3.2.2 Comparación de herramientas.

Para analizar el espectro de señales con frecuencia de radio (canales, calidad e intensidad de señal, SSID, etc.) se recomienda emplear alguna de las siguientes herramientas de libre distribución, las cuales vamos a considerar cuatro aspectos importantes que nos facilitará la elección de la mejor herramienta.

3.2.2.1 Características de herramientas.

a. NetSurveyor.

NetSurveyor tiene las siguientes características (Rodriguez, 2011):

- Es gratis.
- En repetidas ocasiones se actualiza la información sobre cada punto de acceso. Hay seis puntos de vista gráfico de diagnóstico: timecourse de las cualidades de antena para cada punto de acceso, mostrar diferencial de las cualidades Beacon para cada punto de acceso, el uso de cada uno de los canales 802.11 b/g, timecourse del uso de cada uno de los canales 802.11 b/g, mapa de calor/tabla de los canales 802.11 b/g y espectrograma del canal de los canales 802.11 b/g. Cuantas más (y diferentes) formas se tengan en observación de los

datos, mayor es la probabilidad de que algo llame la atención, la cual de otra manera podría perderse si sólo se utilizara un único tipo de diagrama.

- Genera informes en formato Adobe PDF, que incluye la lista de puntos de acceso y sus propiedades junto con las imágenes de cada una de las seis tablas de diagnóstico.
- Potente e innovador registro y la capacidad de grabación. El modo NetSurveyor de reproducción es único ya que te muestra todos los datos registrados, es decir, no se presiona un botón “play” y luego se te obliga a ver minutos u horas de datos de desplazamiento con la esperanza de que algún suceso extraño te llamará la atención. Este enfoque único de NetSurveyor hace revisar los datos registrados en un instante.
- Si tú portátil o PC tiene múltiples adaptadores inalámbricos instalados, no es ningún problema. Cuando NetSurveyor se ejecuta detecta cada uno de estos y te pide que elijas cuál usar para esa sesión.
- Soporta la mayoría de todos los adaptadores inalámbricos, es decir, aquellos que se instalan con un controlador NDIS 5.x (o posterior). Esto incluye los adaptadores inalámbricos que se ejecutan en Windows XP, Vista y Windows 7.
- Se puede ejecutar en modo DEMO, así que, incluso si no tienes un adaptador inalámbrico conectado a tu PC o portátil todavía puedes experimentar con la aplicación para ver si se adapta a tus necesidades.

b. InSSIDer.

InSSIDer tiene las siguientes características (Comprawifi, 2011):

- Muestra un gráfico de la intensidad que tienen las diferentes señales de red.

- Obtiene datos de cada una de las redes: dirección MAC, nivel de seguridad, SSID, canal, tipo de red, velocidad y la marca del dispositivo de red utilizado.
- Permite ver gráficos de las bandas 5 GHz y 2,4 GHz.
- Soporte para señales GPS.
- Software libre y disponible en español.

c. Ekahau HeatMapper.

Ekahau HeatMapper tiene las siguientes características (Ekahau, Inc., 2018):

- Permite ver la cobertura de wifi en un mapa.
- Ubica todos los puntos de acceso.
- Encuentra redes disponibles.
- Detectar configuraciones de seguridad.
- Admite 802.11n, además de a/b/g.
- Funciona en casi cualquier computadora portátil con Windows.
- Gratis, instalación de un minuto.

d. Vistumbler.

Vistumbler tiene las siguientes características (Lazo, 2013):

- Compatible con Windows Vista y Windows 7.
- Encontrar los puntos de acceso inalámbrico - utiliza “netsh wlan espectaculo modo de redes = bssid” el comando “vista” para obtener información inalámbrica.
- Soporte GPS.
- Exportación/importación de puntos de acceso Vistumbler TXT/VS1/VSZ o Netstumbler TXT/Texto NS1.

- Accesible en ubicaciones GPS en exportar a un archivo de Google Earth KML o GPX (GPS Exchange Format).
- Vivir Tracking Google Earth - KML auto muestra automáticamente los puntos de acceso en Google Earth.
- Habla intensidad de la señal con archivos de sonido, sonido Windows API o MIDI.
- De código abierto (licencia GPLv2/escrito en AutoIt Scripting language).

e. WiFi SiStr.

WiFi SiStr tiene las siguientes características (Download3k, 2007):

- Multi-lenguaje (17).
- Fácil de usar y entender.
- Pequeña pantalla totalmente personalizable (colores, opacidad, el tamaño y la indicación del valor).
- Temas definidos predefinidos y de usuario.
- Sin ventanas.
- Ayuda htm muy completo incluido (1,60 MB, inglés solamente, versión en PDF en el sitio web).
- Alertas de sonidos personalizados en las señales de baja.
- Descarga/importar/exportar temas, opciones de usuario.
- WiFi SiStr no es compatible con Windows Vista.

f. Acrylic WiFi versión free.

Acrylic WiFi versión free tiene las siguientes características (Acrylic Wi-Fi, 2018; Acrylic Wi-Fi, 2017b):

- Visor de redes wifi 802.11 a/b/g/n/ac.
- Vista de canales wifi en 2,4 y 5 GHz.
- Análisis de distribución de redes por canales wifi.
- Gráficas de nivel de señal y potencia de redes wifi.
- Visualización de información wifi en tiempo real.
- Puntos de acceso: Información de redes wifi (SSID y BSSID) y de los equipos wifi conectados a la red en cada momento.
- Nivel de señal: Gráficas de nivel de señal de los puntos de acceso.
- Inventario: Asignación de nombre a dispositivos wifi conocidos.
- Contraseñas: Contraseñas wifi y claves WPS configuradas de fábrica.
- Canales: Distribución de redes wifi y escáner de canales wifi en 2,4 y 5 GHz.
- Seguridad wifi: Información de seguridad WEP, WPA o WPA2.
- Hardware: No es necesario hardware especial para su funcionamiento.

Así mismo, las últimas novedades que pueden ser usadas en Acrylic WiFi son las siguientes (Acrylic Wi-Fi, 2014):

- Soporte 802.11ac: Acrylic analiza y procesa el tráfico de redes 802.11ac, el último estándar wifi, y analiza los paquetes de red con su sniffer integrado.
- Interfaz gráfica: Se ha simplificado el uso de Acrylic WiFi, la ubicación y algunas funciones para tener toda la información accesible a un solo click.
- Análisis de canales wifi: Soporte de anchos de canal de 20 MHz y 40 MHz en 2,4 GHz (802.11bgn) y 80 MHz y 160 MHz para una correcta representación de la señal y análisis de interferencias y solapamiento de señal.
- Velocidad wifi: Conoce cuál es la velocidad máxima soportada por tu red wifi y la velocidad a la que está funcionando el punto de acceso wifi (en 802.11ac puede ser distinta).

- Rendimiento: Se han corregido varios bugs (aún nos queda alguno por solucionar, y se ha mejorado el rendimiento para mejorar el uso de Acrylic WiFi.
- Documentación: Se han agregado ayudas contextuales, manuales de uso y varios videotutoriales.
- Instalador: Un único instalador para las versiones de Windows de 32 bits y 64 bits.

3.2.2.2 *Aplicación de comparación.*

Tabla 1

Escala para comparación de herramientas wifi

Escala	Puntaje
Muy malo	1
Malo	2
Regular	3
Bueno	4
Muy bueno	5

Tabla 2

Aspectos importantes para comparación de herramientas wifi

Aspectos importantes	Observación
¿Facilidad de uso?	Es importante que sea de fácil uso o manejo, e intuitivo, ya que ayudará a avanzar más rápido nuestro trabajo.
¿Necesita Internet?	Es importante que la aplicación no necesite de internet para que funcione. Muchas aplicaciones dependen de Internet porque dependen de librerías y otros y no se enfocan a que existen zonas donde no hay acceso a internet.
¿Genera mapas de cobertura?	Este punto es fundamental para nosotros porque el presente trabajo trata de utilizar herramientas que generen mapas de cobertura, para determinar el alcance de nuestras redes wifi.
¿Inserta puntos de acceso?	La aplicación debe soportar insertar puntos gráficamente en un mapa para que nos ayude a recrear una red wifi, quiere decir que es como una ayuda memoria de nuestro diseño.

Tabla 3*Comparación de herramientas wifi*

Software	¿Facilidad de uso?	¿Necesita Internet?	¿Genera mapas de cobertura?	¿Inserta puntos de acceso?
NetSurveyor	Sí	No	No	Sí
InSSIDer	No	No	No	Sí
EkaHau	No	No	Sí	No
HeatMapper	No	No	Sí	No
Vistumbler	Sí	Sí	Sí	Sí
WiFi SiStr	Sí	No	No	Sí
Acrylic WiFi versión Free	Sí	No	Sí	Sí

Tabla 4*Valoración de herramientas wifi (escala de 0 a 5)*

Software	¿Facilidad de uso?	¿Necesita Internet?	¿Genera mapas de cobertura?	¿Inserta puntos de acceso?	Puntaje
NetSurveyor	5	3	0	2	10
InSSIDer	0	5	0	3	8
EkaHau	0	0	4	0	4
HeatMapper	0	0	4	0	4
Vistumbler	4	5	5	3	17
WiFi SiStr	5	0	0	5	10
Acrylic WiFi versión Free	5	5	5	4	19

3.2.3 Selección de herramientas.

El software utilizado para el desarrollo de nuestro proyecto es Acrylic WiFi versión Free, debido a que en su forma gratuita nos permite realizar mapas de cobertura y su diseño es intuitivo quiere decir fácil de usar y no necesita Internet, y según tablas de valoración es la que más nos aportaría valor para nuestro trabajo.

3.3 Representación de resultados

La metodología aplicada para la optimización de la red WLAN es la desarrollada por el INEL.

Los estándares aplicados son los siguientes:

- El estándar IEEE 802.11g, con velocidad de transmisión teórica máxima de 54 Mbps.
- ANSI/TEI/EIA 569 - Espacios y canalizaciones para telecomunicaciones.
- ANSI/TIA/EIA 568-C.1 (MDF, áreas de trabajo, instalación de entrada) y ANSI/TIA/EIA 568-C.2 (cable FTP categoría 6A).
- ANSI/J-STD-607 - Tierras y aterramientos para los sistemas de telecomunicaciones de edificios comerciales: Constituye parte esencial en la vida útil de los equipos y protección del personal.
- ANSI/EIA/TIA-222-G de “Normas estructurales para torres de antena de acero y estructura de soporte de antenas”.

En nuestro caso aplicaremos tecnología de exteriores, debido a que se implementará la red wifi para las áreas de estudios de la Institución Educativa. Asimismo, se debe utilizar herramientas tecnológicas como para la planificación como el programa Packet Tracer y para la medición de espectros un programa como el Acrylic Heat Map Wifi (software para medir cobertura wifi).

Para determinar las zonas de cobertura se realizaron encuestas (ver apéndices A y B).

3.3.1 Estudio de la cobertura.

Se consideraron los siguientes parámetros para realizar el análisis (Carballar, 2003):

- “Ce”: Es la capacidad efectiva del “access point”. De los 54 Mbps totales 22 Mbps son los efectivos para la recepción y transmisión de datos. Esto es debido a que la comunicación es half-dúplex y que difícilmente tendremos un nivel de potencia superior a -30 dBm (Moresco, 2012).
- “N”: Es el número máximo de usuarios potenciales por cada planta.
- “Fs”: Es el factor de simultaneidad, es decir, el número máximo de usuarios que están usando la red inalámbrica de manera simultánea. Se utilizará un factor de simultaneidad del 30 %, para las zonas concretas en las que un alto número de usuarios, necesitan acceder a la red en el mismo instante y un factor de simultaneidad del 20 % para el resto de usuarios.
- “Cg”: Es la capacidad garantizada por usuario. Tasa de transferencia mínima que se le garantiza a un usuario en el caso de que F sea máximo. En nuestro caso tomaremos 1 Mbps.
- “Fe”: Es el factor de escalabilidad. Debido a un previsible aumento de la demanda de usuarios conectados a la red, se utilizará un factor de escalabilidad del 10 %.
- “C”: Es la capacidad necesaria por cada piso (planta).

3.3.1.1 Segunda planta.

- Seis salones en el nivel primario, donde solo están utilizando Internet los profesores y algunos alumnos, con un total de 22 posibles usuarios.

[N = 22 usuarios].

- El factor de simultaneidad alto por defecto, ya que los profesores necesitan estar siempre conectados.

$[C = N \cdot F \cdot Cg] = 22 \times 0,3 \times 1 = 6,6 \text{ Mbps.}$

- Asumiendo que el factor de escalabilidad y que el reparto de carga entre los acces point (puntos de acceso) es equilibrado, son necesarios:

$$[C \cdot Fe/Ce] = 6,6 \times 1,1/22 = 0,33 \text{ (un punto de acceso).}$$

3.3.1.2 *Primera planta.*

- Seis salones del nivel primario, donde solo utilizan Internet los profesores y alumnos, así con un total de 20 posibles usuarios.
- En la sala de profesores de nivel primario, despachos, gabinete y escuela de música pueden llegar a 20 usuarios más.

$$N = 20 + 20 = 40 \text{ usuarios.}$$

- El factor de simultaneidad se considera como alto, ya que los profesores necesitan estar siempre conectados tanto en el aula como en despachos y sala.

$$C = [N \times F \times Cg] = 40 \times 0,3 \times 1 = 12 \text{ Mbps}$$

- En conclusión, el factor de escalabilidad y que el reparto de carga entre puntos de acceso es equilibrado, son necesarios:

$$[C \times Fe / Ce] = 12 \times 1,1 / 22 = 0,6 \text{ (un punto de acceso).}$$

3.3.1.3 *Planta baja.*

- Los salones de infantil, biblioteca, gimnasio, comedor, secretaría y conserjería hacen un total de 20 usuarios en determinados momentos.

$$N = 20 \text{ usuarios.}$$

- Considerando un factor de simultaneidad alto:

$$[C = N \times F \times Cg] = 20 \times 0,3 \times 1 = 6 \text{ Mbps.}$$

- En conclusión, el factor de escalabilidad y que el reparto de carga entre puntos de acceso es equilibrado, son necesarios:

$$[C \times Fe / Ce] = 6 \times 1,1 / 22 = 0,30 \text{ (un punto de acceso).}$$

3.3.2 Mapas de la cobertura.

Para poder evaluar la cobertura de la red inalámbrica wifi actual, realizamos un levantamiento, recorriendo toda la Institución Educativa con una laptop para intentar conectarnos a la red y la aplicación móvil Acrylic Heat Map Wifi - Free para medir la potencia de la red en cada punto que tomamos de referencia. Asimismo, se fue optimizando la ubicación de los equipos para optimizar los mapas de cobertura, de tal manera que tenemos los siguientes mapas de cobertura wifi.

Se trabaja con una escala configurable de 0 a -100 decibelios (dB), rojo es 0 dB y azul oscuro es -100 dB y el color verde es el punto intermedio quiere decir con muy buena señal (óptima hasta los -75 dB).

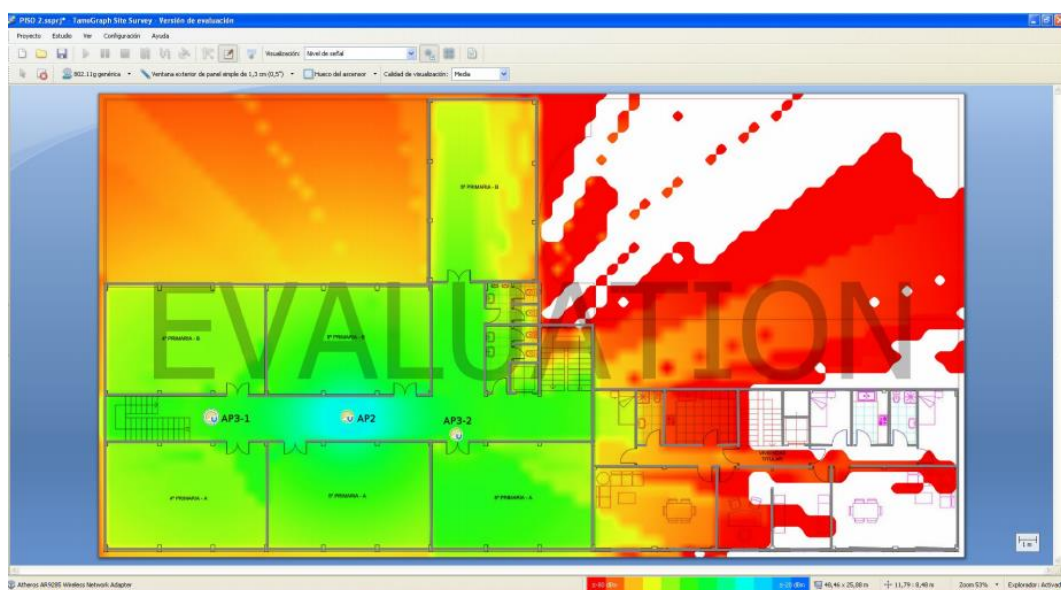


Figura 2. Mapa de cobertura del segundo piso

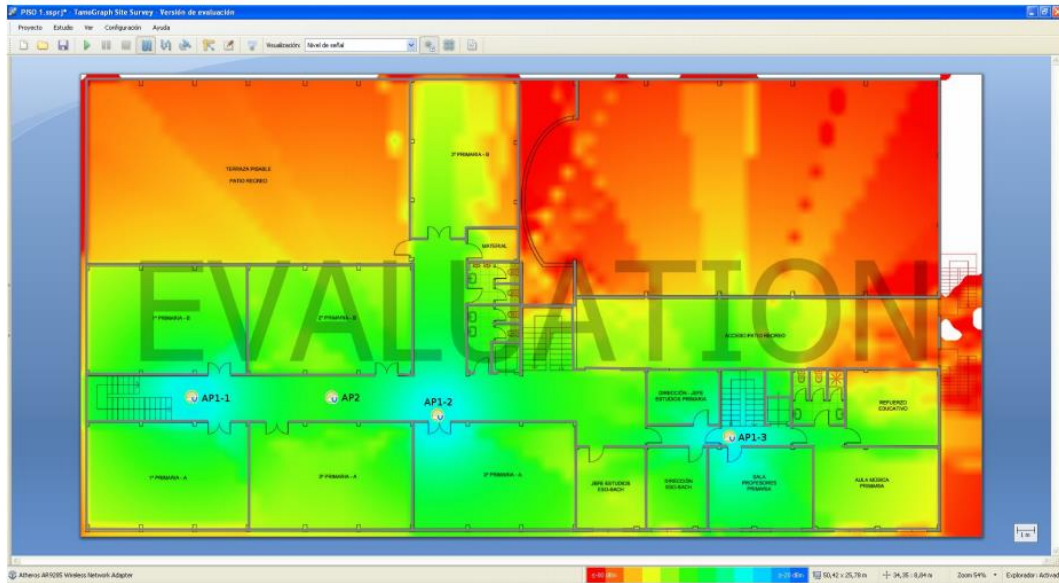


Figura 3. Mapa de cobertura del primer piso

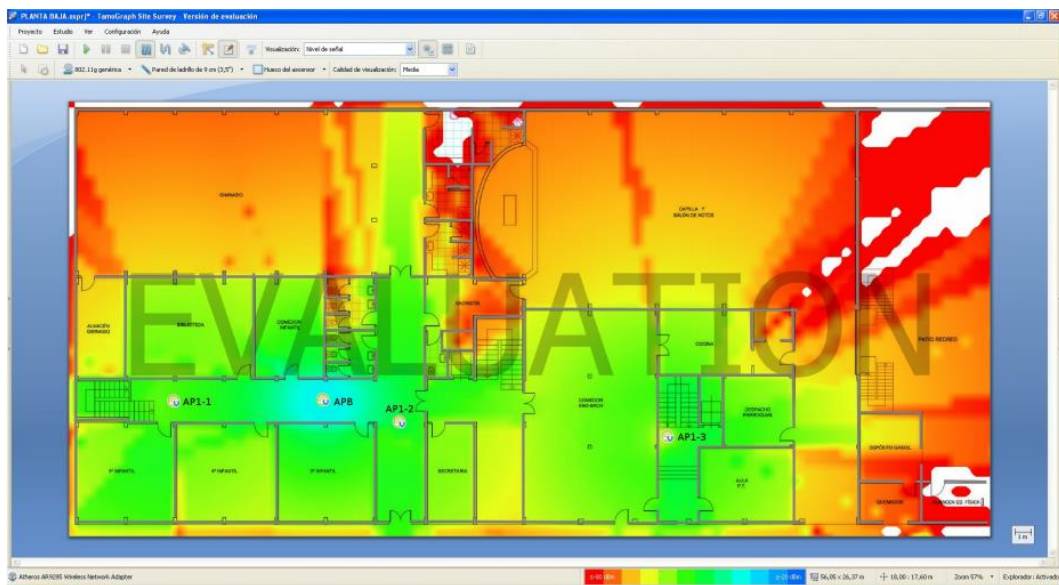


Figura 4. Mapa de cobertura de la planta baja

3.3.3 Análisis de los cálculos.

En la tabla de resultados, haciendo una comparación del número de “access points” necesarios según la demanda para cubrir las zonas de servicio.

Tabla 5*Análisis de cálculos*

Planta	N° de AP's por capacidad	N° de AP's por cobertura	N° promedio de usuarios	N° máximo de usuarios
Planta baja	1	1	20	22
Primera planta	1	2	40	66
Segunda planta	1	1	20	22
Total	3	4	80	111

Nota: AP's = access points (puntos de acceso).

Como podemos ver en la tabla 5, con los estudios realizados de propagación radioeléctrica, llegamos a que se debe aumentar la zona de cobertura en la primera planta de esa planta. El número de “access point” total a usar: será de cinco por el tres, se podrán conectar a la vez en el sistema para la velocidad de 1 Mbps ofrecida, podrá verse incrementado en más de 100, siempre y cuando el ancho de banda de conexión a Internet lo permita.

En la tabla 6 mostramos los detalles más relevantes de ancho de banda.

Tabla 6*Datos relevantes del análisis*

Datos	Estimado	Ofrecido
N° máximo de usuarios simultáneamente	80	100
Velocidad por usuario	1 Mbps	1 Mbps
Velocidad máxima por punto de acceso	22 Mbps	22 Mbps
N° de puntos de acceso requeridos	3	4
Promedio de usuarios por punto de acceso	26,6	25
Velocidad total	80 Mbps	100 Mbps

Podemos observar que en la situación actual existen 80 posibles usuarios a la vez, con una conexión de 1 Mbps que sería la conexión mínima velocidad ofrecida como resultado un total de 80 Mbps de ancho de banda total requeridos para la salida a Internet.

En tal sentido, la Institución Educativa contrata una conexión de Internet de fibra óptica de 100 Mbps simétricos garantizados, en la actualidad la red está capacitada en ofrecer una conexión simultánea garantizada de 1 Mbps a 200 usuarios.

Cabe mencionar que si la demanda sube lógicamente también se contrataría un mayor ancho de banda para que soporte dicha demanda.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Primera.** Se logró optimizar el área de cobertura necesaria para la red de la Institución Educativa a través del software Acrylic WiFi versión Free, como una herramienta wifi de gran utilidad para realizar los mapas de calor.
- Segunda.** Se utilizaron herramientas tecnológicas para la optimización de la cobertura wifi, a través de software y equipos tecnológicos como la laptop y tablet.
- Tercera.** Se diseñaron los mapas de cobertura, los cuales nos sirven para ver la cobertura actual y realizar mejoras, concretizando en un mapa óptimo por cada área evaluada.
- Cuarta.** Se diseñó un diagrama de red optimizado respecto a las ubicaciones de los equipos wifi en ubicaciones óptimas.

4.2 Recomendaciones

- Primera.** Con el fin de garantizar la cobertura de los equipos, se debe realizar periódicamente un mapeo general con las herramientas tecnológicas,

así mismo un constante mantenimiento para brindar un mejor servicio y de calidad.

Segunda. Así como la herramienta de software Acrylic WiFi versión Free, existen otras herramientas los cuales debemos estar en constante investigación para utilizar nuevas tecnologías para desarrollo y optimización en proyectos wifi.

Tercera. Realizar periódicamente nuevos estudios wifi con el apoyo de los mapas de calor, para la verificación de su óptimo servicio de la red wifi.

Cuarta. Estar siempre enfocado en nuestro trabajo diario de administrador o supervisor de redes, siendo uno de nuestros fines el de proteger, que sean confiables y disponibles los datos en nuestra red empresarial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acrylic Wi-Fi. (2014). *¿Cómo usar Acrylic WiFi? Aprende a usar Acrylic WiFi en 10 minutos*. Recuperado de <https://www.acrylicwifi.com/blog/aprende-a-usar-acrylic-wifi-en-10-minutos/>
- Acrylic Wi-Fi. (2017a). *Acrylic Wi-Fi Heatmaps - Site Survey WiFi*. Recuperado de <https://www.acrylicwifi.com/software/analisis-cobertura-wifi-acrylic-heatmaps-mapas-de-cobertura/>.
- Acrylic Wi-Fi. (2017b). *Escáner WiFi*. Recuperado de <https://www.acrylicwifi.com/software/escaner-wifi-acrylic-wifi-gratuito/>
- Acrylic Wi-Fi. (2018). *Acrylic WiFi home - software WiFi para uso personal*. Recuperado de <https://www.acrylicwifi.com>
- Araujo, G., Camacho, L., Chávez, D., Córdova, C., Cornejo, J. y Espinoza, D. (2011). *Redes inalámbricas para zonas rurales*. Lima, Perú: GTR-PUCP (Pontificia Universidad Católica del Perú).
- Carballar, J.A. (2003). *Wi-Fi: cómo construir una red inalámbrica*. España: RAMA S.A.
- Carballar, J.A. (2010). *WIFI. Lo que se necesita conocer*. Madrid, España: Villena Artes Gráficas.
- Comprawifi. (2011). *InSSIDer, escaner de redes inalámbricas para Windows 7*. Recuperado de <https://www.comprawifi.com/blog/antenas/inssider-escaner-de-redes-inalambricas-para-windows-7/>
- D-Link Global. (2016). *Switch Des-1210 series*. Recuperado de http://www.dlink.com/es/es/business-solutions/switching/smart_switches/des-1210-series-fast-ethernet-smart-switches

- D-Link Global. (2017a). *Unified wireless N PoE access point DWL-2600AP*. Recuperado de <https://eu.dlink.com/es/es/products/dwl-2600ap-unified-wireless-n-poe-access-point>
- D-Link Global. (2017b). *Wireless controller DWC-1000*. Recuperado de <http://www.dlink.com/es/es/support/product/dwc-1000-d-link-wireless-controller>
- Download3k. (2007). *WiFi SiStr 1.0.2678.17860*. Recuperado de <https://www.download3k.es/Red/Monitoreo-de-Red/Download-WiFi-SiStr.html>
- Ekahau, Inc. (2017). *Ekahau wireless design*. Recuperado de <https://www.ekahau.com/products/ekahau-site-survey/overview/>
- Ekahau, Inc. (2018). *Ekahau HeatMapper*. Recuperado de <https://www.ekahau.com/products/heatmapper/overview/>
- Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Alicante. (2015). *Herramientas software para WIFI*. Recuperado de <https://blogs.ua.es/redesitis/recursos-didacticos/herramientas-software-para-wifi/>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2011). *Metodología para redes INEI*. Recuperado de <http://www.inei.gob.pe/biblioineipub/bancopub/Inf/Lib5009/met13.htm>.
- Lazo, O. (2013), *Características Vistumbler*. Recuperado de <http://vistumbler.blogspot.com/2013/04/caracteristicas-compatible-con-windows.html>
- Moresco, A. (2012). *Estándar redes locales inalámbricas IEEE 802.11n*. Recuperado de <http://ticylamejorasocial.blogspot.pe/2012/04/estandar-redes-locales-inalambricas.html>

- Murillo, J. (2015). *Diseño e implantación de una red inalámbrica unificada en el Colegio Nuestra Señora de Fátima de Valencia* (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica de Valencia, España. Recuperado de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/57385/MURILLO%20-%20Dise%C3%B1o%20e%20implantaci%C3%B3n%20de%20una%20red%20inal%C3%A1mbrica%20unificada%20en%20el%20Colegio%20Nuestra%20Se%C3%B1ora%20de%20....pdf?sequence=1>
- Nuts About Nets. (2017). *Network Discovery/WiFi Scanner*. Recuperado de <http://nutsaboutnets.com/netsurveyor-wifi-scanner/>
- Pellejero, I., Andreu, F., y Lesta, A. (2006). *Fundamentos y aplicaciones de seguridad en redes WLAN*. Barcelona, España: MARCOMBO S.A.
- Rodriguez, J. (2011). *Encuentra y escanea redes Wifi 802.11 con NetSurveyor*. Recuperado de <https://es.paperblog.com/encuentra-y-escanea-redes-wifi-80211-con-netsurveyor-753068/>
- Vistumbler. (2017). *Vistumbler*. Recuperado de <https://www.vistumbler.net>
- Yunquera, J. (2005). *Proyecto técnico despliegue de red inalámbrica para la Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla* (proyecto de titulación). Universidad de Sevilla, España.
- Wikipedia. (2011). *IEEE 802.11*. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11