



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA TELECOMUNICACIONES Y
REDES

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS TECNOLOGÍAS BLUETOOTH, WIFI AD
HOC, Y WIFI MESH PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS”

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del título de

INGENIERO EN ELECTRONICA TELECOMUNICACIONES Y REDES

Presentado por:

ESPLENDIDA YAJAIRA MANOSALVAS MONTESDEOCA

JACQUELINE ELIZABETH PONCE PINOS

RIOBAMBA – ECUADOR

2012

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestros sinceros agradecimientos a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Facultad de Informática y Electrónica, a la Escuela de Telecomunicaciones y Redes, por habernos brindado los conocimientos necesarios para culminar nuestros estudios en una carrera innovadora, la cual nos permitirá seguir preparándonos en nuestra vida profesional.

De igual manera, agradecemos al Ing. Edwin Altamirano, Daniel Haro, por habernos dedicado su tiempo y guiarnos de la manera más ilustrada para desarrollar esta tesis.

Así mismo no podríamos dejar de agradecer a nuestras familias, por habernos apoyado incondicionalmente durante todo el acontecer académico.

DEDICATORIA

A nuestras familias y amigos:

Dedicamos este trabajo a nuestras familias y amigos por su apoyo, su amor y comprensión en todo momento.

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Ing. Iván Menes

**DECANO DE LA FACULTAD DE
INFORMATICA Y ELECTRÓNICA**

.....

.....

Ing. Pedro Infante

**DIRECTOR DE ESCUELA DE
INGENIERIA ELECTRÓNICA
TELECOMUNICACIONES Y REDES**

.....

.....

Ing. Edwin Altamirano

DIRECTOR DE TESIS

.....

.....

Ing. Daniel Haro

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

.....

Lcdo. Carlos Rodríguez

**DIRECTOR CENTRO
DOCUMENTACIÓN**

.....

.....

NOTA DE LA TESIS

Nosotras, JAQUELINE ELIZABETH PONE PINOS Y ESPLENDIDA YAJAIRA MANOSALVAS MONTESDEOCA, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis, y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenecen a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

YAJAIRA MANOSALVAS

JACQUELINE PONCE

INDICE DE ABREVIATURAS

LAN	Local Area Network (Red de Area Local)
PDA	Personal Digital Assistant (Asistente Digital Personal)
MANET	(Mobile Ad Hoc Network)
PRNET	Redes de Paquetes de Radio (Packet Radio Networks)
DARPA	(Defense Advanced Research Projects Agency)
WG	Grupo de Trabajo (Work Group)
ISM	Industrial, Scientific and Medical (Banda para uso Industrial, Científico y Médico)
WPANs	Redes Inalámbricas de Área Personal
OBEX	intercambio de objetos
AFH	Adaptive Frequency Hopping
HIDs	Human Interface Devices
EDR	Enhanced Data Rate
DSP	Digital Signal Processor
LC	Link Controller
BACKHAUL	red de retorno

INDICE GENERAL

PORTADA

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

FIRMAS DE RESPONSABILIDAD Y NOTA

RESPONSABILIDAD DEL AUTOR

INDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE GENERAL

INDICE DE TABLAS

INDICE DE FIGURAS

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

MARCO REFERENCIAL	- 16 -
1.1 ANTECEDENTES	- 16 -
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS	- 18 -
1.3 OBJETIVOS	- 21 -
1.3.1 OBJETIVOS GENERALES	- 21 -
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	- 22 -
1.4 HIPÓTESIS	- 22 -

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO	- 23 -
2.1 BLUETOOTH	- 23 -
2.1.1 Introducción	- 23 -
2.1.2 Evolución	- 24 -
2.1.3 Características	- 25 -
2.1.4 Ventajas y Desventajas	- 26 -
2.1.5 Equipos	- 27 -
2.2 Redes Ad Hoc	- 28 -

2.2.1	Introducción	- 28 -
2.2.2	Características	- 29 -
2.2.3	Evolución	- 31 -
2.2.4	Ventajas y Desventajas de las redes AD HOC.....	- 32 -
2.2.5	Equipos.....	- 33 -
2.3	Red Inalámbrica Mesh	- 35 -
2.3.1	Introducción:	- 35 -
2.3.2	Características	- 36 -
2.3.3	Evolución:	- 39 -
2.3.4	Ventajas y Desventajas	- 40 -
2.3.5	Equipos.....	- 40 -
2.3.6	Estándares de las Redes Wi-fi en el Ecuador	- 45 -

CAPÍTULO III

	MARCO METODOLÓGICO E HIPOTÉTICO.....	- 47 -
3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN	- 47 -
3.2	SISTEMA DE HIPÓTESIS	- 49 -
3.3	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	- 49 -
3.3.1	Operacionalización Conceptual.....	- 51 -
3.3.2	Operacionalización Metodológica.....	- 52 -
3.3.3	Conceptualización de los índices	- 53 -
3.4	POBLACION Y MUESTRA.....	- 55 -
3.5	PROCEDIMIENTOS GENERALES.....	- 55 -
3.6	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	- 56 -
3.7	VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS	- 56 -
3.8	AMBIENTES DE SIMULACIÓN	- 57 -

CAPITULO IV

ANALISIS DE RESULTADOS	- 61 -
4.1 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION	- 61 -
4.2 Resumen de los experimentos de evaluación de rendimiento.....	- 62 -
4.2.1 Análisis de los resultados de los experimentos 1 y 2	- 63 -
4.2 RESUMEN DE PESOS PARA LA VARIABLE INDEPENDIENTE.....	- 71 -
4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS	- 73 -
4.3.1 Variable Independiente	- 73 -
4.3.2 Variable Dependiente.....	- 75 -
4.4 PRUEBA DE LA HIPÓTESIS	- 75 -
4.4.1 Aplicación del método estadístico Chi Cuadrado.	- 75 -

CAPITULO V

MARCO PROPOSITIVO	- 82 -
5.1 IMPLEMENTACION RED AD-HOC	- 82 -
5.1.1 Equipos Utilizados:	- 82 -
5.1.2 Implementación:.....	- 83 -
5.1.3 COMPARTIR RECURSOS EN AD HOC	- 89 -
5.2 IMPLEMENTACION RED BLUETOOTH.....	- 90 -
5.2.1 Equipos Utilizados:	- 91 -
5.3 IMPLEMENTACIÓN RED MESH.....	- 95 -
5.3.1 EQUIPOS UTILIZADOS	- 95 -
5.3.2 DIRECCIONAMIENTO.....	- 95 -
5.3.3 <i>ESCENARIO</i> :	- 96 -
5.3.4 IMPLEMENTACIÓN:.....	- 96 -

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

RESUMEN

SUMMARY

BIBLIOGRAFIA

INDICE DE TABLAS

Tabla III.I. Operacionalización Conceptual de las variables	- 51 -
Tabla III.II. Operacionalización Metodológica de las variables del proyecto	- 52 -
Tabla III-III. Operacionalización metodológica de la variable independiente.....	- - 53 - -
Tabla III.IV. Detalles Técnicos de los equipos del Ambiente de Simulación.....	- - 58 - -
Tabla IV.I. Comparación del ancho de banda que utiliza cada tecnología individualmente y en un ambiente de coexistencia.....	- 64 -
Tabla IV.II. Análisis de resultados Índice 2.....	- 66 -
Tabla IV.III. Análisis de resultados Índice 3	- 67 -
Tabla IV.IV. Análisis de resultados Índice 4	- 69 -
Tabla IV.V. Análisis de resultados Indicador I.....	- 70 -
Tabla IV.IX. Análisis de Resultados para la Variable Independiente: Total Indicadores...	- 73 -
Tabla IV.X. Análisis de Resultados para la Variable Independiente: Total Índices	- 74 -
Tabla IV-XI. Tabla de contingencia de los datos observados durante el monitoreo de la red... -	76 -
Tabla IV-XII. Tabla de contingencia de los datos esperados en el monitoreo de la red.	- 77 -
Tabla IV-XIII. Cálculo de chi cuadrado.	- 78 -
Tabla V.I. Equipos utilizados para la implementación de la red Wifi Ad-Hoc.	- 82 -
Tabla V.II: Equipos utilizados en la implementación de una red bluetooth.	- 91 -
Tabla V.III: Equipos utilizados en la implementación de la red Wifi Mesh.....	- 95 -
Tabla V.IV: NODO 1 (SONY VAIO PLOMA)	- 95 -
Tabla V.V: NODO 2 (HP)	- 95 -
Tabla V.VI: NODO 3 (ACER).....	- 95 -
Tabla V.VII: NODO 4 (SONY VAIO ROJA).....	- 96 -

INDICE DE FIGURAS

Figura I-I. Escenario de una red Bluetooth.	- 19 -
Figura I.II: Escenario de una red Ad – Hoc	- 20 -
Figura I.III: Escenario de una red Wifi Mesh	- 21 -
Figura II.I: Ejemplo gráfico Red Ad Hoc	- 29 -
Figura II.II: Ejemplo de una red ad hoc aplicada en situaciones militares.	- 30 -
Figura II.III: Adaptadores de red inalámbrica PCMCIA.	- 34 -
Figura II.IV: Adaptador MiniPCI.	- 34 -
Figura II.V: Adaptadores PCI.	- 35 -
Figura II.VI: Red Inalámbrica en Malla.	- 37 -
Figura II.VII: Cobertura Red Wifi Mesh.	- 39 -
Figura III.I. Ambiente de simulación Experimental de las tecnologías.	- 57 -
Figura IV.I. Comparación de Ancho de Banda en el experimento 1 y 2	- 64 -
Figura IV.II. Porcentaje de Ancho de Banda en el experimento 1 y 2.....	- 65 -
Figura IV.III. Comparación paquetes por segundo del experimento 1	- 66 -
Figura IV.IV. Análisis de resultados Índice 2.....	- 66 -
Figura IV.V. Análisis de resultados Índice 2	- 68 -
Figura IV.VI. Análisis de resultados Índice 2.....	- 68 -
Figura IV.VII. Análisis de resultados Índice 3.....	- 69 -
Figura IV.VIII. Análisis de resultados Índice 3	- 70 -
Figura IV.IX. Análisis de resultados Indicador I.	- 71 -
Figura IV.X. Barras de los resultados de Variabilidad de Independencia	- 74 -
Figura IV.XI: Curva de análisis de chi-cuadrado.....	- 79 -
Figura V.I: Acceso al centro de redes.	- 83 -
Figura V.II: Administracion de redes inalamicas.	- 83 -
Figura V.III: Agregacion de la red inalamica.	- 84 -
Figura V.IV: Creación de una red Ad-Hoc.	- 84 -

Figura V.V: Configuración de la red inalámbrica.....	- 85 -
Figura V.VI: Nombramiento de la red.....	- 85 -
Figura V.VII: Compartimiento de internet en red Ad-Hoc.....	- 86 -
Figura V.VIII: Conexión compartida a internet.....	- 86 -
Figura V.IX: Verificación de la creación de la red.....	- 87 -
Figura V.X: Acceso a la nueva red ad-hoc.....	- 87 -
Figura V.XI: Conexión a internet a través de la nueva red inalámbrica.....	- 88 -
Figura V.XII: Visualización de las redes creadas.....	- 88 -
Figura V.XIII: Creación de usuarios con contraseña.....	- 89 -
Figura V.XIV: Ingreso de la seguridad de la cuenta de usuario.....	- 89 -
Figura V.XV: Cambio de Configuración de los recursos compartidos.....	- 90 -
Figura V.XVI: Activación de recursos compartidos.....	- 90 -
Figura V.XVII: Agregación de un dispositivo.....	- 91 -
Figura V.XVIII: Búsqueda de dispositivos bluetooth.....	- 92 -
Figura V.XIX: Telefonos encontrados.....	- 92 -
Figura V.XX: Verificación de códigos.....	- 93 -
Figura V.XXI: Instalación de controladores.....	- 93 -
Figura V.XXII: Verificación de dispositivos.....	- 94 -
Figura V.XXIII: Compartición de recursos.....	- 94 -
Figura V.XXIV: Escenario de la implementación de la red mesh.....	- 96 -
Figura V.XXV: Verificación de la existencia del demonio OLSRD.....	- 97 -
Figura V.XXVI: Instalación del demonio OLSRD.....	- 98 -
Figura V.XXVII: Instalación de los plugins del demonio OLSRD.....	- 98 -
Figura V.XXVIII: Proceso de instalación del comando vim.....	- 99 -
Figura V.XXIX: Nombres de los puertos del Nodo 2.....	- 100 -
Figura V.XXX: Nombres de los puertos Nodo 4.....	- 100 -
Figura V.XXXI: Tabla de ruteo antes de configurar interfaces.....	- 101 -

Figura V.XXXII: Ingreso a configurar cada interfaz.....	- 101 -
Figura V.XXXIII: Ingreso al fichero interfaces.....	- 102 -
Figura V.XXXIV: Configuración Interfaces Nodo 1.....	- 102 -
Figura V.XXXV: Configuración de interfaces Nodo 2.....	- 103 -
Figura V.XXXVI: Configuración Interfaces nodo 3.....	- 103 -
Figura V.XXXVII: Configuración de Interfaces Nodo 4.....	- 104 -
Figura V.XXXVIII: Ifconfig del nodo 3.....	- 105 -
Figura V.XXXIX: Reinicio de la red.....	- 105 -
Figura V.: Ping hacia las interfaces.....	- 105 -
Figura V.XVIII: Rote de las interfaces.....	- 106 -
Figura V.XXIX: Ingreso al directorio olsrd.....	- 106 -
Figura V.XX: Archivo de configuración de olsrd.....	- 107 -
Figura V.XXI: Corriendo el demonio olsrd.....	- 107 -
Figura V.XXII: Ejecución del comando olsrd.....	- 108 -
Figura V.XXIII: Ejecución del comando olsrd.....	- 108 -
Figura V.XXIV: Forzado de interfaces.....	- 109 -

INTRODUCCIÓN

Desde hace relativamente poco tiempo, se está viviendo lo que puede significar una revolución en el uso de las tecnologías de la información tal y como lo conocemos. Esta revolución puede llegar a tener una importancia similar a la que tuvo la adopción de Internet por el gran público.

De una forma callada, las redes inalámbricas, se están introduciendo en el mercado de consumo gracias a unos precios populares, lo cual es una de las mejores ventajas y por tal motivo las enormes posibilidades que presenta esta tecnología.

Las aplicaciones de las redes inalámbricas son infinitas. De momento van a crear una nueva forma de usar la información, pues ésta estará al alcance de todos a través de Internet en cualquier lugar (en el que haya cobertura).

En un futuro cercano se reunificarán todo aquellos dispositivos con los que hoy contamos para dar paso a unos nuevos que perfectamente podrían llamarse Terminales Internet en los cuales estarían reunidas las funciones de teléfono móvil, agenda, terminal de vídeo, reproductor multimedia, ordenador portátil y un largo etcétera.

Se podría dar lugar a una Internet paralela y gratuita la cual estaría basada en las redes que altruistamente cada uno de nosotros pondríamos a disposición de los demás al incorporarnos a las mismas como destino y origen de la información.

CAPÍTULO I

MARCO REFERENCIAL

1.1 ANTECEDENTES

Desde los albores de la humanidad, un aspecto fundamental con respecto al desarrollo y progreso de los pueblos, ha sido la necesidad de comunicación entre unos y otros.

En los últimos años los nuevos logros de la tecnología han sido la aparición de computadores, líneas telefónicas, celulares, redes alámbricas e inalámbricas, así como las satelitales, con la finalidad de disminuir las distancias, infraestructura y movilidad de equipos.

La versatilidad de las comunicaciones inalámbricas están tomando cada vez mas auge en la vida de los diferentes usuarios, por ello la necesidad de desprenderse de todo tipo de conexión física que no le permita la libertad de movimiento en su entorno, este tipo de conexión nos brinda la posibilidad de desplazarnos en diferentes lugares dentro del rango de irradiación en el cual estamos conectados con las mismas características de una red cableada, la masificación de nuevas tecnologías portátiles como por ejemplo

los teléfonos móviles, las agendas y Pcs. Obligan a los fabricantes a generar ambientes móviles, gracias a dichos ambientes, han ido evolucionando para adecuarse a las necesidades del mercado.

Al hablar de tecnologías BLUETOOTH, WIFI AD HOC, y WIFI MESH nos referimos a tecnologías de comunicación inalámbrica más utilizadas hoy en día. Gracias a la capacidad de poder conectarse al servicio de Internet sin utilizar algún tipo de cable o medio físico, permitiéndole al usuario navegar en diferentes lugares.

La aplicación de la tecnología inalámbrica, viene teniendo un gran auge en velocidades de transmisión, aunque sin competir con la utilización de redes alámbricas o el uso de la fibra óptica, sin embargo cubren satisfactoriamente la necesidad del movimiento de los usuarios.

Actualmente, las transmisiones inalámbricas constituyen una eficaz herramienta que permite la transferencia de voz, datos y vídeo. Esta transferencia de información es lograda a través de la emisión de ondas de radio teniendo dos ventajas: movilidad y flexibilidad del sistema en general.

La tendencia a la movilidad y la ubicuidad hacen que cada vez sean más utilizados los sistemas inalámbricos, y el objetivo es ir evitando los cables en todo tipo de comunicación, no solo en el campo informático sino en televisión, telefonía, seguridad, etc.

Un fenómeno social que ha adquirido gran importancia, en todo el mundo, como consecuencia del uso de la tecnología inalámbrica son que buscan la difusión de redes alternativas a las comerciales; pero estas tecnologías brindan una serie de beneficios, soluciones inalámbricas y móviles que mejoran los procesos comerciales, lo que

permite tanto al ser humano como a las empresas hacer mejor su trabajo, con mayor rapidez y de forma más económica. Además, las soluciones móviles permiten lograr resultados que antes eran imposibles de alcanzar.

En cualquier momento las tecnologías inalámbricas han afectado el modo de vida del ser humano ya sea en la manera de trabajar, en sus relaciones comerciales o en mayor o menor medida en los dispositivos móviles, ya que estos representan un medio más a disposición para ser más competitivos, mejorar su actividades, su calidad de vida en cuanto a comunicación se refiere, etc, y deben acercarse a las nuevas tecnologías e incorporarlas en la medida de lo justo y necesario para que éstas les faciliten el desarrollo.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS

Una de las tendencias socioeconómicas actuales es el aumento de la movilidad de las personas en general y de los trabajadores en particular. Las formas de trabajar se están caracterizando por el aumento del tiempo que los trabajadores pasan fuera de su puesto de trabajo.

En este escenario de movilidad, las redes como las BLUETOOTH, WIFI AD HOC, y WIFI MESH se han convertido en una alternativa para el aumento de la productividad de las empresas ofreciendo ventajas, mayor flexibilidad y por supuesto mejorando el acceso a las aplicaciones desde cualquier lugar. Por ello en la actualidad, un número elevado de personas y empresas pueden encontrarse analizando la viabilidad de realizar un proceso de actualización de sus redes de datos introduciendo BLUETOOTH, WIFI

AD HOC, y WIFI MESH tecnologías que cada vez son más prometedoras y discutidas como alternativa para poder comunicar computadoras mediante tecnología inalámbrica.

Por esta razón esta tesis se orienta a establecer una comparación de las tecnologías BLUETOOTH, WIFI AD HOC, y WIFI MESH para tener conocimiento suficiente de servicios, ventajas, desventajas; parámetros que hacen que una tecnología sea mejor que otra; y así los usuarios y empresas puedan identificar la tecnología más adecuada para su área de trabajo.

Para esto montaremos un ambiente simulado de cada una de las tres tecnologías inalámbricas que vamos a analizar basándonos en escenarios como los siguientes:

TECNOLOGÍA BLUETOOTH



Figura I-I. Escenario de una red Bluetooth.

Fuente: <http://www.configurarequipos.com/doc331.html>

Bluetooth es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un

enlace por radiofrecuencia. Facilita las comunicaciones entre equipos móviles y fijos y elimina cables y conectores entre éstos.

TECNOLOGÍA WIFI AD - HOC

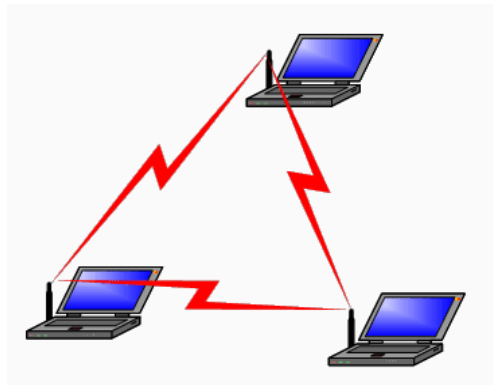


Figura I.II: Escenario de una red Ad – Hoc

Fuente: <http://www.configurarequipos.com/doc331.html>

Las redes Ad-Hoc están formadas por hosts móviles y pueden estar conectados entre sí arbitrariamente y de manera dinámica. Es decir, no hay ningún elemento fijo y la topología de la red puede adoptar múltiples formas siendo igual de funcional. En este tipo de redes, todos los nodos funcionan como encaminadores (routers) y se ven involucrados tanto en el descubrimiento como en el mantenimiento de rutas.

TECNOLOGÍA WIFI MESH



Figura I.III: Escenario de una red Wifi Mesh

Fuente: <http://www.configurarequipos.com/doc331.html>

Las redes inalámbricas Mesh, redes acopladas, o redes de malla inalámbricas de infraestructura, son redes con topología de infraestructura pero que permiten unirse a la red a dispositivos que a pesar de estar fuera del rango de cobertura de los puntos de acceso están dentro del rango de cobertura de alguna tarjeta de red que directamente o indirectamente está dentro del rango de cobertura de un punto de acceso.

Con estos prototipos se tratará de crear un ambiente lo más real posible para obtener los mejores resultados durante el proceso de comparación de las tecnologías inalámbricas, para poder ofrecer a los usuarios resultados confiables y en los que se van a poder basar para escoger la topología que más se adecue a su área de trabajo.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVOS GENERALES

- Analizar, evaluar y comparar tecnologías BLUETOOTH, WIFI AD HOC, y WIFI MESH para la transmisión de datos.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar la importancia y el impacto actual que tienen las tecnologías inalámbricas tanto para empresas corporativas y no corporativas.
- Definir y establecer ventajas, desventajas y características más relevantes de las tecnologías BLUETOOTH, WIFI AD HOC, y WIFI MESH para redes inalámbricas.
- Implementar cada una de las tecnologías a estudiarse con la finalidad de establecer resultados luego del estudio de las mismas.

1.4 HIPÓTESIS

Mediante el estudio comparativo de las tecnologías BLUETOOTH, WIFI AD HOC, y WIFI MESH se pretende establecer diferencias, similitudes y características relevantes de cada una de las tecnologías mencionadas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 BLUETOOTH

2.1.1 Introducción

Las comunicaciones en la actualidad van en evolución persistente, tal ejemplo es el caso de las redes inalámbricas ya que éstas están en un constante incremento, cuando es momento de tomar la decisión de montar una red para usos laborales. La seguridad en la red debe ser eficiente ante los ataques de los “piratas” que pretendan sustraer, modificar o atacar de alguna otra manera, ya que por ser inalámbrica opera en la banda libre entre 2.4 y 5 Ghz de frecuencia, este rango es universal y actualmente muchos dispositivos se están fabricando con esta tecnología.

Una división de redes inalámbricas la encontramos en la tecnología Bluetooth, algo que no es muy común utilizarlo para una red con fines laborales, pero si muy funcional cuando en una empresa queremos centralizar redes pequeñas dentro de la LAN, hace

posible poder utilizar esta tecnología, estableciendo comunicación con los demás elementos de red que no se están comunicando vía inalámbrica.

2.1.2 Evolución

La tecnología Bluetooth ha tenido cambios significativos en sus diferentes versiones.

- Bluetooth v.1.1: inició un estudio para investigar la viabilidad de una nueva interfaz de bajo costo y consumo para la interconexión vía radio (eliminando así cables) entre dispositivos como teléfonos móviles y otros accesorios. El estudio partía de un largo proyecto que investigaba unos multicomunicadores conectados a una red celular, hasta que se llegó a un enlace de radio de corto alcance, llamado *MC link*. Conforme este proyecto avanzaba se fue haciendo claro que este tipo de enlace podía ser utilizado ampliamente en un gran número de aplicaciones, ya que tenía como principal virtud que se basaba en un chip de radio.
- Bluetooth v.1.2: a diferencia de la 1.1, provee una solución inalámbrica complementaria para co-existir Bluetooth y Wi-Fi en el espectro de los 2.4 GHz, sin interferencia entre ellos. La versión 1.2 usa la técnica "Adaptive Frequency Hopping (AFH)", que ejecuta una transmisión más eficiente y un cifrado más seguro. Para mejorar las experiencias de los usuarios, la V1.2 ofrece una calidad de voz (Voice Quality - Enhanced Voice Processing) con menor ruido ambiental, y provee una más rápida configuración de la comunicación con los otros dispositivos bluetooth dentro del rango del

alcance, como pueden ser PDAs, computadoras portátiles, computadoras de escritorio, Headsets, impresoras y teléfonos móviles.

- Bluetooth v.2.0: creada para ser una especificación separada, principalmente incorpora la técnica "Enhanced Data Rate" (EDR) que le permite mejorar las velocidades de transmisión en hasta 3Mbps a la vez que intenta solucionar algunos errores de la especificación 1.2.
- Bluetooth v.2.1: simplifica los pasos para crear la conexión entre dispositivos, además el consumo de potencia es 5 veces menor.
- Bluetooth v3.0 (mediados 2009): aumenta considerablemente la velocidad de transferencia. La idea es que el nuevo Bluetooth trabaje con Wi-Fi, de tal manera que sea posible lograr mayor velocidad en los smartphones.

2.1.3 Características

Bluetooth es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPANs) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda de los 2,4 GHz. Bluetooth es un protocolo de comunicaciones diseñado especialmente para dispositivos de bajo consumo, con una cobertura baja y basados en transceptores de bajo costo.

Los dispositivos que con mayor frecuencia utilizan esta tecnología pertenecen a sectores de las telecomunicaciones y la informática personal, como PDA, teléfonos móviles, computadoras portátiles, impresoras o cámaras digitales.

Gracias a este protocolo, los dispositivos que lo implementan pueden comunicarse entre ellos cuando se encuentran dentro de su alcance. Las comunicaciones se realizan por radiofrecuencia de forma que los dispositivos no tienen que estar alineados y pueden incluso estar en habitaciones separadas si la potencia de transmisión lo permite. Estos dispositivos se clasifican como "Clase 1", "Clase 2" o "Clase 3" en referencia a su potencia de transmisión, siendo totalmente compatibles los dispositivos de una clase con los de las otras.

2.1.4 Ventajas y Desventajas

Ventajas

- Facilitar las comunicaciones entre equipos móviles y fijos.
- Eliminar cables y conectores entre éstos.
- Ofrecer la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas y facilitar la sincronización de datos entre equipos personales.
- Ofrecer la posibilidad de utilizar el acceso a Internet de nuestro teléfono celular mediante una sencilla comunicación entre el dispositivo y nuestra computadora personal.

Desventajas

- Una de las grandes desventajas de Bluetooth reside en la lenta velocidad de transmisión que posee, que puede ser comprobada fácilmente al realizar

transferencias de archivos grandes, ya que sólo alcanza según la Clase a la que pertenezca el dispositivo.

- El radio limitado que permite, ya que sólo puede comunicarse a una distancia máxima de 10 metros en aparatos de Clase 2 y de hasta 100 metros en dispositivos de Clase 1.
- La limitación que presenta en cuanto a la cantidad de dispositivos que pueden ser utilizados a través de la red Bluetooth, debido a que sólo permite un total de 8 equipos simultáneos.
- Otra de las desventajas más significativas de esta tecnología es sin lugar a dudas el temido Bluehacking, que puede ocasionar serios problemas en los equipos debido a la introducción de un virus en los mismos.

2.1.5 Equipos

El hardware que compone el dispositivo Bluetooth está compuesto por dos partes:

- Un dispositivo de radio, encargado de modular y transmitir la señal.
- Un controlador digital, compuesto por una CPU, por un procesador de señales digitales (DSP Digital Signal Processor) llamado Link Controller (o controlador de Enlace) y de las interfaces con el dispositivo anfitrión.

2.2 Redes Ad Hoc

2.2.1 Introducción

Hoy en día, mucha gente lleva numerosos dispositivos portátiles (ordenadores, teléfonos móviles, PDA, etc.) para usarlos en sus vidas profesionales y privadas con el fin de compartir documentos, fotos o diferentes archivos. Muchas veces no se cuenta con una estructura de red fija, es decir que no existe un elemento físico encargado de la administración de la red que podría formarse con dichos dispositivos.

La comunicación espontánea entre dispositivos podría ser definida de manera informal como un esquema que a menudo se denomina red ad hoc, que permite a los dispositivos la comunicación, en cualquier momento y en cualquier lugar, sin la ayuda de una infraestructura central.

En realidad, la formación de redes ad hoc como tal no es nueva, pero si la configuración, el uso y los participantes. En el pasado, la noción de redes ad hoc se asociaba con frecuencia con la comunicación en los campos de combate y en zonas desastrosas. Con la aparición de nuevas tecnologías, es probable que cambie el escenario de la formación de redes ad hoc, así como su importancia.

2.2.2 Características

Este tipo de redes no necesita de un access point permitiendo que los usuarios se comuniquen directamente con los nodos de las redes a través de transmisores inalámbricos.

Es decir las redes Ad Hoc consisten en un conjunto de nodos que se comunican mediante enlaces (generalmente inalámbricos) y no tienen una infraestructura fija. Esto implica que no tienen ningún tipo de control centralizado y que por lo tanto son flexibles y fácilmente desplegables.



Figura II.I: Ejemplo gráfico Red Ad Hoc

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos33/estandar-voip/estandar-voip.shtml>

Principales características de las redes Ad Hoc:

- Terminales autónomos:

Cada Terminal se comporta como un nodo autónomo que puede funcionar como emisor, receptor o encaminadores.

- Funcionamiento distribuido:

No existe ningún elemento central que se encargue de la gestión y el control de la red, todos los nodos son iguales y por lo tanto la gestión está distribuida.

- Topología dinámica

Como no es necesaria ninguna infraestructura fija y además los nodos pueden ser móviles, la topología de la red puede ser altamente cambiante. Las redes ad hoc deben adaptarse rápidamente a los cambios de tráfico generado por los nodos, a los distintos patrones de movimientos y a las condiciones de propagación.

- Capacidad variable de los enlaces:

Al tratarse de un medio de transmisión compartido el canal de transmisión cambia constantemente los niveles de ruido, atenuación e interferencias. Además, en una transmisión extremo a extremo pueden participar varios enlaces distintos y la ruta puede cambiar varias veces en una misma transmisión.

2.2.3 Aplicaciones:

Entornos militares.- ya que permiten establecer comunicación entre distintas unidades, vehículos o centros de mando, lo cual puede ser muy difícil o imposible con una estructura fija.

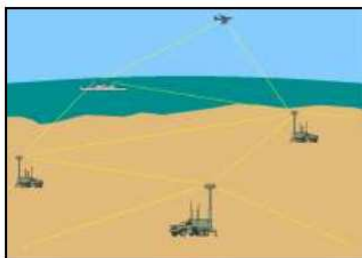


Figura II.II: Ejemplo de una red ad hoc aplicada en situaciones militares.

Fuente: http://dessr2m.adm1eu.uvsq.fr/portes2003/AdIHoc_presentation.pdf

Situaciones de emergencia: es una solución rápida y eficaz desplegar una red sin necesidad de establecer una estructura fija en escenarios provocados por desastres naturales cuando los equipos de emergencia tienen que actuar rápidamente.

Entornos civiles: Se pueden crear redes de sensores por ejemplo en entornos agrícolas, más económico que instalar una infraestructura. También se pueden crear redes ad hoc para compartir información entre los participantes en un congreso, una conferencia, una clase, etc.

Redes de área personal: Se tratan de redes formadas por dispositivos de uso personal como un ordenador portátil, un teléfono móvil, una PDA, etc. Usar una red ad hoc nos puede permitir comunicar estos dispositivos entre ellos fácilmente.

2.2.3 Evolución

Las Redes Móviles Ad Hoc nacieron de una necesidad militar, la de interconectar efectivamente las diferentes unidades tácticas desplegadas en zonas de conflicto sin requerir la presencia de una red fija o de backbone.

Es así como su origen se remonta hacia los inicios de los años setenta, cuando el Departamento de Defensa (DoD: Department of Defense) de los Estados Unidos patrocinó la investigación de lo que en ese momento se conoció como Red de Radio Paquetes (PRNET: Packet Radio NETWORK), esta red mejoró y evolucionó en la Red de Radio Adaptada para Supervivencia (SURAN: Survivable Adaptive Radio Network), la cual utiliza protocolos de enrutamiento.

El DoD continuo apoyando las investigaciones en este tipo de redes, hasta lograr la que actualmente es la red Radio Digital de Alcance Próximo (NTDR: Near Term Digital Radio), la cual es la única red ad hoc funcional de hoy día en la armada de los Estados Unidos.

Por otra parte, debido al incremento en el uso de dispositivos portátiles y móviles y a la sofisticación de los mismos, la IETF, hacia mediados de los años 90's creo el grupo de trabajo MANET, buscando estandarizar los aspectos relevantes de las redes ad hoc para ser usados en aplicaciones comerciales.

2.2.4 Ventajas y Desventajas de las redes AD HOC

Ventajas

- No necesitan una estructura fija ya que todos sus nodos son autónomos, y funcionan como emisores, receptores y encaminadores.
- La gran flexibilidad permite la movilidad de los nodos.
- Soportan conexiones inalámbricas puesto que no existe ningún tipo de infraestructura fija, los terminales usan el aire como canal de comunicación.

Desventajas

- Presenta un mayor overhead (bytes adicionales que se deben transmitir como cabeceras) en el establecimiento de las rutas debido a la ausencia de una estructura fija.

- La cantidad de mensajes enviados por el protocolo, ya que incide en el consumo de potencia del dispositivo.
- Otra cuestión a tener en cuenta es la seguridad, ya que los datos enviados de un nodo a otro pasan por nodos intermediarios que no se conocen.
- La seguridad es un motivo de preocupación en una red ad hoc, en particular si se emplean saltos múltiples. Desde un punto de vista puramente criptográfico, los servicios ad hoc no implican muchos problemas nuevos. Los requisitos relativos a la autenticación, la confidencialidad y la integridad o no repudio son los mismos que para otras redes de comunicaciones públicas. Sin embargo, en una red inalámbrica ad hoc, la confianza es un problema fundamental.

2.2.5 Equipos

Los equipos requeridos para instalar una red básica Ad – Hoc son un ordenador, se puede usar cualquier sistema operativo el mismo que necesita un adaptador inalámbrico que en caso de tener incorporado en el ordenador o portátil; se lo describe a continuación:

- **Adaptadores PCMCIA:** Estos adaptadores son casi de uso exclusivo de ordenadores portátiles, que normalmente son los que vienen equipados con este tipo de conector. En la figura podemos apreciar la forma de este dispositivo.



Figura II.III: Adaptadores de red inalámbrica PCMCIA.

Fuente: <http://www.configurarequipos.com/doc331.html>

A la izquierda de la tarjeta podemos apreciar los conectores de la misma. Al insertarla en el correspondiente slot PCMCIA sólo quedará a la vista la pieza negra que aparece a la derecha, que es la antena.

- **Adaptadores miniPCI:** Este tipo de adaptador son los usados habitualmente por los portátiles y los routers inalámbricos. Es un pequeño circuito similar a la memoria de los ordenadores portátiles, tal y como podemos ver en la fotografía.



Figura II.IV: Adaptador MiniPCI.

Fuente: <http://www.configurarequipos.com/doc331.html>

Incluye la antena, aunque en la mayor parte de los dispositivos se puede incorporar una antena externa adicional.

- **Adaptadores PCI:** Son dispositivos PCI, similares a las tarjetas de red a las que ya estamos habituados y que llevan una pequeña antena para recepción-emisión de la señal. Su uso está indicado en ordenadores de sobremesa. Podemos apreciar en la fotografía su similitud con las tarjetas Ethernet que solemos instalar en estos equipos.



Figura II.V: Adaptadores PCI.

Fuente: http://www.mesh4all.net/es/_files/m4aRedesMesh.pdf

2.3 Red Inalámbrica Mesh

2.3.1 Introducción:

No cabe duda de que las redes inalámbricas (WIFI) tienen muchas ventajas: el usuario puede acceder a Internet en cualquier momento y desde cualquier lugar con su portátil o PDA, siempre que su equipo esté equipado para el acceso a redes wireless o WIFI. En el pasado, no sólo la conexión (por ejemplo DSL), sino

también la instalación de una infraestructura inalámbrica era muy costosa, ya que aun hacían falta cables para conectar los equipos (nodos) entre sí.

En las redes inalámbricas mesh se ha eliminado esta desventaja: una infraestructura de este tipo se puede instalar fácil y rápidamente. Y para operar, cada nodo necesita nada más que suministro eléctrico, o sea, un enchufe.

2.3.2 Características

Las redes inalámbricas Mesh, redes acopladas, o redes de malla inalámbricas de infraestructura, son aquellas redes en las que se mezclan las dos topologías de las redes inalámbricas, la topología Ad-hoc y la topología infraestructura. Básicamente son redes con topología de infraestructura pero que permiten unirse a la red dispositivos que a pesar de estar fuera del rango de cobertura de los puntos de acceso están dentro del rango de cobertura de alguna tarjeta de red que directamente o indirectamente está dentro del rango de cobertura de un punto de acceso.

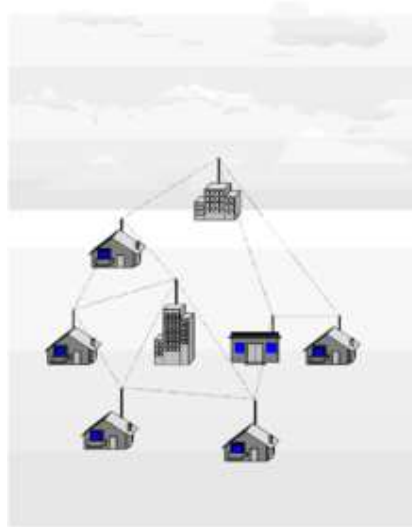


Figura II.VI: Red Inalámbrica en Malla.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Red_inal%C3%A1mbrica_Mesh

Permiten que las tarjetas de red se comuniquen entre sí, independientemente del punto de acceso. Esto quiere decir que los dispositivos que actúan como tarjeta de red pueden no mandar directamente sus paquetes al punto de acceso sino que pueden pasárselos a otras tarjetas de red para que lleguen a su destino.

Para que esto sea posible es necesario el contar con un protocolo de enrutamiento que permita transmitir la información hasta su destino con el mínimo número de saltos o con un número que aun no siendo el mínimo sea suficientemente bueno. Es resistente a fallos, pues la caída de un solo nodo no implica la caída de toda la red.

La tecnología Mesh siempre depende de otras tecnologías complementarias, para el establecimiento de backhaul (interconexión entre distintos nodos) debido a que los saltos entre nodos Mesh, provoca retardos que se van añadiendo uno tras otro,

de forma que los servicios sensibles al retardo, como la telefonía IP, no sean viables.

La tecnología mesh utiliza los estándares WIFI establecidos de una manera innovadora. El conjunto de nodos proporciona una zona de cobertura WIFI, o sea, un hot spot o punto de acceso – una zona en la que el usuario puede navegar por Internet, sin cables, usando su portátil. Los nodos son capaces de establecer una conexión entre sí mismos en cuanto sus zonas de cobertura se solapan; si se solapan varias zonas de cobertura, aunque fallen uno o más nodos, la red se sustenta y sigue operando.

El usuario probablemente ni se enterará de esto, ya que su equipo se conectará automáticamente con el próximo punto de acceso de la red.

Con la administración de la red es posible configurar y a la vez personalizar una red de muchas maneras diferentes. Se puede, por ejemplo, limitar el acceso y la velocidad, diseñar una página de contenido publicitario o informativo y encriptar la transmisión de datos.

Con un alcance de hasta 200 metros al aire libre, y de hasta 50 metros dentro de edificios, es posible interconectar partes o complejos de edificios, e incluso municipios enteros con relativamente pocos nodos. Al mismo tiempo, es posible que varios nodos puedan contener su propio punto de acceso a Internet otro beneficio más para todos los usuarios de este tipo de red inalámbrica.

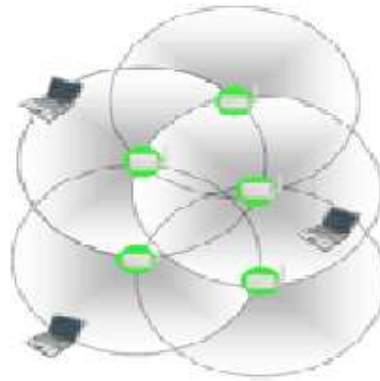


Figura II.VII: Cobertura Red Wifi Mesh.

Fuente: http://www.mesh4all.net/es/_files/m4aRedesMesh.pdf

Estas son sus características principales:

- Topología arbitraria de nodos y conectividad entre ellos.
- Enrutamiento del tráfico de forma automática
- Múltiples puntos de entrada / salida.

2.3.3Evolución:

Las redes de malla tuvieron su origen en aplicaciones militares, con el fin de permitir a los soldados tener comunicación confiable de banda ancha en cualquier lugar. De esta forma, la confiabilidad y robustez requerida en los entornos militares se hereda a los ambientes civiles, donde las redes en malla están encontrando un nicho importante. Uno de los requisitos principales era contar con comunicaciones de banda ancha sin tener que instalar grandes torres o antenas.

Así, el equipo de radio de cada soldado contribuía a la formación de una malla de unidades de radio que automáticamente aumentaba su cobertura y robustez conforme se unían nuevos usuarios a la misma.

2.3.4 Ventajas y Desventajas

Ventajas:

- Es posible llevar los mensajes de un nodo a otro por diferentes caminos.
- No puede existir absolutamente ninguna interrupción en las comunicaciones.
- Cada servidor tiene sus propias comunicaciones con todos los demás servidores.
- No requiere un nodo o servidor central lo que reduce el mantenimiento.
- Si un nodo desaparece o falla no afecta en absoluto a los demás nodos.

Desventajas:

- El ancho de banda de la red es compartido.
- Equipos más costosos.
- Configuración un poco más compleja.
- Si existen demasiados saltos en la red el rendimiento de la red se vuelve lenta.
- Latencia (suma de retardos temporales dentro de una red) excesiva.

2.3.5 Equipos

Existen muchas formas de hacer redes malladas, de hecho las redes son una gran malla sobre la Internet, pero no solo la malla corresponde a la capa física sino

también la acompañan una serie de protocolos de comunicaciones que hacen factible el flujo de datos entre los nodos y clientes de una red. Por lo cual se requiere tanto de Hardware como de Software.

Hardware:

Cualquier computador con Linux y un dispositivo inalámbrico puede utilizarse para este fin, y próximamente inclusive los PDA (Personal Digital Assistant) podrán formar una Mesh y hasta los celulares de nueva generación.

Software:

Un protocolo de enrutamiento MESH es una parte de software que tiene que manejar el enrutamiento (dinámico) y conexiones de nodos en una red.

Entre los principales elementos de enrutamiento MESH tenemos:

- *Descubrimiento de nodo* – encontrar nodos mientras aparecen o desaparecen.
- *Descubrimiento de frontera* – encontrar los límites o bordes de una red.
- *Mediciones de enlace* – medir la calidad de los enlaces entre nodos.
- *Cálculo de rutas* – encontrar la mejor ruta basado en la calidad de los enlaces.
- *Manejo de direcciones IP* – asignar y controlar direcciones IP.
- *Manejo de Up link/backhaul* – manejo de conexiones a redes externas, como por ejemplo enlaces a Internet.

Tipos de protocolos de enrutamiento MESH

Dependiendo de la manera en la cual el protocolo controla los enlaces y sus estados, distinguimos dos tipos principales: proactivo y reactivo.

1. Proactivo (manejo por tablas)

Están caracterizados por chequeos proactivos del estado del enlace y actualización de tablas de enrutamiento, la cual lleva a una alta complejidad y carga de CPU, pero también a un alto rendimiento; es decir, que cada nodo adquiere conocimiento acerca de la existencia de los otros nodos en la nube *mallada*, y sabe cuáles nodos pueden ser utilizados para enrutar el tráfico hacia ellos. Cada nodo mantiene una tabla de enrutamiento que cubre la totalidad de la nube.

- **OLSR** (Optimized Link State Routing Protocol) protocolo de enrutamiento por enlaces optimizados.- es un protocolo que actualmente es visto como uno de los protocolos mas prometedores y estables.

Un nodo que corre *olsrd* envía constantemente mensajes de “*Hello*” con un intervalo dado para que sus vecinos puedan detectar su presencia. Cada nodo computa una estadística de cuántos “*Hellos*” ha recibido y perdido desde cada vecino –de esta forma obtiene información sobre la topología y la calidad de enlace de los nodos en el vecindario. La información de topología obtenida es difundida como mensajes de control de topología (TC messages) y reenviada por los vecinos que *olsrd* ha elegido para ser relevadores “multipunto”.

- **TBRPF** *Topology Broadcast based on Reverse Path*.-Este protocolo proactivo escoge la ruta más corta en saltos generando un árbol por cada nodo que se calcula mediante una modificación del algoritmo de Dijkstra. Para minimizar la sobrecarga en la red, cada nodo enviará información a sus vecinos de un subconjunto de nodos de su árbol
- **Forwarding Routing protocolo** protocolo de transmisión basado en el reenvío por camino invertido
- **HSLs** (*Hazy Sighted Link State routing protocol*).- Se trata de un protocolo proactivo a la par que reactivo para limitar las actualizaciones de enrutamiento en espacio y tiempo. Ha sido diseñado para operar en redes de más de mil nodos. Consiste en desechar los enlaces de baja calidad
- **MMRP** (*MobileMesh*).-El protocolo móvil Mesh contiene tres protocolos separados, cada uno dirigido a una función específica:
 - Mobile Mesh Link Discovery Protocol (MMLDP): descubrir los enlaces disponibles, con un mensaje “hello”.
 - Mobile Mesh Routing Protocol (MMRP): protocolo de verificación de estado de enlaces para enrutamiento.

- Mobile Mesh Border Discovery Protocol (MMBDP): descubre bordes y habilita túneles externos para conectar con otras redes.

El software de MESH móvil es cubierto por el GNU, licencia para público en general.

- **OSPF (Open Shortest Path First)** basado en la ruta más corta.- En este protocolo los nodos envían llamadas, verifican el estado de los enlaces y transmiten la información recopilada a todos los enrutadores de una misma área jerárquica.

2. Reactivo (por demanda)

Reacción pasiva en detección de problemas (rutas que no trabajan), tiende a ser menos efectiva, pero también es menos exigente con el CPU; es decir, buscan rutas sólo cuando es necesario enviar datos a un nodo específico.

- **AODV (Ad hoc On Demand Distance Vector)**.- Como su propio nombre indica, es un protocolo de enrutamiento de vector distancia. La tabla de enrutamiento sólo se actualiza tras una demanda y la información recuperada permanece almacenada el tiempo necesario para que se realice la comunicación. Cuando un nodo demanda información, envía mensajes de “route request” (RREQ) y espera a que los nodos adyacentes contesten con un “route reply” (RREP) para formar la ruta. Una vez creada la ruta, si uno de los nodos falla, se

envía un error (RERR) al nodo que demanda y vuelve a buscar una ruta óptima.

2.3.6 Estándares de las Redes Wi-fi en el Ecuador

Actualmente no existe un estándar definido que aclare como interconectar las subredes de diferentes tecnologías ni los protocolos de enrutamiento a usar. Aun así, el IEEE en los estándares de diferentes tecnologías empieza a contemplar esta topología.

La revisión 802.11s del estándar IEEE 802.11 (Wifi) define la interoperabilidad de fabricantes en cuanto a protocolos Mesh, ya que al no existir un estándar, cada fabricante tiene sus propios mecanismos de generación de mallas. Además se definen los nodos que participan en la arquitectura, la nueva funcionalidad de la capa MAC que permite controlar el acceso al canal de forma óptima y se incluyen mecanismos de encaminamiento a nivel 2. Aun así sólo se encuentran disponibles los primeros borradores.

El estándar IEEE 802.16 (WiMax) soporta un modo de funcionamiento mesh, pero es incompatible con la versión fija y móvil del estándar del IEEE para las redes inalámbricas metropolitanas. En el modo de funcionamiento mallado se usa una estructura de tramas determinada, que hace que sea incompatible con el modo PMP (punto a multipunto), es decir, la versión fija, o con la versión móvil.

Los estándares IEEE 802.15 definen las capas física y MAC para las redes inalámbricas de área personal (wireless personal area networks, WPAN). El grupo de trabajo IEEE 802.15.5 se estableció para ofrecer una arquitectura mallada para este tipo de redes (redes Bluetooth o ZigBee por ejemplo), ya que al emplear

varios saltos en las comunicaciones se consigue un ahorro considerable de energía, aspecto muy útil en este tipo de redes.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO E HIPOTÉTICO

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Por la naturaleza de la investigación se considera que el tipo de estudio que se va a realizar es una investigación *experimental y correlacional*.

Experimental, la investigación va más allá de la descripción de conceptos o del establecimiento de relaciones entre conceptos. Está dirigida a desarrollar un diseño experimental de las tecnologías Bluetooth, Wifi Ad-Hoc y Wifi Mesh para así poder explicar por qué una tecnología es mejor que otra.

Correlacional, se estudia las relaciones existentes entre las variables dependientes e independientes; nuestro estudio permite manipular las variables independientes que son: alcance, velocidad de transmisión, paquetes enviados y recibidos, y jitter en las tecnologías Bluetooth, Wifi Ad-Hoc y Wifi Mesh.

Se utilizará para este proyecto los siguientes métodos de investigación:

Método Científico y de Observación: Ya que se tendrá que estudiar y detectar ciertos parámetros propuestos para las tecnologías inalámbricas antes mencionadas.

Método Inductivo: Ya que al observar los parámetros de la tecnología Bluetooth, los parámetros de la tecnología Wifi Ad-Hoc y los parámetros de la tecnología Wifi mesh, se va a determinar cuál es la mejor tecnología.

Método de Análisis: Para llegar a determinar la mejor tecnología inalámbrica se deberá revisar ordenadamente cada uno de los parámetros de las tecnologías por separado, y así relacionarlas para su comprensión.

Métodos Empírico, Experimental, Comparativo y Estadístico: Para complementar procesos que se ejecutarán dentro de la investigación.

Se ha realizado las siguientes consideraciones para esta investigación:

- ♦ Se plantea la investigación en base a los problemas existentes al momento de determinar la mejor tecnología inalámbrica para la transmisión de datos.
- ♦ Se trazan los objetivos de la investigación que permitirán determinar si Bluetooth, Wifi Ad-Hoc o Wifi mesh es mejor al momento de transmitir o transferir datos.
- ♦ Se justifica los motivos por los cuales se propone realizar la presente investigación.

- ♦ Se elabora un marco teórico con una idea general de la realización del trabajo y por consiguiente con un horizonte más amplio.
- ♦ Se plantea una hipótesis, la cual es una posible respuesta al problema planteado y posee una íntima relación entre el problema y el objetivo.
- ♦ Se propone la operacionalización de las variables en base a la hipótesis planteada.
- ♦ Se define las unidades de análisis y se delimita la población que va a ser comparada en relación a la propuesta de la investigación.
- ♦ Se realiza la recolección de datos de los parámetros respectivos mediante la observación directa.
- ♦ Se realiza la prueba de la hipótesis con los resultados obtenidos.
- ♦ Se elabora las conclusiones y recomendaciones producto de la investigación realizada.

3.2 SISTEMA DE HIPÓTESIS

Mediante el estudio comparativo de las tecnologías BLUETOOTH, WIFI AD HOC, y WIFI MESH se pretende establecer diferencias, similitudes y características relevantes de cada una de las tecnologías mencionadas.

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

De acuerdo a la hipótesis planteada se han identificado dos variables:

- ***Variable Independiente:***

Estudio comparativo de las tecnologías Bluetooth, WiFi Ad hoc, Wifi Mesh y su rendimiento en enlace y transmisión de datos, analizadas en una ambiente independiente y en un ambiente de coexistencia.

- ***Variable Dependiente:***

Establecer diferencias, similitudes y características relevantes de las tecnologías Bluetooth, WiFi Ad hoc y Wifi Mesh en enlaces y transmisión de datos.

La operacionalización conceptual y metodológica de las variables se muestra en la *Tabla III.I* y *Tabla III.II* respectivamente.

3.3.1 Operacionalización Conceptual

Tabla III.1. Operacionalización Conceptual de las variables

VARIABLE	TIPO	DEFINICION
Estudio comparativo de las tecnologías Bluetooth, WiFi Ad hoc y Wifi Mesh y su rendimiento en enlace y transmisión de datos, analizadas en una ambiente independiente y en un ambiente de coexistencia.	Independiente	Determinar mediante pruebas de enlace y comunicación de datos en las Bluetooth, wifi Ad hoc y Wifi Mesh ventajas y desventajas.
Establecer diferencias, similitudes y características relevantes de las tecnologías Bluetooth, WiFi Ad hoc y Wifi Mesh en enlaces y transmisión de datos.	Dependiente	Comprobar la calidad de los enlaces de comunicación de datos en las tecnologías: Bluetooth, wifi Ad hoc y Wifi Mesh.

Fuente: Autores.

3.3.2 Operacionalización Metodológica

Tabla III.II. Operacionalización Metodológica de las variables del proyecto

HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	INDICES	INSTRUMENTOS
Mediante el estudio comparativo de las tecnologías BLUETOOTH, WIFI AD HOC, y WIFI MESH se pretende establecer diferencias, similitudes y características relevantes de cada una de las tecnologías mencionadas.	V. Independiente	<ul style="list-style-type: none"> • Rendimiento 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ancho de Banda 2. Paquetes transmitidos 3. Jitter 4. Tiempo de transmisión 	<ul style="list-style-type: none"> • Iniciativas • Intuición • Simulaciones • Razonamiento • Sniffer inalámbrico (Capsa, Iperf)
	V. Dependiente	<ul style="list-style-type: none"> • Ventajas y desventajas 	<ol style="list-style-type: none"> 5. Características 6. Equipos 	<ul style="list-style-type: none"> • Iniciativas • Intuición • Simulaciones • Razonamiento • Sniffer inalámbrico (Capsa, Iperf)

Fuente: Autores.

Tabla III-III. Operacionalización metodológica de la variable independiente.

VARIABLES	TIPO	INDICADORES	FUENTE DE VERIFICACIÓN
Rendimiento de las tecnologías Bluetooth, Wifi Ad-Hoc y Wifi Mesh.	Independiente	<ul style="list-style-type: none"> • Ancho de Banda • Tiempo de transmisión • Jitter • Velocidad de transmisión • Paquetes Transmitidos 	<p>Información bibliográfica (Libros, internet, tesis).</p> <p>Pruebas de Campo</p>

Fuente: Autores.

3.3.3 Conceptualización de los índices

- **Ancho de Banda**

En las redes de ordenadores, el ancho de banda a menudo se utiliza como sinónimo para la tasa de transferencia de datos - la cantidad de datos que se puedan llevar de un punto a otro en un período dado (generalmente un segundo). Esta clase de ancho de banda se expresa generalmente en bits (de datos) por segundo (bps). En ocasiones, se expresa como bytes por segundo (Kbps).

- **Tiempo de transmisión**

El tiempo que tarda un host o un servidor en enviar los paquetes de datos entre el emisor y el receptor. El tiempo de transmisión se mide desde el instante en que se pone el

primer bit en la línea desde el emisor, hasta que se descarga el último bit del paquete en el receptor. La unidad de medida es el segundo (s).

- **Jitter**

El Jitter se define técnicamente como la variación en el tiempo en la llegada de los paquetes, causada por congestión de red, pérdida de sincronización o por las diferentes rutas seguidas por los paquetes para llegar al destino.

En las telecomunicaciones también se denomina Jitter a la variabilidad del tiempo de ejecución de los paquetes. Este efecto es especialmente molesto en aplicaciones multimedia en internet como Radio por Internet o Telefonía IP, ya que provoca que los paquetes lleguen demasiado pronto o tarde para poder entregarlos a tiempo.

- **Velocidad de transmisión**

La velocidad de transmisión es la relación entre la información transmitida a través de una red de comunicaciones y el tiempo empleado para ello. Cuando la información se transmite digitalizada, esto implica que está codificada en bits (unidades de base binaria), por lo que la velocidad de transmisión también se denomina a menudo tasa binaria o tasa de bits.

La unidad para medir la velocidad de transmisión es el bit por segundo (bps).

Es importante resaltar que la unidad de almacenamiento de información es el byte, que equivale a 8 bits, por lo que a una velocidad de transmisión de 8 bps se tarda un segundo en transmitir 1 byte.

- **Paquetes Transmitidos**

Es la cantidad de paquetes que se pueden transmitir en el proceso de comunicación. Cada paquete contiene, además de datos, un encabezado con información de control (prioridad y direcciones de origen y destino).

3.4 POBLACION Y MUESTRA

La población es el conjunto de todos los elementos a ser evaluados y en la presente investigación la conforman los clientes de redes inalámbricas concretamente aquellos que utilizan Bluetooth, Wifi Ad-Hoc y Wifi Mesh.

De esta población se seleccionó una muestra no probabilística, esta es redes inalámbricas, creadas en un ambiente de simulación.

3.5 PROCEDIMIENTOS GENERALES

Se ha procedido a detallar los métodos utilizados en la presente investigación:

METODO: Comparativo – experimental

TECNICAS: Experimentos y pruebas

INSTRUMENTOS: Sniffers (Capsa, Iperf)

3.6 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

De acuerdo a la naturaleza de la investigación, los instrumentos más apropiados para la recolección de datos fueron la comparación de experimentos y pruebas, los mismos que se aplicaron utilizando una red inalámbrica implementada en un ambiente de simulación *bajo la Plataforma Windows y Linux.*

Para la recolección de información se utilizó para ciertos casos la observación directa para comparar alcance entre dispositivos así como los parámetros específicos necesarios, esto ayudándonos con la configuración analizador de paquetes también llamado sniffer, los elegidos fueron: *Capsa Enterprise V.7 e IPERF/JPERF.*

3.7 VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS

La validez de los instrumentos depende del grado en que se mide el dominio específico de las variables que intervienen en la investigación. Todo instrumento aplicado debe tener como característica fundamental: la validez y la confiabilidad. La validez se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir.

Para el análisis en capa 2 o capa de enlace de datos se usará como se mencionó un Analizador de Paquetes. Estas herramientas leen el tráfico de las redes Wifi que se encuentran en su alcance y permiten o sniffer almacenarlo en ficheros para su posterior

procesamiento. Se eligió la herramienta Capsa Enterprise v.7 y la herramienta IPERF, que son unos detector de redes inalámbricas 802.11 (802.11b, 802.11a y 802.11g). Capsa Enterprise es una aplicación muy potente, que además hace de sniffer y de sistema de detección de intrusos.

La principal razón de la elección de Capsa es una de las grandes diferencias de esta aplicación con respecto a otras de este tipo, ya que no envía paquetes a la red para generar tráfico, sino que funciona en modo pasivo.

3.8 AMBIENTES DE SIMULACIÓN

La *Figura III.1* muestra los ambiente de simulación experimental. Hay que resaltar que la red Wifi Ad-Hoc y Bluetooth fueron implementadas sobre la plataforma Windows y la red Wifi Mesh sobre la plataforma Linux.

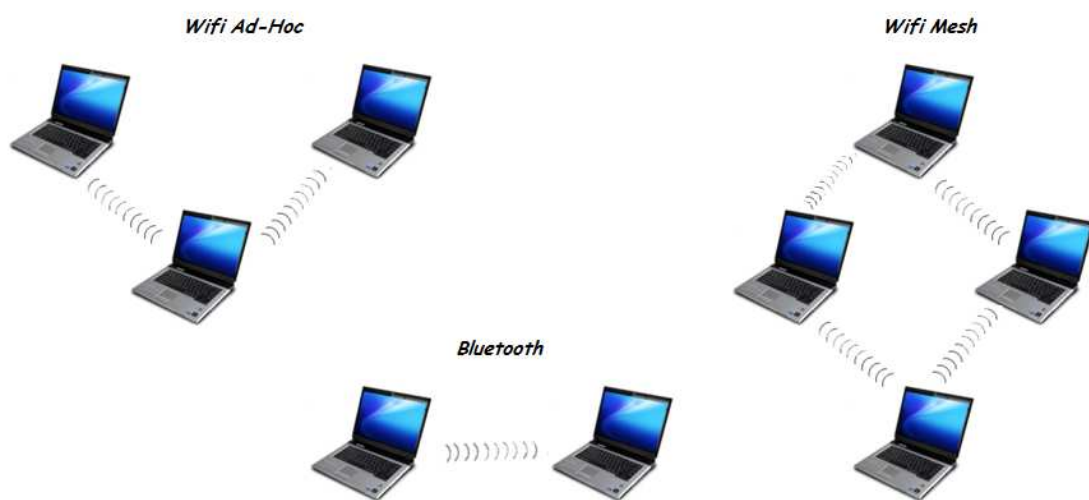


Figura III.1. Ambiente de simulación Experimental de las tecnologías.

Estos ambientes fueron configurados como una red inalámbrica no necesariamente del tipo infraestructura, el propósito de estas redes es proporcionar flexibilidad y autonomía aprovechando los principios de auto-organización. Son redes móviles formadas sin ninguna administración central o no hay un nodo central, sino que consta de nodos móviles que usan una interface inalámbrica para enviar paquetes de datos. Los ordenadores están en igualdad de condiciones.

La conexión es establecida por la duración de una sección. Los artefactos descubren otros artefactos cercanos o en rango para formar el “network”. Los artefactos pueden buscar nodos que están fuera del área de alcance conectándose con otros artefactos que estén conectados a la red y estén a su alcance. Las conexiones son posibles por múltiples nodos.

Tabla III.IV. Detalles Técnicos de los equipos del Ambiente de Simulación

N°	EQUIPO	CARACTERISTICA		
		PROCESADOR	MEMORIA	SIST. OPERATIVO
1	Lapton Sony Vaio	Intel Core 2Duo 2.0 GHz	2 GB	Windows 7 Linux
1	Lapton Sony Vaio	Intel Core i5 2.4 GHz	4 GB	Windows 7 Linux
1	Lapton Hacer	Intel Core i3 2.4 GHz	4 GB	Windows 7 Linux
1	Lapton HP	AMD	2 GB	Windows 7 Linux
10	Tarjetas D-Link	Conectividad inalámbrica 802.11g		

Fuente: Autores.

Experimento 1 (Anexo 1):

En el experimento 1 se analiza el tráfico de cada una de las redes por separado se envía un archivo de 31.1 MB primero en la red Bluetooth, luego en la red Wifi Ad-Hoc y, por último en la red Wifi Mesh.

En el instante en que se envía el archivo se realiza el análisis de cada una de las variables:

- Ancho de Banda.
- Paquetes transmitidos.
- Jitter.
- Tiempo de transmisión.

Para esto se utiliza los sniffers Capsa e Iperf; esto con el propósito de obtener datos de cada una de las redes para así poder realizar el análisis comparativo de las tecnologías.

Experimento 2 (Anexo 2):

En el experimento 2 se envía el mismo archivo de 31.1 MB (utilizado en el experimento 1) al mismo tiempo en la red Bluetooth, la red Wifi Ad-Hoc y en la red Wifi Mesh.

En el instante en que se envía el archivo se realiza el análisis en las tres tecnologías de cada una de las variables:

- Ancho de Banda.
- Paquetes transmitidos.
- Jitter.
- Tiempo de transmisión.

Esto con los sniffers Capsa e Iperf.

Al enviar el mismo archivo al mismo tiempo en las tres tecnologías se pretende saber el valor de cada variable cuando las tres tecnologías utilizan el espectro de 2.4 GHz.

CAPITULO IV

ANALISIS DE RESULTADOS

4.1 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

La forma principal para determinar cuál es la mejor tecnología es implementando cada una de las tecnologías y comparando las características más relevantes de cada una. Por ello para la evaluación de las mismas se usara un ambiente de coexistencia de las tecnologías BLUETOOTH, WIFI AD HOC, y WIFI MESH.

Se realizó un análisis tomando en cuenta cada uno de los indicadores de las variables dependiente e independiente y a su vez se consideró cada uno de los índices que conforman cada indicador. Para cuantificar cada uno de los indicadores se utilizó una media ponderada de sus respectivos índices.

Para la cuantificación de cada índice se utilizó un nivel de medición de valores que van bajando desde 100 % conforme los valores sigan bajando desde el valor máximo de acuerdo a aplicabilidad de cada ámbito del índice.

Se asignó pesos a cada uno de los índices que conforman un indicador, resultando de esta manera una calificación total por cada experimento. Se calcula luego el porcentaje promedio de los experimentos, para comparar con el porcentaje individual de la propuesta de la investigación. Posteriormente para cuantificar las variables dependiente e independiente, se procede a calcular la media ponderada de sus respectivos Indicadores, fijando ponderaciones repartidas equitativamente de porcentaje total por cada una de las variables.

Para propósitos de comparación se calculó las medias ponderadas de los indicadores tanto de la variable dependiente como de la variable independiente.

4.2 Resumen de los experimentos de evaluación de rendimiento

Para el análisis de las tecnologías mencionadas anteriormente se realizaron varios experimentos con diferentes condiciones pero comparando los mismos parámetros. Estas pruebas que se exponen en los anexos de esta tesis ayudarán a elegir la mejor de entre las tres tecnologías.

Para Bluetooth se ha utilizado una PC, una laptop y 2 dispositivos *micro adaptadores USB para Bluetooth 2.1*, para la red Wifi Ad-Hoc únicamente se utilizaron 2 laptop; y para la red Wifi Mesh se utilizaron 4 laptop y en cada una de ellas se configuró servidores mesh.

4.2.1 Análisis de los resultados de los experimentos 1 y 2

VARIABLE INDEPENDIENTE: El rendimiento de las tecnologías Bluetooth, Wifi Ad-Hoc, y Wifi Mesh.

- **INDICADOR 1:** Rendimiento 1.

Se debe observar que el rendimiento que utiliza cada una de las tecnologías cuando trabajan de manera independiente, al transmitir paquetes de una maquina a otra o al compartir recursos entre ellas es relativamente bueno y se relaciona con lo indicado en teoría.

Indice 1. Ancho de banda utilizado por las tecnologías en un ambiente independiente y en un ambiente de coexistencia.

Podemos realizar una relación del ancho de banda entre el experimento 1 y el experimento 2 para construir la *Tabla IV.I* y el diagrama de la *Figura IV.I* y la *Figura IV.II*. Cabe decir que el porcentaje fue calculado dándole un peso de 100% al menor ancho de banda al transmitir el archivo.

Tabla IV.I. Comparación del ancho de banda que utiliza cada tecnología individualmente y en un ambiente de coexistencia.

ANCHO DE BANDA (Kbps)				
TECNOLOGIAS	AMBIENTE INDEPENDIENTE	% AMBIENTE INDEPENDIENTE	AMBIENTE DE COEXISTENCIA	% AMBIENTE COEXISTENCIA
BLUETOOTH	1.024	100,00%	1.024	100%
WIFI ADHOC	1075.20	95,24%	1075.20	95,24%
WIFI MESH	1075.20	95,24%	1075.20	95,24%

Fuente: Autores.

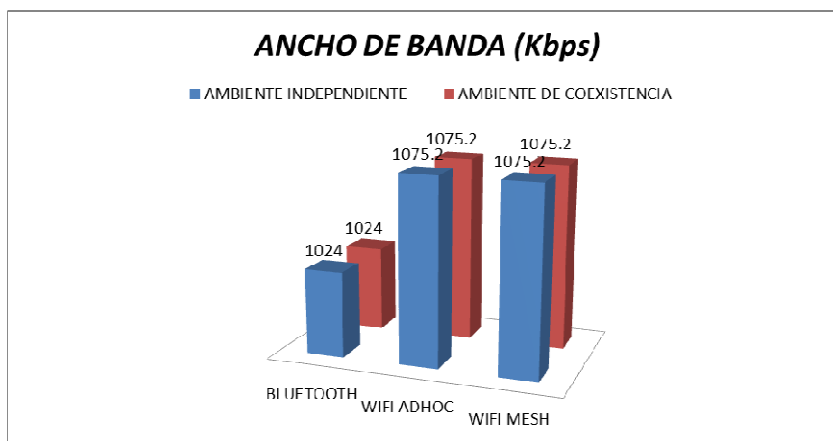


Figura IV.I. Comparación de Ancho de Banda en el experimento 1 y 2

Fuente: Autores.

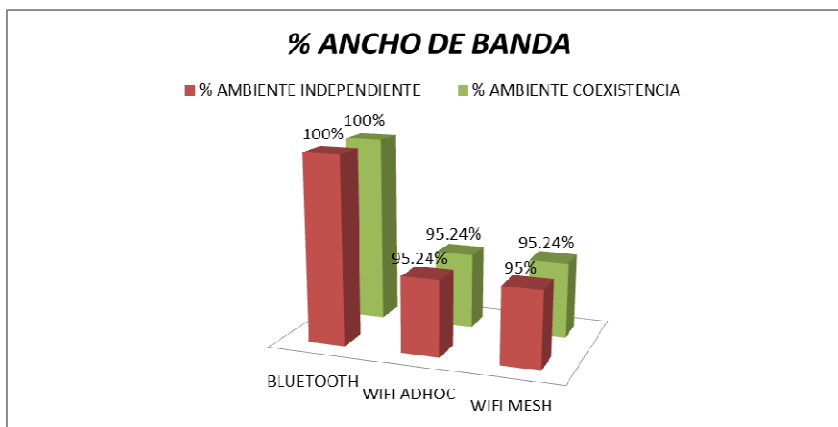


Figura IV.II. Porcentaje de Ancho de Banda en el experimento 1 y 2

Fuente: Autores.

Interpretación: Como se aprecia en la Figura IV.II el porcentaje de ancho de banda es mayor en la red Wifi Mesh que en las otras redes, estos resultados van de acorde a la teoría indicada en esta tesis.

Índice 2. Paquetes por segundo de las tecnologías en un ambiente independiente y en un ambiente de coexistencia.

Los paquetes por segundo en un ambiente independiente y en un ambiente de coexistencia de las tecnologías se aprecian en la *Tabla IV.II* y el diagrama de la *Figura IV.III*.

Tabla IV.II. Análisis de resultados Índice 2

PAQUETES POR SEGUNDO (Kbps)				
TECNOLOGIAS	AMBIENTE INDEPENDIENTE	% AMBIENTE INDEPENDIENTE	AMBIENTE DE COEXISTENCIA	% AMBIENTE COEXISTENCIA
BLUETOOTH	38.600	96.18%	38.452	96.55%
WIFI ADHOC	38.619	96.13%	38.468	96.51%
WIFI MESH	37.602	98.73%	37.125	100%

Fuente: Autores.

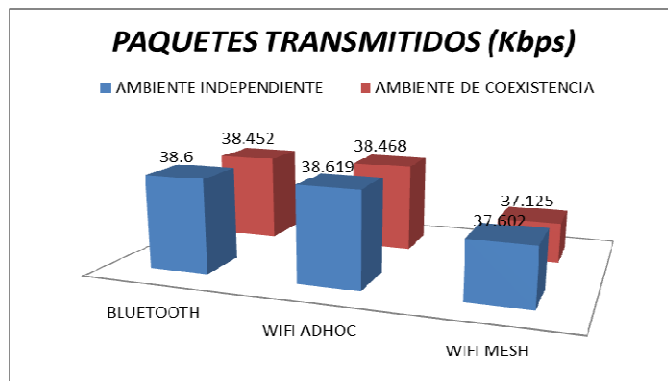


Figura IV.III. Comparación paquetes por segundo del experimento 1

Fuente: Autores.

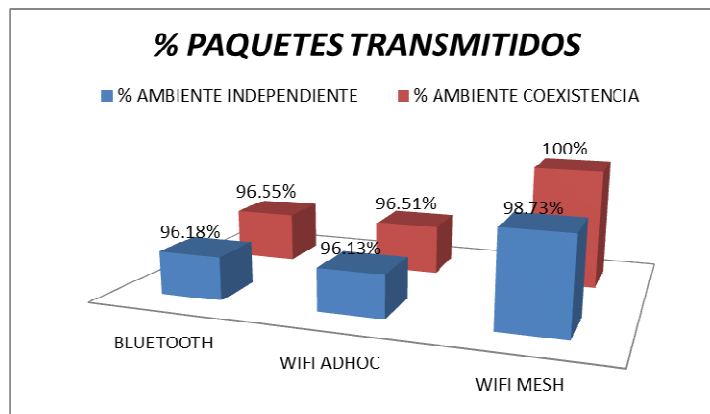


Figura IV.IV. Análisis de resultados Índice 2

Fuente: Autores.

Interpretación: Como se aprecia en la Figura IV.IV el porcentaje de paquetes transmitidos es menor en la red Wifi Mesh que en las otras redes, esto se debe a la configuración propia de esta red ya que al estar trabajando en canales de transmisión casi adyacentes puede existir interferencia entre ellos y por ende afecta a la transmisión.

Índice 3. Jitter en mili segundo de las tecnologías en un ambiente independiente y en un ambiente de coexistencia.

El Jitter en mili segundos en un ambiente independiente y en un ambiente de coexistencia de las tecnologías se aprecian en la *Tabla IV.II* y el diagrama de la *Figura IV.III*.

Tabla IV.III. Análisis de resultados Índice 3

TECNOLOGIAS	JITTER (ms)			
	AMBIENTE INDEPENDIENTE	% AMBIENTE INDEPENDIENTE	AMBIENTE DE COEXISTENCIA	% AMBIENTE COEXISTENCIA
BLUETOOTH	80	0.37%	82.125	0.36%
WIFI ADHOC	0.444	66.22%	3.365	8.74%
WIFI MESH	0.294	100%	0.630	46.67%

Fuente: Autores.

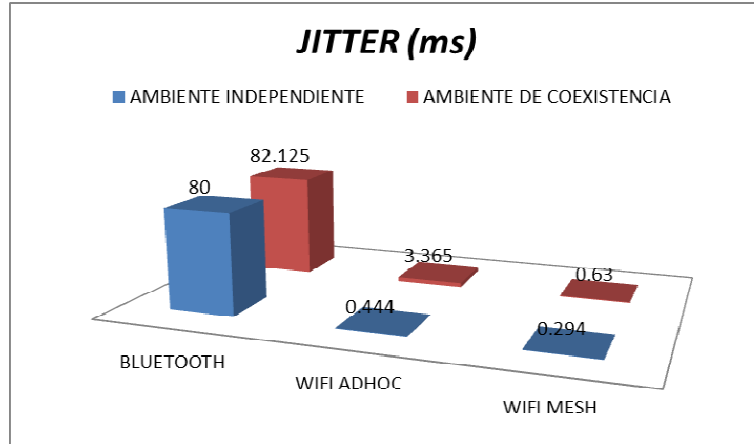


Figura IV.V. Análisis de resultados Índice 2

Fuente: Autores.

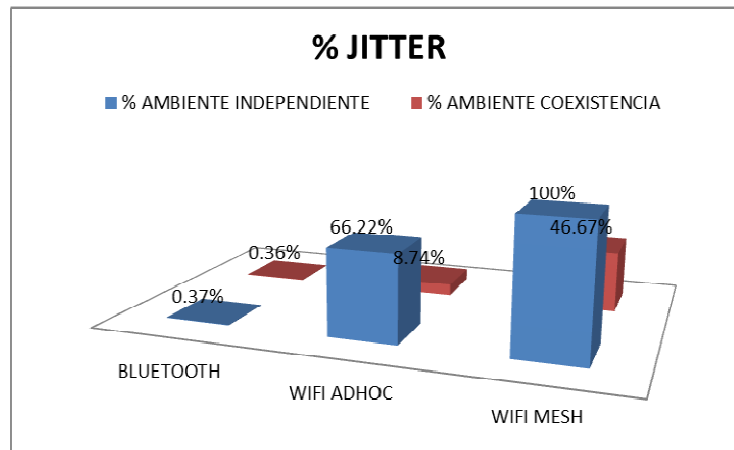


Figura IV.VI. Análisis de resultados Índice 2

Fuente: Autores.

Índice 4. Tiempo de transmisión en segundos de las tecnologías en un ambiente independiente y en un ambiente de coexistencia.

El tiempo de transmisión en segundos en un ambiente independiente y en un ambiente de coexistencia de las tecnologías se aprecian en la *Tabla IV.IV* y el diagrama de la *Figura IV.VII*.

Tabla IV.IV. Análisis de resultados Índice 4

TECNOLOGIAS	TIEMPO DE TRANSMISION (s)			
	AMBIENTE INDEPENDIENTE	% AMBIENTE INDEPENDIENTE	AMBIENTE DE COEXISTENCIA	% AMBIENTE COEXISTENCIA
BLUETOOTH	262.52	4.36%	307.47	3.72%
WIFI ADHOC	30.22	37.89%	26.35	43.45%
WIFI MESH	11.45	100%	13.51	84.75%

Fuente: Autores.

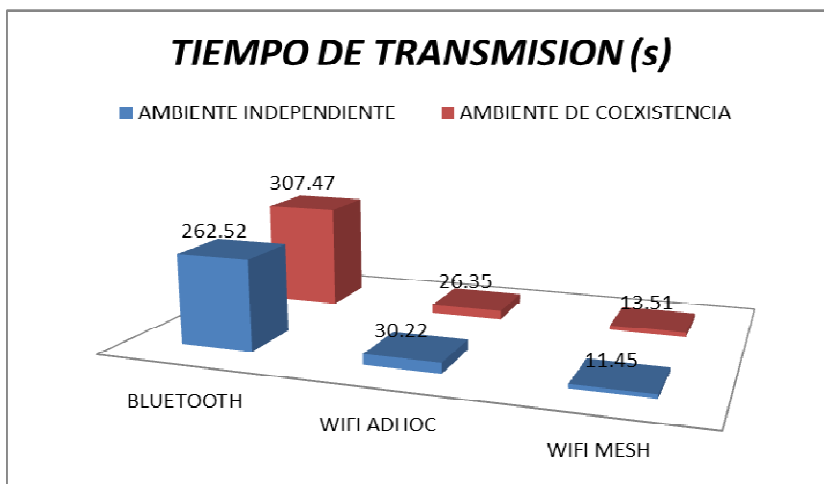


Figura IV.VII. Análisis de resultados Índice 3

Fuente: Autores.

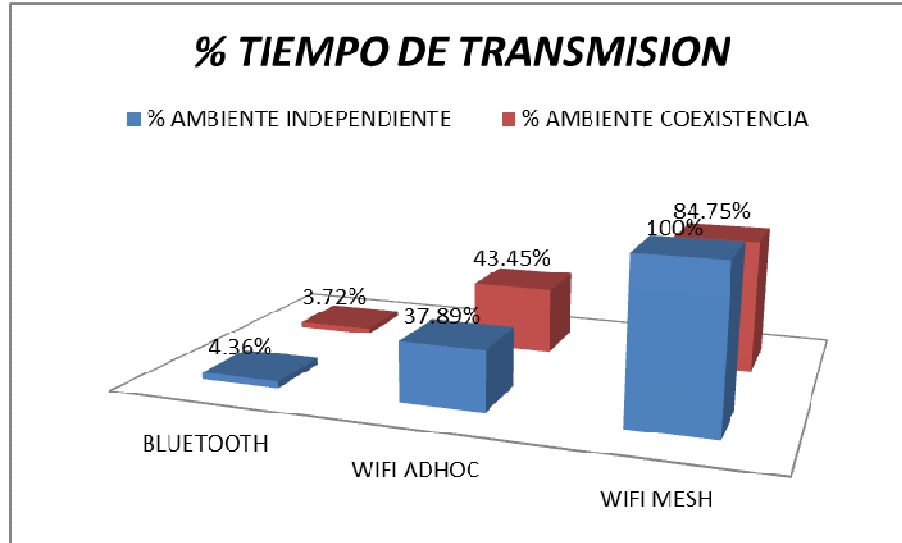


Figura IV.VIII. Análisis de resultados Índice 3

Fuente: Autores.

Tabla IV.V. Análisis de resultados Indicador 1

INDICES	INDICADOR 1	
	% AMBIENTE INDEPENDIENTE	% AMBIENTE COEXISTENCIA
ANCHO DE BANDA	96.83%	96.83%
PAQUETES TRANSMITIDOS	97.01%	97.69%
JITTER	55.53%	18.59%
TIEMPO DE TRANSMISION	47.42%	43.97%

Fuente: Autores.

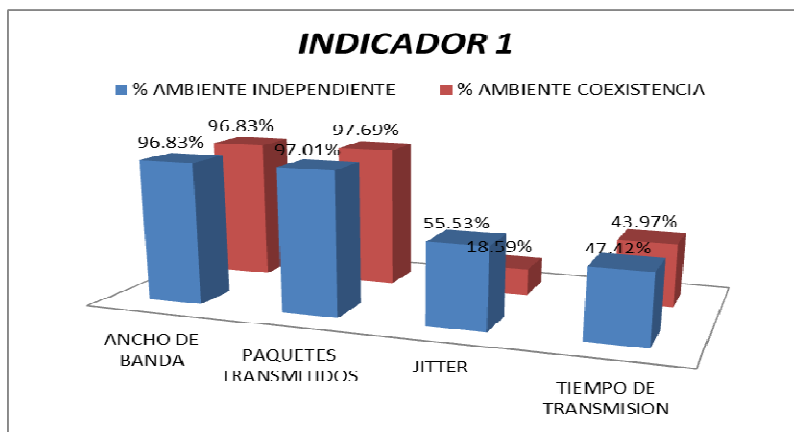


Figura IV.IX. Análisis de resultados Indicador I.

Fuente: Autores.

4.2 RESUMEN DE LAS EQUIVALENCIAS DE LOS PESOS PARA INDICADORES DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE

Tabla IV.VI. Pesos de los indicadores de la variable Independiente

VARIABLE INDEPENDIENTE						
INDICE	RENDIMIENTO	100%	AMBIENTE INDEPENDIENTE	AMBIENTE DE COEXISTENCIA	69.25%	58.94%
	1. Ancho de Banda	20%	96.83%	96.83%	19.37%	19.37%
	2. Paquetes Transmitidos	20%	97.01%	97.69%	19.40%	19.54%
	3. Jitter	25%	55.53%	18.59%	13.88%	4.65%
	4. Tiempo de Transmisión	35%	47.42%	43.97%	16.60%	15.39%

Fuente: Autores

Tabla IV.VII. Comparación calificativa de las tecnologías inalámbricas en un ambiente independiente.

	ANCHO DE BANDA (Kbps)		PAQUETES POR SEGUNDO (ms)		JITTER (ms)		TEMPO DE TRANSMISION (S)		TOTAL
	VALOR	PT (4)	VALOR	PT (5)	VALOR	PT (5)	VALOR	PT (4)	
BLUETOOTH	1.024	1	38.600	4	80	1	262.52	0	6
WIFI AD-HOC	1075.20	4	38.619	4	0.444	2	30.22	2	12
WIFI MESH	1075.20	4	37.602	5	0.294	5	11.45	4	18

Fuente: Autores.

Tabla IV.VIII. Comparación calificativa de las tecnologías inalámbricas en un ambiente de coexistencia.

	ANCHO DE BANDA (Kbps)		PAQUETES POR SEGUNDO (ms)		JITTER (ms)		TEMPO DE TRANSMISION (S)		TOTAL
	VALOR	PT (4)	VALOR	PT (5)	VALOR	PT (5)	VALOR	PT (4)	
BLUETOOTH	1.024	1	38.452	2	82.125	1	307.47	0	4
WIFI AD-HOC	1075.20	4	38.468	3	3.365	3	26.35	2	12
WIFI MESH	1075.20	4	37.125	4	0.630	5	13.51	4	17

Fuente: Autores.

Interpretación y resultados:

Mediante los datos observados podemos determinar que la tecnología inalámbrica más apropiada para la implementación de redes corporativas y no corporativas es la Red Wifi Mesh.

Aunque existen redes o ambientes en las que se necesitaría implementar la red bluetooth o la Red Wifi Ad-Hoc según sea la necesidad del usuario. Pero de manera general nuestra tecnología ganadora es Wifi Mesh pues presenta entre otras ventajas las siguientes:

- Paquetes por segundo.
- Jitter
- Tiempo de transmisión

4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.3.1 Variable Independiente

Tomando en cuenta que cada indicador tiene su peso entonces se desglosa cada uno de los promedios de los indicadores (ver *Tabla IV.V* y *Figura IV.IX*).

Tabla IV.IX. Análisis de Resultados para la Variable Independiente: Total Indicadores

VARIABILIDAD DE INDEPENDENCIA						
INDICADOR	VARIABLE INDEPENDIENTE	PONDERACION	AMBIENTE INDEPENDIENTE	AMBIENTE DE COEXISTENCIA	V. IND. (Amb. Inde)	V. I. (Amb. Coexist)
		RENDIMIENTO	100%	69.25%	58.94%	69.25%
<i>Fuente: Autores.</i>					VARIABILIDAD	10.31%

Tabla IV.X. Análisis de Resultados para la Variable Independiente: Total Índices

VARIABILIDAD DE INDEPENDENCIA						
I N D I C E S	VARIABLE INDEPENDIENTE	PONDERACIÓN	AMBIENTE INDEPENDIENTE	AMBIENTE DE COEXISTENCIA	V.IND. (AMB. IND)	V.I. (AMB. COEX)
	1. Ancho de Banda	20,00%	96.83%	96.83%	19.37%	19.37%
	2. Paquetes Transmitidos	20,00%	97.01%	97.69%	19.40%	19.54%
	3. Jitter	25,00%	55.53%	18.59%	13.88%	4.65%
	4. Tiempo de Transmisión	35,00%	47.42%	43.97%	16.60%	15.39%
TOTAL					69,25%	58,95%
VARIABILIDAD					10,31%	

Fuente: Autores.

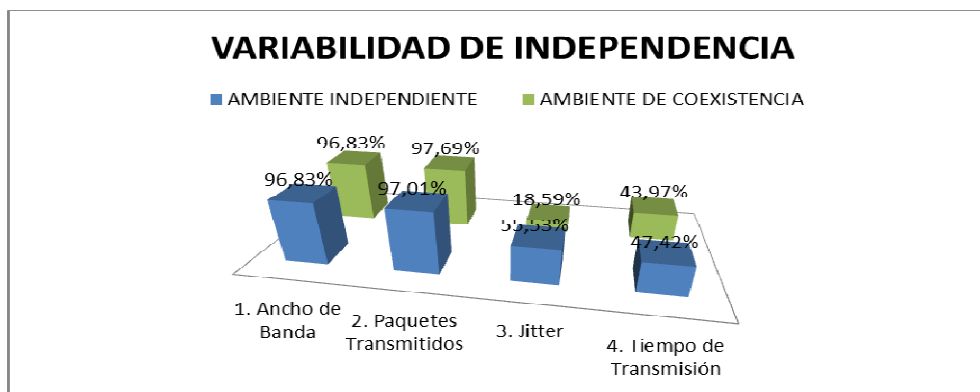


Figura IV.X. Barras de los resultados de Variabilidad de Independencia

Fuente: Autores.

$$V.IND. (AMB.IND) = 0.20 (96.83) + 0.20 (97.01) + 0.25 (55.53) + 0.35 (47.42)$$

$$= 69,25 \%$$

$$V.IND (AMB.COEX) = 0,20 (96,83) + 0.20 (97,69) + 0,25 (18,59) + 0,35 (43,97)$$

$$= 58,94 \%$$

$$\textit{Variabilidad} = \text{V.I. (A.I.)} - \text{V.I. (A.C.)} = 69,25\% - 58,94\% = 10,31 \%$$

Interpretación:

Se concluye que el rendimiento, específicamente de las tecnologías, varía en un 10,10% en la transmisión de la información Wifi en la banda de frecuencia de 2,4 GHz.

4.3.2 Variable Dependiente

La propuesta de las investigadoras en cuanto a características, los equipos a utilizar para la implementación de cada una de las tecnologías inalámbricas entre otros aspectos, se encuentran descritas en el CAPÍTULO V.

4.4 PRUEBA DE LA HIPÓTESIS

4.4.1 Aplicación del método estadístico Chi Cuadrado.

Para la comprobación de la hipótesis planteada en la investigación debemos calcular el estadístico Chi Cuadrado a partir de los datos obtenidos, en los cuales se calificaron los indicadores de cada variable cuantitativamente según el criterio del autor Roberto Hernández Sampieri basándose en los resultados teóricos y prácticos. A continuación se consideró la hipótesis nula H_0 y la hipótesis de investigación H_i .

Hi: El estudio comparativo de las tecnologías inalámbricas BLUETOOTH, WIFI AD-HOC Y WIFI MESH permitirá determinar la mejor tecnología para la transmisión de datos.

Ho: El estudio comparativo de las tecnologías inalámbricas BLUETOOTH, WIFI AD-HOC Y WIFI MESH no permitirá determinar la mejor tecnología para la transmisión de datos.

Para la comprobación de la hipótesis de la investigación, seguiremos los siguientes pasos:

Frecuencias Observadas

Las frecuencias observadas se encuentran realizando una estimación porcentual de los indicadores de la variable dependiente sobre la aplicación de cada tecnología objeto de estudio, obteniendo la siguiente tabla:

Tabla IV-XI. Tabla de contingencia de los datos observados durante el monitoreo de la red.

PARÁMETROS	AMBIENTE INDEPENDIENTE	AMBIENTE DEPENDIENTE	TOTAL
Ancho de Banda	96,83	96,83	193,66
Paquetes transmitidos	97,01	97,69	194,7
Jitter	55,53	18,59	74,12
Tiempo de transmisión	47,42	43,97	91,39
Total	296,79	257,08	553,87

Fuente: Autores.

Frecuencias esperadas

Las frecuencias esperadas de cada celda, se calcula mediante la siguiente fórmula aplicada a la tabla de frecuencias observadas:

$$f_e = \frac{(\text{total}_{\text{de fila}})(\text{total} - \text{de columna})}{N}$$

Ecuación 2: Fórmula para calcular la frecuencia esperada

Donde N es el número total de frecuencias observadas.

A continuación se presentan los valores obtenidos aplicando la fórmula descrita anteriormente:

Tabla IV-XII. Tabla de contingencia de los datos esperados en el monitoreo de la red.

PARÁMETROS	AMBIENTE INDEPENDIENTE	AMBIENTE DE COEXISTENCIA
Ancho de Banda	103,8	89,9
Delay	104,3	90,4
Jitter	39,7	34,4
Paquetes perdidos	49	42,4
Total	296,8	257,1

Fuente: Autores.

Sumatoria de X²

Una vez obtenidas las frecuencias esperadas, se aplica la siguiente fórmula de chi-cuadrado para cada una de las celdas de la tabla:

$$X^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

Ecuación 3: fórmula para calcular ji cuadrado

Dónde: O es la frecuencia observada en cada celda y E es la frecuencia esperada en cada celda.

Tabla IV-XIII. Cálculo de chi cuadrado.

SUMATORIA DE χ^2				
Observado(O)	Esperado(E)	(O-E)	(O-E)²	{(O-E)²/E}
96,83	103,8	-6,97	48,58	0,47
97,01	104,3	-7,29	53,14	0,51
55,53	39,7	15,83	250,59	6,31
47,42	49	-1,58	2,5	0,05
96,83	89,9	6,93	48,02	0,53
97,69	90,4	7,29	53,14	0,59
18,59	34,4	-15,81	250	7,26
43,97	42,4	1,57	2,46	0,06
				x 15,78

Fuente: Autores.

Interpretación:

La tabla nos proporciona el valor χ^2 , para saber si ese valor es o no significativo, se debe determinar los grados de libertad mediante la siguiente fórmula:

$$GL = (f - 1)(c - 1)$$

Ecuación 4: Fórmula para calcular los grados de libertad

Dónde:

F es el número de filas de la tabla de contingencia sin contar los totales y c es el número de columnas de la tabla de contingencia sin contar los totales

$$GL = (8-1)(2-1)$$

$$GL=7$$

De la tabla de distribución de χ^2 que se encuentra en el anexo 4, eligiendo como nivel de significación: $\alpha = 0.05$ con una cola $GL = 7$ el valor crítico de la prueba $\chi_{\alpha/2}^2 = 14,07$.

Criterio de decisión:

- Si χ^2 calculado es mayor a $\chi_{\alpha/2}^2$ (Valor crítico) de la tabla de distribución se rechaza la hipótesis nula H_0 y por lo tanto se acepta la hipótesis de Investigación.
- Si χ^2 calculado es menor a $\chi_{\alpha/2}^2$ (Valor crítico) de la tabla de distribución se acepta la hipótesis nula H_0 y por lo tanto se rechaza la hipótesis de Investigación.

Gráfica χ^2 e interpretación:

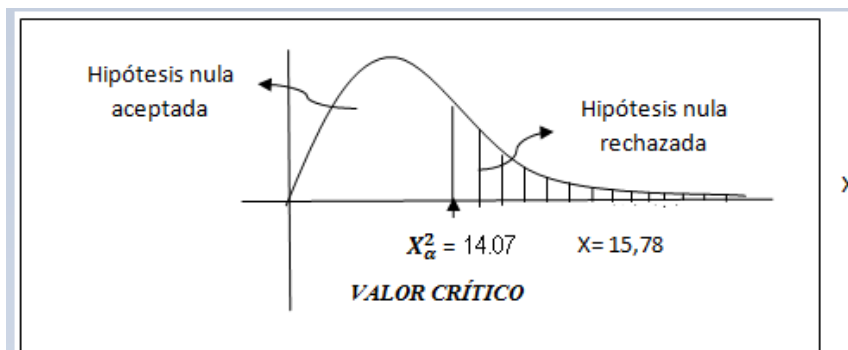


Figura IV.XI: Curva de análisis de chi-cuadrado

Fuente: Autores.

Interpretación:

Como podemos observar en la Figura IV.XVI el valor del estadístico Chi Cuadrado calculado de $\chi^2 = 15,78$ es mayor que el nivel crítico $\chi_{\alpha/2}^2 = 14,07$ es decir se rechaza la

hipótesis nula, por lo tanto en este caso se corrobora la hipótesis planteada en la investigación, es decir, la evaluación de las tecnologías inalámbricas Bluetooth, Wifi Ad-Hoc y Wifi Mesh permite determinar que la mejor es Wifi Mesh.

La prueba del Chi-cuadrado (X^2) permite calcular la probabilidad de obtener resultados que únicamente por efecto del azar se desvíen de las expectativas en la magnitud observada si una solución a un problema es correcta.

Para realizar la prueba el primer paso es calcular el valor del Chi-cuadrado el cual responde a la siguiente fórmula:

$$X^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

Donde:

O = el número observado de una clase particular

E = el número esperado de esta clase, y

Ó = es la sumatoria de todos los valores posibles de $(O - E)^2 / E$.

El siguiente paso es determinar los grados de libertad, que son el número de categorías o clases que existe. Generalmente esto es igual a uno menos el número total de clases o indicadores que conforman la matriz, tomando en cuenta para este efecto el número de columnas menos uno por el número de filas menos uno. El paso final en la aplicación de la prueba del Chi-cuadrado es buscar el valor de Chi-cuadrado calculado y los grados de libertad en una Tabla. Este valor es la probabilidad de que al azar por sí mismo pudiera ser responsable de una desviación tan grande o mayor que lo observado, si la hipótesis

es correcta. Si la probabilidad es alta se considera que los datos están de acuerdo con la solución.

Generalmente el nivel de confiabilidad es de 5%, si la probabilidad es menor de 0.05.

Utilizando la prueba del Chi-cuadrado en nuestra investigación se construye la *Tabla IV.XIII*, para ello tomamos los valores de los indicadores de la variable dependiente tal como se aprecia en la Matriz de Valores Observados (*Tabla IV.XI*) y en la Matriz de Valores Esperados (*Tabla IV.XII*).

CAPITULO V

MARCO PROPOSITIVO

5.1 IMPLEMENTACION RED AD-HOC

5.1.1 Equipos Utilizados:

Tabla V.I. Equipos utilizados para la implementación de la red Wifi Ad-Hoc.

N°	EQUIPO	CARACTERISTICA		
		PROCESADOR	MEMORIA	SIST. OPERATIVO
1	Lapton Sony Vaio	Intel Core 2Duo 2.0 GHz	2 GB	Windows 7 Linux
1	Lapton Sony Vaio	Intel Core i5 2.4 GHz	4 GB	Windows 7 Linux
1	Lapton Hacer	Intel Core i3 2.4 GHz	4 GB	Windows 7 Linux

Fuente: Autores

5.1.2 Implementación:

1. Abrimos el centro de redes y recursos compartidos

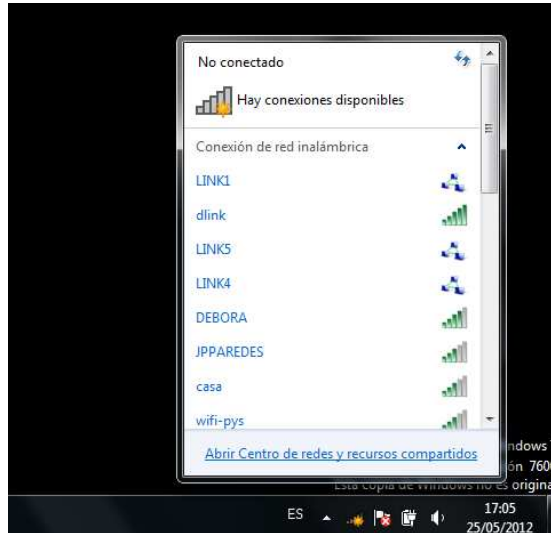


Figura V.I: Acceso al centro de redes.

Fuente: Autores

2. Elegimos la opción Administrar redes inalámbricas

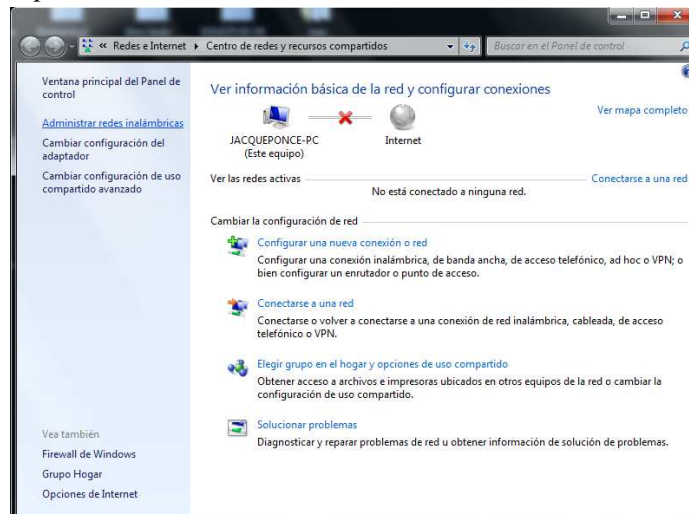


Figura V.II: Administración de redes inalámbricas.

Fuente: Autores.

3. Elegimos la opción Agregar

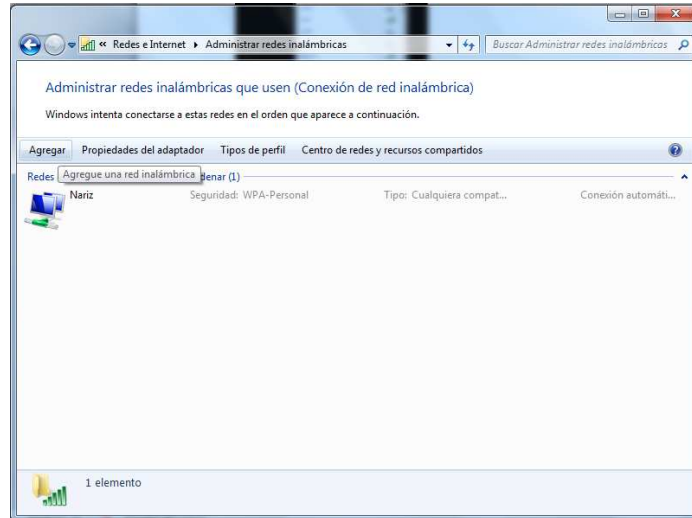


Figura V.III: Agregación de la red inalámbrica.
Fuente: Autores.

4. Elegimos Crear una red Ad - Hoc

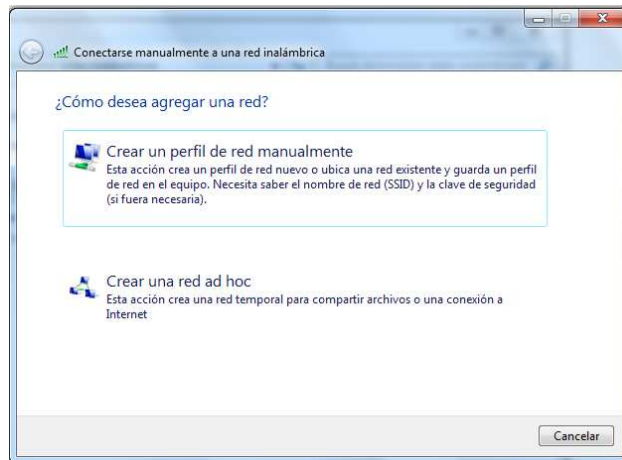


Figura V.IV: Creación de una red Ad-Hoc.
Fuente: Autores.

5. Elegimos Siguiente



Figura V.V: Configuración de la red inalámbrica.

Fuente: Autores.

6. Damos un nombre a nuestra red e ingresamos la contraseña

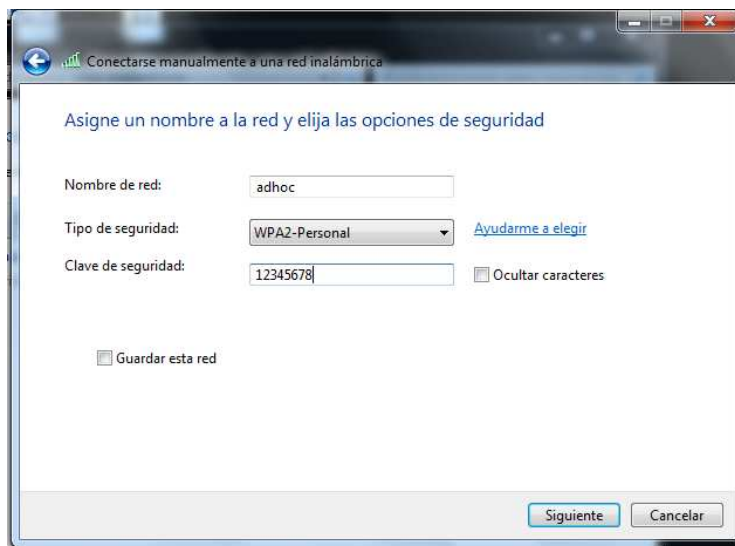


Figura V.VI: Nombramiento de la red.

Fuente: Autores.

7. Nuestra red Ad- Hoc esta lista para usarse, y para compartir internet en nuestra red elegimos la opción **Compartir una conexión a Internet en una red ad hoc**

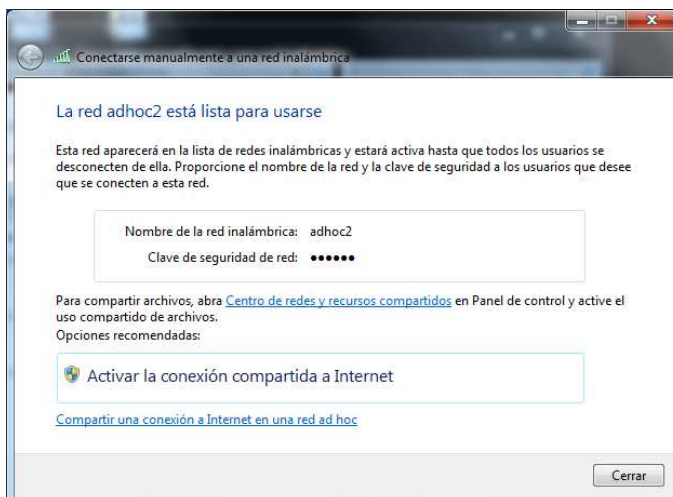


Figura V.VII: *Compartimiento de internet en red Ad-Hoc.*

Fuente: Autores

8. Y la conexión compartida a Internet está habilitada



Figura V.VIII: *Conexión compartida a internet.*

Fuente: Autores.

9. Verificamos que nuestra red se encuentre creada colocando el cursor sobre el ícono de red Wireless y damos un clic sobre su nombre para acceder a la misma (en nuestro caso adhoc2).

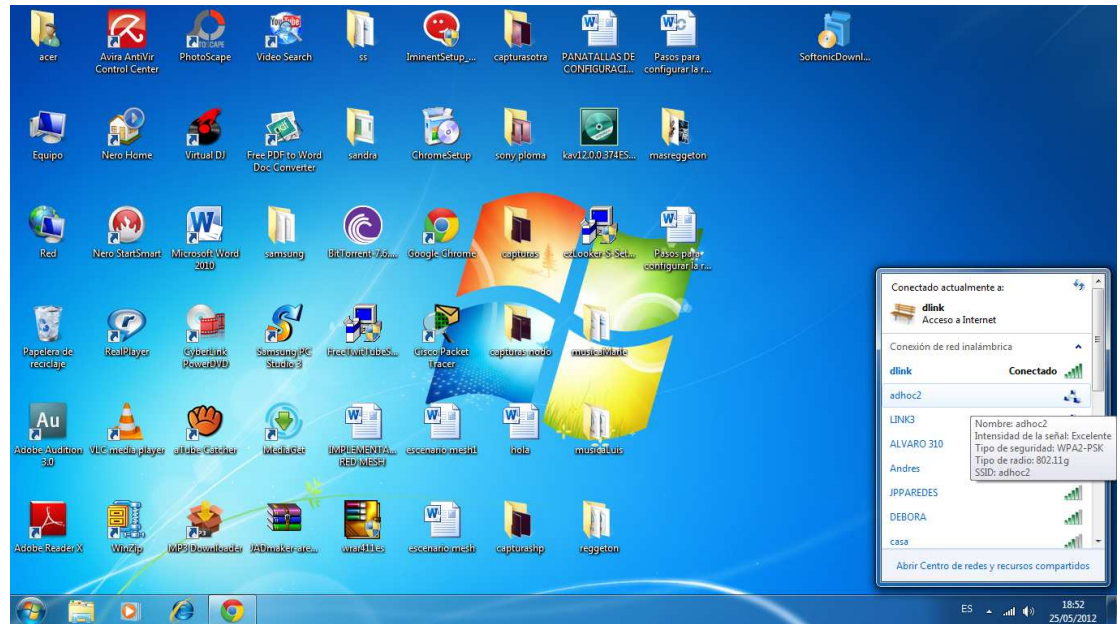


Figura V.IX: Verificación de la creación de la red.

Fuente: Autores.

10. Ingresamos la contraseña que utilizamos para crear la red (adhoc2)

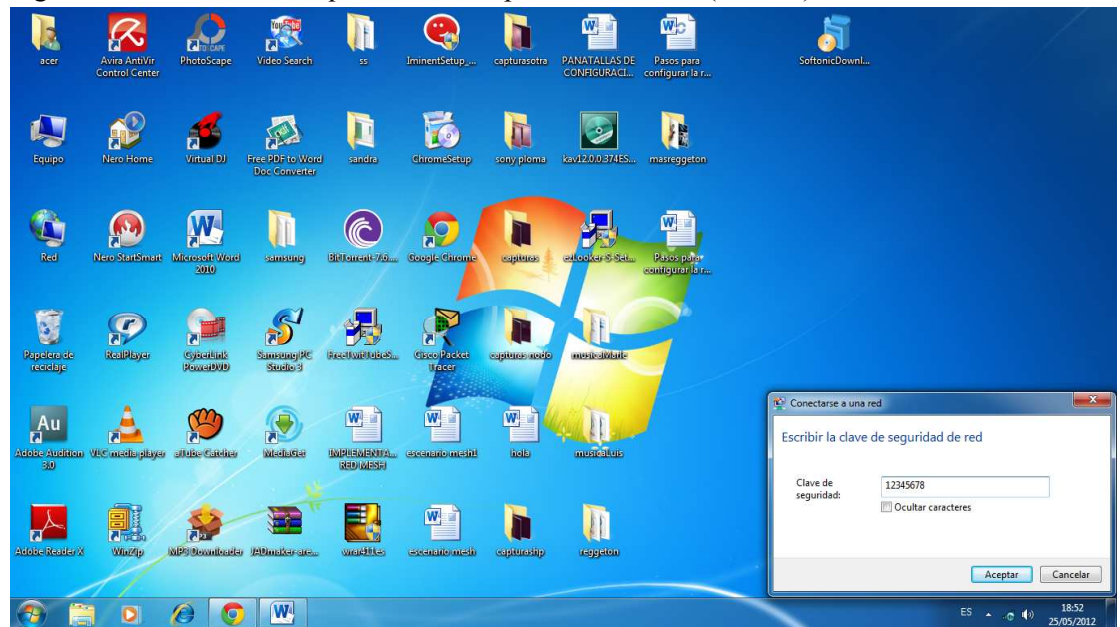


Figura V.X: Acceso a la nueva red ad-hoc.

Fuente: Autores.

11. Verificamos que ahora nos encontramos conectados a la nueva red ad hoc (adhoc2)

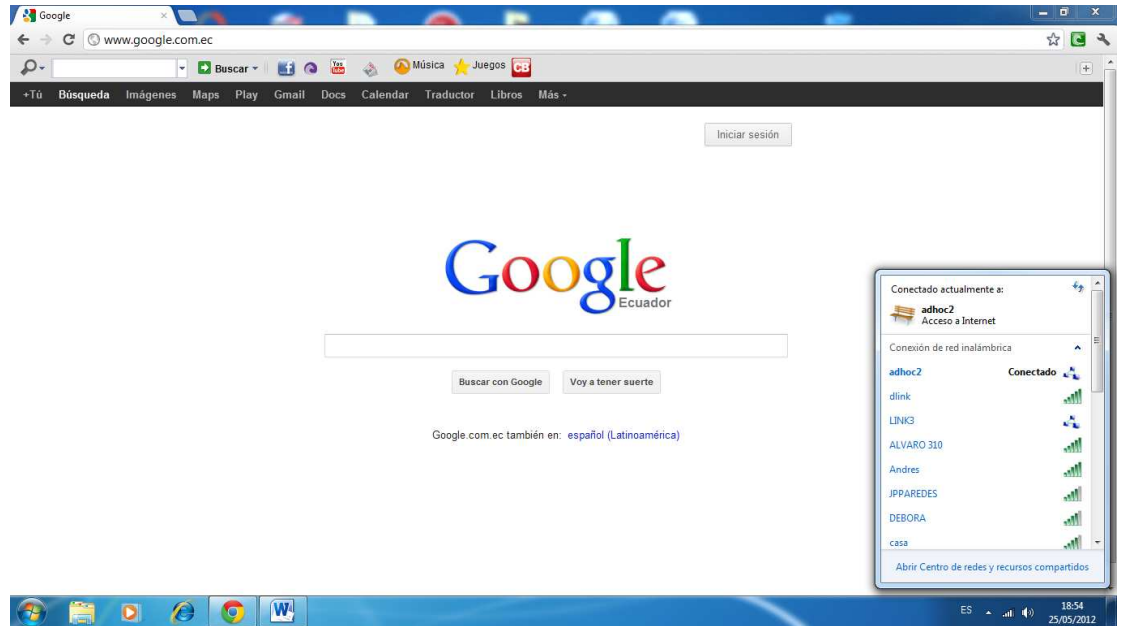


Figura V.XI: Conexión a internet a través de la nueva red inalámbrica.

Fuente: Autores.

12. En nuestra red ya podemos ver las máquinas conectadas a la red ad hoc; las cuales están listas para compartir internet, archivos y recursos.

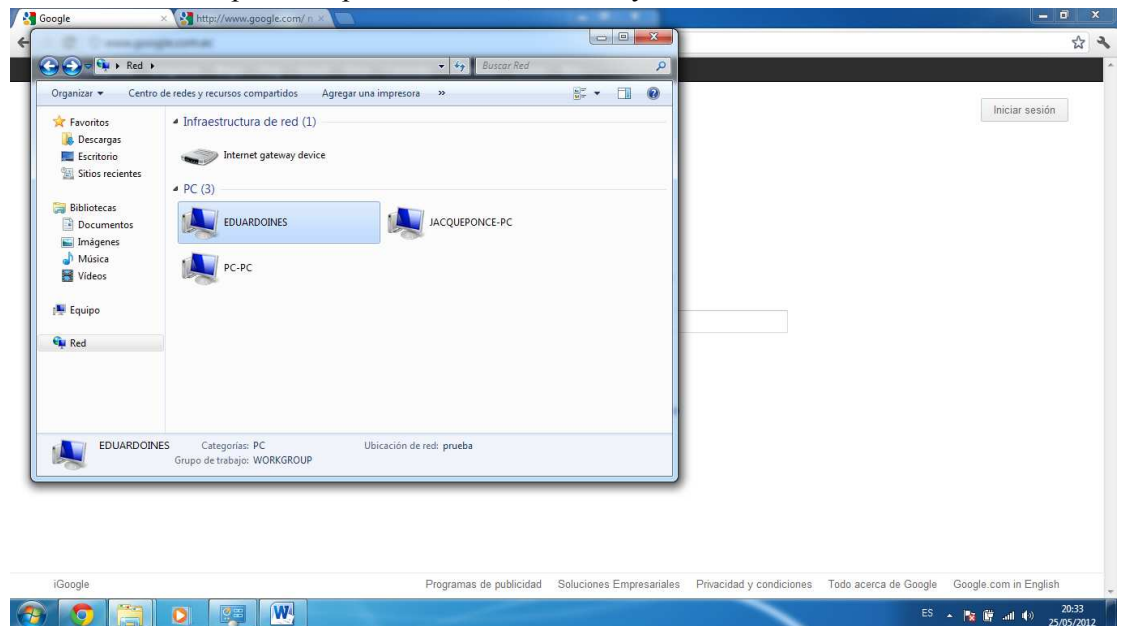


Figura V.XII: Visualización de las redes creadas.

Fuente: Autores.

5.1.3 COMPARTIR RECURSOS EN AD HOC

1. Para compartir archivos y recursos en la red Ad Hoc, debemos crear usuario con contraseña en cada máquina para lo cual ingresamos en:
 - Panel de Control
 - Cuentas de Usuario y Protección Infantil
 - Cuentas de Usuario
 - Crear una contraseña para la cuenta

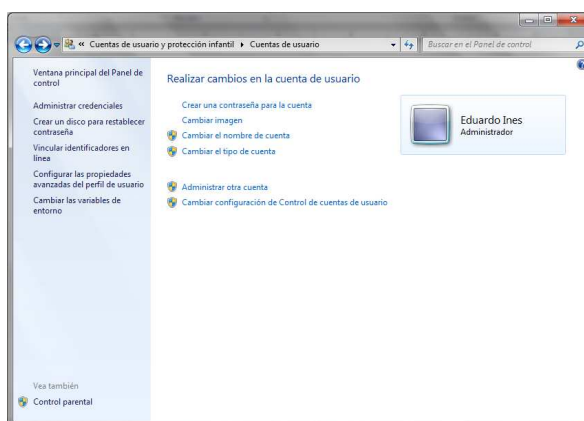


Figura V.XIII: Creacion de usuarios con contraseña.
Fuente: Autores.

2. Ingresamos la contraseña y su confirmación para nuestra cuenta de usuario y elegimos Crear Contraseña

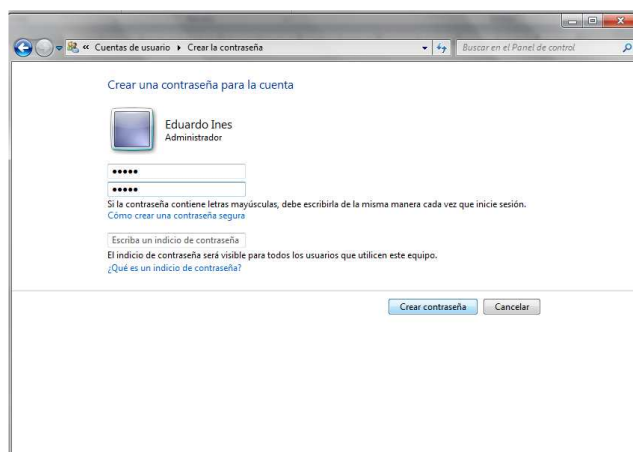


Figura V.XIV: Ingreso de la seguridad de la cuenta de usuario.
Fuente: Autores.

3. Abrir centro de Redes y Recursos Compartidos y elegir Cambiar configuración de uso compartido avanzado

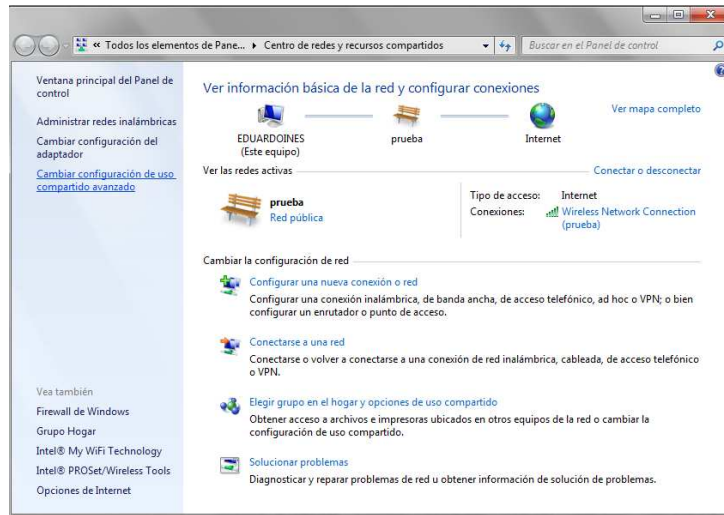


Figura V.XV: *Cambion de Configuracion de los recursos compartidos.*
Fuente: Autores.

4. Activamos todas las opciones para compartir archivos y recursos, elegimos Guardar Cambios

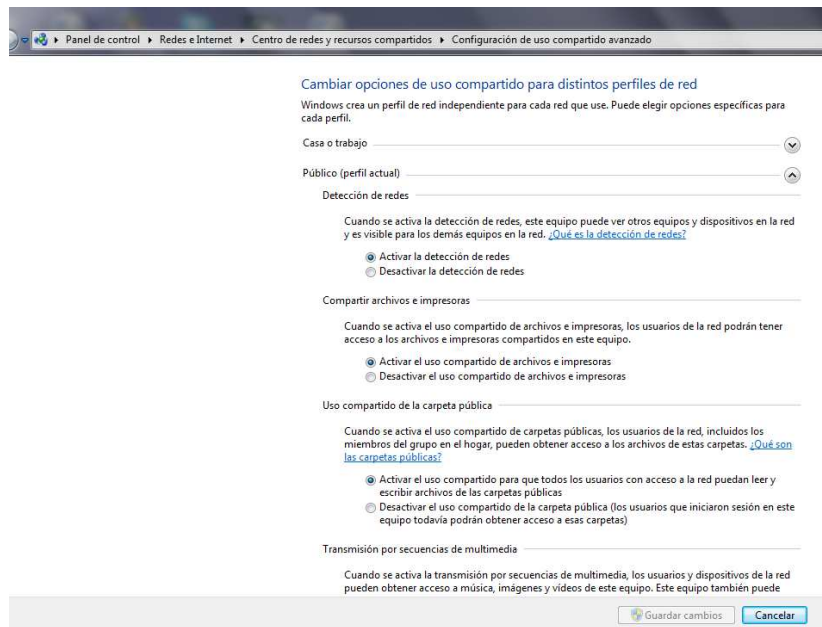


Figura V.XVI: *Activacion de recursos compartidos.*
Fuente: Autores.

Ahora además de compartir internet ya podemos compartir archivos y recursos en nuestra red.

5.2 IMPLEMENTACION RED BLUETOOTH

5.2.1 Equipos Utilizados:

Tabla V.II: Equipos utilizados en la implementación de una red bluetooth.

N°	EQUIPO	CARACTERISTICA		
		PROCESADOR	MEMORIA	SIST. OPERATIVO
1	Laptop Sony Vaio	Intel Core i5 2.4 GHz	4 GB	Windows 7 Linux
1	Laptop Sony Vaio	Intel Core i3 2.4 GHz	2 GB	Windows 7 Linux
2	Micro Adaptador USB			Bluetooth 2.1

Fuente: Autores.

1. Abrimos la ventana de Panel de Control elegimos Hardware y Sonido, escogemos la opción Agregar un dispositivo

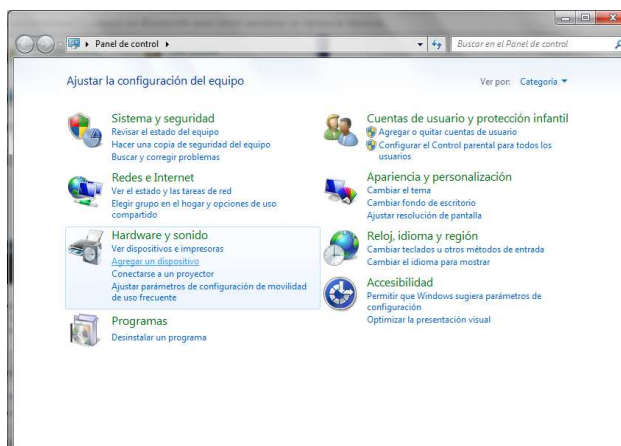


Figura V.XVII: Agregación de un dispositivo.

Fuente: Autores.

2. Aparece la ventana donde Windows empieza a buscar los dispositivos bluetooth

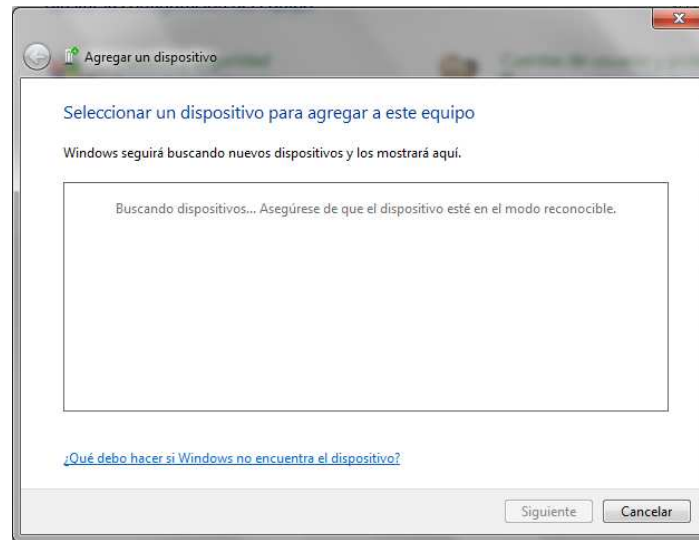


Figura V.XVIII: *Búsqueda de dispositivos bluetooth*

Fuente: Autores.

3. Se muestran en pantalla los teléfonos encontrados, seleccionamos uno de ellos y damos click en siguiente

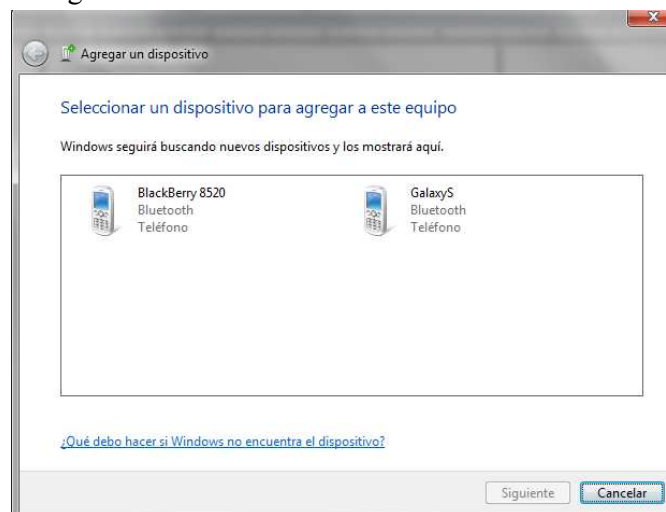


Figura V.XIX: *Telefonos encontrados.*

Fuente: Autores.

4. Verificamos que coincidan los códigos y aceptamos

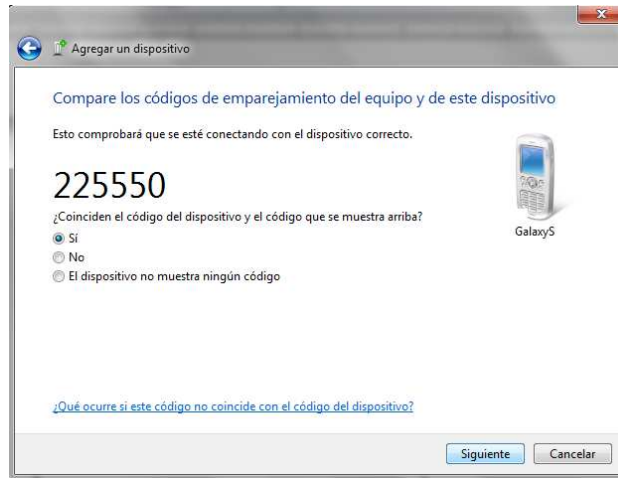


Figura V.XX: Verificación de códigos.

Fuente: Autores.

5. Si el dispositivo se agregó correctamente se instalan automáticamente los controladores y esta listo para usarse, caso contrario intentamos nuevamente.

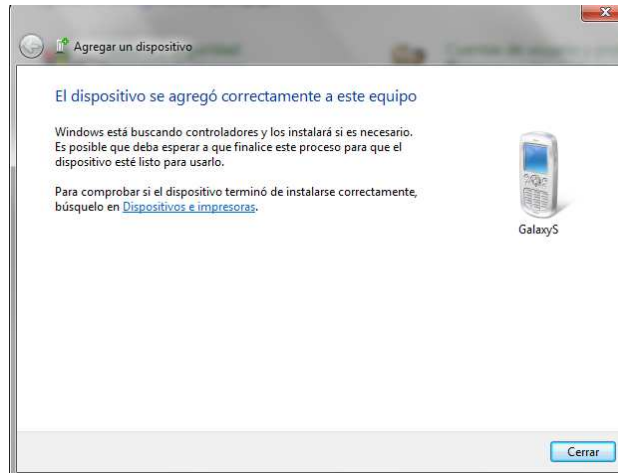


Figura V.XXI: Instalación de controladores.

Fuente: Autores.

6. Verificamos que el dispositivo terminó de instalarse buscándolo en Dispositivos e Impresoras

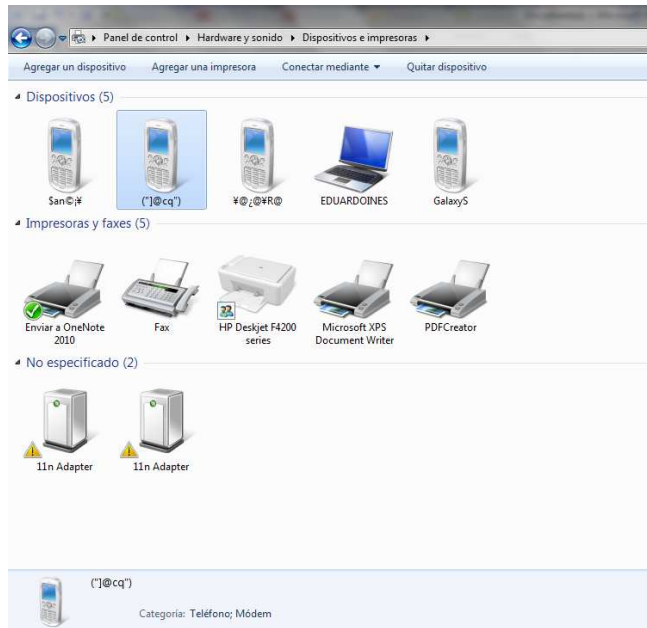


Figura V.XXII: Verificación de dispositivos.

Fuente: Autores.

7. Para compartir recursos damos click derecho sobre el teléfono y elegimos controlar

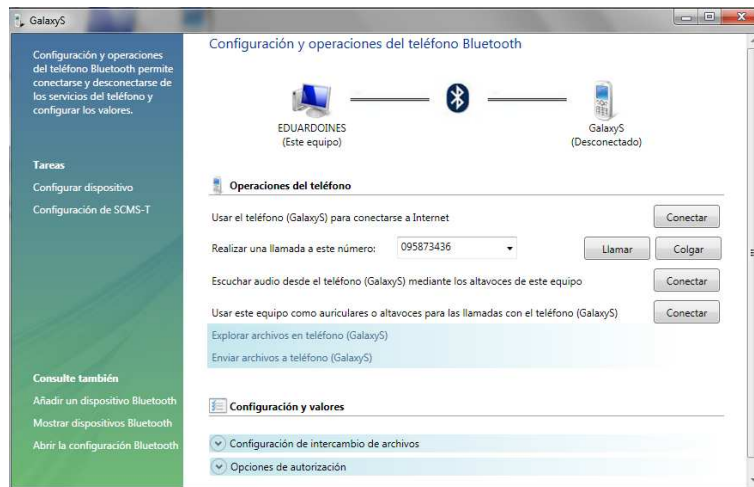


Figura V.XXIII: Compartición de recursos.

Fuente: Autores.

5.3 IMPLEMENTACIÓN RED MESH

5.3.1 EQUIPOS UTILIZADOS

Tabla V.III: Equipos utilizados en la implementación de la red Wifi Mesh.

N°	EQUIPO	CARACTERISTICA		
		PROCESADOR	MEMORIA	SIST. OPERATIVO
1	Laptop Sony Vaio	Intel Core 2Duo 2.0 GHz	2 GB	Windows 7 Linux
1	Laptop Sony Vaio	Intel Core i5 2.4 GHz	4 GB	Windows 7 Linux
1	Laptop Hacer	Intel Core i3 2.4 GHz	4 GB	Windows 7 Linux
1	Laptop HP	AMD	2 GB	Windows 7 Linux
10	Tarjetas D-Link	Conectividad inalámbrica 802.11g		

Fuente: Autores.

5.3.2 DIRECCIONAMIENTO

Tabla V.IV: NODO 1 (SONY VAIO PLOMA)

INTERFAZ	DIRECCIÓN IP	CANAL	LINK
Wlan0	192.168.10.1	9	5
Wlan1	192.168.20.1	7	1
Wlan2	192.168.50.1	1	4

Fuente: Autores.

Tabla V.V: NODO 2 (HP)

INTERFAZ	DIRECCIÓN IP	CANAL	LINK
Wlan1	192.168.50.2	1	4
Wlan2	192.168.40.1	4	3

Fuente: Autores.

Tabla V.VI: NODO 3 (ACER)

INTERFAZ	DIRECCIÓN IP	CANAL	LINK
Wlan0	192.168.10.2	9	5
Wlan1	192.168.30.2	5	2
Wlan2	192.168.40.2	4	3

Fuente: Autores.

Tabla V.VII: NODO 4 (SONY VAIO ROJA)

INTERFAZ	DIRECCIÓN IP	CANAL	LINK
Wlan0	192.168.20.2	7	1
Wlan3	192.168.30.1	5	2

Fuente : Autores.

5.3.3 ESCENARIO:

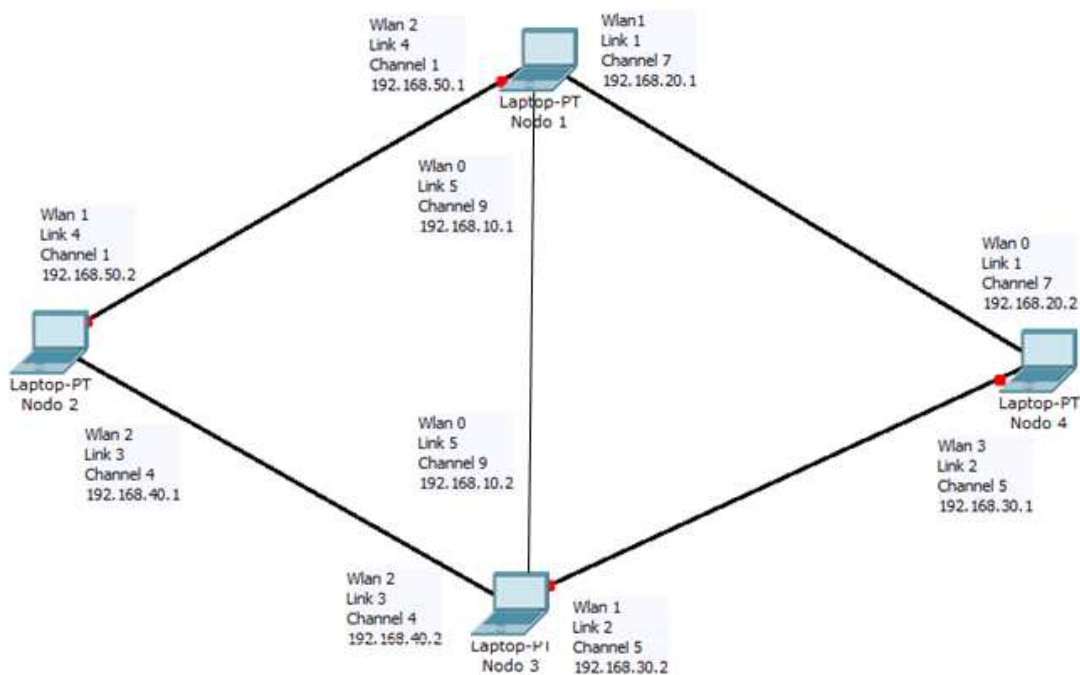


Figura V.XXIV: Escenario de la implementación de la red mesh.

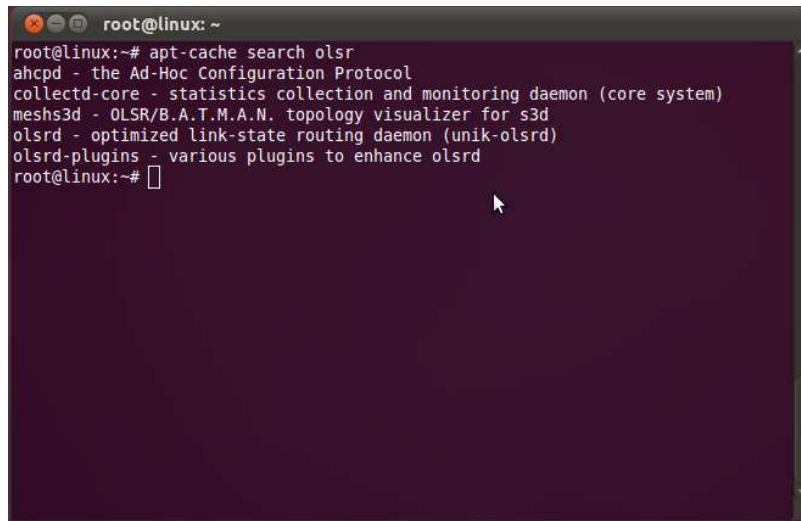
Fuente: Autores.

5.3.4 IMPLEMENTACIÓN:

1. Para realizar una implementación de tecnologías inalámbricas primero verificamos si en cada una de nuestras máquinas se encuentra instalado el daemon OLSRD, el cual implementa el protocolo de enrutamiento dinámico OLSR. Dicho protocolo permite generar rutas dinámicas, las cuales se actualizan constantemente dependiendo de la calidad de enlace entre nodos.

Este procedimiento se realiza con el comando *apt-cache search olsr* como se muestra a continuación:

Iperf paquetes ancho de banda variacion de retardo tiempo de transmisión
paquetes trans, paquetes perdidos modo nat conectar.



```
root@linux: ~  
root@linux:~# apt-cache search olsr  
ahcpd - the Ad-Hoc Configuration Protocol  
collectd-core - statistics collection and monitoring daemon (core system)  
meshs3d - OLSR/B.A.T.M.A.N. topology visualizer for s3d  
olsrd - optimized link-state routing daemon (unik-olsrd)  
olsrd-plugins - various plugins to enhance olsrd  
root@linux:~#
```

Figura V.XXV: Verificación de la existencia del demonio OLSRD.

Fuente: Autores.

De no ser así procedemos a realizar la instalación del mismo con el comando *apt-get install olsrd* como muestra la siguiente figura.

```
root@linux: ~
root@linux:~# apt-get install olsrd
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
The following package was automatically installed and is no longer required:
  linux-headers-2.6.38-8
Use 'apt-get autoremove' to remove them.
The following NEW packages will be installed:
  olsrd
0 upgraded, 1 newly installed, 0 to remove and 253 not upgraded.
Need to get 175 kB of archives.
After this operation, 463 kB of additional disk space will be used.
Get:1 http://ec.archive.ubuntu.com/ubuntu/ natty/universe olsrd i386 0.5.6-r7-1
[175 kB]
Fetched 175 kB in 2s (69.6 kB/s)
Selecting previously deselected package olsrd.
(Reading database ... 143370 files and directories currently installed.)
Unpacking olsrd (from ../olsrd_0.5.6-r7-1_i386.deb) ...
Processing triggers for man-db ...
Processing triggers for ureadahead ...
ureadahead will be reprofiled on next reboot
Setting up olsrd (0.5.6-r7-1) ...
root@linux:~#
```

Figura V.XXVI: Instalacion del demonio OLSRD.

Fuente: Autores.

Finalmente procedemos a realizar la instalación de los plugins del demonio OLSRD, con el comando `apt-get install olsrd-plugins` como muestra a continuación la siguiente figura.

```
root@linux: ~
Processing triggers for ureadahead ...
ureadahead will be reprofiled on next reboot
Setting up olsrd (0.5.6-r7-1) ...
root@linux:~# apt-get install olsrd-plugins
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
The following package was automatically installed and is no longer required:
  linux-headers-2.6.38-8
Use 'apt-get autoremove' to remove them.
The following NEW packages will be installed:
  olsrd-plugins
0 upgraded, 1 newly installed, 0 to remove and 253 not upgraded.
Need to get 134 kB of archives.
After this operation, 377 kB of additional disk space will be used.
Get:1 http://ec.archive.ubuntu.com/ubuntu/ natty/universe olsrd-plugins i386 0.5
.6-r7-1 [134 kB]
Fetched 134 kB in 2s (59.6 kB/s)
Selecting previously deselected package olsrd-plugins.
(Reading database ... 143388 files and directories currently installed.)
Unpacking olsrd-plugins (from ../olsrd-plugins_0.5.6-r7-1_i386.deb) ...
Setting up olsrd-plugins (0.5.6-r7-1) ...
root@linux:~#
```

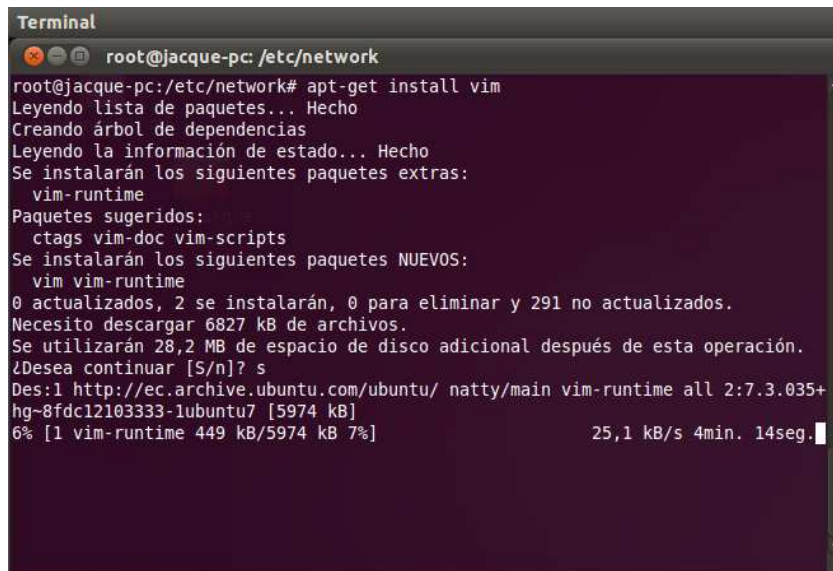
Figura V.XXVII: Instalación de los plugins del demonio OLSRD.

Fuente: Autores.

2. Luego ingresamos al modo de inserción de texto para lo cual es importante instalar el comando vim el mismo es un potente y avanzado editor de texto que posee su propia línea de comandos que nos permitirá editar un archivo de configuración de las interfaces inalámbricas.

Para esto se realizan los siguientes pasos:

- Primero iniciamos sesión como super usuario con el comando `sudo su -`.
- Luego instalamos el paquete vim con el comando `apt-get install vim`.

A terminal window titled "Terminal" showing the command `apt-get install vim` being executed. The output shows the package list being read, dependencies being created, and the state information being read. It lists extra packages to be installed: `vim-runtime`. Suggested packages include `ctags vim-doc vim-scripts`. It states that two new packages will be installed: `vim` and `vim-runtime`. It also shows the disk space requirements and the progress of the installation for `vim-runtime`, which is 6% complete at 25.1 kB/s.

```
Terminal
root@jacque-pc: /etc/network
root@jacque-pc:/etc/network# apt-get install vim
Leyendo lista de paquetes... Hecho
Creando árbol de dependencias
Leyendo la información de estado... Hecho
Se instalarán los siguientes paquetes extras:
 vim-runtime
Paquetes sugeridos:
 ctags vim-doc vim-scripts
Se instalarán los siguientes paquetes NUEVOS:
 vim vim-runtime
0 actualizados, 2 se instalarán, 0 para eliminar y 291 no actualizados.
Necesito descargar 6827 kB de archivos.
Se utilizarán 28,2 MB de espacio de disco adicional después de esta operación.
¿Desea continuar [S/n]? s
Des:1 http://ec.archive.ubuntu.com/ubuntu/ natty/main vim-runtime all 2:7.3.035+
hg-8fdc12103333-1ubuntu7 [5974 kB]
6% [1 vim-runtime 449 kB/5974 kB 7%] 25,1 kB/s 4min. 14seg.
```

Figura V.XXVIII: Proceso de instalación del comando vim.

Fuente: Autores.

Pantallas de configuración de cada Nodo.

Para esto primero descubrimos cuales son las tarjetas internas y cuales son las tarjetas externas, con las que consta la máquina la misma que está haciendo el rol de nodo, como se muestra en la siguiente figura. Para esto utilizamos en comando *ifconfig* muestra la configuración de la red tanto inalámbrica como Ethernet.

```
root@pc: ~  
wlan0 Link encap:Ethernet direcciónHW e0:2a:82:ab:a7:e2  
Direc. inet:192.168.1.3 Difus.:192.168.1.7 Másc:255.255.255.248  
Dirección inet6: fe80::e22a:82ff:feab:a7e2/64 Alcance:Enlace  
ACTIVO DIFUSIÓN FUNCIONANDO MULTICAST MTU:1500 Métrica:1  
Paquetes RX:19253 errores:0 perdidos:0 overruns:0 frame:0  
Paquetes TX:12178 errores:0 perdidos:0 overruns:0 carrier:0  
colisiones:0 long.colatX:1000  
Bytes RX:27507924 (27.5 MB) TX bytes:1152033 (1.1 MB)  
  
wlan1 Link encap:Ethernet direcciónHW 84:c9:b2:75:ed:3c  
ACTIVO DIFUSIÓN MULTICAST MTU:1500 Métrica:1  
Paquetes RX:0 errores:0 perdidos:0 overruns:0 frame:0  
Paquetes TX:0 errores:0 perdidos:0 overruns:0 carrier:0  
colisiones:0 long.colatX:1000  
Bytes RX:0 (0.0 B) TX bytes:0 (0.0 B)  
  
wlan2 Link encap:Ethernet direcciónHW 84:c9:b2:75:e9:22  
ACTIVO DIFUSIÓN MULTICAST MTU:1500 Métrica:1  
Paquetes RX:0 errores:0 perdidos:0 overruns:0 frame:0  
Paquetes TX:0 errores:0 perdidos:0 overruns:0 carrier:0  
colisiones:0 long.colatX:1000  
Bytes RX:0 (0.0 B) TX bytes:0 (0.0 B)  
  
root@pc:~# apt-get update
```

Figura V.XXIX: Nombres de los puertos del Nodo 2.

Fuente: Autores.

```
root@jacque-pc: ~  
ACTIVO BUCLE FUNCIONANDO MTU:16436 Métrica:1  
Paquetes RX:16 errores:0 perdidos:0 overruns:0 frame:0  
Paquetes TX:16 errores:0 perdidos:0 overruns:0 carrier:0  
colisiones:0 long.colatX:0  
Bytes RX:960 (960.0 B) TX bytes:960 (960.0 B)  
  
wlan0 Link encap:Ethernet direcciónHW 00:1d:e0:10:c9:07  
Direc. inet:192.168.1.4 Difus.:192.168.1.7 Másc:255.255.255.248  
Dirección inet6: fe80::21d:e0ff:fe10:c907/64 Alcance:Enlace  
ACTIVO DIFUSIÓN FUNCIONANDO MULTICAST MTU:1500 Métrica:1  
Paquetes RX:1261 errores:0 perdidos:0 overruns:0 frame:0  
Paquetes TX:885 errores:0 perdidos:0 overruns:0 carrier:0  
colisiones:0 long.colatX:1000  
Bytes RX:1549892 (1.5 MB) TX bytes:132251 (132.2 KB)  
  
wlan2 Link encap:Ethernet direcciónHW 84:c9:b2:75:eb:5a  
ACTIVO DIFUSIÓN MULTICAST MTU:1500 Métrica:1  
Paquetes RX:0 errores:0 perdidos:0 overruns:0 frame:0  
Paquetes TX:0 errores:0 perdidos:0 overruns:0 carrier:0  
colisiones:0 long.colatX:1000  
Bytes RX:0 (0.0 B) TX bytes:0 (0.0 B)  
  
root@jacque-pc:~#
```

Figura V.XXX: Nombres de los puertos Nodo 4

Fuente: Autores.

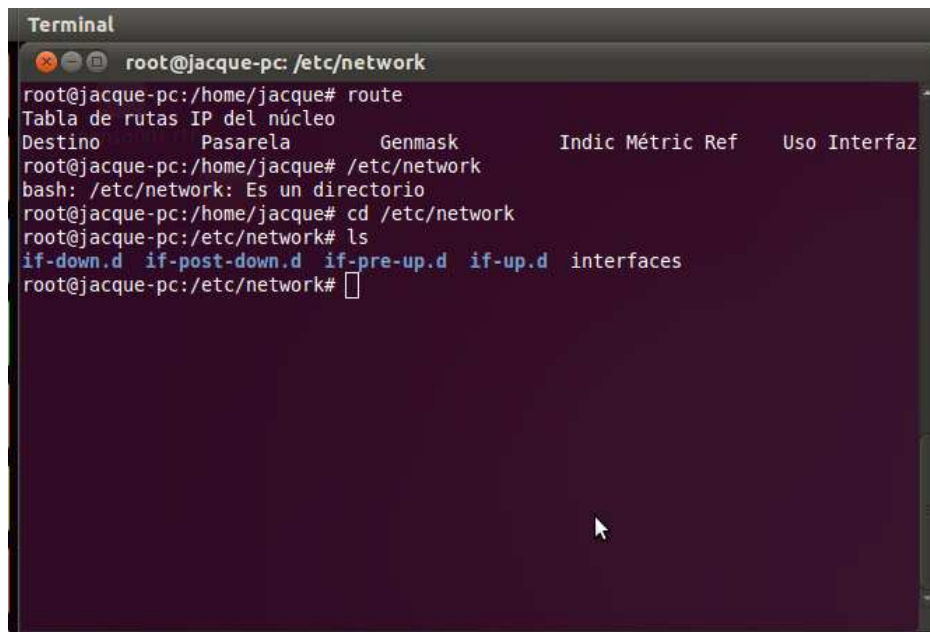
Antes de configurar las interfaces realizamos un *route* para visualizar la tabla de enrutamiento del sistema.



```
Terminal
root@jacque-pc: /home/jacque
root@jacque-pc:/home/jacque# route
Tabla de rutas IP del núcleo
Destino      Pasarela      Genmask      Indic Métric Ref      Uso Interfaz
root@jacque-pc:/home/jacque#
```

*Figura V.XXXI: Tabla de ruteo antes de configurar interfaces.
Fuente: Autores.*

Una vez que nuestra máquina reconoció las tarjetas externas ya sabemos cuál es nuestra tarjeta interna y procedemos a configurar cada una de estas interfaces ingresando primero al directorio /etc/ network



```
Terminal
root@jacque-pc: /etc/network
root@jacque-pc:/home/jacque# route
Tabla de rutas IP del núcleo
Destino      Pasarela      Genmask      Indic Métric Ref      Uso Interfaz
root@jacque-pc:/home/jacque# /etc/network
bash: /etc/network: Es un directorio
root@jacque-pc:/home/jacque# cd /etc/network
root@jacque-pc:/etc/network# ls
if-down.d  if-post-down.d  if-pre-up.d  if-up.d  interfaces
root@jacque-pc:/etc/network#
```

*Figura V.XXXII: Ingreso a configurar cada interfaz.
Fuente: Autores.*

Cuando ya nos encontramos en el directorio antes mencionado, editamos el archivo interfaces con el comando **vim** interfaces.

```
root@yaja-nodo3:~# cd /etc/network/
root@yaja-nodo3:/etc/network# ls
if-down.d if-post-down.d if-pre-up.d if-up.d interfaces
root@yaja-nodo3:/etc/network# vim interfaces
```

Figura V.XXXIII: Ingreso al fichero interfaces
Fuente: Autores.

En el fichero ingresamos cada uno de los códigos que se muestran a continuación:

```
root@pc:/etc/network
auto lo
iface lo inet loopback
allow-hot plug wlan0 wlan1 wlan2

auto wlan0
iface wlan0 inet static
address 192.168.10.1
netmask 255.255.255.0
wireless-mode ad-hoc
wireless-channel 9
wireless-key 1234567890
wireless-essid LINK5

auto wlan1
iface wlan1 inet static
address 192.168.20.1
netmask 255.255.255.0
wireless-mode ad-hoc
wireless-channel 1
wireless-key 1234567890
wireless-essid LINK1

auto wlan2
iface wlan2 inet static
address 192.168.50.1
netmask 255.255.255.0
wireless-mode ad-hoc
wireless-channel 7
wireless-key 1234567890
wireless-essid LINK4
```

Figura V.XXXIV: Configuración Interfaces Nodo 1
Fuente: Autores.

```
root@pc: /etc/network
auto lo
iface lo inet loopback

auto wlan3
iface wlan3 inet static
address 192.168.40.1
netmask 255.255.255.0
wireless-mode ad-hoc
wireless-channel 3
wireless-key 1234567890
wireless-ssid LINK3
wireless-ap any

auto wlan4
iface wlan4 inet static
address 192.168.50.2
netmask 255.255.255.0
wireless-mode ad-hoc
wireless-channel 1
wireless-key 1234567890
wireless-ssid LINK4
wireless-ap any
```

Figura V.XXXV: Configuración de interfaces Nodo 2
Fuente: Autores.

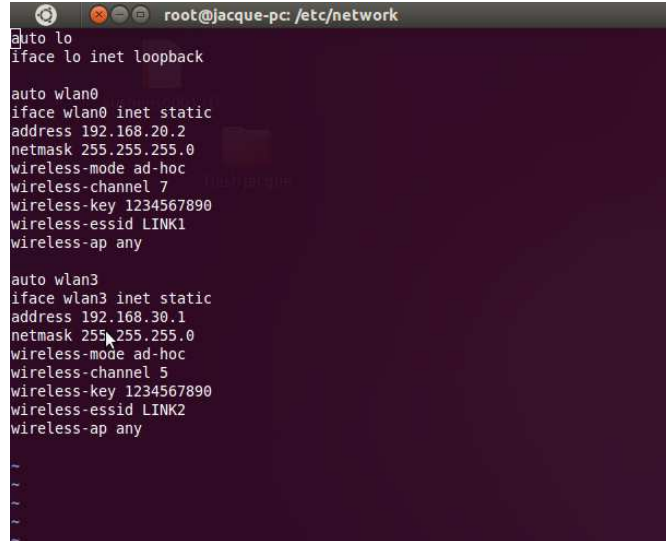
```
root@yaja-nodo3: /etc/network
auto lo
iface lo inet loopback

auto wlan0
iface wlan0 inet static
address 192.168.10.2
netmask 255.255.255.0
wireless-mode ad-hoc
wireless-channel 9
wireless-key 1234567890
wireless-ssid LINK5
wireless-ap any

auto wlan1
iface wlan1 inet static
address 192.168.30.2
netmask 255.255.255.0
wireless-mode ad-hoc
wireless-channel 5
wireless-key 1234567890
wireless-ssid LINK2
wireless-ap any

auto wlan2
iface wlan2 inet static
address 192.168.40.2
netmask 255.255.255.0
wireless-mode ad-hoc
wireless-channel 4
wireless-key 1234567890
wireless-ssid LINK3
wireless-ap any
```

Figura V.XXXVI: Configuración Interfaces nodo 3
Fuente: Autores.



```
root@jacque-pc: /etc/network
auto lo
iface lo inet loopback

auto wlan0
iface wlan0 inet static
address 192.168.20.2
netmask 255.255.255.0
wireless-mode ad-hoc
wireless-channel 7
wireless-key 1234567890
wireless-ssid LINK1
wireless-ap any

auto wlan3
iface wlan3 inet static
address 192.168.30.1
netmask 255.255.255.0
wireless-mode ad-hoc
wireless-channel 5
wireless-key 1234567890
wireless-ssid LINK2
wireless-ap any
```

Figura V.XXXVII: Configuración de Interfaces Nodo 4.
Fuente: Autores.

Dónde:

wireless-mode ad hoc: conecta varios PCs sin puntos de acceso.

wireless-channel: permite fijar el canal elegido para nuestra tarjeta.

ESSID: Significa **Extended Service Set ID** y es el nombre identificable de la red

Para guardar los cambios realizados y salir del editor digitamos wq

Después de configurar las interfaces verificamos la configuración con ifconfig


```
root@yaja-nodo3:/etc/network
UP BROADCAST MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
RX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
TX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
collisions:0 txqueuelen:1000
RX bytes:0 (0.0 B)  TX bytes:0 (0.0 B)
Interrupt:16

lo
Link encap:Local Loopback
Inet addr:127.0.0.1  Mask:255.0.0.0
Inet6 addr: ::1/128 Scope:Host
UP LOOPBACK RUNNING  MTU:65536  Metric:1
RX packets:144 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
TX packets:144 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
collisions:0 txqueuelen:0
RX bytes:11136 (11.1 KB)  TX bytes:11136 (11.1 KB)

wlan0
Link encap:Ethernet  HWaddr ec:55:f9:79:b1:ba
Inet addr:192.168.10.2  Bcast:192.168.10.255  Mask:255.255.255.0
Inet6 addr: fe80::e65:f9ff:fe79:b1ba/64 Scope:Link
UP BROADCAST MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
RX packets:15932 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
TX packets:11369 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
collisions:0 txqueuelen:1000
RX bytes:2287198 (22.8 MB)  TX bytes:1050298 (1.0 MB)

wlan1
Link encap:Ethernet  HWaddr 84:c9:b2:75:e9:22
Inet addr:192.168.30.2  Bcast:192.168.30.255  Mask:255.255.255.0
Inet6 addr: fe80::86c9:b2ff:fe75:e922/64 Scope:Link
UP BROADCAST MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
RX packets:50 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
TX packets:83 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
collisions:0 txqueuelen:1000
RX bytes:8507 (8.5 KB)  TX bytes:18235 (18.2 KB)

wlan2
Link encap:Ethernet  HWaddr 84:c9:b2:75:ed:3c
Inet addr:192.168.40.2  Bcast:192.168.40.255  Mask:255.255.255.0
UP BROADCAST MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
RX packets:29 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
TX packets:70 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
collisions:0 txqueuelen:1000
RX bytes:7178 (7.1 KB)  TX bytes:16415 (16.4 KB)

root@yaja-nodo3:/etc/network#
```

Figura V.XXXVIII: Ifconfig del nodo 3

Fuente: Autores.

Comando para reiniciar la red.

```
root@yaja-nodo3:/etc/network
root@yaja-nodo3:/etc/network# /etc/init.d/networking restart
```

Figura V.XXXIX: Reinicio de la red.

Fuente: Autores.

Ping a las interfaces desde el nodo 3

```
root@yaja-nodo3:/etc/network# ping -I wlan0 192.168.10.1
PING 192.168.10.1 (192.168.10.1) from 192.168.10.2 wlan0: 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.10.1: icmp_req=1 ttl=64 time=9.78 ms
64 bytes from 192.168.10.1: icmp_req=2 ttl=64 time=2.20 ms
64 bytes from 192.168.10.1: icmp_req=3 ttl=64 time=2.29 ms
^C
--- 192.168.10.1 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2002ms
rtt min/avg/max/mdev = 2.202/4.758/9.782/3.553 ms
root@yaja-nodo3:/etc/network# ping -I wlan1 192.168.30.1
PING 192.168.30.1 (192.168.30.1) from 192.168.30.2 wlan1: 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.30.1: icmp_req=1 ttl=64 time=7.10 ms
64 bytes from 192.168.30.1: icmp_req=2 ttl=64 time=3.16 ms
^C
--- 192.168.30.1 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1001ms
rtt min/avg/max/mdev = 3.160/5.132/7.105/1.973 ms
root@yaja-nodo3:/etc/network#
```

Figura V.: Ping hacia las interfaces.

Fuente: Autores.

Route del nodo 3 después de configurar las interfaces

```
root@yaja-nodo3:/etc/network# route
Kernel IP routing table
Destination Gateway Genmask Flags Metric Ref Use Iface
192.168.30.0 * 255.255.255.0 U 0 0 0 wlan1
192.168.10.0 * 255.255.255.0 U 0 0 0 wlan0
192.168.40.0 * 255.255.255.0 U 0 0 0 wlan2
link-local * 255.255.0.0 U 1000 0 0 wlan0
root@yaja-nodo3:/etc/network#
```

Figura V.XVIII: Rote de las interfaces.

Fuente: Autores.

Para editar el archivo de configuración de olsrd primero ingresamos al directorio

/etc/olsrd y utilizamos el comando ***vim olsrd.conf***

```
root@yaja-nodo3: /etc/olsrd
root@yaja-nodo3:/etc/network# cd /etc/olsrd/
root@yaja-nodo3:/etc/olsrd# ls
olsrd.conf
root@yaja-nodo3:/etc/olsrd# vim olsrd.conf
```

Figura V.XVIX: Ingreso al directorio olsrd.

Fuente: Autores.

Archivo de configuración de olsrd donde podemos modificar varias opciones del protocolo

```
root@yaja-nodo3: /etc/olsrd
DebugLevel 0
Interface "wlan0"
{
  HelloInterval 6.0
  HelloValidityTime 600.0
  TcInterval 0.5
  TcValidityTime 300.0
  MidInterval 10.0
  MidValidityTime 300.0
  HnaInterval 10.0
  HnaValidityTime 300.0
}
Interface "wlan1"
{
  HelloInterval 6.0
  HelloValidityTime 600.0
  TcInterval 0.5
  TcValidityTime 300.0
  MidInterval 10.0
  MidValidityTime 300.0
  HnaInterval 10.0
  HnaValidityTime 300.0
}
Interface "wlan2"
{
  HelloInterval 6.0
  HelloValidityTime 600.0
  TcInterval 0.5
  TcValidityTime 300.0
  MidInterval 10.0
  MidValidityTime 300.0
  HnaInterval 10.0
  HnaValidityTime 300.0
}
LinkQualityFishEye 1
IpVersion 4
ClearScreen yes
Hna4
{
```

Figura V.XX: Archivo de configuración de olsrd.
Fuente: Autores.

Comando para correr el demonio olsrd

```
root@yaja-nodo3: /etc/olsrd
root@yaja-nodo3:/etc/olsrd# olsrd -f olsrd.conf -d 2
```

Figura V.XXI: Corriendo el demonio olsrd.
Fuente: Autores.

Ejecución del protocolo Olsrd

```
root@yaja-nodo3: /etc/olsrd
*** olsr.org - 0.5.6-r7 (2009-11-24 03:49:26 on rothera) ***
SPF: insert candidate 192.168.10.2, cost 0.000
TC: add edge entry 192.168.10.2 > 192.168.10.1, cost (0.000/0.000) INFINITE
SPF: exploring node 192.168.10.2, cost 0.000
SPF: ignoring edge 192.168.10.1
SPF: no inverse edge
SPF: delete candidate 192.168.10.2, cost 0.000
SPF: append path 192.168.10.2, cost 0.000, via -

--- 13:02:24.470420 ----- DIJKSTRA
--- 13:02:24.470433 ----- LINKS
IP address      hyst      LQ      ETX
192.168.30.1    0.000    0.439/0.000    INFINITE
192.168.10.1    0.000    0.251/0.251    15.875

--- 13:02:24.470479 ----- TWO-HOP NEIGHBORS
IP addr (2-hop) IP addr (1-hop) Total cost
192.168.20.1    192.168.20.2    INFINITE
192.168.20.2    192.168.10.1    16.875

--- 13:02:24.470519 ----- TOPOLOGY
Source IP addr  Dest IP addr      LQ      ETX
192.168.10.2    192.168.10.1    0.000/0.000    INFINITE
```

Figura V.XXII: Ejecución del comando `olsrd`.

Fuente: Autores.

Route y ejecución de OLSRD del nodo 3

```
Terminal
*** olsr.org - 0.5.6-r7 (2009-11-24 03:49:26 on rothera) ***

--- 13:03:02.424243 ----- LINKS
IP address      hyst      LQ      ETX
192.168.30.1    0.000    0.871/0.906    1.268
192.168.10.1    0.000    0.067/0.251    INFINITE

--- 13:03:02.424285 ----- TWO-HOP NEIGHBORS
IP addr (2-hop) IP addr (1-hop) Total cost
192.168.10.1    192.168.20.2    2.292

--- 13:03:02.424314 ----- TOPOLOGY
Source IP addr  Dest IP addr      LQ      ETX
192.168.10.1    192.168.10.2    0.145/0.251    27.460
192.168.10.1    192.168.20.2    0.984/1.000    1.016
192.168.10.2    192.168.20.2    0.871/0.906    1.268
192.168.20.2    192.168.10.1    1.000/0.976    1.024
192.168.20.2    192.168.10.2    0.906/0.824    1.340

yaja@yaja-nodo3: ~
yaja@yaja-nodo3:~$ route
Kernel IP routing table
Destination      Gateway          Genmask         Flags Metric Ref    Use Iface
192.168.50.1     jacque-pc.local 255.255.255.255 UGH  2    0    0 wlan1
192.168.10.1     jacque-pc.local 255.255.255.255 UGH  2    0    0 wlan1
192.168.20.1     jacque-pc.local 255.255.255.255 UGH  2    0    0 wlan1
192.168.20.2     jacque-pc.local 255.255.255.255 UGH  2    0    0 wlan1
jacque-pc.local *                255.255.255.255 UH  2    0    0 wlan1
192.168.30.0     *                255.255.255.0   U  0    0    0 wlan1
192.168.10.0     *                255.255.255.0   U  0    0    0 wlan0
link-local       *                255.255.0.0     U  1000 0    0 wlan0
yaja@yaja-nodo3:~$
```

Figura V.XXIII: Ejecución del comando `olsrd`.

Fuente: Autores.

Comandos para forzar a las interfaces

```
root@pc:/etc/network# ifconfig wlan3 down
root@pc:/etc/network# iwconfig wlan3 channel 3
root@pc:/etc/network# iwconfig wlan3 mode ad-hoc
root@pc:/etc/network# iwconfig wlan3 ap any
root@pc:/etc/network# iwconfig wlan3 key 1234567890
root@pc:/etc/network# iwconfig wlan3 essid 'LINK3'
root@pc:/etc/network# ifconfig wlan3 192.168.40.1 netmask 255.255.255.0
root@pc:/etc/network# ifconfig
eth0      Link encap:Ethernet  direcciónHW 98:4b:e1:9c:60:88
          ACTIVO DIFUSIÓN MULTICAST  MTU:1500  Métrica:1
          Paquetes RX:0 errores:0 perdidos:0 overruns:0 frame:0
```

Figura V.XXIV: Forzado de interfaces.

Fuente: Autores.

CONCLUSIONES

- Las redes en malla pueden operar tanto en ambientes interiores (LAN) como exteriores, en redes tipo campus, inclusive en redes metropolitanas (MAN). Algunos fabricantes de equipos proclaman que las redes en malla podrán ofrecer en un futuro más ancho de banda de mayor amplitud a un costo más bajo comparadas con las redes celulares de tercera generación (3G) o posteriores.
- Se determinó que el control de tráfico en Linux es una herramienta muy versátil pues permitió una fácil integración con otros sistemas como autenticación de usuarios, integridad de datos, acople con otros sistemas operativos entre otras aplicaciones.
- Podemos concluir que la importancia de las redes inalámbricas en las diferentes organizaciones tanto gubernamentales, de educación, de salud y de industria paraestatal y de iniciativa privada, es la eficiencia en el manejo de la información, transmisión e integridad de datos.
- La investigación para el desarrollo de aplicaciones y tecnologías es fundamental para alcanzar los objetivos propuestos en esta investigación, de esta manera se logra explorar los diferentes parámetros permitiendo crear nuevas ideas para ser implementadas o adaptadas mejorando lo existente.
- La simulación como herramienta de investigación y desarrollo, permite explorar el funcionamiento de lo real, llegando a utilizar las capacidades de una u otra tecnología, logrando así determinar alcances, funcionamiento, rendimiento, capacidades y soluciones a nuevos retos.

- Las herramientas de monitoreo tienen un papel muy importante al momento de seleccionar la mejor tecnología, que facilita el análisis de los parámetros que son objetos de estudios en una investigación.
- Al realizar el estudio individual de cada una de las tecnologías inalámbricas hemos llegado a la conclusión de que existen áreas para implementarlas y aplicarlas de acuerdo a la necesidad de los usuarios, llegándose a determinar que la tecnología que más se acopla a las distintas necesidades es la Wifi Mesh, puesto que presenta ventajas sobre la red Bluetooth y la red Wifi Ad-Hoc.
- El estudio comparativo de nuestro trabajo de investigación, permitió determinar a más de la tecnología Wifi Mesh que el protocolo OLSR es el más adecuado al momento de trabajar con redes inalámbricas, pues gracias a su desarrollo y complejidad permite un análisis más preciso de la red y un enrutamiento adecuado.

RECOMENDACIONES

- Al momento de simular un escenario no se puede alcanzar una perfección ya que por definición es una simulación de la realidad, por ello se recomienda estudiar los parámetros que se consideran determinantes en la red, de esta manera se consigue que la simulación sea más precisa respecto a la realidad.
- Se recomienda que para tener una vista más amplia respecto a los sucesos dados en una simulación, se analicen situaciones reales de funcionamiento y un análisis que permita utilizar la red en su máxima capacidad.
- Para estudiar distintas tecnologías, se debe conocer el funcionamiento y existencia, para luego del estudio y análisis correspondiente seleccionar la más apropiada para su posterior utilización, logrando cumplir con los objetivos planteados.
- Se recomienda tomar en cuenta que las características de los equipos a utilizar cumplan con los estándares necesarios para su correcto funcionamiento.

RESUMEN

Análisis y evaluación de las tecnologías inalámbricas Bluetooth, Wifi Ad-Hoc, Wifi Mesh para la transmisión de datos en redes inalámbricas, en la Escuela de Ingeniería en Electrónica Telecomunicaciones y Redes de la Facultad de Informática y Electrónica de la Escuela Superior Politecnica de Chimborazo.

Mediante el método experimental de pruebas de las tecnologías y la utilización tarjetas Wireless, Tarjetas Bluetooth y simuladores, se realizaron pruebas para determinar la mejor tecnología para la transmisión de datos en redes inalámbricas. Conjuntamente se utilizó la plataforma LINUX con la distribución Ubuntu para servidores WEB y una máquina virtual Virtual Box; WINDOWS para el monitoreo de la red y el protocolo OLSRD para el enrutamiento de las redes inalámbricas de Area Local.

Mediante un estudio comparativo y análisis de parámetros de rendimiento como: Ancho de banda, Paquetes Transmitidos, Jitter y Tiempo de Transmisión, para transmisión de datos y compartición de recursos se ha obtenido como resultados de las pruebas realizadas en las tecnologías inalámbricas Bluetooth 1% de rendimiento, Wifi Ad-Hoc 2% de rendimiento, y Wifi Mesh 97% de rendimiento.

Concluimos que la tecnología Wifi Mesh es la que permite una mejor transmisión e integridad de los datos en redes inalámbricas con un 97% de efectividad.

Recomendamos el uso de la presente investigación a cualquier empresa o usuarios que requieran el uso de tecnologías inalámbricas para la transmisión de datos, como fuente de investigación.

SUMMARY

Analysis and evaluation of wireless technologies Bluetooth, Wifi Ad-Hoc, Wifi Mesh for data transmission in wireless networks in the Electronics, Telecommunications and Wireless School of the Facultad de Informática y Electrónica of the Escuela Superior Politecnica de Chimborazo.

Using the experimental method of testing the technologies and the use of Wireless cards, Bluetooth cards and simulators, tests were conducted to determine the best technology for data transmission in wireless networks. With these, the Linux platform was used with the “Ubuntu” distribution for web servers and virtual machine “Virtual Box”; WINDOWS for monitoring the network and the OLSRD protocol for routing the wireless networks in the Local Area.

Through a comparative study and analysis of parameters of performance as: Bandwidth, Packets Transmitted, Jitter and Transmission Time for data transmission and sharing of resources it has been obtained a result of the tests performed in wireless technology Bluetooth 1% performance, Wifi Ad-Hoc 2% of performance, and Wifi Mesh 97% of performance.

It has been concluded that the Wifi Mesh technology is the one that allows a better transmission and integrity of the data in wireless networks with 97% effectiveness.

It is recommended the use of this investigation on any company or users who require the use of wireless technologies for data transmission as a source of research.

BIBLIOGRAFIA

TUSTON, I.; Evaluación de los problemas de interferencia en la transmisión ZigBee, para proponer soluciones a estos problemas de modo que se pueda asegurar la coexistencia con dispositivos de otras tecnologías; Facultad de Informática y Electrónica, Escuela de Electrónica Telecomunicaciones y Redes, Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba – Ecuador, TESIS, 2012; Pp 39 – 42, 55, 56, 59-61, 74-78.

BIBLIOGRAFIA DE INTERNET

1. **Análisis de Rendimiento de Redes**

https://sites.google.com/site/comdatosgrupo4/contenidos/cap5_arendredes
2012/10/05

2. **Bluetooth**

<http://es.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>
2012/04/03

3. **Capsa Analizador de Espectros**

<http://mscerts.programming4.us/es/947818.aspx>
2012/03/07

4. **Comandos básicos en Linux sobre conexiones Wireless**

<http://www.seguridadwireless.net/hwagm/comandos-linux-wireless.html>
2012/02/12

5. Iperf

<http://seguridadyredes.wordpress.com/2008/06/18/iperf-midiendo-ancho-de-banda-entre-dos-hosts/>

2012/04/19

6. Manuales Redes Mesh

http://www.nodalis.es/manuales/HOWTO_REDESMESH.pdf

2012/04/05

7. Redes Ad-Hoc

http://dessr2m.adm1eu.uvsq.fr/portes2003/Ad1Hoc_presentation.pdf

2012/03/02

8. Redes Inalámbricas Mesh

http://es.wikipedia.org/wiki/Red_inal%C3%A1mbrica_Mesh

2012/03/06

ANEXOS