



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS**

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS PROTOCOLOS 802.11n,
802.11g y 802.3; EN EL PROCESO TÉCNICO DE INTEGRACION
DEPARTAMENTAL: CASO PRÁCTICO MUNICIPIO DE
CUMANDÁ”**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de

INGENIERO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS

Presentado por:

MARCELO DANIEL CRIOLLO BUSTAMANTE

RIOBAMBA – ECUADOR

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a Dios, dador de vida, sabiduría y que por medio de él todas las cosas son posibles.

A mis padres Ana Luzmila y Ángel Humberto quienes me regalaron el más preciado don que es la vida. A mi amado abuelito Papito Benja(+), con quien compartí momentos muy especiales.

Al Ing. Wladimir Castro quien en su momento fue la persona que me prestó su ayuda cuando más lo necesitaba, por su paciencia y generosidad.

A mis familiares: Milca, Aracely, Ana y Marco(+), quienes hacen parte de mi ser y están siempre presente en mis oraciones.

A todas aquellas personas e instituciones que formaron parte de mi formación, e hicieron posible este objetivo.

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a Dios, quién es el único dueño de la verdad y el conocimiento.

A mis amados padres A. Humberto Criollo C. y Ana L. Bustamante V, por todo su amor, aliento, apoyo y comprensión. Y darme la mejor herencia que se deja a los hijos que es la educación.

Marcelo Daniel Criollo Bustamante

FIRMAS DE RESPONSABLES

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Ing. Iván Menes DECANO FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
Ing. Raúl Rosero DIRECTOR DE LA ESCUELA INGENIERÍA EN SISTEMAS
Ing. Wladimir Castro DIRECTOR DE TESIS
Ing. MS.C Patricio Moreno MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Tigo. Carlos Rodríguez DIRECTOR DEL CENTRO DE DOCUMENTACIÓN
NOTA DE LA TESIS	

“Yo, Marcelo Daniel Criollo Bustamante, soy responsable de: las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL CHIMBORAZO”.

Marcelo Daniel Criollo Bustamante.

ÍNDICE DE ABREVIATURAS.

A-MPDU	Aggregated MAC Protocol Data Unit
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications Telecomunicaciones Inalámbricas Mejoradas Digitalmente
DMT	Discrete Multitone Modulation Modulación por multi-tono discreto
DPSK	Differential Phase Shift Keying Modulación por desplazamiento diferencial de fase
ESS	Extended Service Set
FHSS	Spread Spectrum Frequency Hopping Espectro ensanchado por salto de frecuencia
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
ISM	Industrial, Scientific and Medical Frecuencias para uso industrial, médico y científico
ISO	International Organization for Standardization Organización Internacional de Estandarización
MAC	Media Access Control. Control de acceso a medio
PDA	Personal Digital Assistant Asistente Digital Personal
PHY	Physical Layer

	Capa Física
SSDP	Simple Service Discovery Protocol Protocolo de simple de descubrimiento de servicios
SSID	Service Set Identifier Equipo Identificador de servicio
WMM	Wi-Fi Multimedia Multimedia Wi-Fi

ÍNDICE GENERAL.

PORTADA

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

RESPONSABILIDAD DEL AUTOR

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

CAPÍTULO I

1	Marco Referencial.	20
1.1	Antecedentes.	20
1.2	Justificación de la investigación.	21
1.2.1	Justificación teórica.	21
1.2.2	Justificación aplicada.	22
1.3	Objetivos.	23
1.3.1	Objetivo General.	23
1.3.2	Objetivos Específicos.	24
1.4	Hipótesis.	24
2	Estándares: IEEE 802.11n, IEEE 802.11g y IEEE 802.3.	25
2.1	Introducción.	25
2.2	Breve historia.	26
2.3	Redes inalámbricas.	27
2.3.1	La evolución de las redes inalámbricas.	27
2.3.2	Ventajas de las redes inalámbricas.	28

2.3.3	Desventajas de las redes inalámbricas.	29
2.3.4	Entornos donde utilizar una red inalámbrica.....	30
2.3.5	Redes inalámbricas por su cobertura.	30
2.3.6	Entes inalámbricos reguladores.....	32
2.3.7	Espectro electromagnético.	36
2.3.8	Tipos de configuraciones inalámbricas.....	37
2.3.9	Modos de red inalámbrica punto a multipunto.....	40
2.3.10	Seguridad inalámbrica, modos de autenticación.....	43
2.4	Estándar IEEE802.3.	46
2.4.1	Introducción.....	46
2.4.2	Historia.	46
2.4.3	Velocidades de operación.....	46
2.4.4	Consideraciones de funcionamiento.	47
2.4.4.1	Medio de transmisión.....	47
2.4.4.2	Propagación.	48
2.4.4.3	Atenuación.....	49
2.4.4.4	Reflexión.....	49
2.4.4.5	Ruido.	50
2.4.5	Topologías de red.	51
2.4.5.1	Topología de estrella	51
2.4.5.2	Topología de Árbol.....	53
2.4.5.3	Topología de Malla.....	54
2.4.6	Características técnicas.	56
2.4.7	Capas.....	58
2.4.7.1	Capa de enlace de datos.	58
2.4.7.2	Capa física (Physical Layer).....	59
2.5	Estándar 802.11g.....	61
2.5.1	Introducción.....	61

2.5.2	Historia.....	61
2.5.3	Velocidades de operación.....	63
2.5.4	Consideraciones de funcionamiento.....	64
2.5.4.1	Funcionamiento.....	64
2.5.4.2	Canales en la banda de los 2,4Ghz.....	64
2.5.4.3	SSID (Service Set Identifier).....	66
2.5.4.4	Tipos de exploración.....	66
2.5.5	Topologías de red inalámbricas.....	67
2.5.5.1	Modo Ad-Hoc o IBSS (Independent Basic Service Set).....	67
2.5.5.2	Modo infraestructura. BSS (Basic Service Set).....	68
2.5.5.3	Conjunto de servicios extendidos ESS (Extended Service Set).....	69
2.5.6	Características técnicas.....	70
2.5.7	Capas.....	71
2.5.8	Técnicas de modulación y codificación utilizadas.....	71
2.5.8.1	DBPSK.....	72
2.5.8.2	DQPSK.....	73
2.5.8.3	16-QUAM.....	74
2.5.8.4	64-QUAM.....	74
2.5.8.5	OFDM.....	74
2.5.9	Solapamiento de señales.....	76
2.5.9.1	FH o FHSS (espectro expandido con salto de frecuencias).....	76
2.5.9.2	DS O DSSS (espectro extendido de frecuencia directa).....	77
2.5.10	Susceptibilidad a atenuaciones e interferencias.....	78
2.6	Estándar 802.11n.....	80
2.6.1	Introducción.....	80
2.6.2	Historia.....	80
2.6.3	Ratificación definitiva del estándar IEEE 802.11n.....	81
2.6.4	Velocidades de operación.....	82
2.6.5	Consideraciones de funcionamiento.....	84

2.6.6	Motivaciones para el desarrollo del nuevo estándar 802.11n.....	89
2.6.7	Estándares WLAN que compiten con el 802.11n.	90
2.6.8	Lo que promete el 802.11n.	91
2.6.9	Características técnicas.	94
2.6.9.1	MIMO.....	94
2.6.9.2	Técnica MIMO en el 802.11n.	99
3	Estudio comparativo de los estándares 802.3, 802.11g y 802.11n.	103
3.1	Introducción.....	103
3.2	Herramientas a usar en la comparación.....	104
3.2.1	Herramientas hardware.....	104
3.2.2	Herramientas software.	104
3.3	Prueba sintética.....	105
3.3.1	Primera fase. Estándares a evaluar.	105
3.3.2	Segunda fase. Variables a evaluar.....	105
3.3.2.1	Variable 1: Usuarios.....	106
3.3.2.2	Variable 2: Seguridad.	107
3.3.2.3	Variable 3: Velocidad.....	108
3.3.2.4	Variable 5: Atenuación.	109
3.3.3	Fase 3. Escenarios de prueba.	109
3.3.3.1	Configuración inicial.....	110
3.3.3.2	Escenario 802.11n.	116
3.3.3.3	Escenario 802.11g.	122
3.3.3.4	Escenario 802.3.....	127
3.3.3.5	Escenario mixto 802.11n y 802.3.....	131
3.3.3.6	Escenario mixto 802.11n y 802.11g.	136
3.3.3.7	Escenario mixto estándares 802.3, 802.11n, 802.11g.	141
3.3.4	Fase 4. Cuantificación de resultados.	146
3.3.5	Fase 5: Evaluación de las variables.....	148
3.3.5.1	Usuarios.....	148

3.3.5.2	Seguridad.....	152
3.3.5.3	Velocidad.....	154
3.3.5.4	Atenuación.....	158
3.3.6	Interpretación de resultados.....	161
4	Diseño de red.....	164
4.1	Introducción.....	164
4.2	Análisis.....	166
4.2.1	Municipio de Cumandá.....	166
4.2.1.1	Infraestructura física.....	166
4.2.1.2	Inventario hardware y software.....	167
4.2.1.3	Conectividad actual.....	169
4.2.2	Análisis por capas.....	169
4.2.2.1	Capa física.....	169
4.2.2.2	Capa de enlace.....	170
4.2.2.3	Capa de red.....	170
4.2.2.4	Capa de transporte.....	171
4.2.2.5	Capa de aplicación.....	172
4.2.2.6	Resumen.....	173
4.3	Requerimientos.....	174
4.3.1	Información preliminar.....	174
4.3.1.1	Requerimientos generales.....	174
4.3.1.2	Encuestas.....	175
4.3.2	Listado de requerimientos.....	194
4.3.2.1	Hardware.....	194
4.3.2.2	Velocidad.....	195
4.3.2.3	Seguridad.....	196
4.3.2.4	Direccionamiento.....	196
4.3.2.5	Aplicaciones.....	197
4.3.2.6	Servicios.....	197
4.3.3	Consideraciones.....	197

4.4	Etapa de diseño.....	199
4.4.1	Diseño lógico.....	199
4.4.1.1	Selección tecnológica.....	199
4.4.1.2	Especificación del presupuesto.....	200
4.4.1.3	Mecanismos de interconexión.....	200
4.4.1.4	Aspectos de administración.....	201
4.4.1.5	Planificación de contingencias.....	205
4.4.2	Diseño físico.....	206
4.4.2.1	Ubicación de los equipos.....	206
4.4.2.2	Diagrama físico de red.....	208
4.4.2.3	Asignación de direcciones.....	209

CONCLUSIONES.

RECOMENDACIONES.

RESUMEN.

SUMARY.

ANEXOS.

Anexo A.

Anexo B.

Anexo C.

Anexo D.

Anexo E.

Anexo F.

Anexo G.

Anexo H.

BIBLIOGRAFÍA.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 2.1 Definición de Hertzio.....	26
Figura N° 2.2 Redes inalámbrica por su cobertura	31
Figura N° 2.3 Logo Wi-Fi alliance.....	33
Figura N° 2.4 Logo WLANA.....	34
Figura N° 2.5 Logo FCC	34
Figura N° 2.6 Logo UL.....	35
Figura N° 2.7 Logo ETSI	36
Figura N° 2.8 Espectro electromagnético	37
Figura N° 2.9 Enlace punto a punto	38
Figura N° 2.10 Enlace punto a multipunto.....	38
Figura N° 2.11 Enlace multipunto a multipunto	39
Figura N° 2.12 Operación en modo infraestructura	41
Figura N° 2.13 Operación en modo Ad-Hoc.....	42
Figura N° 2.14 Autenticación inalámbrica de sistema abierto	43
Figura N° 2.15 Autenticación de llave compartida	45
Figura N° 2.16 Tiempo de propagación.....	48
Figura N° 2.17 Atenuación	49
Figura N° 2.18 Reflexión.....	50
Figura N° 2.19 Ruido	51
Figura N° 2.20 Topología de estrella	52
Figura N° 2.21 Topología de árbol.....	53
Figura N° 2.22 Topología de malla	54
Figura N° 2.23 Capa física de los estándares de red local.....	56
Figura N° 2.24 Capas física y de enlace de datos	58
Figura N° 2.25 Canales en la banda de 2,4GHz	65
Figura N° 2.26 Escaneo pasivo	66
Figura N° 2.27 Escaneo activo.....	67
Figura N° 2.28 Modo Ad-Hoc	68
Figura N° 2.29 Modo infraestructura.....	69
Figura N° 2.30 ESS con distribución cableada.....	69
Figura N° 2.31 ESS con distribución inalámbrica.....	70
Figura N° 2.32 Capas de la arquitectura 802.11.....	71
Figura N° 2.33 Codificación por fase en DBPSK.....	72
Figura N° 2.34 Diagrama constelación DBPSK.....	72

Figura N° 2.35 Diagrama constelación DQPSK	73
Figura N° 2.36 Diagrama de constelación 16-QUAM	74
Figura N° 2.37 Conversión OFDM	75
Figura N° 2.38 Multi-trayectoria en sistemas MIMO	85
Figura N° 2.39 Simulación del grupo TGn SNR	96
Figura N° 2.40 Diagrama bloques MIMO multi-antena	99
Figura N° 2.41 Capacidad de canal respecto SNR y número de antenas	100
Figura N° 3.42 Autenticación vía web Cisco WRT300N.....	110
Figura N° 3.43 Interfaz de configuración	111
Figura N° 3.44 Interfaz de configuración inalámbrica.....	112
Figura N° 3.45 Interfaz de configuración de seguridad inalámbrica.....	112
Figura N° 3.46 Asistente: Detección de redes disponibles.	113
Figura N° 3.47 Asistente: Selección del tipo de seguridad de la estación.	114
Figura N° 3.48 Asistente: Selección longitud de clave	114
Figura N° 3.49 Asistente: Resumen general de parámetros configurados.	115
Figura N° 3.50 Configuración de equipo en escenario 802.11n.....	117
Figura N° 3.51 Disposición de las estaciones de prueba, escenario 802.11n	120
Figura N° 3.52 Configuración de equipo en escenario 802.11g.....	123
Figura N° 3.53 Disposición de las estaciones de prueba, escenario 802.11g	125
Figura N° 3.54 Disposición de las estaciones de prueba, escenario 802.3	129
Figura N° 3.55 Disposición de las estaciones de prueba, escenario 802.11n y 802.3	134
Figura N° 3.56 Configuración de equipos en escenario 802.11n y 802.11g	137
Figura N° 3.57 Disposición de las estaciones de prueba, escenario 802.11n y 802.11g.....	139
Figura N° 3.58 Configuración de equipo, escenario 802.3, 801.11n y 802.11g	142
Figura N° 3.59 Disposición de las estaciones de prueba, escenario 802.11n/g y 802.3	144
Figura N° 3.60 Porcentajes alcanzados del parámetro Plataforma	148
Figura N° 3.61 Porcentajes alcanzados del parámetro Interoperabilidad	149
Figura N° 3.62 Porcentajes alcanzados del parámetro Flexibilidad	150
Figura N° 3.63 Porcentajes de la variable Usuario	151
Figura N° 3.64 Porcentaje de la variable Seguridad.....	153
Figura N° 3.65 Porcentajes alcanzados del parámetro Transferencia	154
Figura N° 3.66 Porcentajes alcanzados del parámetro Bloques	155
Figura N° 3.67 Porcentajes alcanzados del parámetro Complementos.....	156
Figura N° 3.68 Porcentaje de la variable Velocidad	157
Figura N° 3.69 Porcentaje alcanzado del parámetro Material.....	158
Figura N° 3.70 Porcentaje alcanzado del parámetro Tecnologías	159
Figura N° 3.71 Porcentaje de la variable Atenuación	160
Figura N° 3.72 Porcentajes alcanzados de las variables según el estándar	162
Figura N° 3.73 Valoración final de los estándares	163
Figura N° 4.74 Resultado encuesta pregunta #1.....	176
Figura N° 4.75 Resultado encuesta pregunta #2.....	177
Figura N° 4.76 Resultado encuesta pregunta #3.....	178
Figura N° 4.77 Resultado encuesta pregunta #4.....	179

Figura N° 4.78 Resultado encuesta pregunta #5.....	180
Figura N° 4.79 Resultado encuesta pregunta #6.....	181
Figura N° 4.80 Resultado encuesta pregunta #7.....	182
Figura N° 4.81 Resultado encuesta pregunta #8.....	183
Figura N° 4.82 Resultado encuesta pregunta #9.....	184
Figura N° 4.83 Resultado encuesta pregunta #10.....	185
Figura N° 4.84 Resultado encuesta pregunta #11.....	186
Figura N° 4.85 Resultado encuesta pregunta #12.....	187
Figura N° 4.86 Resultado encuesta pregunta #13.....	188
Figura N° 4.87 Resultado encuesta pregunta #14.....	189
Figura N° 4.88 Resultado encuesta pregunta #15.....	190
Figura N° 4.89 Resultado encuesta pregunta #16.....	191
Figura N° 4.90 Resultado encuesta pregunta #17.....	192
Figura N° 4.91 Mecanismos de interconexión	201
Figura N° 4.92 Estructura de VLANs	202
Figura N° 4.93 Autenticación de un servidor RADIUS.....	204

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.1 Tecnologías inalámbricas	32
Tabla II.2 Velocidades IEEE 802.3	47
Tabla II.3 Velocidades IEEE 802.11	63
Tabla II.4 Canales superpuestos en la banda de 2,4Ghz	65
Tabla II.5 OFDM y su tasa de redundancia	76
Tabla II.6 Nivel de atenuación respecto a materiales	78
Tabla II.7 Interferencia respecto a otras tecnologías	79
Tabla II.8 Velocidades de operación de tecnologías inalámbricas	82
Tabla II.9 Velocidades en diferentes configuraciones IEEE 802.11n	83
Tabla II.10 Factores que contribuyen en el rendimiento de IEEE 802.11n	88
Tabla III.11 Detalles de estación #1 de prueba, escenario 802.11n	118
Tabla III.12 Detalle de estación #2 de prueba, escenario 802.11n	118
Tabla III.13 Resumen de velocidad, escenario 802.11n	121
Tabla III.14 Detalles de estación #1 de pruebas, escenario 802.11g	123
Tabla III.15 Detalles de estación #2 de pruebas, escenario 802.11g	124
Tabla III.16 Resumen de velocidad, escenario 802.11g	126
Tabla III.17 Detalle de estación #1 de pruebas, escenario 802.3	128
Tabla III.18 Detalle de estación #2 de pruebas, escenario 802.3	128
Tabla III.19 Resumen de velocidad, escenario 802.3	130
Tabla III.20 Detalle de estación #1 de pruebas, escenario 802.11n y 802.3	132
Tabla III.21 Detalle de estación #2 de pruebas, escenario 802.11n y 802.3	133
Tabla III.22 Resumen de velocidad, escenario 802.11n y 802.3	135
Tabla III.23 Detalles de estación #1 de pruebas, escenario 802.11n y 802.11g	137
Tabla III.24 Detalles de estación #2 de pruebas, escenario 802.11n y 802.11g	138
Tabla III.25 Resumen de velocidad, escenario 802.11n y 802.11g	140
Tabla III.26 Detalle de estación #1 de prueba, escenario 802.11n/g y 802.3	142
Tabla III.27 Detalle de estación #2 de prueba, escenario 802.11n/g y 802.3	143
Tabla III.28 Detalle de estación #3 de prueba, escenario 802.11n/g y 802.3	143
Tabla III.29 Resumen de velocidad, escenario 802.11n/g y 802.3	145
Tabla III.30 Equivalencias para la cuantificación de resultados	146
Tabla III.31 Rango de calificaciones	147
Tabla III.32 Evaluación de los indicadores del parámetro Plataforma	148
Tabla III.33 Valores alcanzados del parámetro Plataforma	148

Tabla III.34 Evaluación de los indicadores del parámetro Interoperabilidad.	149
Tabla III.35 Valores alcanzados del parámetro Interoperabilidad	149
Tabla III.36 Evaluación de los indicadores del parámetro Flexibilidad	150
Tabla III.37 Valores alcanzados del parámetro Flexibilidad	150
Tabla III.38 Promedio de la variable Usuario	151
Tabla III.39 Evaluación de los indicadores del parámetro Aspectos	152
Tabla III.40 Valores alcanzados del parámetro Aspectos.....	152
Tabla III.41 Promedio de la variable Seguridad.....	152
Tabla III.42 Evaluación de los indicadores del parámetro Transferencia	154
Tabla III.43 Valores alcanzados del parámetro Transferencia	154
Tabla III.44 Evaluación de los indicadores del parámetro Bloques.....	155
Tabla III.45 Valores alcanzados del parámetro Bloques	155
Tabla III.46 Evaluación de los indicadores del parámetro Complementos.....	156
Tabla III.47 Valores alcanzados del parámetro Complementos.....	156
Tabla III.48 Promedio de la variable Velocidad.....	157
Tabla III.49 Evaluación de los indicadores del parámetro Materiales	158
Tabla III.50 Valores alcanzados del parámetro Materiales.....	158
Tabla III.51 Evaluación de los indicadores del parámetro Tecnologías	159
Tabla III.52 Evaluación del parámetro Tecnologías.....	159
Tabla III.53 Promedio de la variable Atenuación	160
Tabla III.54 Resumen de la comparación de estándares	161
Tabla IV.55 Infraestructura física de la Municipalidad de Cumandá	166
Tabla IV.56 Inventario hardware del Municipio de Cumandá	167
Tabla IV.57 Inventario software del Municipio de Cumandá.....	168
Tabla IV.58 Direccionamientos IP	171
Tabla IV.59 Aplicaciones utilizadas en las dependencias internet.....	172
Tabla IV.60 Aplicaciones utilizadas en las dependencias del la Municipalidad	173
Tabla IV.61 Aplicaciones más utilizadas por dependencia.....	173
Tabla IV.62 Resultado encuesta pregunta #1	176
Tabla IV.63 Resultado encuesta pregunta #2	177
Tabla IV.64 Resultado encuesta pregunta #3	178
Tabla IV.65 Resultado encuesta pregunta #4	179
Tabla IV.66 Resultado encuesta pregunta #5	180
Tabla IV.67 Resultado encuesta pregunta #6	181
Tabla IV.68 Resultado encuesta pregunta #7	182
Tabla IV.69 Resultado encuesta pregunta #8	183
Tabla IV.70 Resultado encuesta pregunta #9	184
Tabla IV.71 Resultado encuesta pregunta #10	185
Tabla IV.72 Resultado encuesta pregunta #11	186
Tabla IV.73 Resultado encuesta pregunta #12	187
Tabla IV.74 Resultado encuesta pregunta #13	188
Tabla IV.75 Resultado encuesta pregunta #14	189
Tabla IV.76 Resultado encuesta pregunta #15	190

Tabla IV.77 Resultado encuesta pregunta #16	191
Tabla IV.78 Resultado encuesta pregunta #17	192
Tabla IV.79 Anchos de banda mínimos	195
Tabla IV.80 Presupuesto	200
Tabla IV.81 Distribución VLANs por departamentos.....	203
Tabla IV.82 Contingencias	205
Tabla IV. 83 Detalle de conexiones físicas por departamento.....	208
Tabla IV.84 Asignaciones de direcciones por red VALN	209

CAPÍTULO I

1 Marco Referencial.

1.1 Antecedentes.

El presente trabajo realiza el estudio comparativo de los estándares de comunicación: IEEE 802.11n, IEEE 802.11g y IEEE 802.3; los mismos que son los de más amplia aceptación en los mercados: industrial, laboral y doméstico.

En el continuo desarrollo de la tecnología de comunicación es imparable. Por lo tanto es necesario el estudio e investigación de nuevas tecnologías. Esto nos proporcionará mejores oportunidades, prestaciones y desafíos.

El uso de tecnologías de comunicación inalámbricas es actualmente la de mayor crecimiento y popularidad, debido principalmente a su versatilidad. El tema formulado desarrolla los siguientes temas: recopilación de información sobre los estándares, realización del análisis comparativo de los estándares y diseño arquitectónico de red.

Estos aspectos intervienen en el proceso técnico de integración departamental en el Municipio de Cumandá.

1.2 *Justificación de la investigación.*

Para la justificación de nuestro proyecto se tomará en consideración los aspectos más relevantes que sean necesarios para obtener de mejor manera la justificación del proyecto.

1.2.1 *Justificación teórica.*

Nuevas tecnologías de comunicación se desarrollan día tras día en función de satisfacer un sin número de necesidades crecientes. Tales necesidades han permitido la evolución de nuestra sociedad. Esta evolución cambió nuestra forma de trabajar; los procesos manuales se sustituyeron por procesos automatizados.

Estos procesos automatizados necesitaron una forma de comunicación y así nació la red de comunicaciones, la misma que llegó para quedarse. La computadora hace parte de una red de comunicaciones; esta es capaz de compartir información y recursos hardware software y todo esto mediante conexiones cableadas o inalámbricas.

Abstrayendo las necesidades informáticas a la M.I Municipalidad de Cumandá, en sus diferentes dependencias se encontró las siguientes deficiencias:

- Conectividad informática.
- Infraestructura de comunicación informática.
- Comunicación interdepartamental.

Dichas necesidades fueron descubiertas mediante un proceso de investigación preliminar mediante observación y entrevistas.

En procesos de administración pública, es invaluable el uso de la informática como apoyo a procesos administrativos. La deficiencia y/o falta de los mismos causará graves retrasos en: procesos internos, elevará costos, pérdida de tiempo en procesos manuales, falta de competitividad con sus similares. Si no se busca hoy una solución para eliminar esos retrasos será mucho más costoso y requerirá mucho más tiempo encontrar la solución.

Por tal razón es imperiosa la necesidad de proporcionar una solución informática que mejore las labores interdepartamentales en el M.I Municipio de Cumandá. Dado el avance de la tecnología es indispensable que dicha Municipalidad adopte el uso de nuevas tecnologías de comunicación, para que sus planes de crecimiento vayan a la par de la tecnología.

1.2.2 Justificación aplicativa.

El ser humano construye y construirá conocimiento, sin esa capacidad perderíamos lo que nos distingue como seres humanos.

“Formar profesionales competitivos, emprendedores, conscientes de su identidad nacional, justicia social, democracia y preservación del ambiente sano, a través de la generación, transmisión, adaptación y aplicación del conocimiento científico y tecnológico para contribuir al desarrollo sustentable de nuestro país”, es la visión que como estudiantes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo buscamos cumplir.

El afán de adquirir nuevos conocimientos que complementen mi formación profesional, el reto personal al poder demostrar los conocimientos adquiridos y aplicarlos en la futura vida profesional, es el objetivo que deseo alcanzar.

Mediante al auspicio y colaboración prestada en el Municipio de Cumandá, previa auditoría y reuniones con sus autoridades, se encontró la necesidad apremiante de lograr la integración tecnológica de varios departamentos del Municipio de Cumandá, mediante la creación de un piloto que permita dicha integración. Los departamentos suscritos a integrar son: Alcaldía, secretaria de la Alcaldía y departamento de Recursos Humanos.

Dichos departamentos carecen en su totalidad de una integración tecnológica, en el área informática, por lo que sus actividades regulares no se desarrollan con total eficiencia. El estudio que será realizado permitirá resolver de forma técnica la deficiencia que se presenta en el municipio de Cumandá.

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivo General.

Realizar un análisis comparativo de los estándares correspondientes al 802.3 y 802.11g con respecto al estándar 802.11n, para determinar la opción más adecuada que permita la integración departamental en el Municipio de Cumandá.

1.3.2 Objetivos Específicos.

- Recopilar la información de los estándares IEEE 802.11n, IEEE 802.11g y IEEE 802.3.
- Determinar los parámetros a utilizar en el análisis comparativo, de los estándares en cuestión.
- Realizar el análisis comparativo de los estándares IEEE 802.11n, IEEE 802.11g y IEEE 802.3.
- Analizar los resultados, correspondientes al análisis comparativo de los estándares IEEE 802.11n, IEEE 802.11g y IEEE 802.3.
- Diseño del modelo arquitectónico de red.

1.4 Hipótesis.

El estudio Comparativo de los estándares IEEE 802.11n, IEEE 802.11g y IEEE 802.3 determinará el estándar idóneo para ejecutar el proceso técnico de integración departamental, el mismo que permitirá mejorar la productividad en las actividades diarias que se realizan en los departamentos del Municipio de Cumandá.

CAPÍTULO II.

2 Estándares: IEEE 802.11n, IEEE 802.11g y IEEE 802.3.

2.1 *Introducción.*

El presente capítulo extrae los aspectos más relevantes relacionados con los estándares IEEE 802.3, 802.11g y 802.11n, necesarios para el estudio comparativo realizado.

Iniciamos el capítulo con una breve reseña sobre el nacimiento de la tecnología inalámbrica, Ethernet y finalizando con información general sobre las redes inalámbricas.

Posterior, iniciamos con el desarrollo del estándar IEEE 802.3; siendo este seleccionado de acuerdo a criterio cronológico. El mismo que en extracto desarrolla información general sobre

el estándar. Terminado el mismo se continúa con el detalle de los estándares IEEE 802.11g y IEEE 802.11n.

Las referencias realizadas a los estándares ostentan pequeñas diferencias entre sí; dado que cada aspecto estudiado necesita de un tratamiento diferente, en consecuencia a las necesidades del siguiente capítulo “Análisis comparativo”.

2.2 Breve historia.

Aunque la tecnología se conoce como WLAN, en realidad se trata de tecnología de radio y data de 100 años atrás; con los primeros trabajos en electromagnetismo los que a su vez, representan los fundamentos de la radio. James Maxwell impulso por primera vez la noción de ondas electromagnéticas en 1864. Posteriormente Heinrich Hert desarrollo un equipo en 1880 que envió y recibió ondas electromagnéticas a través del aire. Naciendo así la unidad de medida Hertz (Hz) para las frecuencias donde un hercio representa un ciclo por cada segundo. En la Figura N° 2.1 muestra la definición en plano cartesiano de un Hertzio.

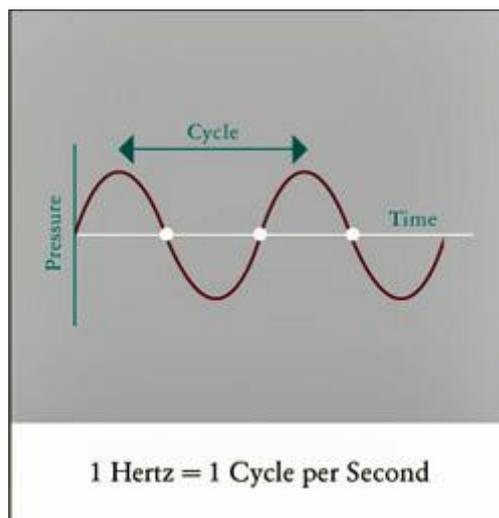


Figura N° 2.1 Definición de Hertzio

Posterior a esto Guglielmo Marconi, pensó que era posible transmitir código Morse a través de una onda electromagnética y usarlas como medio de comunicación. Siendo su mayor logro en 1901; el envió de mensajes desde Inglaterra a Newfoundland-USA cruzando el Atlántico.

2.3 Redes inalámbricas.

El término red inalámbrica o wireless network, es un término que se utiliza para designar la conexión de nodos sin necesidad de una conexión física o cables, ésta se da por medio de ondas electromagnéticas.

Son estas redes de área local WLAN que permiten que varios dispositivos puedan transmitir información por medio de ondas de radio sin la necesidad de cables. Este tipo de tecnología permite el acceso a recursos en donde es difícil o imposible la utilización de cables. Además este tipo de redes pueden ampliar una red existente y facilitar el acceso a los usuarios.

2.3.1 La evolución de las redes inalámbricas.

El origen de las LAN inalámbricas actuales se remonta a 1979 de los resultados de un experimento realizado por ingenieros de IBM en Suiza, consistente en utilizar enlaces infrarrojos para crear una red local en una fábrica. Estos resultados, pueden considerarse como el punto de partida en la línea evolutiva de esta tecnología.

Las investigaciones siguieron adelante tanto con infrarrojos como con microondas. En mayo de 1985 el FCC (Federal Communications Commission) asignó las bandas IMS (Industrial, Scientific and Medical) 902-928 MHz, 2.400-2.4835 GHz, 5.725-5.850 GHz a las redes inalámbricas basadas en FHSS (spread spectrum).

La asignación de una banda de frecuencias propició una mayor actividad en el seno de la industria: ese respaldo hizo que las WLAN empezaran a dejar el laboratorio para iniciar el camino hacia el mercado.

Desde 1985 hasta 1990 se siguió trabajando más en la fase de desarrollo, hasta que en mayo de 1991 se publicaron varios trabajos referentes a WLAN operativas, las que superaban la velocidad de 1 Mbps, el mínimo establecido por el IEEE 802 para que la red sea considerada realmente una LAN.

El estándar original de este protocolo data de 1997, era el IEEE 802.11, tenía velocidades de 1 hasta 2Mbps y trabajaba en la banda de frecuencia de 2.4Ghz. En la actualidad no se fabrican productos sobre este estándar.

La siguiente modificación apareció en 1999 y es designada como IEEE 802.11b, esta especificación tenía velocidades de 5 hasta 11Mbps, también trabajaba en la frecuencia de 2.4GHz. También se realizó una especificación sobre una frecuencia de 5 GHz que alcanzaba los 54Mbps, era la IEEE 802.11a y resultaba incompatible con los productos IEEE 802.11b y por motivos técnicos casi no se desarrollaron productos. Posteriormente se incorporó un estándar a esa velocidad y compatible con el IEEE 802.11b que recibiría el nombre de 802.11g. En la actualidad la mayoría de productos son de la especificación IEEE 802.11b y IEEE 802.11g.

2.3.2 Ventajas de las redes inalámbricas.

Entre las principales ventajas que encontramos en el uso de las redes inalámbricas tenemos:

- a) **Se elimina los cables.** Nos permite prescindir de los cables y los problemas de cableado. Gracias a eso se posibilita el desplazamiento de los usuarios, sin pérdida de conectividad.
- b) **Se obtiene portabilidad, movilidad.** Permite flexibilidad dentro del área de cobertura, pudiéndose acceder a información desde diferentes medios; permitiendo la utilización de un diverso tipo de dispositivos PDA, SmartPhones, consolas de juegos, etc.
- c) **Más robusta frente a contingencias.** Es posible construir redes sin infraestructura ni planificación previa.

2.3.3 Desventajas de las redes inalámbricas.

Entre las principales desventajas que encontramos en el uso de las redes inalámbricas tenemos:

- a) **Reducida velocidad de transferencia.** Según los correspondientes estándares las velocidades teóricas fluctúan entre los 11Mbps y 54Mbps, siendo las reales aun menores.
- b) **Regulaciones.** Dado que ocupan una parte del espectro electromagnético, son regulados de diferente manera según la legislación de cada país.
- c) **Costo.** En las condiciones actuales resulta más económico armar una red alambrada que una red inalámbrica. Ruteadores y Swiches inalámbricos son más costosos que sus contrapartes alambrados.
- d) **Seguridad.** Los problemas de seguridad en este tipo de redes son más frecuentes dado que la información viaja a través de un medio compartido, no habiendo un control del mismo. Además de la inexperiencia de quienes instalaron y no configuraron correctamente los parámetros de seguridad.

- e) **Está sujeta a interferencias.** Es muy propensa a interferencias, dado que trabaja en los 2.4Ghz y muchos equipos domésticos trabajan a esa misma frecuencia como son los teléfonos inalámbricos y los microondas.

2.3.4 Entornos donde utilizar una red inalámbrica.

Los entornos más adecuados para utilizar una red inalámbrica son los siguientes.

- a) **Entornos difíciles de cablear.** En edificios históricos, áreas abiertas, o sectores muy concurridos.
- b) **Equipos de trabajo provisionales.** Zonas de catástrofes, oficinas provisionales.
- c) **Ampliación de redes Ethernet.** Los administradores pueden reducir costos originados en traslados y ampliaciones o modificaciones en los sistemas.
- d) **Instalaciones de educación virtual.** Recurren a la conectividad inalámbrica para acceder, intercambia información y aprender sin la complejidad de cablear múltiples puestos para los alumnos.

2.3.5 Redes inalámbricas por su cobertura.

Las redes inalámbricas se clasifican según su cobertura y están son:

- Wireless Personal Area Network (WPAN).
- Wireless Local Area Network (WLAN).
- Wireless Metropolitan Area Network (Wi-Max).
- Wireless Wide Area Network (WMAN).

En la figura N° 2.2 se detalla el posicionamiento de las redes inalámbricas por su cobertura.

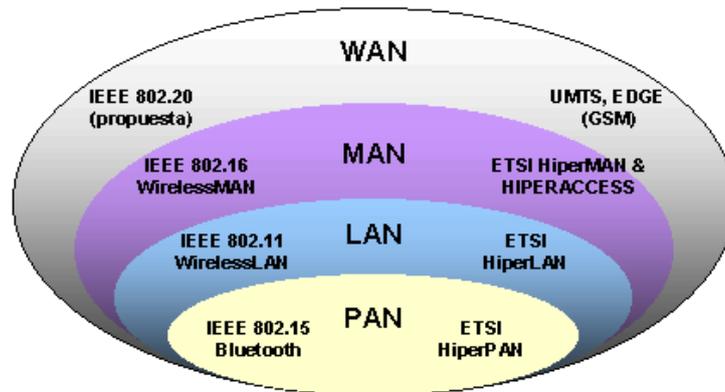


Figura N° 2.2 Redes inalámbrica por su cobertura

Wireless Personal Area Network (WPAN).

Es una red de cobertura personal, es el estándar para conectar teléfonos móviles y ordenadores domésticos IEEE 802.15.1 o Bluetooth. Utilizado en aplicaciones domésticas, baja transferencia de datos y la maximización de la vida útil de sus baterías.

Wireless Local Area Network (WLAN).

Tecnología que corresponden al estándar IEEE 802.11 en sus distintas variantes, IEEE 802.11a/b/g/n.

Wireless Metropolitan Area Network (Wi-Max, WMAN).

Redes basadas en la tecnología Wi-Max, basado en la norma IEEE 802.16, se caracteriza por su mayor cobertura y ancho de banda.

Wireless Wide Area Network (WAN).

Encontramos tecnologías como UTMS, 2G, 3G, 3.5G, 4G, GRPS; además aplicaciones de estas redes por medio de satélites y estaciones terrestres.

En la Tabla N° II.1 presentamos un resumen de las tecnologías inalámbricas móviles.

Tabla II.1 Tecnologías inalámbricas

Tipo de red	WAN	WMAN	WLAN	WPAN
Estándar	GSM/GPRS/UTMS	IEEE 802.16	IEEE 802.11	IEEE 802.15
Certificación		Wi-Max	Wi-Fi	Bluetooth/ZigBee
Velocidad	9.6/170/2000 Kbps	15-134 Mbps	1-2-11-54 Mbps	721 Kbps
Frecuencia	0.9/1.8/2.1 Ghz	2-66 Ghz	2.4 y 5 Ghz	2.4Ghz
Rango	35 Km	1.6 – 50 Km	30 – 150 m	10 m
Técnica de radio	Varias	Varias	FHSS, DSSS, OFDM	FHSS
Itinerancia (roamig)	Si	Si	Si	NO
Equivalencia	Conexión telefónica (modem)	ADSL, CATV	LAN	Cables de conexión

2.3.6 Entes inalámbricos reguladores.

Los dispositivos inalámbricos cumplen con normas y estándares para su operación; de manera que exista una interoperabilidad entre estos, sin necesidad de que sean del mismo fabricante. Además, existen regulaciones sobre el uso de estos equipos, los cuales deben ser aprobados para su uso según las regulaciones de cada país. Existen regulaciones para el uso del espectro de frecuencia o espectro de radio, el impacto ambiental, etc.

Un sin número de regulaciones y estudios debieron realizarse previo a la aprobación de estos estándares por un diverso grupo de entes reguladores y entre los principales tenemos:

- Wi-Fi Alliance (Wi-Fi).
- Wireless LAN Association (Wlana).
- Federal Communications Commission (FCC).
- Underwriters Laboratories Inc. (UI).
- European Telecommunications Standards Institute (ETSI).

Wi-Fi Alliance.

La Alianza Wi-Fi (Wireless Fidelity) es una asociación internacional sin fines de lucro que fue formada en 1999. Se formó para certificar la interoperabilidad de productos WLAN basados en la especificación IEEE 802.11.

El objetivo de la alianza Wi-Fi es mejorar la experiencia del usuario mediante la interoperabilidad de los productos.

Wi-Fi CERTIFIED, es el logotipo que se otorga a los equipos de WLAN que pasan las pruebas de funcionalidad e interoperabilidad de la Alianza Wi-Fi. Un equipo certificado con este logotipo, funciona con cualquier otra pieza de red inalámbrica que también cuente con el mismo logotipo.



Figura N° 2.3 Logo Wi-Fi alliance

Wireless LAN Association (WLANA).

Es una asociación comercial educativa sin ánimo de lucro, cuyo objetivo es brindar información al público en general, usuarios e industrias sobre temas relacionados con WLAN, como por ejemplo, aplicaciones, tendencias, problemas, disponibilidad, etc. También cuenta con programas de certificación como por ejemplo la CWNA (Certified Wireless Network Administrator).



Figura N° 2.4 Logo WLANA

Federal Communication Commission (FCC).

Es la agencia gubernamental de Estados Unidos. Es responsable de regular las comunicaciones interestatales e internacionales por radio, televisión, satélite y cable. Casi todos los países tienen una agencia reguladora que vigila el uso del espectro de radio o espectro de frecuencias.



Figura N° 2.5 Logo FCC

Underwriters Laboratories Inc. (UL)

Es una organización sin fines de lucro de certificación y prueba la seguridad de los productos o equipos, tiene una reputación de ser líder en la prueba y certificación de productos en cuanto a su seguridad. UL es uno de los asesores más reconocidos y acreditados del mundo. El logotipo de UL significa que el producto ha sido aprobado en cuanto a requisitos de seguridad para su normal operación.

También significa que las comprobaciones periódicas de las instalaciones de fabricación certificadas por UL han reafirmado este estado de seguridad. En el año 2001, 64482 fabricantes diferentes fabricaron productos certificados por UL y alcanzo 190 millones de clientes con mensajes de seguridad en Estados Unidos y Canadá.



Figura N° 2.6 Logo UL

European Telecommunications Standard Institute (ETSI).

Es una organización sin ánimos de lucro cuya misión es producir los estándares de telecomunicaciones que se utilizaran en Europa y otros lugares. El ETSI tiene miembros de 52 países que se extienden más allá de Europa. El ETSI representa a operadores, fabricantes, proveedores de servicios, investigadores y usuarios. Las actividades del ETSI están determinadas por las necesidades del mercado expresadas por sus miembros. El ETSI juega un papel importante en el desarrollo de estándares y documentación técnica.



Figura N° 2.7 Logo ETSI

2.3.7 Espectro electromagnético.

Estas abarcan un amplio rango de frecuencias y de onda. Una parte del espectro familiar para nosotros es la luz visible y otros tipos como las ondas de radio, microondas, infrarrojo, luz visible, ultravioleta, rayos X y rayos gamma.

Las frecuencias que interesan para nuestro estudio se encuentran en el rango de 2400 – 2484 MHz, siendo utilizados por los estándares de radio correspondientes a IEEE 802.11 b/g con una longitud de onda de aproximadamente 12.5 cm. Otro rango de frecuencias también interesante se encuentra en el rango de 5150 – 5850 MHz correspondiente al estándar IEEE 802.11 a/n con longitud de onda de 5 a 6 cm.

En la Figura N° 2.8 se describe el espectro electromagnético descrito de acuerdo a: penetración atmosférica, tipo de radiación, su longitud onda, tipo de radiación, amplitud de onda, frecuencia y temperatura.

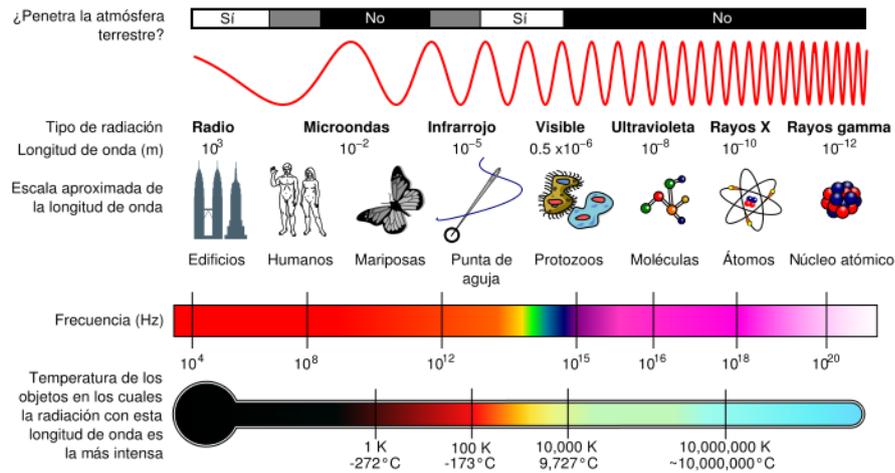


Figura N° 2.8 Espectro electromagnético

2.3.8 Tipos de configuraciones inalámbricas.

En el campo de las redes inalámbricas, encontramos diversas configuraciones en las que pueden operar las mismas y las principales son:

Enlaces punto a punto.

Los enlaces punto a punto generalmente se usan para conectar donde dicho acceso no está disponible de otra forma. Los enlaces punto a punto no necesariamente deben estar relacionados con acceso a internet. Un escenario común en este tipo de enlaces es la de una estación meteorología, la misma que está ubicada en lo alto de una colina y la recolección de datos es difícil. Es mucho más sencillo conectar dicha estación con una conexión punto a punto, logrando la recolección y el monitoreo de datos en tiempo real, sin tener que ir hasta el lugar. Las redes inalámbricas pueden proveer suficiente ancho de banda como para transmitir grandes cantidades de datos entre dos puntos. En la Figura N° 2.9 se visualiza un enlace punto a punto.

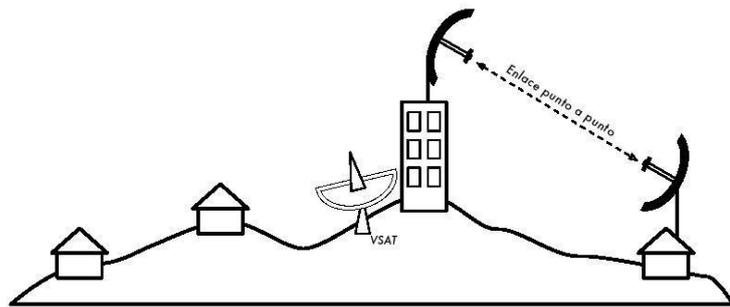


Figura N° 2.9 Enlace punto a punto

Enlaces punto a multipunto.

La siguiente configuración de red es la más comúnmente encontrada. En donde varios nodos están comunicándose con un punto de acceso central. El ejemplo típico de este tipo de comunicaciones es de un punto de acceso inalámbrico que provee conexiones a varias computadoras portátiles. Las computadoras portátiles no se comunican entre sí, pero deben estar en el rango de del punto de acceso para poder utilizar la red.

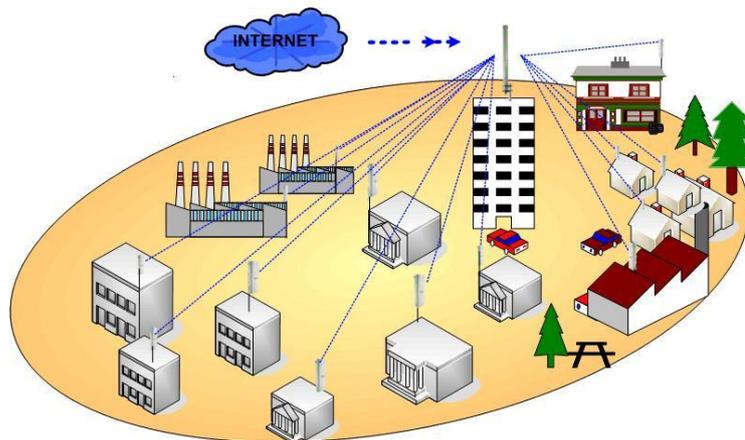


Figura N° 2.10 Enlace punto a multipunto

Nubes multipunto a multipunto (MESH).

Este tipo de red también se denomina Ad-Hoc, en malla O MESH. En este tipo no hay una autoridad central que rija. Cada nodo de la red transporta el tráfico de datos de tantos como sea necesario, y todos los nodos se comunican directamente entre sí.

El beneficio de este diseño de red es que aún si ninguno de los nodos es alcanzable desde el punto de acceso central, igual pueden comunicarse entre sí. Las buenas implementaciones de las redes MESH son auto-reparables, detectan automáticamente problemas de enrutamiento y los corrigen. Extender una red MESH es tan sencillo como agregar más nodos. Si uno de los nodos en la nube tiene acceso a internet, esa conexión puede ser compartida por todos los clientes.

Dos grandes desventajas de esta topología son el aumento de la complejidad y la disminución del rendimiento. La seguridad de esta red también es un tema importante, ya que todos los participantes pueden potencialmente transportar el tráfico de los demás. La resolución de los problemas de las redes multipunto a multipunto tiende a ser complicado, debido al gran número de variables que cambian al mover los nodos.

La red multipunto a multipunto generalmente no tienen la misma capacidad de las redes; punto a punto a las redes punto a multipunto; debido a la sobrecarga de adicional de administrar el enrutamiento de la red, y al uso intensivo del espectro de radio. Sin embargo, las redes MESH son útiles en mucha circunstancias.

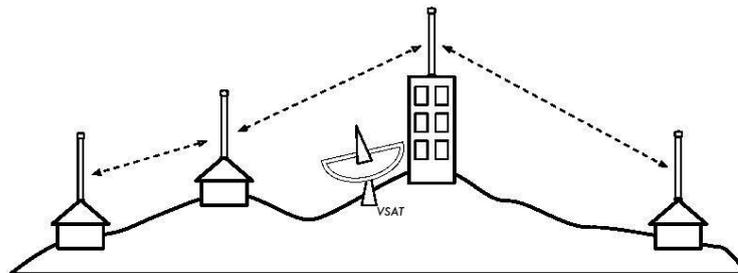


Figura N° 2.11 Enlace multipunto a multipunto

2.3.9 Modos de red inalámbrica punto a multipunto.

Las redes inalámbricas también presentan ciertas maneras de funcionamiento, dependiendo de su configuración. Y estas pueden ser:

Modo Maestro, AP o modo infraestructura.

Este modo se utiliza para crear un servicio que se parece a un punto de acceso tradicional. La tarjeta de red crea una red con un canal y un nombre específico llamado SSID, para ofrecer sus servicios. En el modo maestro, las tarjetas inalámbricas administran todas las comunicaciones de la red (autenticación de clientes inalámbricos, control de acceso al canal, repetición de paquetes, etc.). Las tarjetas inalámbricas en modo maestro solo pueden comunicarse con tarjetas asociadas a ella en modo maestro en modo administrados.

Este modo permite que una LAN inalámbrica se integre en una red por cable existente por medio de un punto de acceso. Este tipo de redes posibilita la itinerancia entre los Access Point inalámbricos a la vez que mantiene la conexión con todos los recursos de la red. El modo infraestructura le proporciona además seguridad WEP, ahorro de energía y gran alcance.

En este modo, cada cliente envía sus peticiones a un único punto central llamado AP (Access Point). Para realizar el intercambio de datos, previamente el cliente y el punto de acceso, establecen una relación de confianza. Los AP pueden usarse dentro de la LAN como:

- **Gateway** para redes externas (Internet, Intranet, etc.)
- **Bridge** hacia otros AP para extender los servicios de acceso.
- **Router** de datos entre el área de cobertura (100-150 m.) en un entorno cerrado (dependiendo de los objetos que bloqueen las ondas de radio), o los 300 metros en espacios abiertos.

La Figura N° 2.12 muestra la operación de una red en modo infraestructura, integrada a una red LAN.

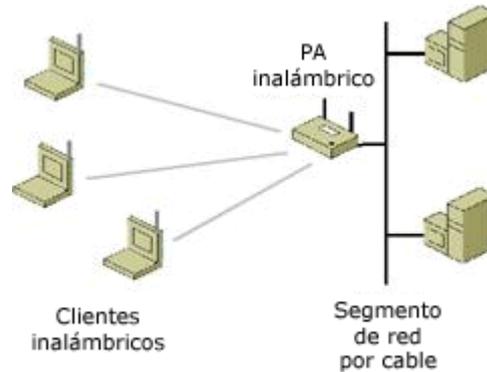


Figura N° 2.12 Operación en modo infraestructura

Modo administrado o modo cliente.

Las tarjetas inalámbricas en modo administrado solo pueden unirse a una red creada por una tarjeta en modo maestro, y automáticamente cambiará su canal para que corresponda con la de esta. Luego ellas presentaran las credenciales necesarias al maestro, y si estas credenciales son aceptadas, se dice que están asociadas con la tarjeta en modo maestro. Las tarjetas en modo administrado no se comunican una con otras directamente, y solo se van a comunicar con una tarjeta administrada en modo maestro.

Modo Ad-Hoc.

Crea una red multipunto a multipunto donde no hay un único nodo maestro o AP. En el modo Ad-Hoc, cada tarjeta inalámbrica se comunica directamente con sus vecinas. Cada nodo debe estar dentro del alcance de los otros para comunicarse, y deben concordar en un nombre y un canal de red.

Este modo se usa en redes entre entidades pares en las que los clientes sin un Access Point Inalámbrico solo pueden compartir los recursos locales. El estándar define a este modo como un servicio básico independiente (IBSS) con un coste bajo y flexible. La comunicación entre los diferentes nodos de la red, se realiza sin la necesidad de un punto de acceso, formando una red de igual a igual.

Uno de los métodos básicos para encaminar los paquetes en este modo, sería tratando a cada nodo como un router, y utilizando entre ellos un protocolo convencional (véase uno basado en vector distancia) para encaminarlos hacia su destino.

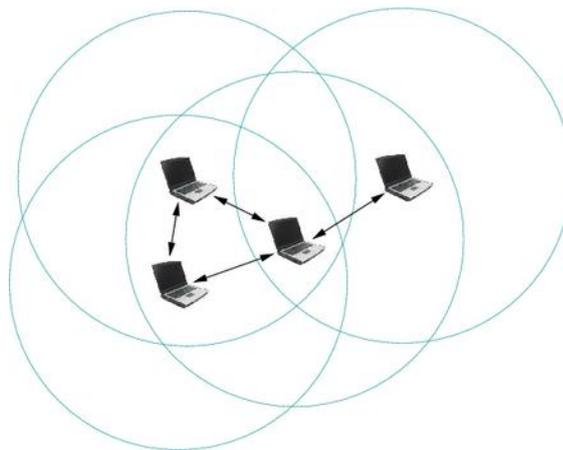


Figura N° 2.13 Operación en modo Ad-Hoc

Modo monitor.

Es utilizado por algunas herramientas de monitoreo como KISMET para escuchar pasivamente todo el tráfico de radio en un canal dado. En el modo monitor, las tarjetas inalámbricas no transmiten datos. Se utiliza para analizar problemas en un enlace inalámbrico o para observar el uso del espectro en el área local. El modo monitor no es utilizado para las comunicaciones normales.

Cuando implementamos un enlace punto a punto, o punto a multipunto, un radio opera en modo maestro, mientras que los otros operan en modo administrado. En una red MESH multipunto a multipunto, todos los radios operan en modo Ad-Hoc de manera que puedan comunicarse directamente.

2.3.10 Seguridad inalámbrica, modos de autenticación.

Antes de que una estación terminal pueda asociarse con un AP y conseguir acceso a la WLAN, debe llevar a cabo la autenticación. Dos tipos de autenticación de clientes están definidos en 802.11: sistema abierto y llave compartida.

Autenticación de Sistema Abierto.

Autenticación de sistema abierto es una forma muy básica de autenticación que consiste de una simple solicitud de autenticación que contiene la ID de la estación y una respuesta de autenticación que contiene el éxito o fracaso. En caso de éxito, se considera que ambas estaciones están mutuamente autenticadas.

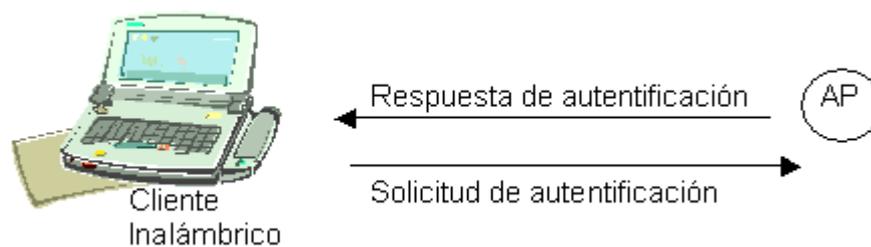


Figura N° 2.14 Autenticación inalámbrica de sistema abierto

Autenticación de Llave Compartida

La autenticación de llave compartida, está basada en el hecho de que ambas estaciones tomando parte en el proceso de autenticación, tiene la misma llave "compartida". Se asume que esta llave ha sido transmitida a ambas estaciones a través de un canal seguro que no es WM. En implementaciones típicas, esto podría ser configurado manualmente en la estación cliente y en el AP. El primero y el cuarto frame de autenticación de llave compartida son similares a aquellos encontrados en sistemas de autenticación abierta. La diferencia es que en el segundo y el tercer frame, la estación de autenticación recibe un paquete de texto que es un reto (creado usando el Generador de Números Pseudo Aleatorios de WEP- Pseudo Random Number Generator PRNG) desde el AP, lo encripta usando la llave compartida, y luego lo manda de regreso al AP. Si después de la descricpción, el texto de reto es igual, entonces la autenticación de un sentido es exitosa. Para obtener la autenticación mutua, el proceso se repite en la dirección opuesta.

El hecho de que la mayor parte de los ataques hechos contra WLAN's 802.11b están basadas en capturar la forma encriptada de una respuesta conocida hace de esta forma de autenticación una elección pobre. Les da a los atacantes exactamente la información necesaria para derrotar la encriptación WEP y es por lo que la llave de autenticación compartida nunca es recomendada. Es mejor utilizar la autenticación abierta, la cual permitirá la autenticación sin la llave WEP correcta. Se mantendrá seguridad limitada porque la estación no estará preparada para enviar o recibir información de forma correcta con una llave WEP no válida.

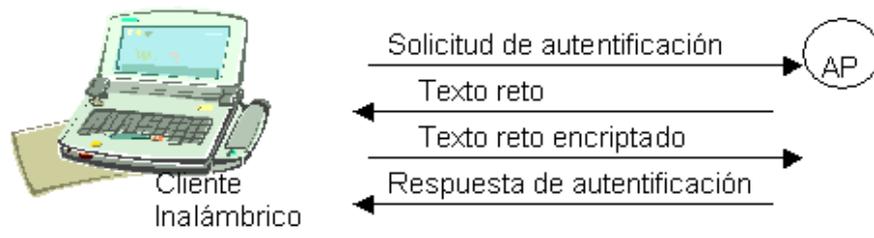


Figura N° 2.15 Autenticación de llave compartida

2.4 Estándar IEEE802.3.

2.4.1 Introducción

Es parte de los estándares IEEE de comunicación, siendo uno de los más ampliamente utilizados en las infraestructuras de red. Estas especificaciones también han sido adoptadas por la ISO en el apartado 8802-3.

En el presente apartado desarrolla el mencionado estándar partiendo desde su historia, velocidades de operación, consideraciones de funcionamiento, topologías de red más comunes, características técnicas y finalmente por sus capas.

2.4.2 Historia.

La red Ethernet es una especificación LAN banda base inventada por la empresa Xerox Corp. que opera a 10 Mbps y utiliza CSMA/CD(Método de Acceso Múltiple con Detección de Portadora), Ethernet fue creado en los años 70, sin embargo actualmente este término se utiliza para referirse a todas las LAN que utilizan CSMA/CD.

La especificación IEEE 802.3 se desarrollo en 1980 con base en la tecnología original de Ethernet, aun que el estándar Ethernet por si solo únicamente define una capa física, mientras que la especificación IEEE 802.3 presenta una gran variedad de opciones de cableado las cuales se definen en el apartado siguiente. El estándar IEEE 802.3 es muy basto y se subdivide en diferente sub-estándares.

2.4.3 Velocidades de operación.

El mismo sub-estándar define diferentes opciones de velocidad los mismos que se detallan en la Tabla II.2 mostrada a continuación.

Tabla II.2 Velocidades IEEE 802.3

Estándar	Fecha	Velocidad	Medio	Longitud
Ethernet experimental	1972	2,85Mbps	Coaxial	185m
IEEE 802.3	1983	10Mbps	Coaxial	500m
802.3u Fast Ethernet	1995	100Mbps	UTP Cat 5	100m
802.3ab	1999	1Gbps	UTP Cat 5	100m
802.3an	2006	10Gbps	UTP Cat 6A	

Nuestro estudio se concentrará específicamente en el IEEE 802.3u, dada su gran popularidad.

2.4.4 Consideraciones de funcionamiento.

Entre los aspectos más importantes en el funcionamiento del estándar IEEE 802.3 podemos encontrar: medio de transmisión, propagación, atenuación, reflexión, ruido.

2.4.4.1 Medio de transmisión.

El estándar IEEE 802.3u hace uso del cable UTP como medio generalizado de comunicación, el mismo que permite transmisiones de hasta 100Mbps. Entre las ventajas podemos encontrar los siguientes.

- Es de fácil instalación y económico.
- UTP cuesta menos por metro que los otros tipos de cableado LAN.
- El cable UTP con un conector RJ-45, reduce mucho las fuentes potenciales de ruido de la red y se garantiza una conexión sólida y de buena calidad.

Entre las desventajas del uso del medio podemos encontrar las siguientes.

- El cable UTP es más sensible a ruido eléctrico y la interferencia que otros tipos de medios de red.
- En la actualidad es el más rápido entre los medios basados en cobre.

2.4.4.2 Propagación.

Propagación la podemos definir como el conjunto de fenómenos físicos que conducen a las señales del transmisor al receptor. Esta propagación puede realizarse siguiendo diferentes fundamentos físicos, cada uno más adecuado para un rango de frecuencias de la onda a transmitir, siendo la señal transmitida eléctrica.

Así tenemos que cuando la una NIC emite señales en un medio físico, ese pulso se desplaza o propaga a través del medio. La velocidad de propagación depende del material y estructura del medio y de la frecuencia de la señal. El tiempo que tarda el Bit en desplazarse desde un extremo a otro del medio y nuevamente en regresar se denomina tiempo de ida y vuelta RTT.

La Figura N° 2.16 describe la propagación de ida y vuelta en un medio.

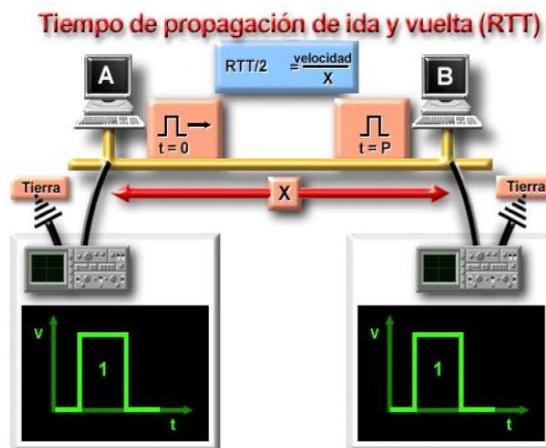


Figura N° 2.16 Tiempo de propagación

2.4.4.3 Atenuación.

En telecomunicación, se denomina atenuación de una señal, sea esta acústica, eléctrica u óptica, a la pérdida de potencia sufrida por la misma al transitar por cualquier medio de transmisión. Este fenómeno determina la longitud máxima de un medio de red. Si seleccionamos cuidadosamente el material, forma de instalación podemos disminuir los efectos de la atenuación. Con el uso de repetidores podemos contrarrestar las secuelas de la atenuación.

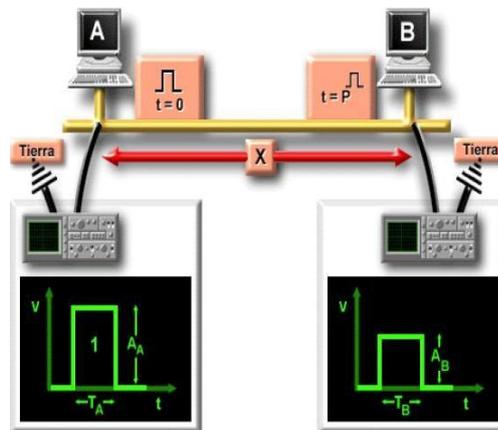


Figura N° 2.17 Atenuación

2.4.4.4 Reflexión.

La reflexión es un fenómeno que se produce por el cambio en la dirección de una onda, la misma que ocurre en la superficie de separación entre dos medios, de tal forma que regresa al medio inicial. Este fenómeno se produce en las señales eléctricas cuando los bits transmitidos encuentran una discontinuidad en el cable.

Si la energía reflejada no es controlada esta puede interferir con los bits posteriores. Similar fenómeno se produce en las ondas de radio y microondas, ya que son reflejadas en distintas capas de la atmósfera. La figura N° 2.18 describe este fenómeno.

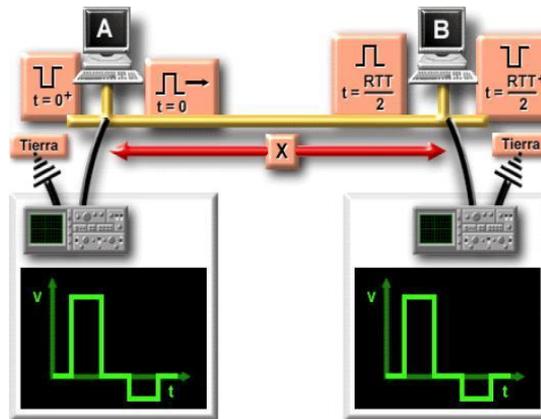


Figura N° 2.18 Reflexión

2.4.4.5 Ruido.

Se denomina ruido en la comunicación a toda señal no deseada que se mezcla con la señal útil que queremos transmitir. Es el resultado de diversos tipos de perturbación que tiende a enmascarar la información cuando se presenta en la banda de frecuencias del espectro de la señal, es decir, dentro de su ancho de banda.

El ruido se debe a múltiples causas: a los componentes electrónicos (amplificadores), al ruido térmico de las resistencias, a las interferencias de señales externas, etc. Es imposible eliminar totalmente el ruido, ya que los componentes electrónicos no son perfectos. Sin embargo, es posible limitar su valor de manera que la calidad de la comunicación resulte aceptable esto manteniendo la relación señal ruido SNR lo más alta posible.

Estas perturbaciones pueden ser de ópticas, electromagnética o de voltaje, dependiendo el medio de comunicación. Además estas perturbaciones pueden corromper un 1 binario en 0

binario o viceversa. La figura N° 2.19 muestra la interferencia producida por una fuente electromagnética en un cable UTP.

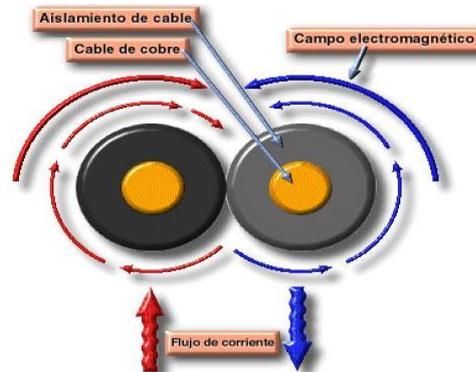


Figura N° 2.19 Ruido

2.4.5 Topologías de red.

La topología de red se define como la cadena de comunicación que los nodos conforman para comunicarse. Un ejemplo claro de esto es la topología de árbol, la cual es llamada así por su apariencia estética, por lo cual puede comenzar con la inserción del servicio de internet desde el proveedor pasando por el Router, luego por un Switch y este deriva a otro Switch u otro Ruter o sencillamente a los host o estaciones de trabajo o PC.

La topología de red la determina únicamente la configuración de las conexiones entre nodos. La distancia entre los nodos, las interconexiones físicas, las tasas de transmisión y/o los tipos de señales no pertenecen a la topología de red; aunque se ven afectados.

2.4.5.1 Topología de estrella

Una red en estrella es una red en la cual las estaciones están conectadas directamente a un punto central y todas las comunicaciones se han de hacer necesariamente a través de este. Dado su transmisión, una red en estrella tiene un nodo central activo que normalmente tiene

los medios para prevenir los problemas relacionados con el eco. Se utiliza sobre todo para redes locales. La mayoría de las redes de área local que tiene un enrutador ROUTER, un conmutador SWITCH o un concentrador HUB siguen esta topología. El nodo central actúa como enrutador, el conmutador o el concentrador, por el que pasan todos los paquetes. A continuación en la figura N° 2.20 se muestra la topología de estrella.

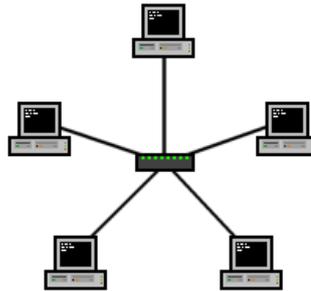


Figura N° 2.20 Topología de estrella

Ventajas.

- Tiene los medios para prevenir problemas.
- Si una PC se desconecta o se rompe el cable; solo esta PC se queda fuera de la red.
- Fácil de prevenir daños o conflictos.
- Permite que todos los nodos se comuniquen entre sí de manera conveniente.
- El mantenimiento resulta más económico y fácil que la topología de bus.

Desventajas.

- Si el nodo central falla, toda la red se desconecta.
- Es costosa, ya que requiere más cable que las topologías bus o anillo.
- El cable viaja por separado del nodo central a la PC.

2.4.5.2 Topología de Árbol.

Es una topología de red en la que los nodos están conectados en forma de árbol. Desde una visión topológica, la conexión en árbol es parecida a una serie de redes en estrella interconectadas, salvo que no tiene un nodo central. En cambio, tiene un nodo de enlace troncal, generalmente ocupado por un Hub o Switch, desde el que se ramifican los demás nodos. Es una variación de la red en bus, la falla de un nodo no implica interrupción en las comunicaciones.

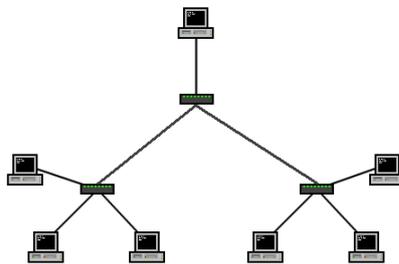


Figura N° 2.21 Topología de árbol

Como se puede observar en la Figura N° 2.21 de topología de árbol, esta puede verse como una combinación de varias topologías en estrella. Tanto la de árbol como la de estrella son similares a la de Bus cuando el nodo de interconexión trabaja en modo difusión, pues la información se propaga hacia todas las estaciones, solo que en esta topología las ramificaciones se extienden de un punto raíz, (estrella) a tantas ramificaciones como sean posibles, según la característica del árbol.

Ventajas.

- El HUB central al retransmitir las señales amplifica la potencia e incrementa la distancia a la que puede viajar la señal.
- Permite conectar varios dispositivos.
- Permite priorizar las comunicaciones de distintas computadoras.

- Se permite conectar más dispositivos gracias a la inclusión de concentradores secundarios.
- Permite priorizar y aislar las comunicaciones de distintas computadoras.
- Cableado punto a punto para segmentos individuales.
- Soportado por multitud de vendedores de Software y Hardware.

Desventajas.

- Se requiere más cable.
- La medida de cada segmento viene determinada por el tipo de cable utilizado.
- Si se viene abajo el segmento principal de todo el segmento se viene abajo con él.
- Es más difícil su configuración.

2.4.5.3 Topología de Malla.

Es una topología de red es en la que cada nodo está conectado a otros nodos. De esta manera es posible llevar los mensajes de un nodo a otro por diferentes caminos. Cada servidor tiene sus propias conexiones con todos los demás servidores. El establecimiento de una red de malla es una manera de encaminar voz, datos e instrucciones entre los nodos. Las redes malla se diferencian de otras redes en que los elementos de la red Nodos están conectados con todos, mediante cables separados. Esta configuración ofrece caminos redundantes pro toda la red de modo que si falla un cable, otro se hará cargo del tráfico.

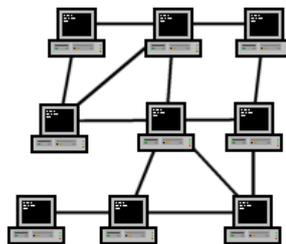


Figura N° 2.22 Topología de malla

Como lo indica la Figura N° 2.22 esta topología, a diferencia de otras no requiere de un servidor o nodo central, con lo que se reduce el mantenimiento. Un error en un nodo sea este importante o no implica la caída de toda la red. Las redes tipo malla son auto ruteables.

Es una opción aplicable a las redes sin hilos Wireless o Cableadas y la interacción de los nodos. Una red con topología tipo malla ofrece una redundancia y fiabilidad superiores. Aunque la facilidad de solución de problemas y el aumento de la confiabilidad son ventajas muy interesantes, estas redes resultan caras de instalar, ya que usan mucho cableado. Por ello cobran mayor importancia en el uso de las redes inalámbricas (por la no necesidad de cableado) a pesar de los inconvenientes propios de la Wireless.

Ventajas.

- Es posible llevar los mensajes de un nodo a otro por diferentes caminos.
- No existe interrupción en sus comunicaciones.
- Cada servidor tiene sus propias comunicaciones con todos los demás servidores.
- Si falla un cable el otro se hará cargo del tráfico.
- No requiere un nodo o servidor central lo que reduce el mantenimiento.
- Si un nodo desaparece o falla no afecta en lo absoluto a los demás nodos.

Desventajas.

- Esta red es muy costosa de instalar ya que requiere de mucho cable.

2.4.6 Características técnicas.

El presente estándar es parte de la familia de estándares para redes locales y metropolitanas; la relación entre el estándar o los otros miembros de la familia es mostrada a continuación.

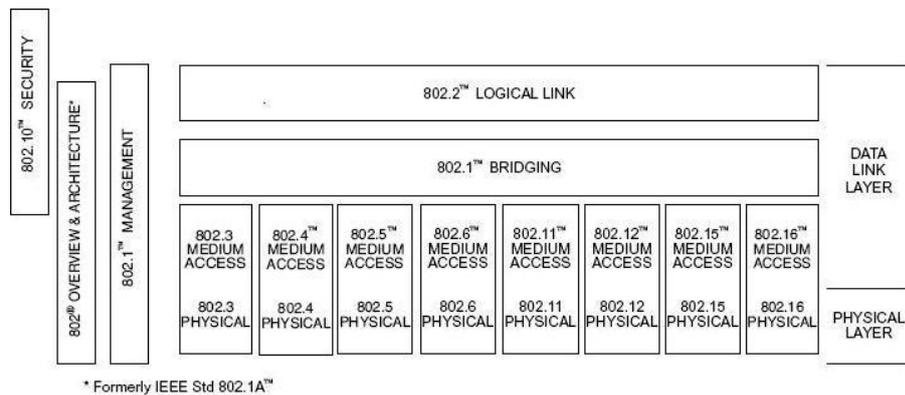


Figura N° 2.23 Capa física de los estándares de red local

Esta familia de estándares ofrecen con la capa Física y la de Enlace de Datos definida por la Organización Internacional de Estandarización ISO, Interconexión de Sistemas Abiertos OSI (International Organization for Standardization).

Dado que el estándar fue cerrado, es decir terminó su desarrollo luego de su aprobación final el 14 de junio de 1995 bajo el IEEE y el 8 de abril de 1996 bajo el ANSI y el mismo corresponde a: IEEE STD 802.3 CSMA/CD Access Method and Physical Layer Specification.

Conceptos básicos.

Este estándar proporciona dos modos distintos de operación: Half Duplex y Full Duplex. Instancias de IEEE 802.3 que operan en el modo Half o Full Duplex en cualquier tiempo dado. El término CSMA/CD MAC es usado en esta norma como sinónimo de 802.3 MAC y puede representar una instancia ya sea Half Duplex o Full Duplex en equipos terminales de datos DTE.

Operación en Half Duplex.

En modo half duplex, el CSMA / CD método de acceso es el medio por el cual dos o más estaciones comparten un medio de transmisión común. Para transmitir, una estación espera por un período tranquilo en el medio (es decir, ninguna otra estación está transmitiendo) y luego envía el mensaje deseado en forma de serie de bits. Si, después de iniciarse la transmisión, el mensaje choca con el de otra estación, entonces cada estación transmisora intencionalmente transmite por unos períodos predefinidos adicionales para asegurar la propagación de la colisión de todo el sistema.

La estación permanece en silencio por una cantidad aleatoria de tiempo (retroceso) antes de intentar transmitir de nuevo. Cada aspecto de este proceso, método de acceso se especifica en detalle en los apartados siguientes de esta norma. La mitad de la operación dúplex se puede utilizar con ciertos tipos de medios de comunicación y las configuraciones tal como se define en esta norma.

Operación Full Duplex.

La operación Full Duplex permite la comunicación simultánea entre un par de estaciones usando una conexión punto a punto (canal dedicado). La operación Full Duplex no requiere que el transmisor aplase, ni monitorice o reaccione al recibir actividad. El modo Full Duplex puede únicamente ser usado cuando todo lo que sigue se cumple.

- El medio físico es capaz de soportar la transmisión y recepción simultanea sin interferencia.
- Hay exactamente dos estaciones conectadas con una conexión Full Duplex o punto a punto. Desde que no hay oposición para el uso de un medio compartido.

2.4.7 Capas.

La especificación del estándar IEEE 802.3 se basa en el modelo de referencia por capas OSI. Su especificación por capas permite el desarrollo de otros estándares similares como lo son IEEE 802.11g y IEEE 802.11n. Dada que su estructura es muy similar. Por este motivo se describen las capas 1 y 2 de modelo OSI; correspondientes a la capa Física y la capa de enlace de datos. En el Gráfico a continuación se describe las capas a describir.

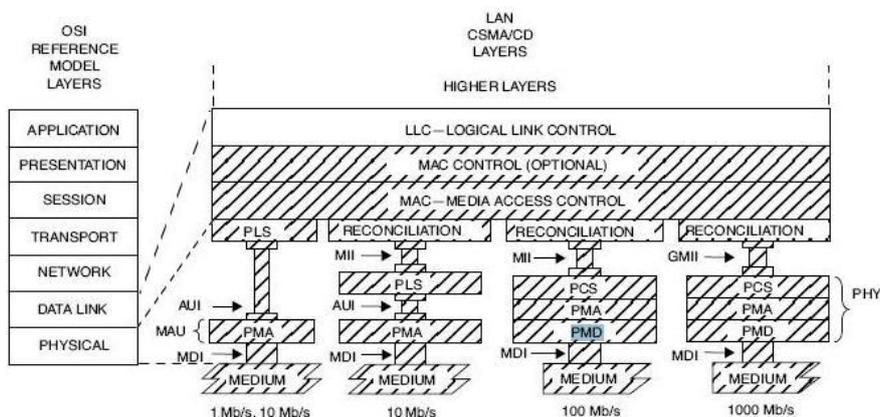


Figura N° 2.24 Capas física y de enlace de datos

2.4.7.1 Capa de enlace de datos.

Esta capa se encarga de proporcionar una transmisión libre de errores, es decir, un tránsito de datos fiable a través de un enlace físico. Crea y reconoce los límites de las tramas. Resuelve los problemas derivados del deterioro, pérdida o duplicidad de las tramas. También puede incluir algún mecanismo de regulación del tráfico que evite la saturación de un receptor que sea más lento que el emisor. También se encarga del direccionamiento físico, de la topología de la red, del acceso a la red, de la notificación de errores, de la distribución ordenada de tramas y del control del flujo. Permite también el direccionamiento de los datos en la red ya sea en la distribución adecuada desde un emisor a un receptor, la notificación de errores, de la topología de la red de cualquier tipo. La tarjeta de red o NIC (Network Interface Card), se encarga de que

tengamos conexión. Posee una dirección MAC (control de acceso al medio) y la LLC (control de enlace lógico).

LLC, control de enlace lógico (Logical Link Control).

Su función principal es la de ocultar las diferencias en entre las variantes de los estándares 802 de modo que sean indistinguibles en las capas superiores.

MAC, control de acceso al medio (Media Access Control).

Determina la asignación del canal para la transmisión, es decir, establece cual es la estación que transmitirá a continuación. La subcapa MAC se sitúa en la parte inferior de la capa de enlace de datos (Capa 2 del Modelo de Referencia OSI). La implementación exacta de esta subcapa puede variar dependiendo de los requerimientos de la capa física por ejemplo Ethernet, Token Ring, WLAN.

2.4.7.2 Capa física (Physical Layer).

Es la capa de red más básica, es la que proporciona el medio para la transmisión de bits sobre un enlace físico. Estas cadenas de bits (datos) son convertidas a señales físicas y transmitidas en el medio físico.

Esta capa proporciona una interfaz, eléctrica, mecánico y procedimental para el medio de transmisión. Esta comunicación es posible modificando propiedades físicas. La capa física posee dos sub-capas que se describen a continuación.

PLCP (convergencia de capa física).

La capa MAC se comunica con sub-capas PLCP (Physical Layer Convergence Protocol); por medio de comandos o instrucciones primitivas. Cuando la capa de MAC le ordena hacerlo, el PLCP prepara MPDUs (Mac protocol data units) para la transmisión. El PLCP minimiza la dependencia de la capa MAC en la subcapa PMD creando MPDUs en un formato de marco idóneo para la transmisión por el PMD. El PLCP también entrega tramas entrantes desde el medio a la capa MAC.

El PLCP añade a la Capa Física, preámbulos y campos cabecera al MPDU el cual contienen la información necesaria por los transmisores y receptores de la capa física.

Como resultado; la capa física de la estación receptora puede sincronizar su circuito en cada trama de ingreso.

PMD (Physical Medium Dependent).

Bajo la dirección del PLCP, la sub-capas PMD proporciona la transmisión y recepción de las unidades de datos de capa física entre dos estaciones en un medio. Para proporcionar este servicio el PMD se comunica directamente con el medio (radio frecuencia, eléctrico, etc.) Suministrando la modulación y demodulación de la transmisión de la trama.

2.5 Estándar 802.11g.

2.5.1 Introducción.

El presente estándar es el más ampliamente utilizado en la comunicación inalámbrica, por sus mejores prestaciones tanto en velocidad como en seguridad. En el presente apartado desarrolla el mencionado estándar partiendo desde su historia, velocidades de operación, consideraciones de funcionamiento, topologías de red más comunes, características técnicas y finalmente por sus capas.

2.5.2 Historia.

IEEE 802.11g fue el tercer estándar de modulación para redes WLAN, que trabaja en la banda de los 2.4GHz operando a un máximo de 54Mbps, con un rendimiento real de 19Mbps. Esta especificación es totalmente compatible con hardwares anteriores como lo es IEEE 802.11b, tal compatibilidad ocupó mucho del desarrollo de este estándar; sin embargo si se encuentra la presencia de un dispositivo del tipo b reduce considerablemente el rendimiento de una red de configuración mixta como lo permite el estándar IEEE 802.11g. El esquema de modulación utilizado es la **OFDM** (ortogonal frequency division multiplexing) copiado del IEEE 802.11^a con tasa de transferencia de 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 y 54Mbps.

El entonces propuesto el estándar IEEE 802.11g fue rápidamente adoptado por los consumidores a partir de enero del 2003, mucho antes de su ratificación; todo esto debido al deseo de una mayor velocidad y la reducción de los costes de fabricación. En el verano del 2003 la mayoría de equipos de doble banda IEEE 802.11a/b se convirtió en un tri-banda soportando IEEE 802.11a/b/g. A pesar de su mayor aceptación, el IEEE 802.11g sufre la misma interferencia que su predecesor 802.11b. Interferencias provenientes de dispositivos tales como hornos de microonda, dispositivos Bluetooth, monitores de bebe y

teléfonos digitales. Además problemas que ha causado el éxito de la norma debido a la aglomeración de dispositivos en zonas urbanas.

Evolución.

El protocolo IEEE 802.11 o WI-FI es un estándar de protocolo de comunicaciones de la IEEE que define el uso de los dos niveles más bajos de la arquitectura OSI (capas física y de enlace de datos), especificando sus normas de funcionamiento en una WLAN. En general, los protocolos de la rama 802.x definen la tecnología de redes de área local.

La familia 802.11 actualmente incluye seis técnicas de transmisión por modulación que utilizan todos los mismos protocolos. El estándar original de este protocolo data de 1997, era el IEEE 802.11, tenía velocidades de 1 hasta 2 Mbps y trabajaba en la banda de frecuencia de 2.4GHz. En la actualidad no se fabrican productos sobre este estándar. El término IEEE 802.11 se utiliza también para referirse a este protocolo al que ahora se conoce como "802.11legacy." La siguiente modificación apareció en 1999 y es designada como IEEE 802.11b, esta especificación tenía velocidades de 5 hasta 11 Mbps, también trabajaba en la frecuencia de 2.4 GHz. También se realizó una especificación sobre una frecuencia de 5GHz que alcanzaba los 54 Mbps, era la IEEE 802.11a y resultaba incompatible con los productos de la IEEE 802.11b y por motivos técnicos casi no se desarrollaron productos. Posteriormente se incorporó un estándar a esa velocidad y compatible con el IEEE 802.11b que recibiría el nombre de IEEE 802.11g. En la actualidad la mayoría de productos son de la especificación IEEE 802.11b y de la IEEE 802.11g. La seguridad forma parte del protocolo desde el principio y fue mejorada en la revisión IEEE 802.11i. Otros estándares de esta familia (c-f, h-j, n) son mejoras de servicio y extensiones o correcciones a especificaciones anteriores. El primer estándar de esta familia que tuvo una amplia aceptación fue el IEEE 802.11b. En 2005, la mayoría de los productos que se comercializan siguen el estándar IEEE 802.11g con compatibilidad hacia el IEEE 802.11b.

Aprobación final.

En junio de 2003, se ratificó un tercer estándar, el IEEE 802.11g; que es la evolución del estándar IEEE 802.11b. Este utiliza la banda de 2.4Ghz (al igual que el estándar IEEE 802.11b) pero opera a una velocidad teórica máxima de 54 Mbps, que en promedio es de 22.0 Mbps de velocidad real de transferencia, similar a la del estándar IEEE 802.11a. Es compatible con el estándar IEEE 802.11b y utiliza las mismas bandas de frecuencias. Buena parte del proceso de diseño del estándar lo tomó el hacer compatibles los dos estándares. Sin embargo, en redes bajo el estándar IEEE 802.11g con la presencia de nodos o estaciones bajo el estándar IEEE 802.11b reduce significativamente la velocidad de transmisión.

Los equipos que trabajan bajo el estándar 802.11g llegaron al mercado muy rápidamente, incluso antes de su ratificación que fue dada aproximadamente el 20 de junio del 2003. Esto se debió en parte a que para construir equipos bajo este nuevo estándar se podían adaptar los ya diseñados para el estándar b. Actualmente se venden equipos con esta especificación, con potencias de hasta medio vatio, que permite hacer comunicaciones de hasta 50 km con antenas parabólicas apropiadas.

2.5.3 Velocidades de operación.

El mismo estándar define diferentes opciones de velocidad los mismos que se detallan en la Tabla 2.3 mostrada a continuación.

Tabla II.3 Velocidades IEEE 802.11

Protocolo 802.11	Liberado	Frecuencia (Ghz)	AB (Mhz)	Rendimiento (Mbps)	Transferencia máxima (Mbps)	Modulación
-	Jun 1997	2.4Ghz	20	0.9	2	DSSS
A	Sep 1999	5	20	23	54	OFDM
B	Sep 1999	2.4	20	4,3	11	DSSS
G	Jun 2003	2.4	20	19	54	OFDM/DSSS

2.5.4 Consideraciones de funcionamiento.

Entre los aspectos más importantes en el funcionamiento del estándar IEEE 802.11n podemos encontrar.

2.5.4.1 Funcionamiento.

Una red de Wi-Fi, usa una radio de frecuencia para comunicarse entre el ordenador y el punto de acceso; dicha radio trabaja a 2.4Ghz en los estándares IEEE 802.11b/g frecuencia liberada hace tiempo y disponible casi universalmente en todos los países en la que también trabajan otras tecnologías como Bluetooth.

Con el funcionamiento de algunos teléfonos inalámbricos o micro-ondas existe la posibilidad de interferencias. La frecuencia de 5Ghz liberada recientemente trabaja en los estándares IEEE 802.11a y en la que no trabajan otras tecnologías por lo que está menos afectado por las interferencias, los edificios y otros obstáculos hacen variar el campo de cobertura.

2.5.4.2 Canales en la banda de los 2,4Ghz.

Para el estándar IEEE 802.11g se diseñó una capa física la cual pueda cumplir con la regulación de radio frecuencia FCC. A continuación se muestra la distribución de la banda de 2,4Ghz la cual cuenta con 14 sub-canales.

Hay que tomar en cuenta que para múltiples canales coexistan en la misma zona, deben estar separados por 25MHz para evitar interferencias. Para evitar interferencias solo hay 3 canales no superpuestos 1, 6 y 11 con una separación de 25Mhz que pueden utilizarse en los Estados Unidos.

En la Figura N° 2.25, se muestra los canales disponibles en la banda de 2.4Ghz.

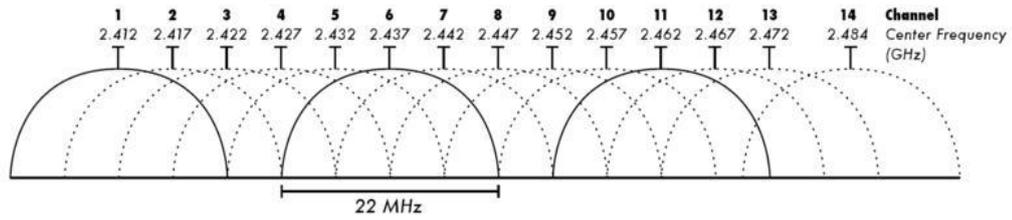


Figura N° 2.25 Canales en la banda de 2,4GHz

En la Tabla II.4 podemos ver los intervalos de frecuencias por canal; con los correspondientes canales superpuestos.

Tabla II.4 Canales superpuestos en la banda de 2,4Ghz

Canal	Frecuencia central	Ancho de canal	Canales superpuestos
1	2.412Ghz	2.401Ghz – 2.423Ghz	2, 3, 4, 5
2	2.417Ghz	2.404Ghz – 2.428Ghz	1, 3, 4, 5, 6
3	2.422Ghz	2.411Ghz- 2.433Ghz	1, 2, 4, 5, 6, 7
4	2.432Ghz	2.416Ghz – 2.438Ghz	1,2, 3, 5, 6, 7, 8
5	2.432Ghz	2.421Ghz – 2.443Ghz	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9
6	2.437Ghz	2.426Ghz – 2.448Ghz	2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10
7	2.442Ghz	2.431Ghz – 2.453Ghz	3,4, 5, 6, 8, 9, 10, 11
8	2.447Ghz	2.436Ghz – 2.458Ghz	4,5, 6, 7, 9, 10, 11, 12
9	2.452Ghz	2.441Ghz – 2.463Ghz	5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13
10	2.457Ghz	2.446Ghz – 2.468Ghz	6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14
11	2.462Ghz	2.451Ghz – 2.473Ghz	7, 8, 9, 10, 12, 13, 14
12	2.467Ghz	2.456Ghz – 2.468Ghz	8, 9, 10, 11, 13, 14
13	2.472Ghz	2.461Ghz – 2.483Ghz	9, 10, 11, 12, 14
14	2.484Ghz	2.473Ghz – 2.495Ghz	10, 11, 12, 13

2.5.4.3 SSID (Service Set Identifier).

Es un código que se incluye en todos los paquetes de una red inalámbrica, para identificarlos como de esa red. El código consiste de hasta 32 caracteres alfanuméricos. En el modo Ad-Hoc o IBSS usa el modo de autenticación denominado BSSID (Basic Service Set Identifier), el mismo que es un sistema de identificación básica. En el modo Infraestructura o BSS usa el modo de autenticación denominado ESSID (Extended Service Set Identifier), el mismo que es un sistema de identificación extendida.

2.5.4.4 Tipos de exploración.

Previa a la conexión a un punto de acceso inalámbrico o BSS el nodo puede realizar dos tipos de búsqueda.

Escaneo pasivo.

Hace su búsqueda en los canales disponibles mediante el uso de una trama de señalización denominada Beacon.

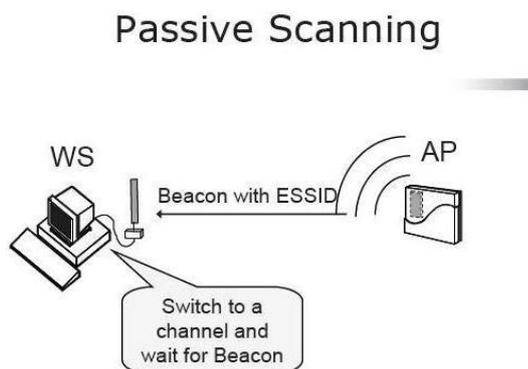


Figura N° 2.26 Escaneo pasivo

Escaneo activo.

Se realiza una búsqueda en todos los canales esperando respuesta, y a petición.

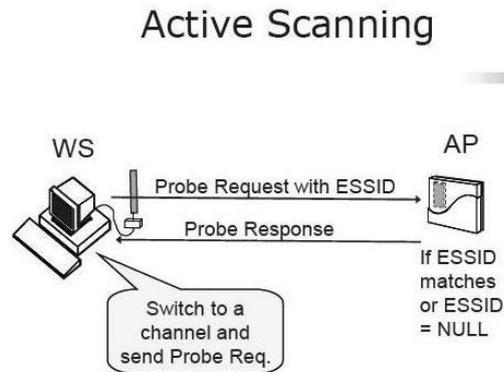


Figura N° 2.27 Escaneo activo

2.5.5 Topologías de red inalámbricas.

La topología de red se define como la cadena de comunicación que los nodos conforman para comunicarse. Una red inalámbrica también posee topologías de red, que son similares a las de estrella y la de malla, correspondientes a “modo infraestructura” y “modo Ad-Hoc”. A continuación se relatan las mismas.

2.5.5.1 Modo Ad-Hoc o IBSS (Independent Basic Service Set).

Este esquema en modo Ad-Hoc conocido también como igual a igual, consiste en un grupo de ordenadores que se comunican cada uno directamente con los otros a través de las señales de radio sin usar un punto de acceso. Los ordenadores de la red inalámbrica que quieren comunicarse entre ellos necesitan usar el mismo canal de radio y configurar un identificador específico de Wi-Fi, denominado SSID (Service Set Identifier), en modo “Ad-Hoc”.

En la Figura N° 2.28 se muestra la configuración de una red Ad-Hoc o IBSS. Aquí se puede observar el funcionamiento de este tipo de red; en la que cada uno de los nodos se comunica con otros nodos que se encuentre en el área de cobertura. Aquí no existe un nodo que se encargue de la administración, todos los nodos tienen el mismo nivel de jerarquía. Si la comunicación de alguno de los nodos falla, el resto de los nodos no se verá afectado. El rendimiento de este tipo de configuración es inferior al de modo infraestructura.

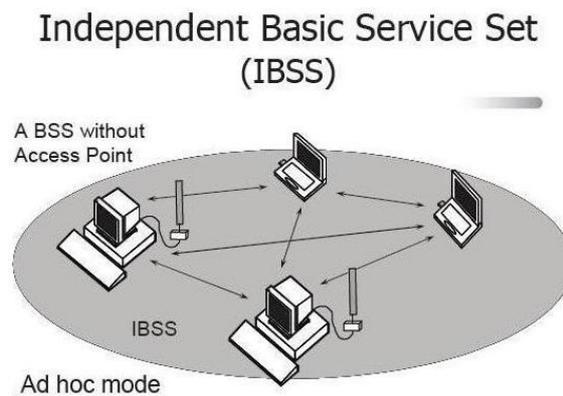


Figura N° 2.28 Modo Ad-Hoc

2.5.5.2 Modo infraestructura. BSS (Basic Service Set).

Es una arquitectura celular en la que el sistema se divide en células o celdas llamadas BSS, la cual se puede definir como el área geográfica en el cual una serie de dispositivos se interconectan entre sí por un medio aéreo. Cada célula está controlada por una estación base llamada AP (*Access Point*). El punto de acceso es el elemento que tiene la capacidad de gestionar todo el tráfico de las estaciones y que puede comunicarse con otras celdas o redes.

En la Figura N° 2.29 se muestra el funcionamiento del modo infraestructura.

Basic Service Set (BSS)

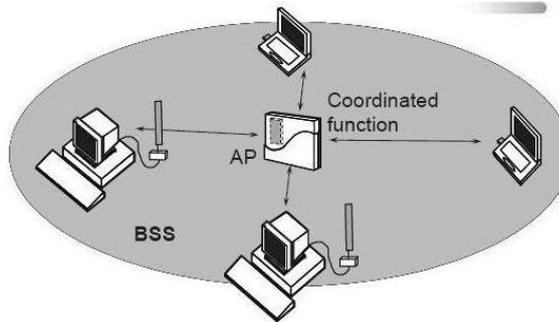


Figura N° 2.29 Modo infraestructura

2.5.5.3 Conjunto de servicios extendidos ESS (Extended Service Set).

Este tipo de configuración permite interconectar uno o más BSS. El SSID debe ser el mismo en todos los APs de la ESS. Varias configuraciones son posibles y las mismas son:

ESS con distribución cableada.

La extensión de la red inalámbrica es posible gracias a un sistema de distribución mediante un cable de red. La misma que interconecta dos o más BSS. En la Figura N° 2.30 observamos la extensión de un ESS mediante cable.

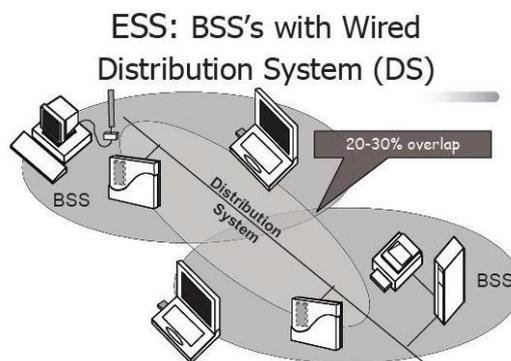


Figura N° 2.30 ESS con distribución cableada

ESS con distribución inalámbrica.

La extensión de la red inalámbrica es posible gracias a un sistema de distribución mediante una conexión inalámbrica. La misma que interconecta dos o más BSS. En la figura N° 2.31, observamos la extensión de un ESS mediante una conexión inalámbrica.

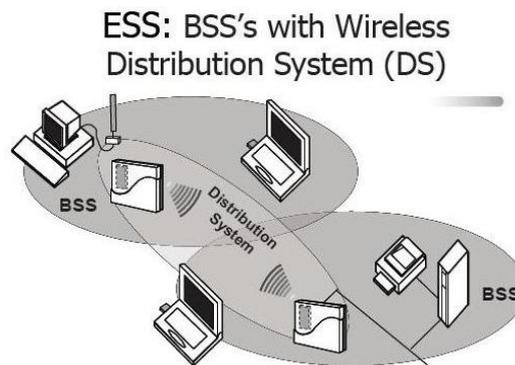


Figura N° 2.31 ESS con distribución inalámbrica

2.5.6 Características técnicas.

A continuación se detalla las características técnicas más destacadas del estándar IEEE 802.11g.

Características generales.

- Opera en 2.4Ghz tal como lo hace como el IEEE 802.11b.
- Utiliza el protocolo de control CSMA/CA, permitiendo que múltiples estaciones usen un mismo medio de transmisión.
- Soporta transferencia de datos de: 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9 o 6 Mbps como el 802.11a.
- El hardware es totalmente compatible con versiones anteriores como IEEE 802.11b a (11, 5.5, 2, 1 Mbps).

2.5.7 Capas.

La norma IEEE 802.11 fue diseñada para sustituir a la capa física (PHY) y la MAC (enlace de datos) de la norma 802.3. Esto quiere decir que en lo único que se diferencia una red Wi-Fi de una red Ethernet, es la forma como los ordenadores y terminales en general acceden a la red. El resto es idéntico. Por lo tanto una red inalámbrica es completamente compatible con todos los servicios de las rede locales de cable Ethernet 802.3.

El estándar IEEE 802.11 o Wi-Fi define los dos niveles inferiores de la arquitectura OSI (capa física y enlace de datos), conocido en IEEE 802.11 como Capa MAC (Media Access control) y Capa PHY (Physical Layer). Por tal razón el detalle de las capas mencionadas fueron descritas en el apartado 2.4.7. La figura N° 2.32 recuerda la arquitectura 802.11.



Figura N° 2.32 Capas de la arquitectura 802.11

2.5.8 Técnicas de modulación y codificación utilizadas.

En el estándar IEEE 802.11g son utilizadas las siguientes técnicas de modulación y codificación.

2.5.8.1 DBPSK.

La modulación por desplazamiento diferencial de fase *DPSK* (*differential phase shift keying*), es una alternativa para la modulación digital, donde la información binaria de la entrada está compuesta de la diferencia entre las fases de dos elementos sucesivos de señalización, y no en la fase absoluta. Con la DPSK no es necesario recuperar la portadora de fase coherente. En su reemplazo, un electo de señalización recibido se demora por un intervalo de frecuencia del elemento de señalización, y a continuación se compara con el siguiente elemento de señalización recibida. La diferencia entre la fase de los electos de señalización determina la condición lógica de datos. La figura N° 2.33 muestra la por fase. Observe los valores binarios 0 y 1 que corresponde a diferentes fases.



Figura N° 2.33 Codificación por fase en DBPSK

En la Figura N° 2.34, se muestra un diagrama de constelación en la que se muestra que aplicando la codificación DBPSK, es posible obtener los dos estados binarios, con una diferencia por fase cada 180°.

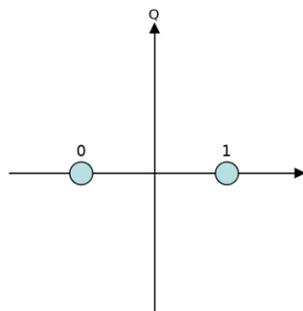


Figura N° 2.34 Diagrama constelación DBPSK

2.5.8.2 DQPSK.

Es una forma de modulación angular que consiste en hacer variar la fase de la portadora entre un número de valores discretos. La diferencia con la modulación de fase convencional (PM) es que mientras en ésta la variación de fase es continua, en función de la señal moduladora, en la PSK la señal moduladora es una señal digital y, por tanto, con un número de estados limitado. QPSK con 4 fases (equivalente a QAM), 8-PSK con 8 fases y así sucesivamente. A mayor número de posibles fases, mayor es la cantidad de información que se puede transmitir utilizando el mismo ancho de banda, pero mayor es también su sensibilidad frente a ruidos e interferencias.

En la Figura N° 2.35, se muestra un diagrama de constelación en la que se muestra que aplicando la codificación DQPSK, es posible obtener lo 4 combinaciones binarias posible, con una diferencia de fase cada 90° .

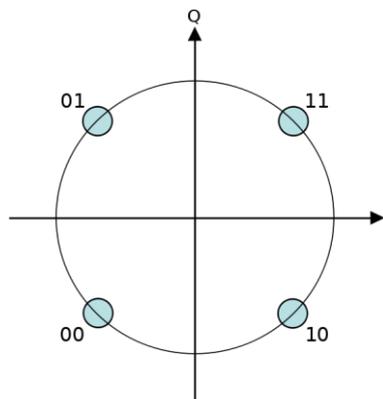


Figura N° 2.35 Diagrama constelación DQPSK

2.5.8.3 16-QUAM.

Cada flujo de datos se divide en grupos de cuatro bits, y a su vez en subgrupos de 2 bits, codificando cada bit en 4 estados o niveles de amplitud y fase de las portadoras.

En la Figura N° 2.36, se muestra un diagrama de constelación en la que se muestra que aplicando la codificación 16-QUAM, es posible obtener lo 16 combinaciones binarias posible, con una diferencia de fase cada 45°.

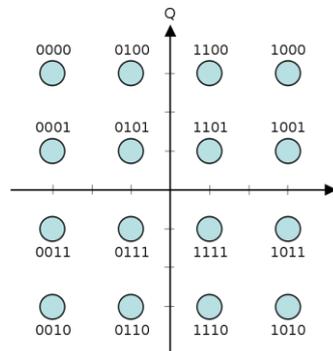


Figura N° 2.36 Diagrama de constelación 16-QUAM

2.5.8.4 64-QUAM.

Cada bit se codifica en 2^n estados o niveles de amplitud y fase de las portadoras, en el caso específico 2. Nótese que es posible representar 2^n estados pero con la consideración que a mas estado codificados mayor es la velocidad alcanzada pero a detrimento de la calidad ya que las mismas son más susceptibles a interferencias.

2.5.8.5 OFDM.

La Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales, en inglés *Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)*, también llamada modulación por multi-tono discreto, en inglés

Discrete Multitone Modulation (DMT), es una modulación que consiste en enviar un conjunto de ondas portadoras de diferentes frecuencias, donde cada una transporta información, la cual es modulada en QAM o en PSK.

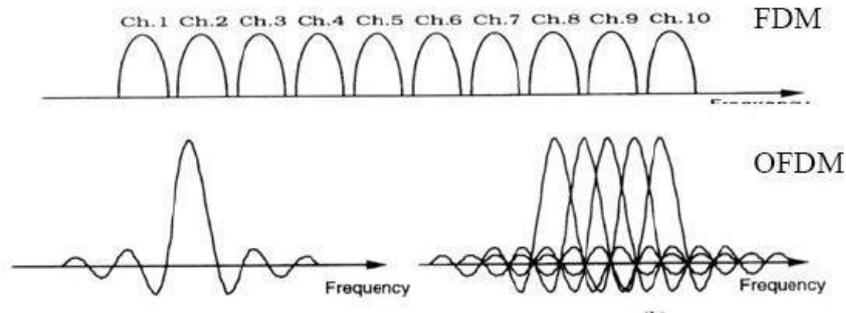


Figura N° 2.37 Conversión OFDM

Características de OFDM.

- Aprovecha la distribución de la señal de cada portadora.
- Las portadoras se sitúan en los mínimos espectrales de las portadoras adyacentes (ortogonalidad): se cancelan, se exige precisión.
- Permite el solapamiento entre las portadoras, logrando una mejor eficiencia espectral (muchas portadoras para el ancho de banda es decir más Bits/Hz) que la multiplicación FDM.
- Cada canal de 20Mhz: con 52 sub-portadoras OFDM, con 4 sub-portadoras reservadas, usándose 48 sub-portadoras para datos. Cada una con un ancho de banda de 312,5Khz.
- Velocidades modulaciones.
 - 6 a 9 Mbps con BPSK.
 - 12 a 18 Mbps con QPSK.
 - 24 a 54 Mbps con 16 y 64 QUAM.
- Duración de símbolo $4\mu\text{s} + 0,8\mu\text{s}$ de guarda.

Tabla II.5 OFDM y su tasa de redundancia

Data rate (Mbps)	Modulación	Tasa de codificación (r)	Bits codificados por sub-portadora (N_{BPSK})	Bits codificados por simbolo OFDM (N_{CBPS})	Bits de datos por simbolo OFDM (N_{DBPS})
6	BPSK	$\frac{1}{2}$	1	48	24
9	BPSK	$\frac{3}{4}$	1	48	36
12	QPSK	$\frac{1}{2}$	2	96	48
18	QPSK	$\frac{3}{4}$	2	96	72
24	16-QUAM	$\frac{1}{2}$	4	192	96
36	16-QUAM	$\frac{3}{4}$	4	192	144
48	64-QUAM	$\frac{3}{4}$	6	288	192
54	64-QUAM	$\frac{3}{4}$	6	288	216

2.5.9 Solapamiento de señales.

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

2.5.9.1 FH o FHSS (espectro expandido con salto de frecuencias).

Es una técnica de modulación en espectro ensanchado en el que la señal se emite sobre una serie de radiofrecuencias aparentemente aleatorias, saltando de frecuencia en frecuencia sincrónicamente con el transmisor.

Los receptores no autorizados escucharán una señal inentendible. Si se intentara interceptar la señal, sólo se conseguiría para unos pocos bits. Una transmisión en espectro ensanchado ofrece 3 ventajas principales:

1. Las señales en espectro ensanchado son altamente resistentes al ruido y a la interferencia.
2. Las señales en espectro ensanchado son difíciles de interceptar. Una transmisión de este tipo suena como un ruido de corta duración, o como un incremento en el ruido en cualquier receptor, excepto para el que esté usando la secuencia que fue usada por el transmisor.
3. Transmisiones en espectro ensanchado pueden compartir una banda de frecuencia con muchos tipos de transmisiones convencionales con mínima interferencia.

Su principal desventaja es su bajo ancho de banda. En este estándar, las frecuencias cambian alrededor de 1600 veces por segundo. Este tipo de estándar posee, un gran número de patrones de salto para que las redes utilicen este espectro y se encuentran en un lugar cercano una de otras, no tengan posibilidad de usar la misma frecuencia en forma simultánea. Las siguientes características pueden encontrarse en FSHH.

- Trabaja en la banda ICM, 2.4Ghz.
- Realiza un mínimo 2,5 saltos/s. (USA).
- Utiliza la modulación GFSK.

2.5.9.2 DS O DSSS (espectro extendido de frecuencia directa).

Este espectro divide una franja del ancho de banda en canales separados y no transmite durante un largo tiempo en una misma frecuencia del canal. Debido a que utiliza canales distintos en una misma zona, hay redes que pueden llegar a solaparse sin que las señales de unas y otras se interfieran.

- Usa la banda ICM, 2.4Ghz.
- Usa la modulación DBPSK para 1Mbits/s.
- Usa la modulación DQPSK para 2Mbits/s.

- Preámbulo y cabecera transmitidos siempre a 1Mbps, resto a 1 o 2 Mbps.
- Secuencia de chisps: +1, -1, +1, +1, -1, +1, +1, -1, -1 (código de Barker).
- Potencia máxima 1W (USA), 100mW (UE), min 1mW.

Estas dos formas de transmisión de espectro extendido resisten las interferencias, ya que no hay una sola frecuencia en uso constante. El salto de frecuencia puede ser también resistente a la posibilidad de que nos espíen, ya que los patrones de salto pueden evitar casi todos los analizadores de espectro.

2.5.10 Susceptibilidad a atenuaciones e interferencias.

Debido a la naturaleza de la tecnología de radio, las señales de radio frecuencia se desvaneces o bloquean a causa de interferencia de diversos tipos de materiales o condiciones medio ambientales. En la Tabla II.6 se pormenoriza el grado de atenuación que una señal inalámbrica puede sufrir dependiendo de los materiales que debe atravesar.

Tabla II.6 Nivel de atenuación respecto a materiales

Material	Ejemplo	Grado de Interferencia
Madera	Tabiques	Baja
Vidrio	Ventanas	Baja
Amianto	Techos	Baja
Yeso	Paredes interiores	Baja
Ladrillo	Paredes interiores y exteriores	Media
Hojas	Árboles y plantas	Media
Agua	Lluvia/niebla	Alta
Cerámica	Tejas	Alta
Papel	Rollos de papel	Alta
Vidrio con alto contenido en plomo	Ventanas	Alta
Metal	Vigas, armarios	Muy alta

Debido a que las redes inalámbricas operan en un espectro de frecuencias utilizado por otras tecnologías, pueden existir interferencias que pueden afectar negativamente al rendimiento. En la Tabla II.7 visualizamos el grado de interferencia respecto a otras tecnologías.

Tabla II.7 Interferencia respecto a otras tecnologías

Tecnología	Grado de interferencia
Bluetooth	Bajo
Hornos microondas	Muy Alto
Teléfonos inalámbricos	Muy Alto
Redes WAN	Alto

2.6 Estándar 802.11n.

2.6.1 Introducción.

El presente estándar es el de más reciente aprobación por parte de la IEEE, con el objetivo principal de proveer mejores prestaciones al estándar IEEE 802.11g e igualar las prestaciones del IEEE 802.3.

En el presente apartado desarrolla el mencionado estándar partiendo desde su historia, velocidades de operación, consideraciones de funcionamiento, características técnicas y finalmente por sus capas.

2.6.2 Historia.

IEEE 802.11n es una propuesta de modificación al estándar IEEE 802.11 en el 2007 para mejorar significativamente el desempeño de la red más allá de los estándares anteriores, tales como IEEE 802.11b y IEEE 802.11g, con un incremento significativo en la velocidad máxima de transmisión de 54Mbps a un máximo de 600 Mbps Actualmente la capa física soporta una velocidad de 300Mbps, con el uso de dos flujos espaciales en un canal de 40MHz. Dependiendo del entorno, esto puede transformarse a un desempeño visto por el usuario de 100Mbps.

Se esperaba que la nueva generación del IEEE 802.11n basada en la tecnología Wi-Fi tenga un significativa alza en el mercado en el 2008. La corrección del borrador 2.0 del estándar IEEE 802.11n es considerado ampliamente estable, con solo pequeños cambios desde el borrador 1.0. Pruebas realizadas por vendedores y laboratorios independientes mostraron que los productos del borrador IEEE 802.11n alcanzaron hasta dos veces más distancia y hasta más de cinco veces más rápido que el legado de las tecnologías IEEE 802.11a/b/g. La tecnología actualmente disponible del borrador 2.0 IEEE 802.11n pudiendo cómodamente cubrir un típico

hogar con el suficiente ancho de banda para soportar video, entretenimiento, datos y aplicaciones de voz.

En ambientes empresariales, se espera que el 802.11n soporte aplicaciones críticas con calidad de servicio QoS y capacidades de seguridad similar al Ethernet.

El siguiente paso lógico para la industria es la interoperabilidad. La certificación Wi-Fi 802.11n borrador 2.0 es el programa de certificación industrial; para productos basados en el IEEE.

Productos certificados de diferentes constructores han aprobado diferentes pruebas para verificar su interoperabilidad con otros productos, incluyéndose compatibilidad anterior del legado de productos certificados Wi-Fi. La certificación 802.11n borrador 2.0 de productos también poseen las certificaciones de calidad de servicio QoS, WPA, WPA2 y WMM, proporcionando alto desempeño en aplicaciones críticas en la industria y aplicaciones multimedia en el hogar habidas de un buen ancho de banda.

El estándar 802.11n fue ratificado por la organización IEEE el 11 de septiembre de 2009, con un total de 11 correcciones de importancia luego de 6 largos años de trabajo. A pesar de esto muchas empresas apostaron por la aprobación del estándar y proporcionaron equipos de estándar IEEE 802.11n desde hace 2 años atrás con el condicionamiento de trabajo como de pre-N. Empresas como LinkSys de Cisco aseguraron la compatibilidad final de los equipos con el estándar final gracias a una actualización de Firmware.

2.6.3 Ratificación definitiva del estándar IEEE 802.11n

El 11 de septiembre del 2009, el grupo de trabajo IEEE 802.11n ratifico el largamente esperado borrador del estándar 802.11n sin ningún cambio. El esfuerzo en el cual se vieron involucrados más de 400 organizaciones, tomo siete años para ser completada. Proporciona una robusta comunicación e incrementa la transmisión de datos hasta los 600Mbps.

La ratificación por parte de la IEEE de este estándar viene después de siete años de consideraciones. Muchos vendedores han entregado productos basados en el borrador 2.0 versión corregida del 802.11n. Por motivo que la IEEE tomo mucho tiempo en ratificar el estándar. La certificación del borrador de la alianza Wi-Fi, de productos estandarizados y la prueba de la interoperabilidad se han convertido en el más importante estándar para redes inalámbricas de área local o infraestructura WLAN.

2.6.4 Velocidades de operación.

Las velocidades de operación de entre las diferentes tecnologías inalámbricas las podemos tabular en la Tabla II.8. De acuerdo a: frecuencia de operación, tasa de transferencia, alcance y tipo de red.

Tabla II.8 Velocidades de operación de tecnologías inalámbricas

Estándar	Frecuencia	Tasa de transferencia	Alcance	Tipo
802.11a	5Ghz	54 Mbps	120 m	Lan
802.11b	2,4Ghz	11 Mbps	140 m	Lan
802.11g	2,4Ghz	54 Mbps	140 m	Lan
802.11n	2,4/5Ghz	600 Mbps	250 m	Lan
802.15.1	2,4 Ghz	3 Mbps	100 m	Pan
802.15.4	868/915 Mhz 2,4 Ghz	40 Kbps 250 Kps	75 m	Pan
802.15.6	1 Thz	> 1 Gbps	10m	Ban

Productos actuales pueden transmitir hasta los 300Mbps usando dos flujos espaciales en el canal de 40Mhz. El uso de flujos múltiples y del canal de 40Mhz es opcional. Tal como se muestra en la Tabla II.9.

Tabla II.9 Velocidades en diferentes configuraciones IEEE 802.11n

	Canal de 20Mhz		Canal de 40Mhz	
	1 Flujo	2 Flujos	1 Flujo	2 Flujos
	Tasa de transferencia en Mbps			
802.11b 2,4Ghz	1, 2, 5.5, 11			
802.11a 5Ghz	6, 9, 12, 18, 24,36, 48, 54			
802.11g 2,4Ghz	1, 2, 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54			
802.11n GI=800ns 2,4Ghz	6.5, 13, 19.5, 26, 36, 52, 58.5, 65	13, 26, 39, 52, 78, 104, 117, 130.		
802.11n GI=800ns 5Ghz	6.5, 13, 19.5, 26, 39, 52, 58.5, 65	13, 26, 39, 52, 78, 104, 117, 130	13.5, 27, 40.5, 54, 81, 108, 121.5, 135	27, 54, 81, 108, 162, 216, 243, 270
802.11 GI=400ns 2,4/5Ghz	7.2, 14.4, 21.7, 28.9, 43.3, 57.8, 65, 72.2	14.4, 28.9, 43.3, 57.8, 86.7, 115.6, 130, 144.4	15,30, 45, 60, 90, 120, 135, 150	30, 60, 90, 120, 180, 240, 270, 300

El texto en color indica las capacidades opcionales. Mientras las redes tradicionales operan en el canal de los 20Mhz, el 802.11n define el uso de canales de 20 y 40Mhz con hasta cuatro flujos por canal. El programa de certificación Wi-Fi 802.11n borrador 2.0 dentro de poco limitará el uso de canales de 40Mhz para la banda de 5Ghz. Con cuatro flujos espaciales en el canal de 40Mhz la transmisión máxima será de 600Mbps.

2.6.5 Consideraciones de funcionamiento.

El desarrollo del estándar 802.11n está basado en MIMO (multiple-input multiple output) tecnología inalámbrica. MIMO es una significativa innovación tecnológica que ha sido adaptada para el uso por algunos estándares no pertenecientes al 802.11n, incluyéndose redes celulares 4G.

MIMO emplea la técnica denominada multiplexación para transportar dos o más flujos de datos simultáneamente en el mismo canal de frecuencia. La multiplexación espacial es el núcleo del 802.11n y tiene el potencial de duplicar el rendimiento de un canal inalámbrico cuando dos flujos son transmitidos. Generar varios flujos espaciales requiere varios transmisores y varios receptores. Caminos diferentes para cada flujo de datos a través del medio. Múltiples caminos pueden ser logrados usando polarización de antena o multi-camino en el canal.

El multi-camino es un fenómeno común en los canales inalámbricos, donde la señal se refleja en paredes y objetos, como son los muebles y las paredes. Las reflexiones combinadas, distorsionan las señales en el receptor. Mientras que el legado 802.11a/b/g trabajan en contra de los efectos del multi-camino. Un transmisor múltiple con MIMO usa los multi-caminos como ventaja. Los receptores en sistemas MIMO pueden procesar constantemente cada componente multi-camino, de ese modo se elimina la mezcla de componentes fuera de fase, la cual algunas veces resulta con la distorsión de la señal.

Las capacidades de multiplexación espacial es obligatorio o mandatorio para productos bajo certificación Wi-Fi 802.11n borrador 2.0, excepto para dispositivos HandHeld. La certificación requiere que por lo menos dos flujos espaciales deben ser soportados. Bajo más condiciones dos flujos espaciales de multiplexación pueden lograr el doble de transmisión de datos que un flujo simple.

Un sistema bajo MIMO posee (N) transmisores y (M) receptores, como se presento en la Figura N° 2.38.

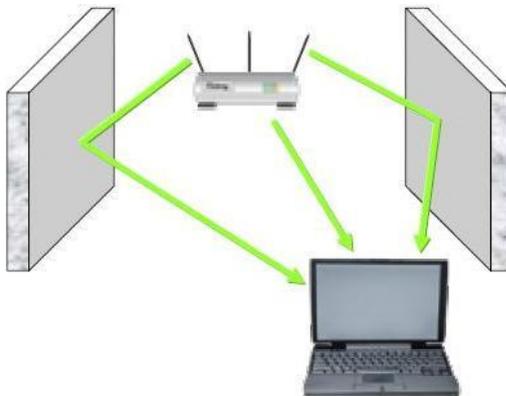


Figura N° 2.38 Multi-trayectoria en sistemas MIMO

Las señales desde cada uno de los N transmisores alcanzan cada uno de los M receptores en diferentes caminos en el canal. MIMO trabaja mejor si estos caminos son espacialmente distintos, resultando una señal recibida correlacionada. El multi-camino correlaciona los canales y así mejora la operación de la multiplicación espacial.

En un sistema MIMO que posee N transmisores y M receptores, las señales que se originan desde los transmisores alcanzan sus objetivos en los receptores, vía un solo camino; permitido por la multiplexación. Técnica que envía múltiples flujos en el mismo canal y de ese modo multiplica el rendimiento de un simple flujo.

GI= Intervalo de guarda, es un periodo dentro de un símbolo OFDM, para permitirle a la señal resolver la transmisión del siguiente símbolo. El legado de anteriores dispositivos 802.11a/b/g usa un GI de 800ns. El GI de 400ns es opcional para el IEEE 802.11n.

El estándar 802.11n también ha introducido mejoras en la MAC (media access control) en la forma de agregación de la trama del protocolo y el bloque de acuse de recibido. El legado de sistemas 802.11 a/b/g en acuse de recibido (trama ACK) es enviada desde la estación que

recibe hacia la estación que transmite para confirmar la recepción de cada trama. Si el transmisor no recibe un ACK, este retransmite la trama hasta que un ACK es recibido. El mecanismo del ACK es usado también en algoritmos de tasa de adaptación, entonces si muchas retransmisiones son requeridas, la estación transmisora reduce a una menor velocidad de datos. El mecanismo ACK añade robustez al 802.11 asegurando que todas las tramas enviadas eventualmente alcancen su destino, pero esta robustez se produce en detrimento de la eficiencia del protocolo; desde que cada trama es transmitida, dado que una trama adicional ACK es también enviada.

El mecanismo de bloque ACK, para el envío en un bloque simple de ACK de alguna tramas recibidas, mejora significativamente la eficiencia y rendimiento del protocolo. Mientras el bloque del protocolo ACK ha sido definido por sistemas heredados, este no ha sido extensamente desplegado. Se espera que el mecanismo de bloque ACK llegue a ser ampliamente usado en redes 802.11n. El borrador del 802.11n ha reducido el tamaño del bloque de la trama ACK del legado de 128 bytes a 8 bytes, el cual representa una significativa mejora en la eficiencia del enlace aéreo, considerándose la frecuencia de las tramas ACK.

Otro aspecto donde el 802.11n se ha mejorado es en la eficiencia de la capa MAC es a través de la reducción del overhead (procesamiento) del protocolo debido a las cabeceras de las tramas y de los espacios entre las tramas (inter-frame-gaps). Las tramas pequeñas, la baja eficiencia en el transporte, así como el overhead de las cabeceras y los espacios entre las tramas.

El tráfico de voz está compuesto de tramas cortas (132-250 bytes, dependiendo del códec), es de por si ineficiente el transporte debido a la sobrecarga de las cabecera y de los espacios entre las tramas. El tráfico de video también puede ser beneficiado de ser transportado usando el máximo tamaño tramas de agregación desde que el tráfico de video envía muchas tramas al mismo destino.

El 802.11 también maximiza la eficiencia de transporte de la capa MAC por medio del protocolo de agregación de la trama. El mecanismo A-MSDU (Aggregated MAC Service Data Unit) incrementa el tamaño máximo de las tramas MAC del 802.11 del legado de 2304 bytes a 8K bytes. El mecanismo A-MPDU (Aggregated MAC Protocol Data Unit) incrementa el tamaño máximo de las tramas 802.11 transportadas en una conexión aérea del legado de 2304 bytes a 64k bytes.

La certificación Wi-Fi de productos bajo el borrador 2.0 han requerido aprobar la certificación Wi-Fi WMM (Wi-Fi Multimedia) QoS. Dando prioridad a la latencia sensitiva a los flujos como lo es voz y video así evitando la degradación del desempeño. El desarrollo del estándar IEEE 802.11n incorpora muchas capacidades hacia el futuro que servirán en diferentes tipos de dispositivos, incluyendo teléfonos, PDAs, consolas de video juegos, impresoras y otras plataformas especializadas las que cada vez mas adoptan las tecnología Wi-Fi.

La Tabla II.10, resume los factores que contribuyen a mejorar el rendimiento de la tecnología IEEE 802.11n.

Tabla II.10 Factores que contribuyen en el rendimiento de IEEE 802.11n.

Técnica de mejora de rendimiento	Descripción	Potencial mejora de rendimiento del legado 802.11 a/b/g
Multiplexación espacial	Con dos flujos de datos o espaciales es posible doblar el rendimiento que un simple flujo.	100%
Ancho de canal de 40Mhz	Duplicando el ancho de canal desde el legado de 20Mhz el rendimiento es duplicado.	100%
OFDM más eficiente	Con 52 sub-portadoras a diferencia del legado de 48 sub-portadoras y con 65Mbps de velocidad a diferencia de los 54Mbps de IEEE 802.11b/g.	20%
Reducción del GI	Un menor GI de 400ns permitido en el 802.11n reduce el tiempo por símbolo de 4µs a 3,6µs así incrementando la velocidad del símbolo.	10%
Agregación de trama y bloque ACK	A-MPDU incrementa el tamaño máximo del legado de 2.3KBps a 64KBps. A-MSDU incrementa el tamaño máximo de la trama transportada entre la capa MAC y la LLC de 2.3KBps a 8KBps. La trama de agregación y el bloque ACK proporcionan una mejora en la eficiencia en tráfico de voz.	Hasta un 100% dependiendo del tráfico

Mientras que la nueva MIMO PHY incrementa el rendimiento de maneras bien definidas, las características de la nueva capa MAC mejora la eficiencia del protocolo en las capas superiores.

2.6.6 Motivaciones para el desarrollo del nuevo estándar 802.11n.

Entre las motivaciones para el desarrollo del nuevo estándar se encuentra.

La velocidad de transmisión experimentada por los usuarios de redes inalámbricas se ve significativamente afectada por las muchas fuentes de sobrecarga dentro de protocolos 802.11. La sobrecarga se debe principalmente a los preámbulos necesarios para cada paquete, como por ejemplo, los acuse de recibido, ventanas de contención, y varios parámetros de espacio entre tramas. Los problemas de sobrecarga se hicieron más agudos con el incremento de la velocidad de transmisión.

La posibilidad de crear paridad en cuanto a capacidad de transmisión de datos entre los sistemas inalámbricos y los no inalámbricos de tal forma que las empresas puedan extender el uso de redes inalámbricas a aquellas áreas en las cuales no se pueda utilizar debido a que la tasa de transmisión de datos de los productos inalámbricos existentes es insuficiente.

En los distintos estándares del 802.11 que fueron desarrollados, la porción de datos acarreados dentro de los paquetes se encogió, mientras que la sobrecarga permaneció fija. Por ejemplo, el estándar 802.11b, con un pico de velocidad de transmisión de datos de 11Mbps, normalmente alcanza un pico neto de entre 5 o 6 Mbps, mientras que los estándares 802.11a y 802.11g, con un pico de transmisión de datos PHY (a nivel de capa física) de 54Mbps, alcanza un pico neto de alrededor de 20 a 24 Mbps. Es por eso que se demanda una mejora en la capacidad de procesamiento de datos de cuatro a cinco veces sobre el máximo alcanzado con 802.11a/g.

2.6.7 Estándares WLAN que compiten con el 802.11n.

Existen dos estándares que compiten directamente con IEEE 802.11n.

- HomeRF.
- Bluetooth.

Estandar HomeRF.

El estándar HomeRF tiene sus raíces en el teléfono inalámbrico digital mejorado (Digital Enhanced Cordless Telephone, DECT). Esto explica la razón por la que el estándar HomeRF es el único hoy en día que puede transportar el tráfico de voz con la calidad de las llamadas telefónicas normales, y de hecho está tomando un camino opuesto al de los estándares 802.11 y Bluetooth, lo que significa ir de voz a datos.

Esto se consigue mediante un enfoque parecido al de 802.11, el cual consiste en hacer que las capas MAC y física de la pila OSI cumplan con este estándar. El estándar HomeRF utiliza una combinación de CSMA/CD para los datos en paquetes y TDMA para el tráfico de voz y video con el fin de optimizar el flujo de tráfico sobre una base de prioridad.

La capa física utiliza la manipulación por frecuencia (Frequency Shift Keying, FSK) para proporcionar velocidades en bits variables de entre 800Kbps y 1,6Mbps en una banda de 2,4Gh. Es muy interesante observar que el estándar HomeRF incluye un conjunto impresionante de capacidades de voz, por ejemplo, el identificador de llamadas, llamadas en espera, regreso de llamadas e intercomunicación dentro del hogar.

Estándar Bluetooth (IEEE 802.11.15).

Bluetooth tiene como propósito ser un estándar con un rango de aproximadamente de 1 a 3 metros. Su intención es conectar computadoras portátiles con teléfonos celulares, PDA con computadoras portátiles y teléfonos celulares, además de otros dispositivos similares, Esta es relativamente limitado en la velocidad con aproximadamente 1.5Mbps.

El estándar tiene dos puntos fuertes.

- **Tamaño.** El factor de forma (tamaño) que ofrece Bluetooth le permite conectarse en relojes de mano, PDA y otros dispositivos electrónicos pequeños en los que el tamaño es un criterio de diseño importante.
- **Ahorro de energía.** Bluetooth usa 30µA, lo que es una cantidad muy pequeña de energía.

2.6.8 Lo que promete el 802.11n.

Analistas de la firma de investigación ABI prevé que los envíos de chipsets 802.11n aumentará de 93 millones de unidades en 2007 a alrededor de 1,1 millones de unidades en 2012, dominando global Wi-Fi de los envíos de 1,2 millones de unidades. Esta considerable tasa de crecimiento refleja el hecho que se promueve la expansión de 802.11n Wi-Fi en nuevos segmentos de mercado y las aplicaciones en el hogar y en la empresa.

Ambiente en el hogar.

Con la mayor cobertura y rendimiento, 802.11n permite video de alta definición (HD) y aplicaciones multimedia de audio y video en el hogar (AV). Mayor rendimiento y capacidades WMM, facilitan de una manera más fiable la transmisión de voz y sesiones multimedia.

La certificación WMM ayuda a garantizar la alta calidad de las llamadas Wi-Fi, mientras que el aumento del rendimiento y la cobertura de 802.11n proporcionan el suficiente ancho de banda para el transporte múltiple de canales de video.

El gran ancho de banda y la calidad de servicio (QoS) que provee el 802.11n borrador 2.0, ayuda a garantizar a los sistemas la conexión a internet de forma confiable, dado el aumento de dispositivos Wi-Fi en el hogar sin la degradación del servicio. Mayores tasas de transferencia del 802.11n también incrementan la capacidad de rendimiento en la superposición de redes Wi-Fi.

El aumento en el rango del 802.11n proporciona una cobertura de toda la casa, llegando más lejos que en tecnología anterior, la reducción de los puntos muertos o zonas de baja velocidad. Incluso en dispositivos móviles de una sola antena, como teléfonos Wi-Fi gozaran de los beneficios de mayor alcance y rendimiento de la conexión wi-Fi 802.11n en virtud de su la diversa forma de transmisión como son: Space Time Block Coding (STBC), Cycling Shift Diversity (CSD) y BEAMFORMING.

La mayoría de las transacciones de red, en los cuales se incluye los servicios de voz y datos se benefician considerablemente de la tecnología de agregación de trama del 802.11n.

Los archivos de impresión desde las PCs hacia las impresoras, transferencia de archivos entre PCs, unidades de red y compartición de archivos entre PCs, portátiles y otros dispositivos en la red; se tornan más eficientes gracias a la estructura de agregación del 802.11n.

Ambiente empresarial.

La tecnología 802.11n en el ámbito empresarial está en la capacidad proporcionar a los administradores IT servicios fiables similares a los que ellos esperarían de redes Ethernet.

Aplicaciones empresariales de misión crítica tales como (Customer Relationship Management CRM) y (Enterprise Resource Planning ERP), acceso, herramientas colaborativa, video

conferencias, todos se beneficiaran del incremento en el rendimiento y en el alcance en el 802.11n.

Las nuevas mejoras del 802.11n en las capas MAC y PHY, combinados con las capacidades QoS y WMM, sirven para mejorar la calidad de voz sobre IP (VoIP), incrementando así el número de llamadas simultáneas en conexiones inalámbricas. Las mejoras de la capa física (PHY) del 802.11n como lo es la (Space Time Block Coding STBC), mejoran la recepción incluso para teléfonos Wi-Fi en virtud de la capacidad de transmitir múltiples copias de una secuencia de datos a través de múltiples antenas. Varias versiones de la señal que llega al teléfono se reciben y procesan con técnicas especializadas de decodificación para proporcionar redundancia de señalización y optimizar la recepción.

Un importante beneficio para la empresa es una menor densidad de puntos de acceso, esto gracias a la mayor eficiencia en la MAC, las mejoras en la operación PHY y largo alcance.

Debido a la rápida transmisión de la capa física, las estaciones son capaces de entrar y salir más rápidamente de funcionamiento, mejorando así la eficiencia de la conexión inalámbrica.

Los mecanismos de la capa MAC como el bloque ACK y la trama de agregación mejoran también la eficiencia de la conexión inalámbrica, mediante la reducción de la sobrecarga de la cabecera del paquete, las lagunas entre tramas las transmisiones ACK.

Estaciones antiguas en redes 802.11n pueden beneficiarse de una mejor cobertura de los puntos de acceso bajo el 802.11n de las CDS y las técnicas MRC y también pueden obtener un mayor acceso a la conexión inalámbrica, como los nuevos dispositivos 802.11 pudiendo entrar y salir de línea rápidamente.

Campus y redes municipales.

En campus y redes municipales generalmente funcionan en entornos difíciles donde el alcance es el mayor problema. 802.11n está bien equipada para proveer un mejor rango de operación; inclusive para dispositivos de bolsillo con solo una antena simple en redes a espacio abierto. Incrementado el rango de dispositivos de mano es logrado a través diversos mecanismos de transmisión y recepción en un AP.

Mejoras en el rendimiento de la voz.

Dispositivos portátiles que operan en una empresa, campus o en las redes municipales disfrutan de las mejoras en el rendimiento de VoIP y la eficiencia a través de los protocolos como el bloque ACK y la trama de agregación. Parte del requerimiento de la certificación WMM aseguran que los flujos de voz tienen prioridad sobre otras clases de tráfico y por lo tanto aumenta aún más la calidad en los servicios de voz.

2.6.9 Características técnicas.

2.6.9.1 MIMO.

MIMO es el acrónimo de Multiple-input Multiple-output en Inglés y su significado en español es: Múltiple entrada múltiple salida. Se refiere específicamente a la forma como son manejadas las ondas de transmisión y recepción en antenas para dispositivos inalámbricos como enrutadores (AP). En el formato de transmisión inalámbrica tradicional la señal se ve afectada por reflexiones, lo que ocasiona degradación o corrupción de la misma y por lo tanto pérdida de datos.

MIMO aprovecha fenómenos físicos como la propagación multi-camino para incrementar la tasa de transmisión y reducir la tasa de error. MIMO aumenta la eficiencia espectral de un sistema de comunicación inalámbrica por medio de la utilización del dominio espacial.

Durante los últimos años la tecnología MIMO ha sido aclamada en las comunicaciones inalámbricas ya que aumenta significativamente la tasa de transferencia de información utilizando diferentes canales en la transmisión de datos o la multiplexación espacial por tener las antenas físicamente separadas.

MIMO es la tecnología que, mediante el empleo de varias antenas, ofrece la posibilidad de resolver información coherentemente desde varias rutas de señales mediante antenas receptoras separadas espacialmente. Las señales multi-ruta son las señales reflejadas que llegan al receptor en cualquier momento después de la señal original o de la línea de vista que ha sido recibida. Generalmente la multi-ruta es considerada como una interferencia que reduce la habilidad del receptor para recuperar la información inteligente.

MIMO proporciona la oportunidad de resolver espacialmente las señales multi-rutas, al proporcionar ganancias de diversidad que contribuyen a la habilidad de un receptor para recuperar la información inteligente. Otra oportunidad valiosa que puede proporcionar la tecnología MIMO es el Multiplexado por División Espacial (Spatial Division Multiplexing, SDM). El cual crea una división espacial multiplexada en varios flujos de datos independiente, transferidos simultáneamente dentro de un canal espectral del ancho de banda. El MIMO SDM puede incrementar notablemente el rendimiento de los datos así como la cantidad de flujos espaciales resueltos.

La Figura N° 2.39 ilustra los resultados de un simulacro realizado por el grupo TGn y refleja el resultado over-the-air (OTA) en diferentes valores Señal-Ruido (SNR). Se asume una eficiencia del 70% para ilustrar el requisito Top-of-MAC de 100Mbps en TGn (140Mbps).

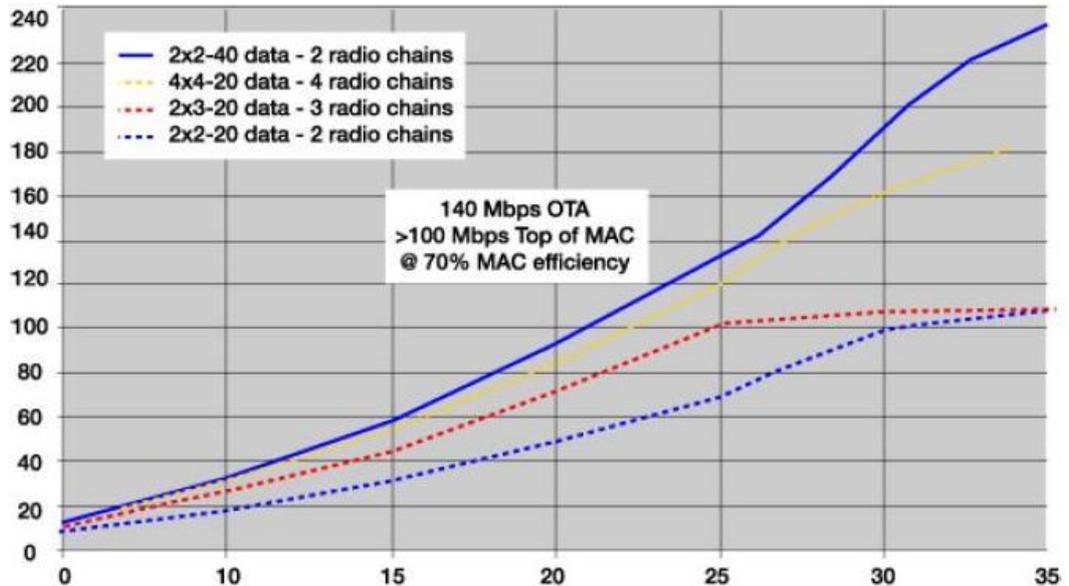


Figura N° 2.39 Simulación del grupo TGn SNR

Estos resultados comparan el rendimiento de las implementaciones de 20MHz y a 40 MHz

Ilustraremos cada configuración de sistema a utilizar la convención siguiente:

Un transmisor de dos antenas que se comunica con un receptor de dos antenas por un canal de 40MHZ es representado por un 2x2-40MHz, donde 2 flujos de datos son transferidos. También se encuentran representados estos resultados.

- 4x4-20MHz transfiriendo 4 flujos de datos.
- 2x3-20MHz transfiriendo 3 flujos de datos.
- 2x2-20MHz transfiriendo 2 flujos de datos.

La ventaja principal que ofrece una implementación de 2x3-20Mhz sobre la implementación 2x2-20Mhz es la relación señal-ruido (SNR) mejorada. Esto se nota con el rango mejorado para una capacidad de rendimiento dado. Esto muestra que una implementación de dos flujos MIMOS no logra satisfacer los requisitos del Top-of-MAC de 100Mbps.

Para lograr la meta de 100Mbps usando solamente canales de 20Mhz requerirá que las implementaciones MIMO admitan al menos tres flujos de datos. Es fácil apreciar la ventaja de una implementación 2x2-40Mhz en estos resultados. Fíjese que aun duplicando la cantidad de cadenas RF usando una implementación de 20Mhz para transmitir cuatro flujos de datos no se logra el rendimiento posible con solamente dos cadenas de RF usando un solo canal de 40 MHZ transmitiendo dos flujos de datos.

El uso de dos canales de 40Mhz permite una complejidad reducida lo cual mantiene los costos bajos a tiempo de ofrecer resultados para una experiencia robusta del usuario.

Distintas versiones de la tecnología mimo.

- **MIMO.** Múltiple input múltiple output; este es el caso en el que tanto transmisor como receptor poseen varias antenas.
- **MISO.** Múltiple input Single output; en el caso de varias antenas de emisión pero únicamente una en el receptor.
- **SIMO.** Single input múltiple output; en el caso de una única antena de emisión y varias antenas en el receptor.

Este conjunto de antenas es usado en función de la tecnología dentro de MIMO que se vaya a usar. Principalmente hay tres categorías de tecnología MIMO:

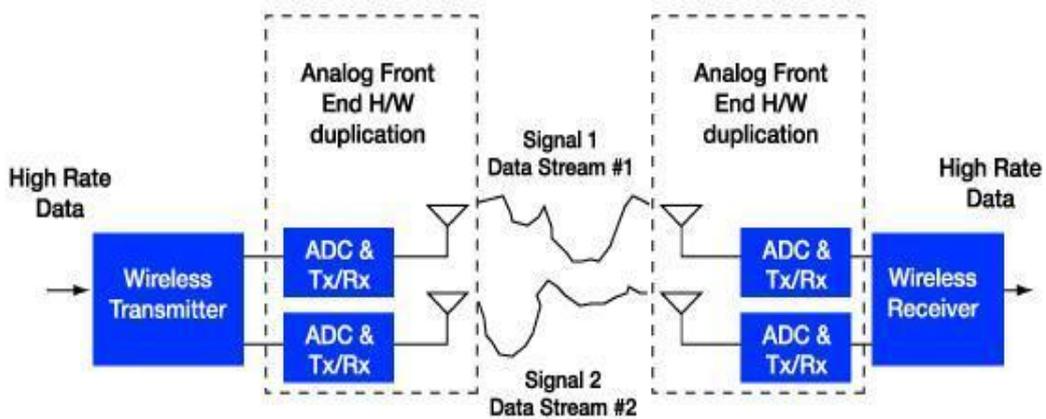
- **Beamforming.** Consiste en la formación de una onda de señal reforzada mediante el desfase en distintas antenas. Sus principales ventajas son una mayor ganancia de señal además de una menor atenuación con la distancia. Gracias a la ausencia de dispersión el beamforming da lugar a un patrón bien definido pero direccional. En este tipo de transmisiones se hace necesario el uso de dominios de beamforming, sobre todo en el caso de múltiples antenas de transmisión. Hay que tener en cuenta que el beamforming requiere el conocimiento previo del canal a utilizar en el transmisor.
- **Spatial multiplexing** (multiplexación espacial). Consiste en la multiplexación de una señal de mayor ancho de banda en señales de menor ancho de banda iguales transmitidas desde distintas antenas. Si estas señales llegan con la suficiente separación en el tiempo al receptor este es capaz de distinguir las creando así múltiples canales en anchos de banda mínimos. Esta es una muy buena técnica para aumentar la tasa de transmisión, sobre todo en entornos hostiles a nivel de relación señal ruido. Únicamente está limitado por el número de antenas disponibles tanto en receptor como en transmisor. No requiere el conocimiento previo del canal en el transmisor o receptor. Para este tipo de transmisiones es obligatoria una configuración de antenas MIMO.
- **Diversidad de código.** Son una serie de técnicas que se emplean en medios en los que por alguna razón solo se puede emplear un único canal, codificando la transmisión mediante espaciado en el tiempo y la diversidad de señales disponibles dando lugar al código espacio-tiempo. La emisión desde varias antenas basándose en principios de ortogonalidad es aprovechada para aumentar la diversidad de la señal.

La multiplexación espacial puede ser combinada con el Beamforming cuando el canal es conocido en el transmisor o combinado con la diversidad de código cuando no es así. La distancia física entre las antenas ha de ser grande en la estación base para así permitir múltiples longitudes de onda. El espaciado de las antenas en el receptor tiene que ser de al menos 0,3 veces la longitud de onda para poder distinguir las señales con claridad.

2.6.9.2 Técnica MIMO en el 802.11n.

Para lograr mayores tasas de transferencia en una red Wi-Fi, es utilizado el sistema de múltiples antenas tanto para el transmisor como para el receptor. Siendo la tecnología que utiliza esta técnica es MIMO, la misma que explota el uso de múltiples señales transmitidas en un medio inalámbrico. Con una cantidad de N antenas, la tasa de transferencia teóricamente se incrementa en N veces. A continuación se muestra un diagrama de un sistema MIMO con dos antenas.

Figura N° 2.40 Diagrama bloques MIMO multi-antena



Capacidad de canal y tasa de datos.

Para un sistema de N antenas que posee un poder igual en cada una de ellas en paralelo, con flujos independientes de datos. La ecuación de capacidad de Shannon se escribe de la siguiente forma.

$$C = BW * N * \log_2(1 + \frac{E_b}{N_0})$$

Dónde.

C= Capacidad de canal.

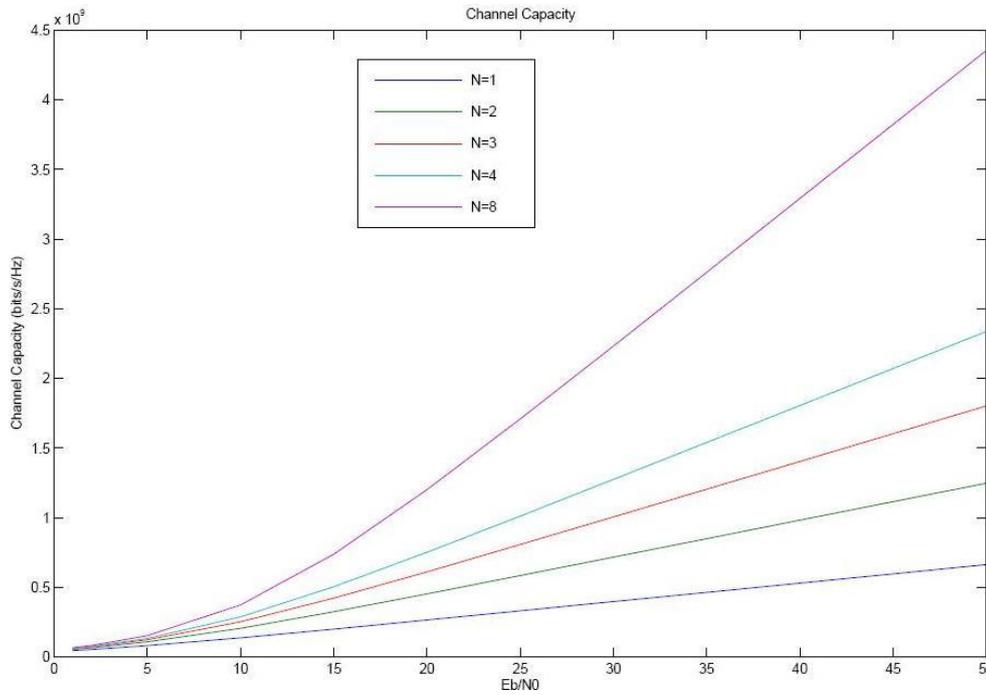
BW= Es el ancho de banda.

E_b/N_0 = Relación señal ruido.

De esta ecuación, al incrementarse el BW o el número de antenas N, la capacidad de canal se ve incrementada proporcionalmente.

En la siguiente figura se muestra la variación de la capacidad de canal C con respecto a la relación señal ruido SNR y el número de antenas N.

Figura N° 2.41 Capacidad de canal respecto SNR y número de antenas



La ecuación de capacidad de canal de Shannon muestra la capacidad máxima de canal, sin embargo en la práctica esta capacidad es imposible debido a los tipos de código y otros factores.

$$R = BW * N * S_e$$

Dónde S_e es la eficiencia espectral para una modulación QAM 64 con una SNR de alrededor de 25Db. La eficiencia espectral es $\log_2(64) = 6Bps/Hz$. Con un ancho de banda $BW=40Mhz$ y con 2x2 antenas en modo MIMO. Con todas estas consideraciones la capacidad máxima de canal de Shannon es de aproximadamente 580Mbps. Con la redundancia adicional de error de código, preámbulos; la tasa de datos reales es de alrededor del 70% es decir aproximadamente 400Mbps.

Análisis de rendimiento de un sistema MIMO.

Sistemas MIMO usan mltiples transmisores y receptores para mejorar el desempeño. El desempeño de un sistema MIMO con varias antenas y codificación espacial de tiempo será analizado en la sección de simulación para ver si probabilidad P_b versus E_b/N_o es aceptable. Esta es la base para el esquema de para la reducción propuesto en este proyecto.

Codificación espacial por tiempo (STC).

Para lograr ganancia en sistemas multiplexados de comunicación inalámbrica, una forma de usar la codificación espacial de tiempo (STC), es en el transmisor. Dado que **STC** asegura la transmisión múltiple y redundante de copias de datos hacia el receptor; con la esperanza que al menos una ellas sobrevivan en camino físico entre el transmisor y receptor; en un buen estado para permitir una decodificación fiable. La codificación espacial de tiempo puede dividirse en dos tipos principales.

- SpaceCtime trellis codes (STTCs), códigos enmallado espacio tiempo.
- SpaceCtime block codes (STBCs), códigos de bloques espacio tiempo.

Códigos enmallados espacio tiempo.

Es un tipo de codificación espacial de tiempo usada en comunicaciones inalámbricas con varias antenas. Este esquema transmite varias y redundantes copias de mallas de códigos (convolutional código de corrección de errores), distribuidos sobre el tiempo y el número de antenas (tiempo). Esta diversidad de copias de datos son usados en el receptor para intentar reconstruir los datos transmitidos. Para que el STC sea usado, necesariamente debe transmitirse por múltiples antenas, pero un único receptor es requerido. Sin embargo, al ser basado en el código de malla, estos son más complejos que el STBCs en codificar y decodificar.

Códigos de bloques espacio tiempo.

El código de bloques espacio tiempo es una técnica utilizada en comunicaciones inalámbricas, para transmitir múltiples copias de flujos de datos para mejorar la fiabilidad en la transferencia de datos. El hecho de que los datos transmitidos debe recorrer un entorno potencialmente difícil con la dispersión, la reflexión, refracción y así sucesivamente, así como ser corrompido por el ruido térmico en el receptor que significa que algunas de las copias recibidas de los datos será mejor que otras. Esto da como resultado una mayor probabilidad de ser capaz de utilizar uno o más de las copias de los datos recibidas las mismas que se decodifican correctamente de la señal recibida. De hecho, la codificación espacio tiempo combina todas las copias de la señal recibida de una manera óptima y de la cual se extrae la mayor información posible.

CAPITULO III.

3 Estudio comparativo de los estándares 802.3, 802.11g y 802.11n.

3.1 *Introducción.*

El presente capítulo comprende el estudio comparativo de los estándares estudiados IEEE 802.3, IEEE 802.11g y 802.11n. La comparativa inicia con las herramientas seleccionadas en el estudio. Posteriormente realizamos la prueba sintética la cual se encarga de establecer en primera fase los estándares estudiados. En segunda fase las variables de estudio con las descripciones de cada uno. En la tercera fase desarrollamos los escenarios de pruebas que se realizaron. En la cuarta fase realizamos la cuantificación de resultados determinando pesos y porcentajes y finalmente en la quinta fase realizamos la evaluación de variables con sus respectivos valores. Y finalmente terminamos con la interpretación de resultados, la misma que presenta los resultados finales y el ganador entre los estándares estudiados.

3.2 Herramientas a usar en la comparación.

Las herramientas que se usan en el proceso del análisis y recopilación de datos para la comparación la categorizamos en dos grupos.

- Herramientas hardware.
- Herramientas software.

3.2.1 Herramientas hardware.

Como herramienta hardware nos referimos a todas las partes físicas y tangibles de una computadora sus componentes eléctricos, electrónicos, electromecánicos y mecánicos; sus cables, gabinetes o cajas, periféricos de todo tipo y cualquier otro elemento físico involucrado, el mismo que cumple con el objetivo de proveer los servicios adecuados de comunicación.

En el estudio comparativo fue seleccionado el siguiente equipo hardware de comunicación.

- LinkSys WRT300N (EU/LA). Ver Anexo A.
- LinkSys WUSB300N-RM. Ver Anexo B.
- LinkSys WMP300-RM. Ver Anexo C.

3.2.2 Herramientas software.

Como herramienta software se refiere al equipamiento lógico de una computadora digital, y comprende de los componentes lógicos necesarios para hacer posible la realización de una tarea específica. En el ámbito que nos desenvolvemos en la realización del análisis comparativo seleccionamos las siguientes herramientas.

- Cisco Speed Meter Pro Version: 1.3.9052.0 Ver Anexo D.
- WireShark Version 1.2.4 Ver Anexo E.

3.3 Prueba sintética.

Evalúa los estándares a través de las características en común, utilizando para esto la técnica de Benchmark la misma que se divide en 4 fases descritas a continuación.

3.3.1 Primera fase. Estándares a evaluar.

Los estándares que se evalúan son los siguientes.

- IEEE 802.3.
- IEEE 802.11g.
- IEEE 802.11n.

3.3.2 Segunda fase. Variables a evaluar.

A continuación se encuentra la descripción de los términos para comprender el análisis.

Usuarios.

- Plataforma.
- Tipo de comunicación (interoperabilidad).
- Flexibilidad.

Seguridad.

- Aspectos.

Velocidad.

- Transferencia.
- Tamaño de bloque.
- Complementos.

Atenuación.

- Materiales.
- Tecnologías.

A continuación se detalla las variables necesarias para realizar el análisis.

3.3.2.1 Variable 1: Usuarios.

Es la persona que utiliza, trabaja con algún objeto al que destinara de algún servicio público, privado, empresarial o profesional. El usuario final de un producto informático sea hardware o software, es la persona a la que va destinada dicho producto una vez que ha superado las fases de desarrollo correspondientes.

Usuario registrado se denomina a la persona que tiene derechos especiales en algún servicio (internet) al acreditarse en el mismo mediante un identificador y una clave de acceso, obtenidos con previo registro en el servicio, de manera gratuita o de pago.

Plataforma.

En informática, una plataforma es precisamente el principio, en el cual se constituye un hardware, sobre el cual un software puede ejecutarse, desarrollarse. Más ampliamente utilizado como sinónimo de sistema operativo.

Interoperabilidad.

Descrita como la capacidad dentro de las diferentes tecnologías estudiadas, para proveer servicios, al compartir un medio común, con la cantidad de usuarios concurrentes y la cobertura que se proporciona.

Flexibilidad.

Es la habilidad que poseen las tecnologías estudiadas para adaptarse a escenarios cambiantes que se presentan. Con su respectiva adopción tecnológica, portabilidad, movilidad y los equipos.

3.3.2.2 Variable 2: Seguridad.

Cotidianamente se puede referir a la seguridad como la ausencia de riesgo o también a la confianza en algo o alguien. Sin embargo, el término puede tomar diversos sentidos según el área o campo a la que haga referencia.

La seguridad es un estado de ánimo, una sensación, una cualidad intangible. Se puede entender como un objetivo y un fin que el hombre anhela constantemente como una necesidad primaria.

3.3.2.3 Variable 3: Velocidad.

Es un promedio del número de bits, caracteres o bloques, que se transfieren entre dos dispositivos, por una unidad de tiempo. La velocidad de transmisión en una conexión depende de múltiples factores como el tipo de conexión física, los límites en los caché, velocidad negociada entre los dispositivos, limitación controlada de la velocidad, interferencias o ruidos en la conexión física, etc.

Las unidades más comunes para medir la velocidad de transmisión de datos son: bits por segundo (bps, Kbps, Mbps...), etc.

Transferencia.

Se entiende como la cantidad de datos que se puede transmitir en un momento dado. Sea esta de carga o descarga.

Bloques.

Recoge los principales tamaños de bloques. Los mismos que marcan diferencias entre las diferentes tecnologías estudiadas.

Complementos.

Recoge datos difíciles de cuantificar pero pueden ser clasificados dentro de la categoría de velocidad.

3.3.2.4 Variable 5: Atenuación.

Es un proceso que altera, modifica o destruye una señal durante su trayecto en el canal existente entre el emisor y el receptor.

Atenuación por materiales.

Dada la naturaleza de las señales electromagnéticas, inalámbricas o de radio. Estas se ven expuestas a diferentes niveles de atenuación, por causa de la superposición de materiales en el camino de las ondas electromagnéticas.

Interferencia de tecnologías similares.

En el espectro electromagnético encontramos la banda de radio frecuencia. La misma que ha sido utilizada por diferentes tecnologías. Por tal razón las mismas se interfieren entre sí provocando que dejen de funcionar o que su funcionamiento sea deficiente.

3.3.3 Fase 3. Escenarios de prueba.

Los escenarios de prueba se desarrollan para la obtención de datos necesarios para realizar el análisis comparativo. Estos detallan todos los aspectos que se puedan encontrar en el proceso de configuraciones. A continuación se describen los escenarios que serán desarrollados.

- Escenario 802.11n.
- Escenario 802.11g.
- Escenario 802.3.
- Escenario mixto 802.11n y 802.3.
- Escenario mixto 802.11n y 802.11g.
- Escenario mixto 802.3, 802.11n y 802.11g.

3.3.3.1 Configuración inicial.

A continuación se presenta las configuraciones más comunes utilizadas en los ferentes escenarios.

Configuración del Router WRT300N.

Previo a las pruebas correspondientes, configuraremos el Router Inalámbrico LinkSys WRT300N.

1. Accedemos mediante el browser a la dirección de configuración predeterminada <http://192.168.0.1> e ingresamos las credenciales correspondientes.

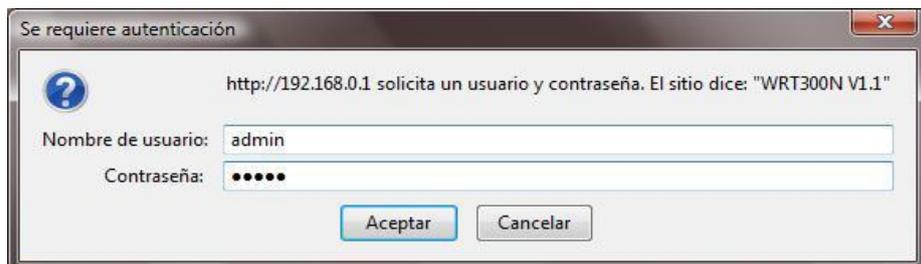


Figura N° 3.42 Autenticación vía web Cisco WRT300N

2. Mediante el browser a página de Configuración Básica. En dicha página configuramos la conexión a internet. Seleccionamos Automatic Configuration – DHCP; dado que nuestro Router ADSL nos proporciona de manera automática direcciones IP. Configuramos la dirección que hayamos seleccionado para nuestra red local; si lo deseamos habilitamos la función de DHCP para proveer direcciones automáticas a nuestros usuarios. Seleccionamos también la zona horaria más cercana a nuestra ubicación.

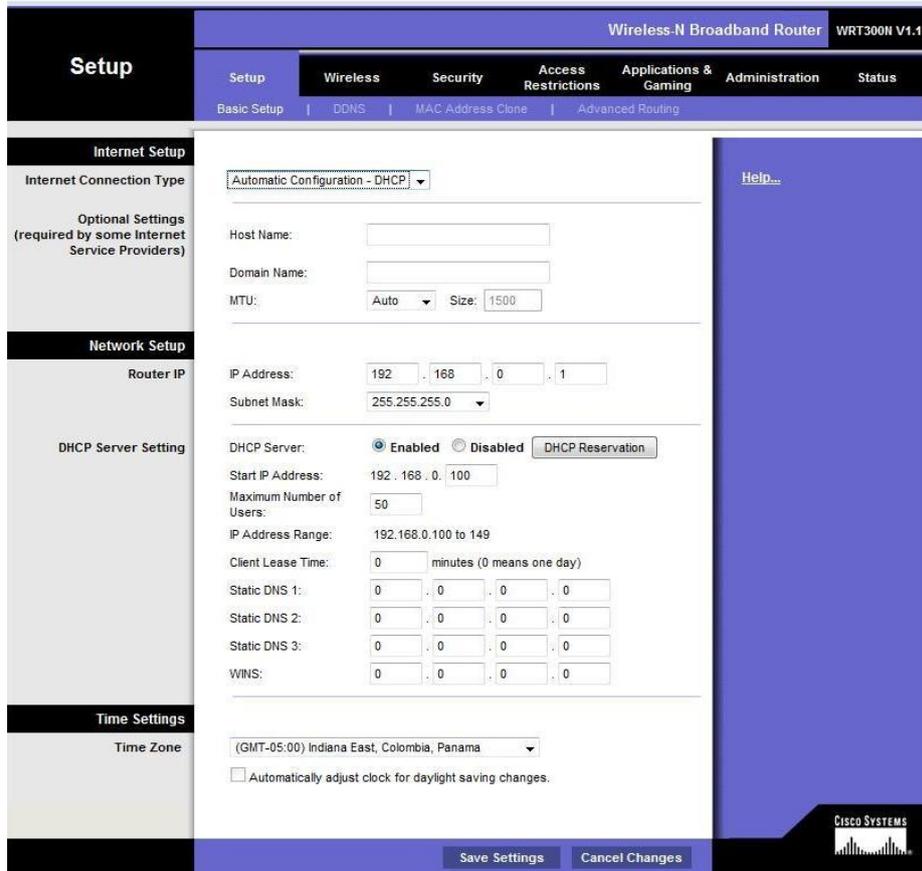


Figura N° 3.43 Interfaz de configuración

3. Nos cambiamos a la opción de Wireless. Aquí tendremos la opción de seleccionar el tipo de red inalámbrica que deseemos utilizar sea esta sea esta b/g o mixta, el nombre de la red o SSID, la banda de radio, el número de canal y SSID Broadcast; entre otras opciones las mismas que serán explicadas con más detalle en posteriores escenarios.

La información proporcionada correspondiente es:

SSID: AP_puntoec

SSID Broadcast: Enabled

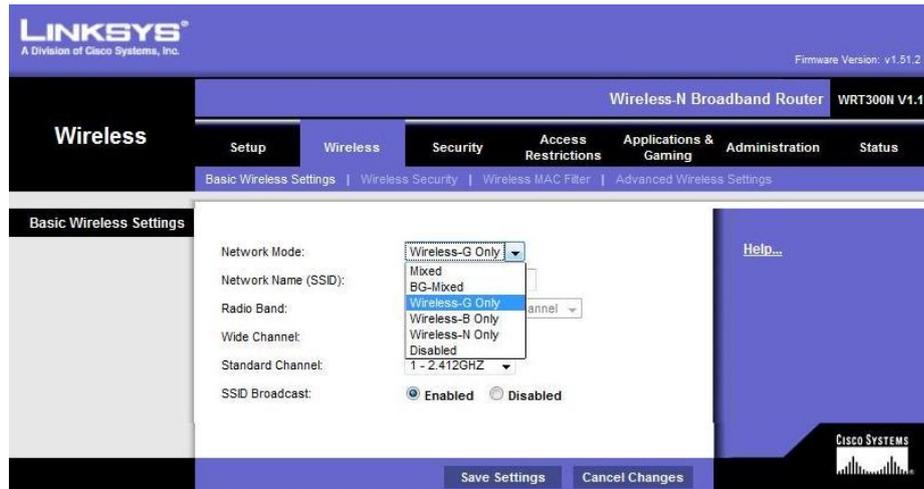


Figura N° 3.44 Interfaz de configuración inalámbrica

4. El último procedimiento a seguir, es la configuración de seguridad. El modo de seguridad seleccionado será el WEP. Tal como se indica a continuación.

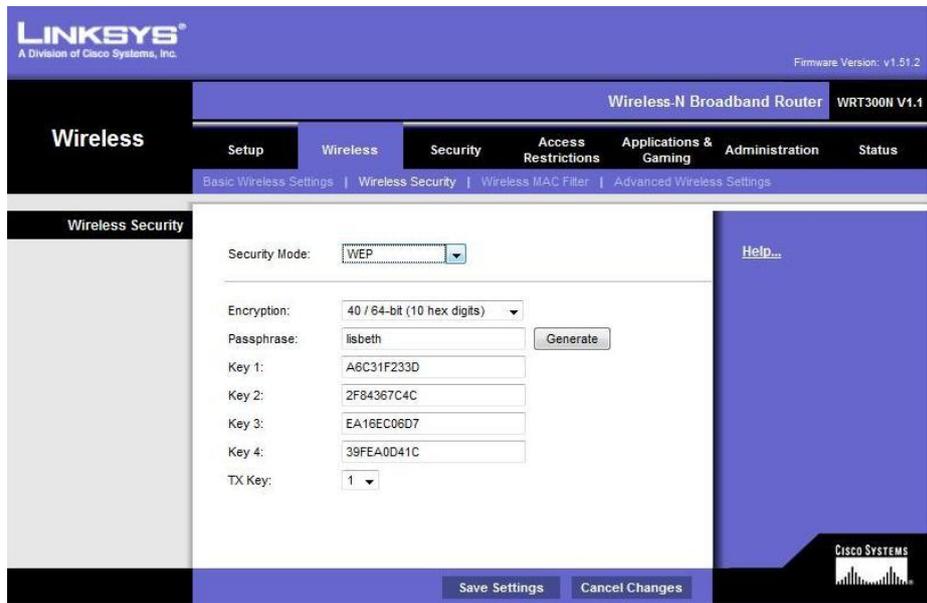


Figura N° 3.45 Interfaz de configuración de seguridad inalámbrica

La codificación o grado de seguridad seleccionada es la WEP dado que es la más compatible con dispositivos anteriores, produciendo menor complicación. Dicho grado de configuración no es la más segura pero si la más funcional.

Configuración de las estaciones.

Posterior a la configuración del Router procederemos a configurar las estaciones. El proceso de instalación del dispositivo se omitirá; dado que posterior al proceso de instalación el asistente propio del dispositivo nos guía en el proceso de configuración. La configuración que sigue es proporcionada por LynkSys Cisco. Algunos datos en las configuraciones realizadas en el Router serán necesarios tenerlas en cuenta para la configuración en las estaciones.

1. El asistente auto-detecta la red inalámbrica disponible. Esto es posible cuando el SSID está configurado en el modo broadcast.

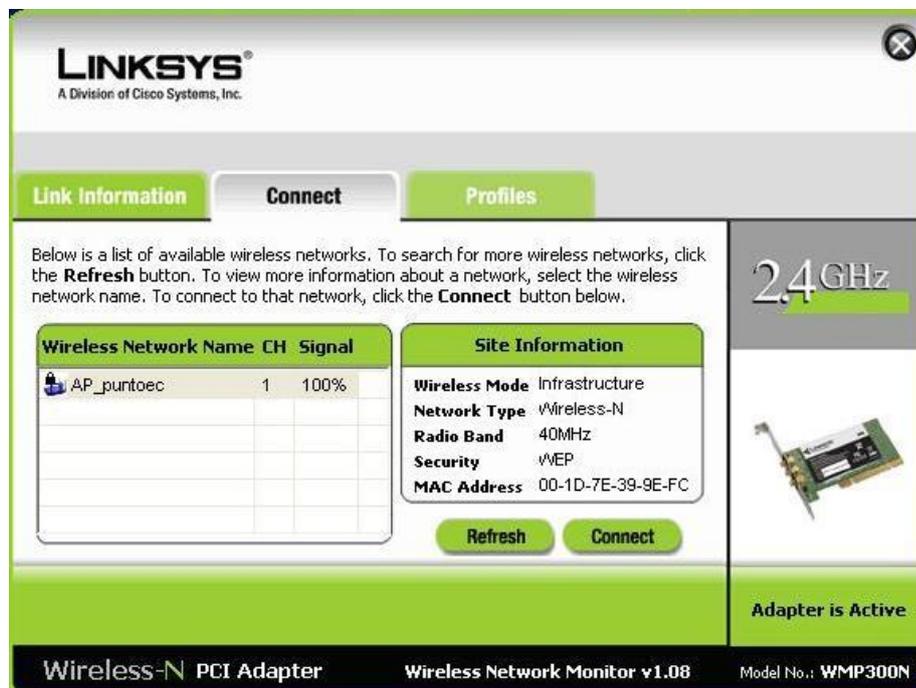


Figura N° 3.46 Asistente: Detección de redes disponibles.

2. Dado la configuración de seguridad anteriormente realizada, se nos solicita el tipo de seguridad seleccionada.

LINKSYS
A Division of Cisco Systems, Inc.

WEP Key Needed for Connection

This wireless network has WEP encryption enabled. To connect to this network, select the level of WEP encryption. Enter the required passphrase or WEP key in the appropriate field below. Then click the Connect.

Security	WEP	Please select the method used by your existing wireless network.
WEP	WPA2-Personal	To use WEP encryption, select 64-bit or 128-bit.
Passphrase	lisbeth	The Passphrase is case-sensitive and should be no more than 16 characters in length.
WEP Key 1	A6:C3:1F:23:3D	When entering this manually, it should be 10 characters for 64-bit encryption or 26 characters for 128-bit encryption. Valid hexadecimal characters are "A" through "F" and numbers "0" through "9".

Cancel | **Connect**

Figura N° 3.47 Asistente: Selección del tipo de seguridad de la estación.

3. También se nos solicita la robustez de la clave de seguridad el "Passphrase".

LINKSYS
A Division of Cisco Systems, Inc.

WEP Key Needed for Connection

This wireless network has WEP encryption enabled. To connect to this network, select the level of WEP encryption. Enter the required passphrase or WEP key in the appropriate field below. Then click the Connect.

Security	WEP	Please select the method used by your existing wireless network.
WEP	64-bit	To use WEP encryption, select 64-bit or 128-bit.
Passphrase	128-bit	The Passphrase is case-sensitive and should be no more than 16 characters in length.
WEP Key 1	A6:C3:1F:23:3D	When entering this manually, it should be 10 characters for 64-bit encryption or 26 characters for 128-bit encryption. Valid hexadecimal characters are "A" through "F" and numbers "0" through "9".

Cancel | **Connect**

Figura N° 3.48 Asistente: Selección longitud de clave

- Al final de la configuración, podemos visualizar un resumen total.



Figura N° 3.49 Asistente: Resumen general de parámetros configurados.

Configuración de las aplicaciones en las estaciones.

Con el objetivo de facilitar el proceso de pruebas y configuraciones es altamente recomendable desactivar los programas antivirus que estén en funcionamiento, con especial atención al Firewall. Dado que este impide el paso de ciertos protocolos de comunicación necesarios como lo es el SSDP (simple service discovery protocol).

3.3.3.2 Escenario 802.11n.

El presente escenario desarrolla las pruebas pertinentes sobre el estándar IEEE 802.11n. Previo al proceso de prueba se describirán las configuraciones pertinentes en el Router para proporcionar las mejores prestaciones posibles. Al final del escenario se presentaran los datos tabulados correspondientes a las pruebas realizadas.

Descripción.

El presente escenario desarrolla las pruebas entre equipos de igual tecnología, específicamente estándar IEEE 802.11n. Para el desarrollo del mismo se utilizan dos estaciones con equipamiento LinkSys WUSB300N, WMP300N; dispositivos USB y PCI respectivamente, con soporte del estándar antes mencionado. Además se contará con el Router inalámbrico Links WRT300N el mismo que permitirá la interconexión de los diferentes dispositivos o estaciones; según sea el caso.

Configuración.

Para el desarrollo de este escenario el Router LinkSys WRT300N será configurado de la siguiente manera.

- Para asegurar la compatibilidad IEEE 802.11n se seleccionará “Wireless-N Only” en “Network Mode”. Esto asegura la operación única dispositivos de estándar N compatibles.
- Ingresamos el SSID o “Network Name” y usamos “AP_puntoec” como nombre de nuestra red.
- Elegimos el “Wide-40Mhz Channel” configurable en el “Radio Band”. Esta opción es propia del estándar 802.11n, la que nos proporciona un ancho de banda adicional.
- Seleccionamos el Canal 3 en “Wide Channel” que es el canal extra de ancho de canal.

- Optamos por el canal #1 en “Estándar Channel”.
- Activamos el “SSID Broadcast”.

Las configuraciones anteriormente aplicadas garantizará la mayor velocidad de prueba posible. A continuación se muestra las configuraciones detalladas anteriormente realizadas en el Router.

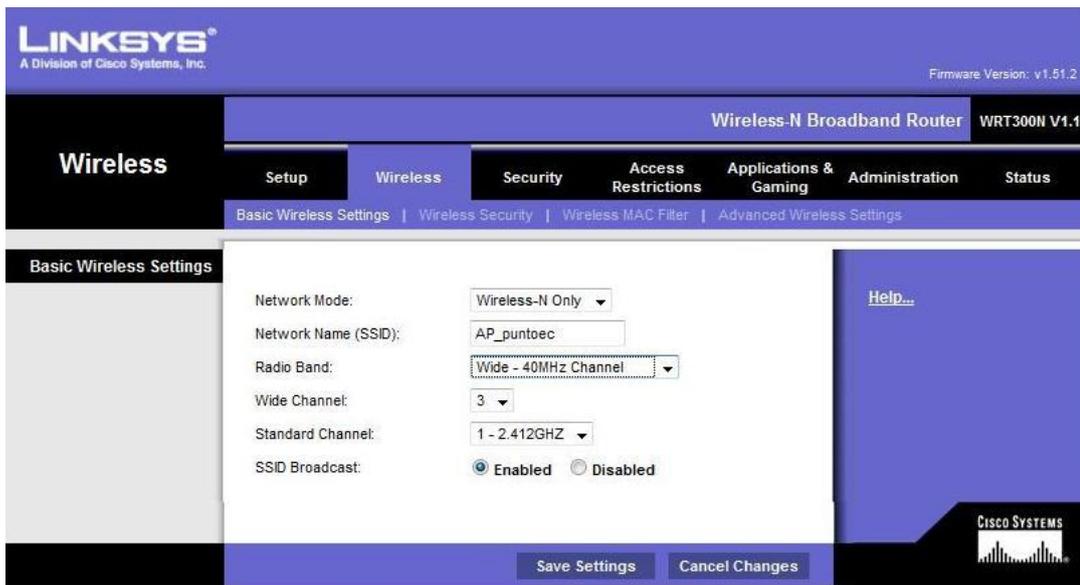


Figura N° 3.50 Configuración de equipo en escenario 802.11n

Un aspecto final a considerar será desactivar los programas antivirus y/o Firewall que corresponden en las estaciones de prueba.

Estaciones de prueba.

Para la realización de las pruebas correspondientes se utilizarán dos estaciones las mismas que se detallaran a continuación. En las Tablas N°III.11 y N°III.12 describe las características de las estaciones de prueba.

Tabla III.11 Detalles de estación #1 de prueba, escenario 802.11n

Nombre del ordenado	Marcelo_Laptop
Tipo de computador	Laptop
Velocidad de conexión	270Mbps
Sistema operativo	Microsoft Windows Vista (Home Premium)
Procesador	Intel(R) Core(TM)2 CPU T550 @ 1.66Ghz
Memoria Ram	2048Mb
Tarjeta inalámbrica	USB LinkSys WUSB300N-RM
Aplicaciones de prueba	<ul style="list-style-type: none">• Linksys EasyLink Advisor 3.1• Speed Meter Pro Ver: 1.3.9052.0• ESET Smart Security

Tabla III.12 Detalle de estación #2 de prueba, escenario 802.11n

Nombre del ordenado	master_pc
Tipo de computador	Desktop
Velocidad de conexión	270Mbps
Sistema operativo	Microsoft Windows Xp (Professional) Sp3
Procesador	Intel(R) Pentium(R) D CPU @ 3,40Ghz
Memoria Ram	1024Mb
Tarjeta inalámbrica	PCI LinkSys WMP300-RM
Aplicaciones de prueba	<ul style="list-style-type: none">• Speed Meter Pro Ver: 1.3.9052.0• Norton 360

Detalles de prueba.

Para la prueba de velocidad entre las estaciones anteriormente descritas; es seleccionado un archivo de 4,7Gb el mismo que corresponde a la extensión de un archivo de imagen ISO. Dicho archivo se encuentra en disco duro de cada una de las estaciones con la finalidad de ser transferido a su contraparte a la misma vez.

La calidad de la señal tanto para transmisión como para recepción entre las estaciones es del 100%. Esto con el objetivo de minimizar los efectos aleatorios de las condiciones cambiantes del medio inalámbrico.

Las pruebas se realizan en un medio cerrado, con el objetivo de evitar posibles interferencias (microondas, teléfonos inalámbricos, etc.) o de otras redes circundantes si este fuera el caso. En adición de lo que recomienda el manual del Router WRT300N el mismo se ubicará entre los dispositivos, en un posicionamiento central, evitando obstáculos.

Disposición física de las estaciones de prueba.

A continuación se presenta la disposición física de las estaciones de prueba, las mismas que cuentan con dispositivos inalámbricos compatibles con el estándar IEEE 802.11n.



Figura N° 3.51 Disposición de las estaciones de prueba, escenario 802.11n

Como se puede observar en la Figura N° III.51, los computadores etiquetados respectivamente como master_pc y Marcelo_Laptop; poseen capacidades inalámbricas IEEE 802.11n. La línea punteada representas la conexión inalámbrica; mientras que las líneas continuas representa una conexión cableada.

Datos de las velocidades de descarga.

Los datos que se registran en la tabla a continuación fueron obtenidos mediante el uso de Speed Meter Pro.

Tabla III.13 Resumen de velocidad, escenario 802.11n

	Master_pc				Marcelo_Laptop			
	Download		Upload		Download		UpLoad	
1	3,23	Mbps	0,969	Mbps	0,789	Mbps	1,98	Mbps
2	3,83	Mbps	1,09	Mbps	0,787	Mbps	2,01	Mbps
3	3,58	Mbps	1	Mbps	0,758	Mbps	2,02	Mbps
4	3,42	Mbps	0,938	Mbps	0,787	Mbps	1,94	Mbps
5	3,40	Mbps	0,951	Mbps	0,760	Mbps	1,96	Mbps
6	1,57	Mbps	0,438	Mbps	0,790	Mbps	1,99	Mbps
7	3,94	Mbps	1,16	Mbps	0,672	Mbps	1,77	Mbps
8	3,61	Mbps	1	Mbps	0,921	Mbps	1,90	Mbps
9	3,34	Mbps	0,952	Mbps	0,813	Mbps	2	Mbps
10	3,13	Mbps	0,802	Mbps	0,789	Mbps	2,01	Mbps
11	3,05	Mbps	0,844	Mbps	0,813	Mbps	2,01	Mbps
12	3,45	Mbps	0,992	Mbps	0,803	Mbps	1,98	Mbps
13	2,91	Mbps	0,834	Mbps	0,807	Mbps	1,99	Mbps
14	3,21	Mbps	0,907	Mbps	0,750	Mbps	1,95	Mbps
15	3,38	Mbps	0,959	Mbps	0,777	Mbps	1,91	Mbps
16	3,13	Mbps	0,878	Mbps	0,824	Mbps	2	Mbps
17	3,68	Mbps	1,44	Mbps	0,716	Mbps	1,99	Mbps
18	3,21	Mbps	0,909	Mbps	0,909	Mbps	2,22	Mbps
19	3,37	Mbps	0,970	Mbps	0,759	Mbps	1,97	Mbps
20	3,25	Mbps	0,934	Mbps	0,787	Mbps	2,04	Mbps

3.3.3.3 Escenario 802.11g.

El presente escenario desarrolla las pruebas pertinentes sobre el estándar IEEE 802.11g. Previo al proceso de prueba se describirán las configuraciones pertinentes en el Router para proporcionar las mejores prestaciones. Al final del escenario se presentaran los datos tabulados correspondientes a las pruebas realizadas.

Descripción.

El presente escenario tiene como objetivo desarrollar pruebas entre equipos de igual tecnología, específicamente IEEE 802.11g. Para el desarrollo del mismo se utilizarán dos estaciones con equipamiento Intel(R) Pro/Wireless 3945abg y Atheros AR5007 802.11b/g WiFi Adapter, los mismos que soportan el estándar IEEE 802.11g. Además del Router inalámbrico LinkSys WRT300N que permitirá la interconexión de los diferentes dispositivos o estaciones según sea el caso.

Configuración.

Para el desarrollo de este escenario el Router WRT300N será configurado de la siguiente manera.

- Para asegurar la compatibilidad IEEE 802.11g seleccionaremos "Wireless-G Only" en "Network Mode".
- Ingresamos el SSID o "Network Name" y usaremos "AP_puntoec".
- Utilizamos el canal #1 en "Standar Channel".
- Activamos el "SSID Broadcast".

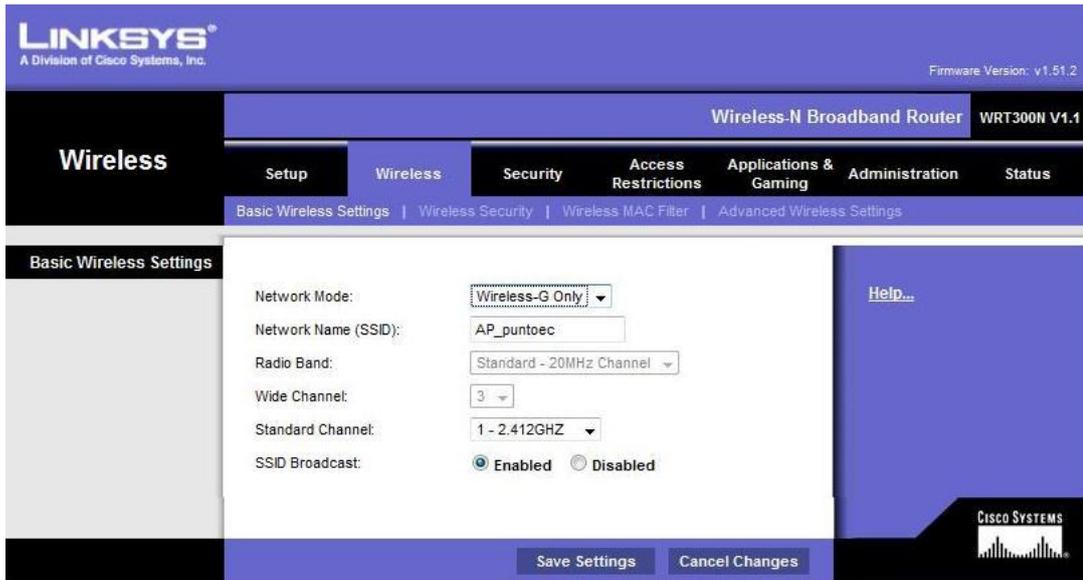


Figura N° 3.52 Configuración de equipo en escenario 802.11g

Las configuraciones anteriormente aplicadas garantizarán la mayor velocidad de pruebas posible. Un aspecto final a considerar será desactivar los programas antivirus y/o Firewall que corresponden en las estaciones de prueba.

Estaciones de prueba.

Para la realización de las pruebas correspondientes se utilizarán dos estaciones, las mismas que se detallan a continuación. En las Tabla N°III.13 y N°III.14 se describen las características de las estaciones de prueba.

Tabla III.14 Detalles de estación #1 de pruebas, escenario 802.11g

Nombre del ordenado	Marcelo_Laptop
Tipo de computador	Laptop
Velocidad de conexión	54Mbps
Sistema operativo	Microsoft Windows Vista (Home Premium)
Procesador	Intel(R) Core(TM)2 CPU T550 @ 1.66Ghz
Memoria Ram	2048Mb
Tarjeta inalámbrica	Intel(R) Pro/Wireless 3945ABG
Aplicaciones de prueba	<ul style="list-style-type: none"> • Linksys EasyLink Advisor 3.1 • Speed Meter Pro Ver: 1.3.9052.0 • ESET Smart Security

Tabla III.15 Detalles de estación #2 de pruebas, escenario 802.11g

Nombre del ordenado	Maestro
Tipo de computador	Laptop
Velocidad de conexión	54Mbps
Sistema operativo	Microsoft Windows Xp (Basic) Sp3
Procesador	Intel(R) Pentium(R) Dual CPU T2370 1,73 Ghz
Memoria Ram	2048 Mb
Tarjeta de red	Atheros AR5007 802.11b/g WiFi Adapter
Aplicaciones de prueba	<ul style="list-style-type: none">• Speed Meter Pro Ver: 1.3.9052.0• ESET Smart Security

Detalles de prueba.

Para la prueba de velocidad entre las estaciones; es seleccionado un archivo de 4,7Gb el mismo que correspondiente a la extensión de archivo de imagen ISO. Dicho archivo se encuentra en cada estación con la finalidad de ser transferido a su contraparte a la misma vez.

La calidad de la señal tanto para transmisión como para recepción entre las estaciones es del 100%. Esto con el objetivo de minimizar los efectos aleatorios de las condiciones cambiantes del medio inalámbrico.

La prueba se realiza en un medio cerrado, con el objetivo de evitar posibles interferencias (microondas, teléfonos inalámbricos) o de otras redes circundantes si este fuera el caso. Como lo recomienda el manual del Router WRT300N el mismo se ubicará entre los dispositivos, en un posicionamiento central, evitando los obstáculos.

Disposición física de las estaciones de prueba.

A continuación se presenta la disposición física de las estaciones de prueba, las mismas que cuentan con dispositivos inalámbricos compatibles con el estándar IEEE 802.11g.



Figura N° 3.53 Disposición de las estaciones de prueba, escenario 802.11g

Como se puede observar en la Figura N° III.53, los computadores etiquetados respectivamente como Maestro y Marcelo_Laptop; poseen capacidades inalámbricas IEEE 802.11g. La línea punteada entre las estaciones y el Router representa una conexión inalámbrica; mientras las líneas continuas representan una conexión cableada.

Datos de las velocidades de descarga.

Los datos que se registran en la tabla a continuación fueron obtenidos mediante el uso de Speed Meter Pro.

Tabla III.16 Resumen de velocidad, escenario 802.11g

	Marcelo_Laptop				master_pc			
	Download		Upload		Download		UpLoad	
1	0,866	Mbps	0,497	Mbps	0,718	Mbps	0,267	Mbps
2	0,924	Mbps	0,498	Mbps	0,832	Mbps	0,258	Mbps
3	0,749	Mbps	0,562	Mbps	0,609	Mbps	0,271	Mbps
4	1,67	Mbps	0,964	Mbps	1,55	Mbps	0,667	Mbps
5	1,72	Mbps	0,926	Mbps	1,29	Mbps	0,606	Mbps
6	0,875	Mbps	0,512	Mbps	0,582	Mbps	0,294	Mbps
7	0,820	Mbps	0,371	Mbps	1,64	Mbps	0,694	Mbps
8	1,70	Mbps	0,981	Mbps	1,62	Mbps	0,825	Mbps
9	1,51	Mbps	0,869	Mbps	1,54	Mbps	0,742	Mbps
10	0,793	Mbps	0,486	Mbps	1,65	Mbps	0,930	Mbps
11	0,773	Mbps	0,360	Mbps	0,874	Mbps	0,363	Mbps
12	1,67	Mbps	0,948	Mbps	0,990	Mbps	0,454	Mbps
13	1,60	Mbps	0,848	Mbps	1,68	Mbps	0,680	Mbps
14	1,64	Mbps	0,714	Mbps	1,69	Mbps	0,836	Mbps
15	1,62	Mbps	0,838	Mbps	1,63	Mbps	0,777	Mbps
16	0,810	Mbps	0,489	Mbps	1,61	Mbps	0,812	Mbps
17	1,68	Mbps	0,934	Mbps	1,30	Mbps	0,603	Mbps
18	0,741	Mbps	0,533	Mbps	0,789	Mbps	0,354	Mbps
19	1,67	Mbps	1.01	Mbps	0,972	Mbps	0,431	Mbps
20	1,67	Mbps	0,926	Mbps	0,902	Mbps	0,401	Mbps

3.3.3.4 Escenario 802.3.

El presente escenario desarrolla las pruebas pertinentes sobre el estándar IEEE 802.3. Previo al proceso de prueba se describirán las configuraciones pertinentes en el Router para proporcionar las mejores prestaciones. Al final del escenario se presentaran los datos tabulados correspondientes a las pruebas realizadas.

Descripción.

El presente escenario desarrolla pruebas entre equipos de igual tecnología, específicamente el estándar IEEE 802.3. Para el desarrollo del mismo se utilizaran dos estaciones con equipamiento Intel(R) PRO/100 VE Network y Realtek RTL 8139/810x Fast Ethernet, los mismo que soportan el estándar IEEE 802.3. Además del Router Inalámbrico LinkSys WRT300N que permitirá la interconexión de los diferentes dispositivos o estaciones según sea el caso.

Configuración inicial.

Para el desarrollo de este escenario el Router WRT300N no necesita ser configurado, ya que posee de capacidades de Switch; por lo cual únicamente deben conectarse los respectivos cables CAT-5 desde las estaciones hacia el Router. Un aspecto final a considerar será desactivar los programas antivirus y/o firewall que corresponden en las estaciones de prueba.

Estaciones de prueba.

Para las respectivas pruebas se utilizará los siguientes computadores que se describen a continuación.

Tabla III.17 Detalle de estación #1 de pruebas, escenario 802.3.

Nombre del ordenado	Marcelo_Laptop
Tipo de computador	Laptop
Velocidad de conexión	100Mbps
Sistema operativo	Microsoft Windows Vista (Home Premium)
Procesador	Intel(R) Core(TM)2 CPU T550 @ 1.66Ghz
Memoria Ram	2048Mb
Tarjeta inalámbrica	Intel(R) PRO/100 VE Network
Aplicaciones de prueba	<ul style="list-style-type: none">• Linksys EasyLink Advisor 3.1• Speed Meter Pro Ver: 1.3.9052.0• ESET Smart Security

Tabla III.18 Detalle de estación #2 de pruebas, escenario 802.3

Nombre del ordenado	Maestro
Tipo de computador	Laptop
Velocidad de conexión	100 Mbps
Sistema operativo	Microsoft Windows Xp (Basic) Sp3
Procesador	Intel(R) Pentium(R) Dual CPU T2370 1,73 Ghz
Memoria Ram	2048 Mb
Tarjeta de red	Realtek RTL8139/810x Family Fast Ethernet NIC
Aplicaciones de prueba	<ul style="list-style-type: none">• Speed Meter Pro Ver: 1.3.9052.0• ESET Smart Security

Detalles de prueba.

Para la prueba de velocidad entre las estaciones; es seleccionado un archivo de 4,7Gb el mismo que correspondiente a la extensión de archivo de imagen ISO. Dicho archivo se encuentra en disco duro de cada estación con la finalidad de ser transferido a su contraparte a la misma vez. La distancia de entre las estaciones y el Router lo determina la distancia en de los cables UTP CAT-5 y esta distancia es de 1,2m. El uso de medios cableados para la transmisión de información reduce la incidencia de interferencias en la misma. La calidad los cables UTP CAT-5 cumplen con las especificaciones de la norma, garantizando la calidad de la transmisión.

Disposición física de las estaciones de prueba.

A continuación se presenta la disposición física de las estaciones de prueba las mismas que cuentan con dispositivos compatibles con el estándar IEEE 802.3.



Figura N° 3.54 Disposición de las estaciones de prueba, escenario 802.3

Como se puede observar en el Figura N° III.54, los computadores etiquetados respectivamente como Marcelo_Laptop y como Maestro; poseen capacidades EEE 802.3. La línea continúa entre las estaciones y el Router representa la conexión cableada.

Datos de las velocidades de descarga.

Los datos que se registran en la tabla a continuación fueron obtenidos mediante el uso de Speed Meter Pro.

Tabla III.19 Resumen de velocidad, escenario 802.3

	Marcelo_Laptop				master_pc			
	Download		Upload		Download		UpLoad	
1	13,1	Mbps	12,7	Mbps	10,4	Mbps	2,6	Mbps
2	12,7	Mbps	12,4	Mbps	8,20	Mbps	5,05	Mbps
3	6,55	Mbps	6,38	Mbps	4,20	Mbps	2,53	Mbps
4	17	Mbps	16,5	Mbps	5,97	Mbps	1,73	Mbps
5	2,46	Mbps	1,37	Mbps	11	Mbps	10	Mbps
6	3,60	Mbps	2,15	Mbps	12,3	Mbps	11,7	Mbps
7	6,49	Mbps	3,65	Mbps	6,41	Mbps	6,16	Mbps
8	20,2	Mbps	10,9	Mbps	13,1	Mbps	12,5	Mbps
9	9,27	Mbps	5,97	Mbps	6,58	Mbps	6,35	Mbps
10	20,8	Mbps	10,5	Mbps	13	Mbps	12,4	Mbps
11	19,8	Mbps	10,7	Mbps	6,63	Mbps	6,27	Mbps
12	21,3	Mbps	11,2	Mbps	17,6	Mbps	5,92	Mbps
13	10,3	Mbps	4,8	Mbps	20,3	Mbps	9,17	Mbps
14	19.6	Mbps	10,1	Mbps	10,6	Mbps	5,3	Mbps
15	18,9	Mbps	4,41	Mbps	20,7	Mbps	10	Mbps
16	8,4	Mbps	5,4	Mbps	20,8	Mbps	9,10	Mbps
17	20,4	Mbps	9,3	Mbps	10,6	Mbps	5,21	Mbps
18	19,8	Mbps	8,8	Mbps	19	Mbps	19,6	Mbps
19	20	Mbps	11	Mbps	9,30	Mbps	3,9	Mbps
20	19,5	Mbps	6,4	Mbps	18	Mbps	7,21	Mbps

3.3.3.5 Escenario mixto 802.11n y 802.3.

El presente escenario desarrolla las pruebas pertinentes sobre los estándares IEEE 802.11n y IEEE 802.3. Previa al proceso de prueba se describirán las configuraciones pertinentes en el Router para proporcionar las mejores prestaciones. Al final del escenario se presentaran los datos tabulados correspondientes a las pruebas realizadas.

Descripción.

El presente escenario desarrolla pruebas entre equipos con tecnologías de estándar IEEE 802.11n y IEEE 802.3. Para el desarrollo del mismo se utilizará dos estaciones con equipamiento LinkSys WUSB300N y Realtek RTL8139/810x Fast Ethernet. Los mismos que soportan los estándares IEEE 802.11n y IEEE 802.3. El Router Inalámbrico LinkSys WRT300N permitirá la interconexión de los diferentes dispositivos o estaciones según sea el caso.

Configuración IEEE 802.11n.

Para el desarrollo de este escenario el Router LinkSys WRT300N será configurado de la siguiente manera.

- Para asegurar la compatibilidad IEEE 802.11n se seleccionará “Wireless-N Only” en “Network Mode”. Esto asegura la operación única dispositivos de estándar N compatibles.
- Ingresamos el SSID o “Network Name” y usamos “AP_puntoec” como nombre de nuestra red.
- Elegimos el “Wide-40Mhz Channel” configurable en el “Radio Band”. Esta opción es propia del estándar N. Y nos proporciona un ancho de banda adicional.
- Seleccionamos el Canal 3 en “Wide Channel” que es el canal extra de ancho de canal.
- Optamos por el canal #1 en “Estándar Channel”.

- Activamos el “SSID Broadcast.

Las configuraciones anteriormente aplicadas garantizará la mayor velocidad de prueba posible. A continuación se muestra las configuraciones detalladas anteriormente realizadas en el Router.

Configuración IEEE 802.3.

Para el desarrollo de este escenario el Router WRT300N no necesita ser configurado, ya que posee de capacidades de Switch; por lo cual únicamente deben conectarse los respectivos cables CAT-5 desde las estaciones hacia el Router. Las configuraciones anteriormente aplicadas garantizaran la mayor velocidad de prueba posible. Un aspecto final a considerar será desactivar los programas antivirus y/o Firewall que corresponden en las estaciones de prueba.

Estaciones de prueba.

Para la realización de las pruebas correspondientes se utilizarán dos estaciones, las mismas que se detallan a continuación.

Tabla III.20 Detalle de estación #1 de pruebas, escenario 802.11n y 802.3

Nombre del ordenador	Marcelo_laptop
Tipo de computador	Laptop
Velocidad de conexión	270Mbps
Sistema operativo	Microsoft Windows Vista (Home Premium)
Procesador	Intel(R) Core(TM)2 CPU T550 @ 1.66Ghz
Memoria Ram	2048Mb
Tarjeta inalámbrica	USB LinkSys WUSB300N-RM
Aplicaciones de prueba	<ul style="list-style-type: none">• Linksys EasyLink Advisor 3.1• Speed Meter Pro Ver: 1.3.9052.0• ESET Smart Security

Tabla III.21 Detalle de estación #2 de pruebas, escenario 802.11n y 802.3

Nombre del ordenado	Maestro
Tipo de computador	Laptop
Velocidad de conexión	100Mbps
Sistema operativo	Microsoft Windows Xp (Basic) Sp3
Procesador	Intel(R) Pentium(R) Dual CPU T2370 1,73 Ghz
Memoria Ram	2048 Mb
Tarjeta de red	Realtek RTL8139/810x Fast Ethernet
Aplicaciones de prueba	<ul style="list-style-type: none">• Speed Meter Pro Ver: 1.3.9052.0• ESET Smart Security

Detalles de prueba.

Para la prueba de velocidad entre las estaciones anteriormente descritas; es seleccionado un archivo de 4,7Gb el mismo que corresponde a la extensión de un archivo de imagen ISO. Dicho archivo se encuentra en disco duro de cada una de las estaciones con la finalidad de ser transferido a su contraparte a la misma vez.

Red inalámbrica.

La calidad de la señal tanto para transmisión como para recepción entre las estaciones es del 100%. Esto con el objetivo de minimizar los efectos aleatorios de las condiciones cambiantes del medio inalámbrico.

Las pruebas se realizan en un medio cerrado, con el objetivo de evitar posibles interferencias (microondas, teléfonos inalámbricos, etc.) o de otras redes circundantes si este fuera el caso. En adición de lo que recomienda el manual del Router WRT300N el mismo se ubicará entre los dispositivos, en un posicionamiento central, evitando obstáculos.

Red Cableada.

La distancia de entre las estaciones y el router lo determina la distancia en de los cables UTP CAT-5 y esta distancia es de 1,2m. El uso de medios cableados para la transmisión de información reduce la incidencia de interferencias en la misma. La calidad los cables UTP CAT-5 cumplen con las especificaciones de la norma, garantizando la calidad de la transmisión.

Disposición física de las estaciones de prueba.

A continuación se presenta la disposición física de las estaciones de prueba las mismas que cuentan con dispositivos compatibles con los estándares IEEE 802.11n y IEEE 802.3.



Figura N° 3.55 Disposición de las estaciones de prueba, escenario 802.11n y 802.3

Como se puede observar en el gráfico, los computadores etiquetados respectivamente como Marcelo_Laptop y como Maestro; poseen capacidades IEEE 802.11n y IEEE 802.3 respectivamente. En el diagrama se puede observar las conexiones inalámbricas

representadas por líneas punteadas y las cableadas como líneas continuas. En el gráfico adjunto se puede observar la conexión ADSL a internet que posee nuestro Router.

Datos de las velocidades de descarga.

Los datos que se registran en la tabla a continuación fueron obtenidos mediante el uso de Speed Meter Pro.

Tabla III.22 Resumen de velocidad, escenario 802.11n y 802.3

	Marcelo_Laptop (802.11n)				Maestro (802.3)			
	Download		Upload		Download		UpLoad	
1	6,74	Mbps	1,86	Mbps	1,87	Mbps	4,52	Mbps
2	7,01	Mbps	2,06	Mbps	1,9	Mbps	4,3	Mbps
3	6,86	Mbps	2,15	Mbps	1,9	Mbps	4,5	Mbps
4	6,96	Mbps	2,08	Mbps	1,8	Mbps	4,6	Mbps
5	7,01	Mbps	2,09	Mbps	1,9	Mbps	4,5	Mbps
6	6,4	Mbps	1,6	Mbps	1,7	Mbps	4,6	Mbps
7	5,9	Mbps	1,8	Mbps	7,12	Mbps	2,80	Mbps
8	7,20	Mbps	3,10	Mbps	5,50	Mbps	3,03	Mbps
9	5,12	Mbps	2,39	Mbps	5,24	Mbps	2,10	Mbps
10	6,42	Mbps	3,49	Mbps	5,34	Mbps	2,31	Mbps
11	6,0	Mbps	3,63	Mbps	2,70	Mbps	1,28	Mbps
12	7,16	Mbps	2,97	Mbps	7,20	Mbps	4,17	Mbps
13	6,43	Mbps	1,82	Mbps	7,13	Mbps	5,62	Mbps
14	6,65	Mbps	2,45	Mbps	7,22	Mbps	5,58	Mbps
15	7,05	Mbps	2,33	Mbps	7	Mbps	4,80	Mbps
16	6,5	Mbps	1,40	Mbps	7,2	Mbps	4,90	Mbps
17	6,2	Mbps	2,41	Mbps	6,90	Mbps	5,63	Mbps
18	5,92	Mbps	3,09	Mbps	7,17	Mbps	5,14	Mbps
19	7,0	Mbps	1,67	Mbps	6,92	Mbps	4,38	Mbps
20	5,3	Mbps	2,52	Mbps	5,31	Mbps	5,1	Mbps

3.3.3.6 Escenario mixto 802.11n y 802.11g.

El presente escenario desarrolla las pruebas pertinentes sobre los estándares IEEE 802.11n y IEEE 802.11g. Previo al proceso de prueba se describirán las configuraciones pertinentes en el Router para proporcionar las mejores prestaciones. Al final del escenario se presentaran los datos tabulados correspondientes a las pruebas realizadas.

Descripción.

El presente escenario desarrolla pruebas entre equipos con tecnologías de estándar IEEE 802.11n y IEEE 802.11g. Para el desarrollo del mismo se utiliza dos estaciones con equipamiento LinkSys WUSB300N y Atheros AR5007 802.11b/g WiFi Adapter. Los mismos que soportan los estándares IEEE 802.11n y IEEE 802.11g respectivamente. El Router inalámbrico LinkSys WRT300N permitirá la interconexión entre diferentes dispositivos o estaciones según sea el caso.

Configuración.

Para el desarrollo del presente escenario mixto IEEE 802.11n y IEEE 802.11g, el Router WRT300N será configurado en modo de compatibilidad mixta de la siguiente manera.

- Para asegurar la compatibilidad IEEE 802.11n y IEEE 802.11g se seleccionará “Mixed” en “Network mode”.
- Ingresamos el SSID o “Network Name” y usaremos “AP_puntoec”.
- Seleccionaremos el “Wide-40 Mhz Channel” configurable en el “Radio Band”.
- Seleccionaremos el canal 3 en “Wide Channel”.
- Utilizamos en canal #1 en “Standar Channel”.
- Activamos el “SSID Broadcast”.



Figura N° 3.56 Configuración de equipos en escenario 802.11n y 802.11g

Las configuraciones anteriormente aplicadas garantizaran la mayor velocidad de prueba posible. Un aspecto final a considerar será desactivar los programas antivirus y/o firewall que corresponden en las estaciones de prueba.

Estaciones de prueba.

Para la realización de las pruebas correspondientes se utilizarán dos estaciones, las mismas que se detallan a continuación.

Tabla III.23 Detalles de estación #1 de pruebas, escenario 802.11n y 802.11g

Nombre del ordenador	Marcelo_laptop
Tipo de computador	Laptop
Velocidad de conexión	270Mbps
Sistema operativo	Microsoft Windows Vista (Home Premium)
Procesador	Intel(R) Core(TM)2 CPU T550 @ 1.66Ghz
Memoria Ram	2048Mb
Tarjeta inalámbrica	USB LinkSys WUSB300N-RM
Aplicaciones de prueba	<ul style="list-style-type: none">• Linksys EasyLink Advisor 3.1• Speed Meter Pro Ver: 1.3.9052.0• ESET Smart Security

Tabla III.24 Detalles de estación #2 de pruebas, escenario 802.11n y 802.11g

Nombre del ordenado	Maestro
Tipo de computador	Laptop
Velocidad de conexión	54Mbps
Sistema operativo	Microsoft Windows Xp (Basic) Sp3
Procesador	Intel(R) Pentium(R) Dual CPU T2370 1,73 Ghz
Memoria Ram	2048 Mb
Tarjeta de red	Atheros AR5007 802.11b/g WiFi
Aplicaciones de prueba	<ul style="list-style-type: none">• Speed Meter Pro Ver: 1.3.9052.0• ESET Smart Security

Detalles de prueba.

Para la prueba de velocidad entre las estaciones anteriormente descritas; es seleccionado un archivo de 4,7Gb el mismo que corresponde a la extensión de un archivo de imagen ISO. Dicho archivo se encuentra en disco duro de cada una de las estaciones con la finalidad de ser transferido a su contraparte a la misma vez. La calidad de la señal tanto para transmisión como para recepción entre las estaciones es del 100%. Esto con el objetivo de minimizar los efectos aleatorios de las condiciones cambiantes del medio inalámbrico. Las pruebas se realizan en un medio cerrado, con el objetivo de evitar posibles interferencias (microondas, teléfonos inalámbricos, etc.) o de otras redes circundantes si este fuera el caso. En adición de lo que recomienda el manual del Router WRT300N el mismo se ubicará entre los dispositivos, en un posicionamiento central, evitando obstáculos.

Disposición física de las estaciones de prueba.

A continuación se presenta la disposición física de las estaciones de prueba, las mismas que cuentan con dispositivos inalámbricos compatibles con el estándar IEEE 802.11n y IEEE 802.11g.



Figura N° 3.57 Disposición de las estaciones de prueba, escenario 802.11n y 802.11g

Como se puede observar en el gráfico, los computadores etiquetados como Marcelo_Laptop y Maestro; poseen capacidades inalámbricas IEEE 802.11n y IEEE 802.11g respectivamente. Las mismas que se conectan al Router con sus respectivos estándares. La línea punteada representas la conexión inalámbrica; mientras que las líneas continuas representa una conexión cableada.

Datos de las velocidades de descarga.

Los datos que se registraron en la tabla a continuación fueron obtenidas mediante el uso de Speed Meter Pro.

Tabla III.25 Resumen de velocidad, escenario 802.11n y 802.11g

	Marcelo_Laptop				master_pc			
	Download		Upload		Download		UpLoad	
1	0.189	Mbps	1,69	Mbps	0,966	Mbps	0.200	Mbps
2	0.336	Mbps	1,68	Mbps	1,69	Mbps	0.294	Mbps
3	0.173	Mbps	0.815	Mbps	1,01	Mbps	0.134	Mbps
4	0.483	Mbps	1,29	Mbps	1,82	Mbps	0.406	Mbps
5	0.563	Mbps	1,48	Mbps	0.947	Mbps	0.197	Mbps
6	0.399	Mbps	1,55	Mbps	2,15	Mbps	0.198	Mbps
7	0.682	Mbps	1,37	Mbps	2,04	Mbps	0.341	Mbps
8	0.233	Mbps	1,91	Mbps	1,84	Mbps	0.202	Mbps
9	0.592	Mbps	1,42	Mbps	1,86	Mbps	0.322	Mbps
10	0.418	Mbps	1,32	Mbps	1,95	Mbps	0.363	Mbps
11	0.196	Mbps	1,90	Mbps	1,79	Mbps	0.265	Mbps
12	0.253	Mbps	1,83	Mbps	1,80	Mbps	0.667	Mbps
13	0.344	Mbps	1,75	Mbps	0.950	Mbps	0.209	Mbps
14	0.411	Mbps	1,59	Mbps	1,97	Mbps	0.260	Mbps
15	0.549	Mbps	1,43	Mbps	1,86	Mbps	0.459	Mbps
16	0.395	Mbps	1,54	Mbps	2,04	Mbps	0.520	Mbps
17	0.211	Mbps	0.855	Mbps	0.979	Mbps	0.217	Mbps
18	0.464	Mbps	1,75	Mbps	1,74	Mbps	0.663	Mbps
19	0.845	Mbps	1,05	Mbps	2,04	Mbps	0.420	Mbps
20	0.473	Mbps	1,40	Mbps	2,22	Mbps	0.620	Mbps

3.3.3.7 Escenario mixto estándares 802.3, 802.11n, 802.11g.

El presente escenario desarrolla las pruebas pertinentes sobre los estándares IEEE 802.3, IEEE 802.11n y IEEE 802.11g. Previo al proceso de prueba se describirán las configuraciones pertinentes en el Router para proporcionar las mejores prestaciones. Al final del escenario se presentaran los datos tabulados correspondientes a las pruebas realizadas.

Descripción.

El presente escenario desarrolla pruebas entre equipos con tecnologías de estándar IEEE 802.3, IEEE 802.11n y IEEE 802.11g. Para el desarrollo del mismo se utiliza tres estaciones con equipamiento Intel (R) PRO/100 Ve, LinkSys WUSB300N y Atheros AR5007 802.11b/g. Los mismos que soportan los estándares IEEE 802.3, IEEE 802.11n y IEEE 802.11g. El router inalámbrico LinkSys WRT300N permitirá la interconexión de diferentes dispositivos o estaciones según sea el caso.

Configuración.

Para el desarrollo del presente escenario mixto IEEE 802.3, IEEE 802.11g y IEEE 802.11n, el Router WRT300N será configurado en modo de compatibilidad mixta de la siguiente manera.

- Para asegurar la compatibilidad IEEE 802.3, IEEE 802.11g y IEEE 802.11n se seleccionará "Mixed" en "Network mode".
- Ingresamos el SSID o "Network Name" y usaremos "AP_puntoec".
- Seleccionaremos el "Wide-40 Mhz Channel" configurable en el "Radio Band".
- Seleccionaremos el canal 3 en "Wide Channel".
- Utilizamos en canal #1 en "Standar Channel".
- Activamos el "SSID Broadcast".

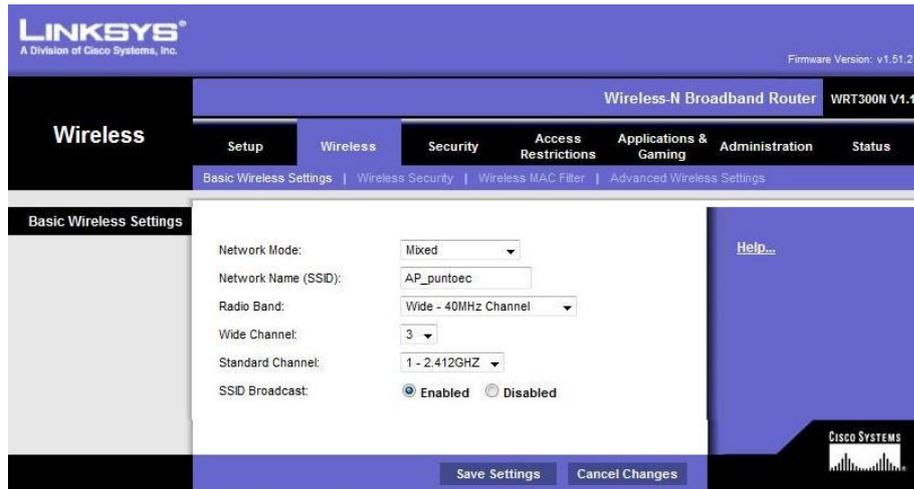


Figura N° 3.58 Configuración de equipo, escenario 802.3, 801.11n y 802.11g

Las configuraciones anteriormente aplicadas garantizaran la mayor velocidad de prueba posible. Un aspecto final a considerar será desactivar los programas antivirus y/o firewall que corresponden en las estaciones de prueba.

Estaciones de prueba.

Para la realización de las pruebas correspondientes se utilizarán dos estaciones, las mismas que se detallan a continuación.

Tabla III.26 Detalle de estación #1 de prueba, escenario 802.11n/g y 802.3

Nombre del ordenador	master_pc
Tipo de computador	Desktop
Velocidad de conexión	100 Mbps
Sistema operativo	Microsoft Windows Xp (Professional) Sp3
Procesador	Intel(R) Pentium(R) D CPU @ 3,40Ghz
Memoria Ram	1024Mb
Tarjeta inalámbrica	Intel(R) Pro/100 VE Network Connection
Aplicaciones de prueba	<ul style="list-style-type: none">• Speed Meter Pro Ver: 1.3.9052.0• Norton 360

Tabla III.27 Detalle de estación #2 de prueba, escenario 802.11n/g y 802.3

Nombre del ordenador	Marcelo_laptop
Tipo de computador	Laptop
Velocidad de conexión	270Mbps
Sistema operativo	Microsoft Windows Vista (Home Premium)
Procesador	Intel(R) Core(TM)2 CPU T550 @ 1.66Ghz
Memoria Ram	2048Mb
Tarjeta inalámbrica	USB LinkSys WUSB300N-RM
Aplicaciones de prueba	<ul style="list-style-type: none">• Linksys EasyLink Advisor 3.1• Speed Meter Pro Ver: 1.3.9052.0• ESET Smart Security

Tabla III.28 Detalle de estación #3 de prueba, escenario 802.11n/g y 802.3

Nombre del ordenado	Maestro
Tipo de computador	Laptop
Velocidad de conexión	54Mbps
Sistema operativo	Microsoft Windows Xp (Basic) Sp3
Procesador	Intel(R) Pentium(R) Dual CPU T2370 1,73 Ghz
Memoria Ram	2048 Mb
Tarjeta de red	Atheros AR5007 802.11b/g WiFi
Aplicaciones de prueba	<ul style="list-style-type: none">• Speed Meter Pro Ver: 1.3.9052.0• ESET Smart Security

Detalles de prueba.

Para la prueba de velocidad entre las estaciones anteriormente descritas; es seleccionado un archivo de 4,7Gb el mismo que corresponde a la extensión de un archivo de imagen ISO. Dicho archivo se encuentra en disco duro de cada una de las estaciones con la finalidad de ser transferido a su contraparte a la misma vez. La calidad de la señal tanto para transmisión como

para recepción entre las estaciones es del 100%. Esto con el objetivo de minimizar los efectos aleatorios de las condiciones cambiantes del medio inalámbrico.

Las pruebas se realizan en un medio cerrado, con el objetivo de evitar posibles interferencias (microondas, teléfonos inalámbricos, etc.) o de otras redes circundantes si este fuera el caso. En adición de lo que recomienda el manual del Router WRT300N el mismo se ubicará entre los dispositivos, en un posicionamiento central, evitando obstáculos.

La distancia de entre las estaciones y el router lo determina la distancia en de los cables UTP CAT-5 y esta distancia es de 1,2m. El uso de medios cableados para la transmisión de información reduce la incidencia de interferencias en la misma. La calidad los cables UTP CAT-5 cumplen con las especificaciones de la norma, garantizando la calidad de la transmisión.

Disposición física de las estaciones de prueba.

A continuación se presenta la disposición física de las estaciones de prueba, las mismas que cuentan con dispositivos compatibles con los estándares IEEE 802.3, IEEE 802.11g y IEEE 802.11n.



Figura N° 3.59 Disposición de las estaciones de prueba, escenario 802.11n/g y 802.3

Como se puede observar en la Figura N° 3.59, los computadores etiquetados como master_pc, Marcelo_Laptop y Maestro; poseen capacidades inalámbricas IEEE 802.3, IEEE 802.11n y IEEE 802.11g respectivamente. Las mismas que se conectan al Router con sus respectivos estándares. La línea punteada representas la conexión inalámbrica; mientras que las líneas continuas representa una conexión cableada. En el gráfico se observar la conexión ADSL a internet que posee nuestro Router.

Datos de las velocidades de descarga.

Los datos que se registraron en la tabla a continuación fueron obtenidas mediante el uso de Speed Meter Pro.

Tabla III.29 Resumen de velocidad, escenario 802.11n/g y 802.3

	master_pc				Marcelo_laptop				Maestro			
	Download		Upload		Download		UpLoad		Download		Upload	
1	0.110	Mbps	2,74	Mbps	1,61	Mbps	0.074	Mbps	1,41	Mbps	0.028	Mbps
2	0.103	Mbps	2,72	Mbps	1,67	Mbps	0.09	Mbps	1,34	Mbps	0.027	Mbps
3	0.097	Mbps	2,74	Mbps	4,49	Mbps	0.259	Mbps	1,27	Mbps	0.027	Mbps
4	0.098	Mbps	2,51	Mbps	1,61	Mbps	0.075	Mbps	1,22	Mbps	0.05	Mbps
5	0.099	Mbps	2,06	Mbps	1,65	Mbps	0.076	Mbps	1,34	Mbps	0.027	Mbps
6	0.115	Mbps	2,94	Mbps	1,50	Mbps	0.069	Mbps	0.705	Mbps	0.014	Mbps
7	0.099	Mbps	2,46	Mbps	0.8	Mbps	0.039	Mbps	1,23	Mbps	0.025	Mbps
8	0.102	Mbps	2,66	Mbps	1,32	Mbps	0.06	Mbps	1,60	Mbps	0.032	Mbps
9	0.125	Mbps	2,49	Mbps	1,53	Mbps	0.09	Mbps	0.647	Mbps	0.013	Mbps
10	0.104	Mbps	2,58	Mbps	1,78	Mbps	0.082	Mbps	1,10	Mbps	0.023	Mbps
11	0.095	Mbps	2,62	Mbps	1,36	Mbps	0.063	Mbps	1,24	Mbps	0.025	Mbps
12	0.099	Mbps	2,63	Mbps	3,68	Mbps	0.181	Mbps	1,16	Mbps	0.025	Mbps
13	0.105	Mbps	2,76	Mbps	1,25	Mbps	0.058	Mbps	0.620	Mbps	0.013	Mbps
14	0.093	Mbps	2,39	Mbps	1,54	Mbps	0.071	Mbps	1,20	Mbps	0.025	Mbps
15	0.096	Mbps	2,42	Mbps	1,53	Mbps	0.083	Mbps	1,20	Mbps	0.024	Mbps
16	0.097	Mbps	2,66	Mbps	1,80	Mbps	0.082	Mbps	1,42	Mbps	0.029	Mbps
17	0.087	Mbps	2,84	Mbps	1,73	Mbps	0.092	Mbps	1,30	Mbps	0.031	Mbps
18	0.113	Mbps	2,87	Mbps	1,28	Mbps	0.059	Mbps	1,26	Mbps	0.027	Mbps
19	0.093	Mbps	2,48	Mbps	1,61	Mbps	0.074	Mbps	1,23	Mbps	0.037	Mbps
20	0.097	Mbps	3	Mbps	2,99	Mbps	0.137	Mbps	0.766	Mbps	0.015	Mbps

3.3.4 Fase 4. Cuantificación de resultados.

Para la realización de la evaluación se he decido utilizar una escala cuantitativa para evaluar cada una de los estándares. Es así que a cada una de las variables a evaluar tendrá un porcentaje de representación y/o peso.

Tabla III.30 Equivalencias para la cuantificación de resultados

Variable	Parámetro	Peso	%	Justificación
Usuarios	<ul style="list-style-type: none"> • Plataforma. • Interoperabilidad. • Flexibilidad. 	2	20	Parámetros relacionados directamente con la funcionalidad de la red de comunicaciones, la misma que es explotada por parte de los usuarios.
Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> • Aspectos. 	3	30	Indicador de nivel de confianza de la red de comunicaciones a evaluar.
Velocidad	<ul style="list-style-type: none"> • Transferencia. • Tamaños de bloque. • Complementos. 	4	35	Una de las principales factores a evaluar, dada su directa incidencia en el rendimiento.
Atenuación	<ul style="list-style-type: none"> • Materiales • Tecnologías. 	1	15	Los ambientes en los que operan los estándares de comunicación se ven afectados por diferentes factores como son materiales y otras tecnologías.

La calificación de MALA será aquella tecnología que no cumpla con los parámetros establecidos dentro de la variable que se está evaluando, REGULAR recibirá la tecnología que en parte cumpla con los parámetros establecidos dentro de la variable citada en la comparación, BUENA será la tecnología que maneja bien la variable especificada pero que no se comporta al cien por ciento efectiva, mientras que la calificación de EXELENTE será denominada a la tecnología que cumpla con la variable definida y se acople al ciento por ciento.

Nuestro rango de calificaciones es el siguiente.

Tabla III.31 Rango de calificaciones

Numeración	Equivalencia
< 40%	Malo
>= 40% < 60%	Regular
>= 60% < 80%	Bueno
>=80%	Excelente

3.3.5 Fase 5: Evaluación de las variables.

3.3.5.1 Usuarios.

3.3.5.1.1 Plataforma.

Tabla III.32 Evaluación de los indicadores del parámetro Plataforma

Indicadores	802.3	802.11g	802.11n
Mac OSX	0,50	0,43	0,45
Linux	0,50	0,33	0
Win Xp	0,50	0,48	0,43
Windows 7	0,50	0,43	0,33

Tabla III.33 Valores alcanzados del parámetro Plataforma

Plataforma	802.3	802.11g	802.11n
Total	2	1,67	1,21

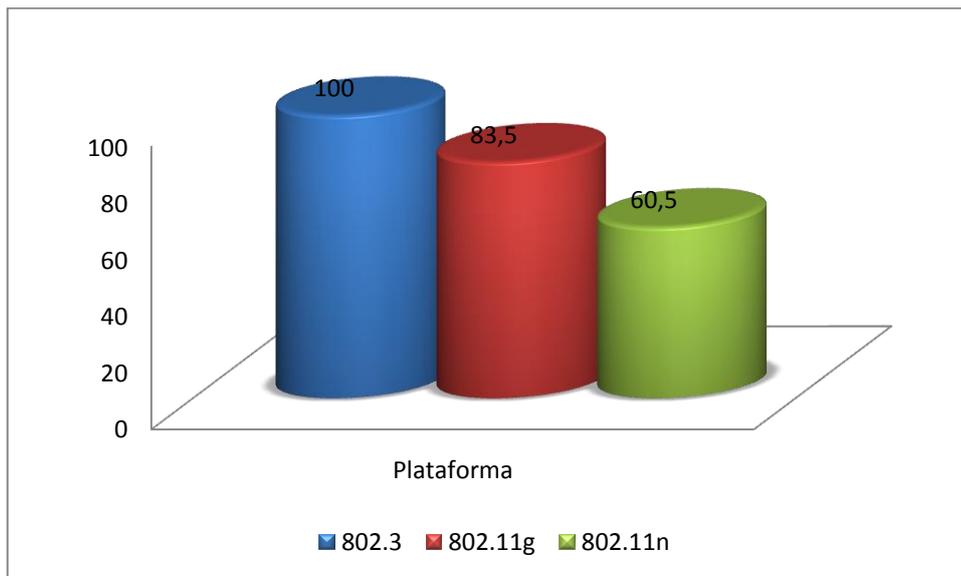


Figura N° 3.60 Porcentajes alcanzados del parámetro Plataforma

3.3.5.1.2 Interoperabilidad.

Tabla III.34 Evaluación de los indicadores del parámetro Interoperabilidad.

Indicadores	802.3	802.11g	802.11n
Medio compartido CSMS/CA	0,67	0,67	0,67
Concurrencia	0,06	0,13	0,67
Cobertura	0,27	0,38	0,67

Tabla III.35 Valores alcanzados del parámetro Interoperabilidad

Interoperabilidad	802.3	802.11g	802.11n
Total	1	1,18	2

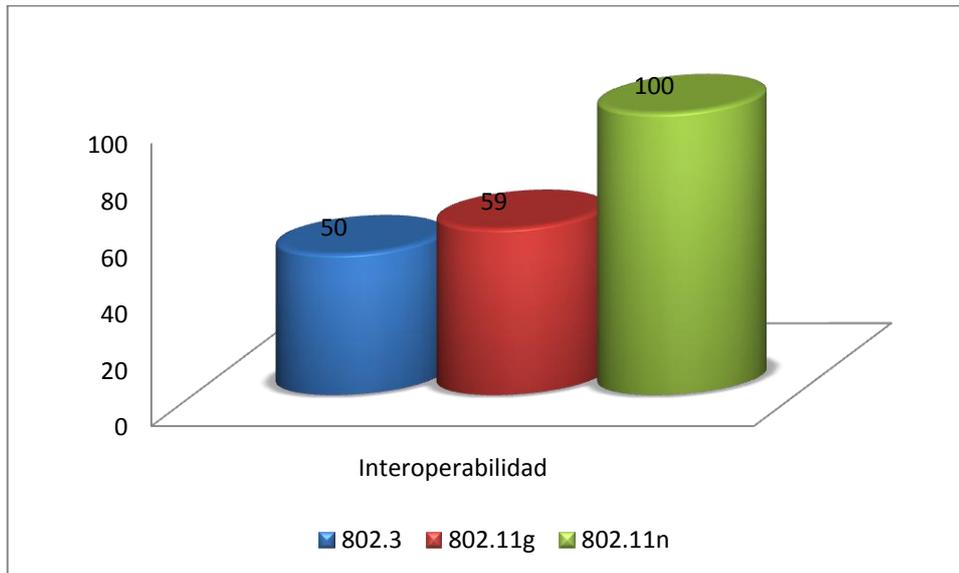


Figura N° 3.61 Porcentajes alcanzados del parámetro Interoperabilidad

3.3.5.1.3 Flexibilidad.

Tabla III.36 Evaluación de los indicadores del parámetro Flexibilidad

Indicadores	802.3	802.11g	802.11n
Movilidad	0,27	0,38	0,67
Portabilidad	0,24	0,67	0,67
Adopción tecnológica	0,67	0,32	0,1

Tabla III.37 Valores alcanzados del parámetro Flexibilidad

Flexibilidad	802.3	802.11g	802.11n
Total	1,18	1,37	1,44

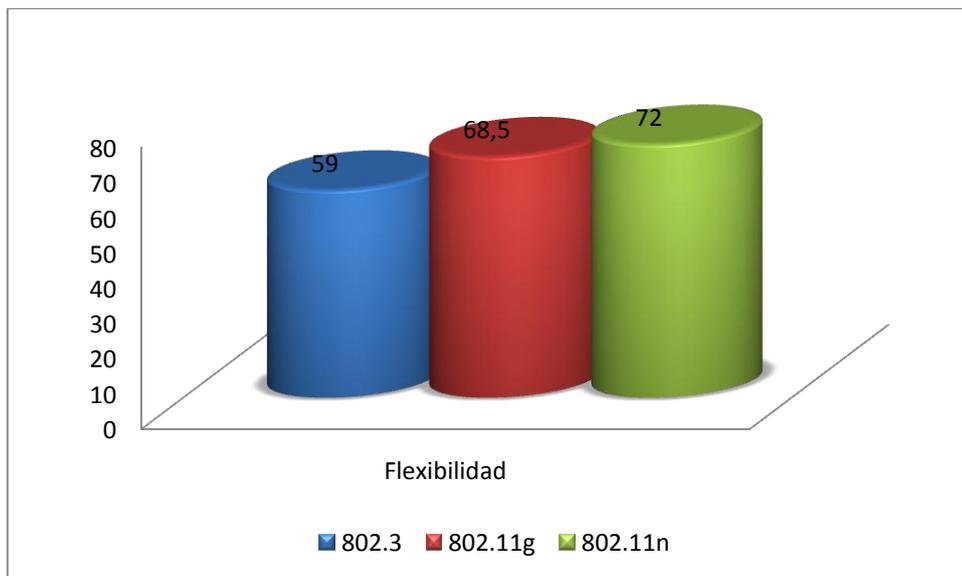


Figura N° 3.62 Porcentajes alcanzados del parámetro Flexibilidad

3.3.5.1.4 Promedios y porcentajes de la variable usuarios.

Tabla III.38 Promedio de la variable Usuario

Parámetros	802.3	802.11g	802.11n
Plataforma	2	1,67	1,21
Interoperabilidad	1	1,18	2
Flexibilidad	1,18	1,37	1,44
Promedio de Variable Usuario	1,39	1,41	1,55

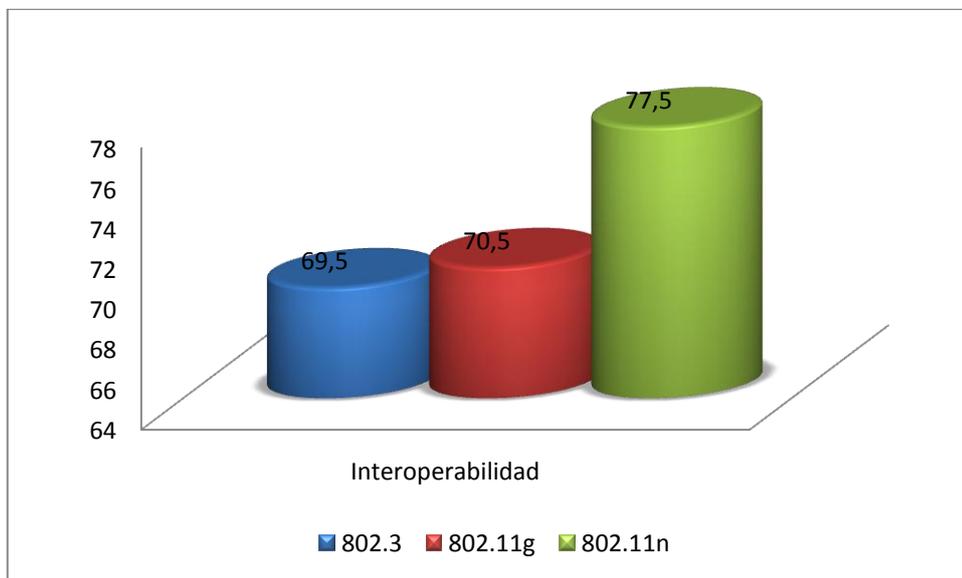


Figura N° 3.63 Porcentajes de la variable Usuario

3.3.5.2 Seguridad.

3.3.5.2.1 Aspectos.

Tabla III.39 Evaluación de los indicadores del parámetro Aspectos

Indicadores	802.3	802.11g	802.11n
Susceptibilidad a ataques	0,75	0,39	0,42
Integridad física	0,75	0,38	0,39
EAP	0,75	0,75	0,75
QoS	0,75	0,75	0,75

Tabla III.40 Valores alcanzados del parámetro Aspectos

Parámetros	802.3	802.11g	802.11n
Aspectos	3	2,27	2,31

3.3.5.2.2 Promedios y porcentajes de la variable seguridad.

Tabla III.41 Promedio de la variable Seguridad

Parámetros	802.3	802.11g	802.11n
Seguridad	3	2,27	2,31
Promedio de Variable Seguridad	3	2,27	2,31

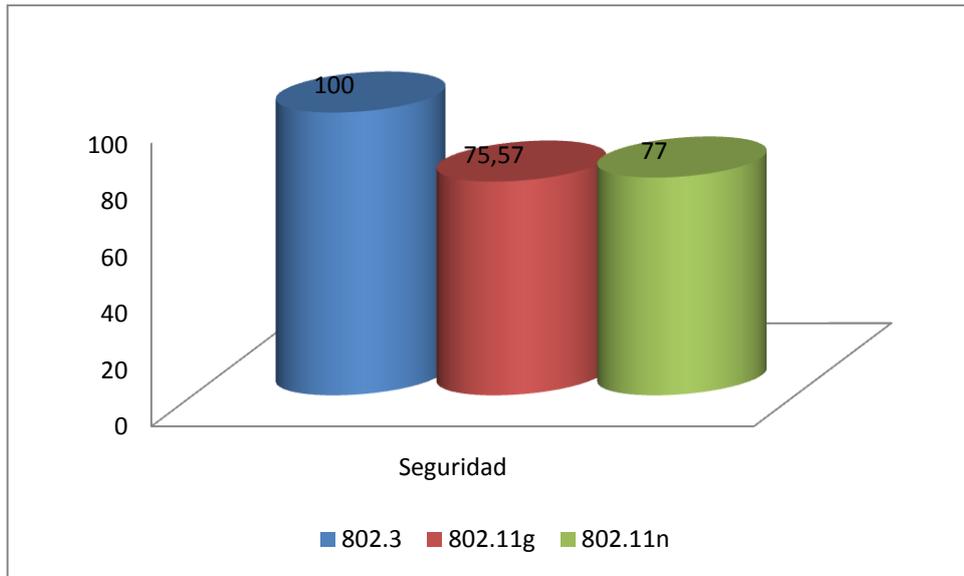


Figura N° 3.64 Porcentaje de la variable Seguridad

3.3.5.3 Velocidad.

3.3.5.3.1 Transferencia.

Tabla III.42 Evaluación de los indicadores del parámetro Transferencia

Indicadores	802.3	802.11g	802.11n
Download	1,33	0,01	0,36
Upload	1,33	0,09	0,15
Ancho de banda	0,44	0,48	1,33

Tabla III.43 Valores alcanzados del parámetro Transferencia

Parámetros	802.3	802.11g	802.11n
Transferencia	3,1	0,58	1,84

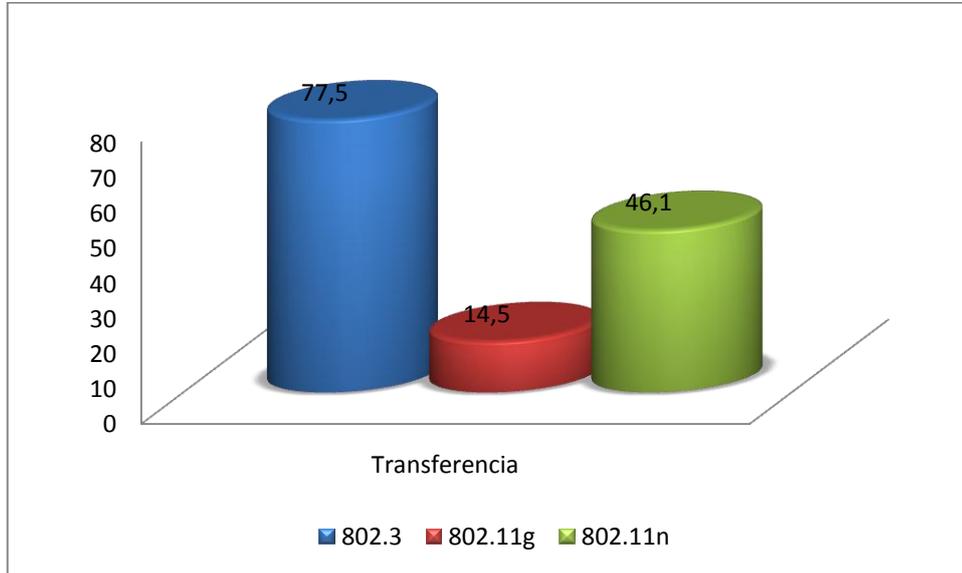


Figura N° 3.65 Porcentajes alcanzados del parámetro Transferencia

3.3.5.3.2 Bloques.

Tabla III.44 Evaluación de los indicadores del parámetro Bloques

Indicadores	802.3	802.11g	802.11n
Tamaño ACK	0,67	0,21	1,33
Tamaño A-MSDU	0,23	0,37	1,33
Tamaño A-MPDU	0	0,05	1,33

Tabla III.45 Valores alcanzados del parámetro Bloques

Parámetros	802.3	802.11g	802.11n
Bloques	0,9	0,63	4

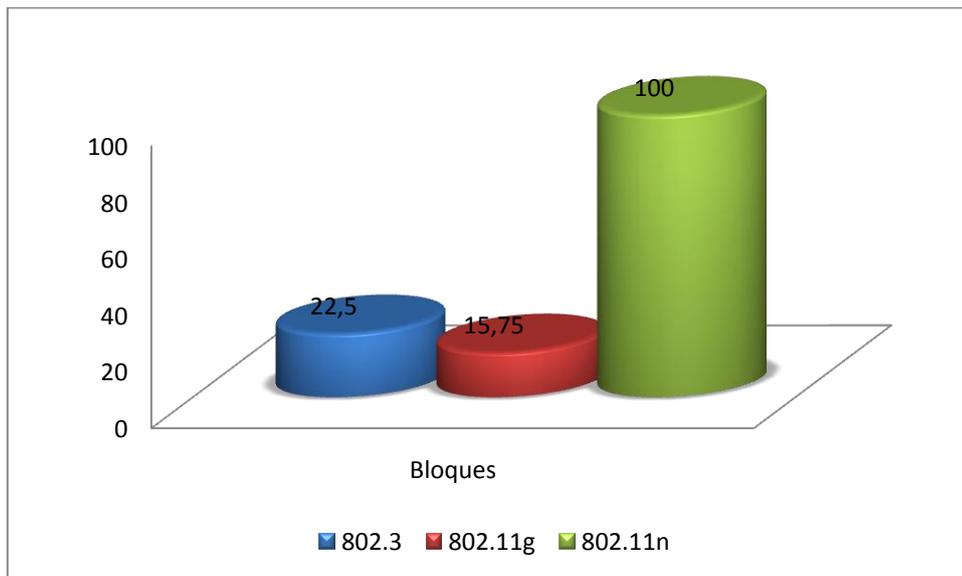


Figura N° 3.66 Porcentajes alcanzados del parámetro Bloques

3.3.5.3.3 Complementos.

Tabla III.46 Evaluación de los indicadores del parámetro Complementos

Indicadores	802.3	802.11g	802.11n
Frecuencia	0,07	0,67	1,33
Sub-Carriers	0	1,23	1,33
GI	0	0,67	1,33

Tabla III.47 Valores alcanzados del parámetro Complementos

Parámetros	802.3	802.11g	802.11n
Complementos	0.07	2,57	4

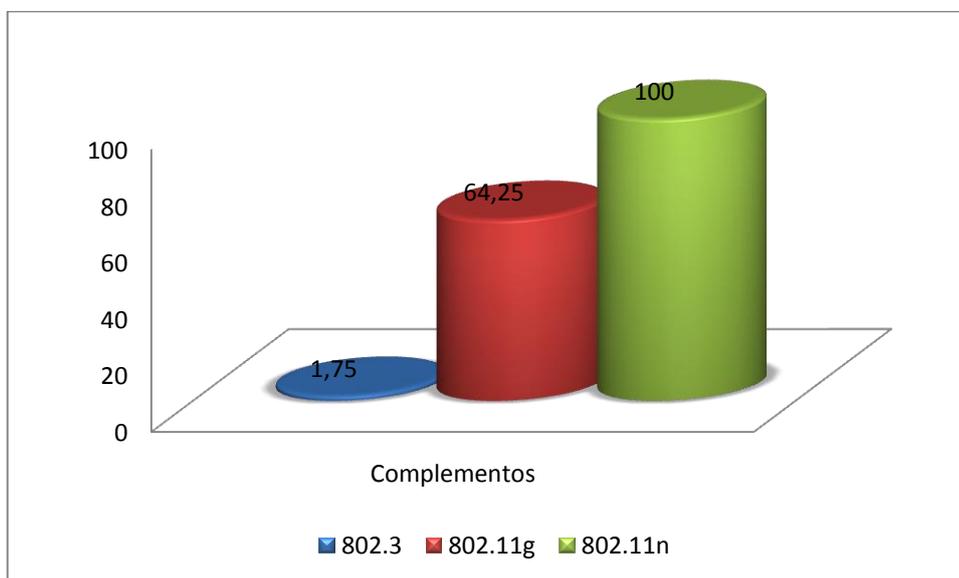


Figura N° 3.67 Porcentajes alcanzados del parámetro Complementos

3.3.5.3.4 Promedios y porcentajes de la variable velocidad.

Tabla III.48 Promedio de la variable Velocidad

Parámetros	802.3	802.11g	802.11n
Transferencia	3,1	0,58	1,84
Tamaño de bloque	0,9	0,63	4
Complementos	0.07	2,57	4
Promedio de la variable Velocidad	1,36	1,26	3,28

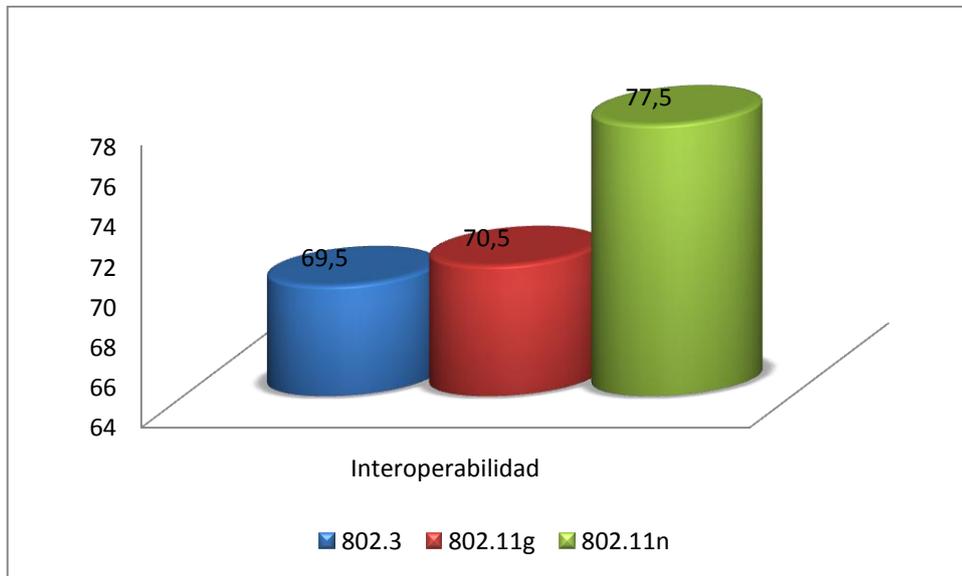


Figura N° 3.68 Porcentaje de la variable Velocidad

3.3.5.4 Atenuación.

3.3.5.4.1 Materiales.

Tabla III.49 Evaluación de los indicadores del parámetro Materiales

Indicadores	Clasificación	802.3	802.11g	802.11n
Madera, sintéticos, vidrio, amianto.	1 (Baja)	0	0,02	0,04
Paredes 4 a 5 cm. Madera, yeso.	2 (Baja/media)	0	0,04	0,06
Vidrio, madera, agua, hojas.	3 (Media)	0	0,06	0,07
Paredes 10 a 15 cm. Ladrillo, yeso o baldosa. Niebla, lluvia.	4 (Media/alta)	0	0,07	0,09
Lozas de 30 a 60 cm. Cemento, ladrillo o yeso. Vidrio alto contenido de plomo.	5 (Alto)	0	0,11	0,13
Alto metal. Ascensores, puertas, estantes.	6 (Muy alto)	0	0,12	0,14

Tabla III.50 Valores alcanzados del parámetro Materiales

Parámetros	802.3	802.11g	802.11n
Materiales	0	0,42	0,53

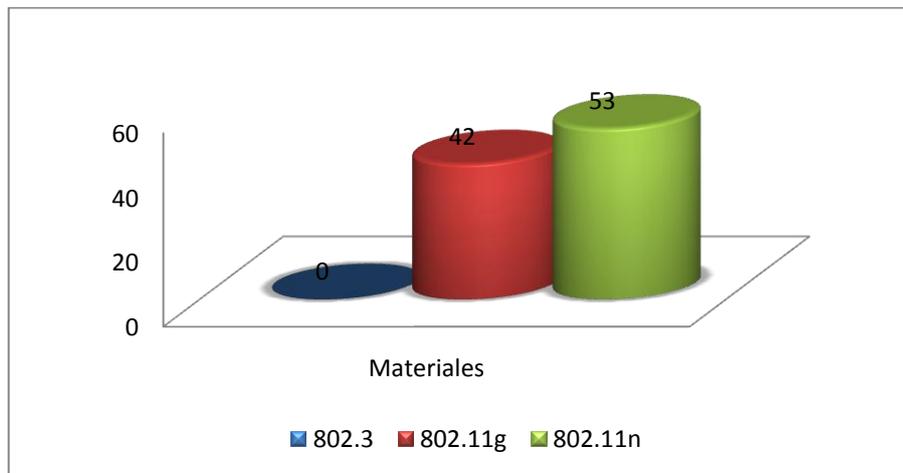


Figura N° 3.69 Porcentaje alcanzado del parámetro Material

3.3.5.4.2 Tecnologías.

Tabla III.51 Evaluación de los indicadores del parámetro Tecnologías

Indicador	802.3	802.11g	802.11n
Bluetooth	0	0,05	0,25
Horno microondas	0	0,19	0,25
Teléfonos inalámbricos	0	0,21	0,25
Redes WLAN	0	0,07	0,25

Tabla III.52 Evaluación del parámetro Tecnologías

Parámetros	802.3	802.11g	802.11n
Tecnologías	0	0,52	1

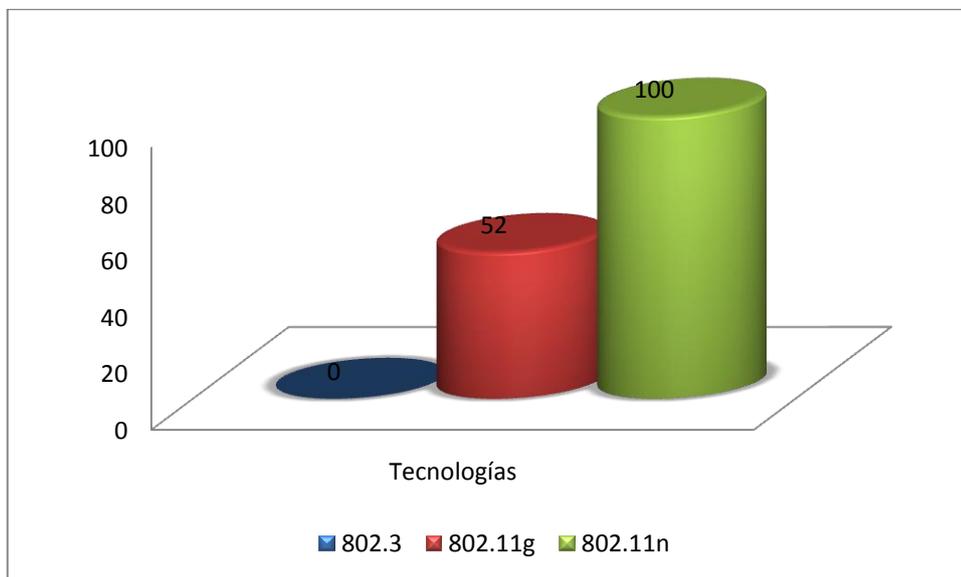


Figura N° 3.70 Porcentaje alcanzado del parámetro Tecnologías

3.3.5.4.3 Promedio y porcentaje de la variable atenuación.

Tabla III.53 Promedio de la variable Atenuación

Parámetros	802.3	802.11g	802.11n
Materiales	0	0,42	0,53
Tecnología	0	0,52	1
Promedio de la variable Velocidad	0	0,47	0,77

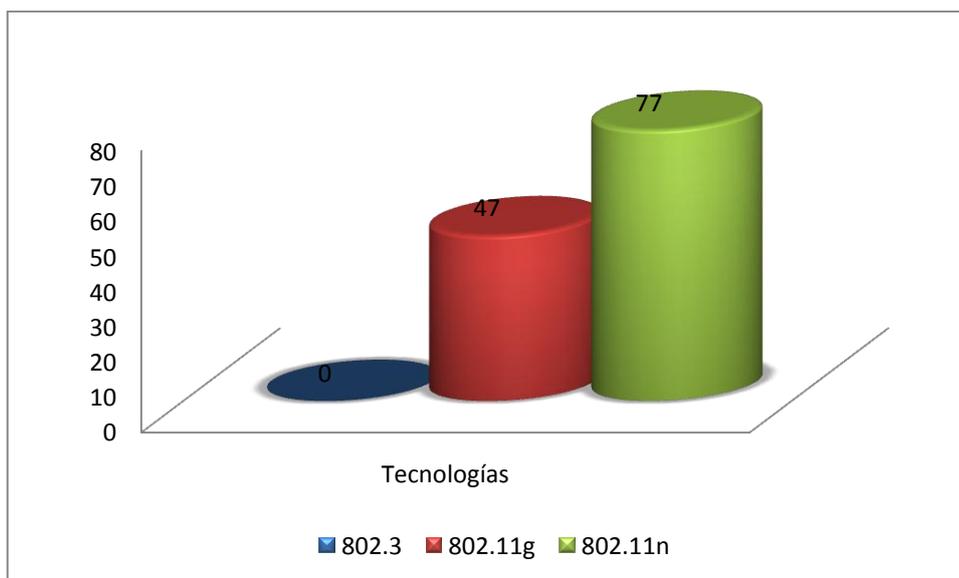


Figura N° 3.71 Porcentaje de la variable Atenuación

3.3.6 Interpretación de resultados

Tabla III.54 Resumen de la comparación de estándares

Parámetros	Variables	802.3	802.11g	802.11n	Promedio 802.3	Promedio 802.11g	Promedio 802.11n	Porcentaje 802.3	Porcentaje 802.11g	Porcentaje 802.11n
Usuarios	Plataforma	2	1,67	1,21						
	Interoperabilidad	1	1,18	2						
	Flexibilidad	1,18	1,37	1,44						
					1,39	1,41	1,55	13,90%	14,10%	15,50%
Seguridad	Aspectos	3	2,27	2,31						
					3	2,27	2,31	30%	22,70%	23,10%
Velocidad	Transferencia	3,1	0,58	1,84						
	Tamaño de Bloque	0,9	0,63	4						
	Complemento	0,07	2,57	4						
					1,36	1,26	3,28	11,90%	11,03%	28,70%
Atenuación	Materiales	0	0,42	0,53						
	Tecnología	0	0,52	1						
					0	0,47	0,77	0%	7,05%	11,55%
Total								55,80%	54,88%	78,85%

El estándar IEEE 802.11n es que mayor porcentaje obtuvo. Superando a los estándares IEEE 802.3 y IEEE 802.11g. Debido principalmente a la contribución que obtuvo de la variable velocidad, la misma que es superior a sus contrapartes.

La variable atenuación perjudico al estándar en la valoración final, dado que el mismo estándar se muestra susceptible a este tipo de fenómenos, más medida que el estándar IEEE 802.11g.

La seguridad del estándar supero a su contraparte inalámbrica IEEE 802,11g, pero fue superada por el estándar IEEE 802.3.

La variable usuarios, muestra que estándar proporciona mejores funcionalidad que el IEEE 802.11g y IEEE 802.3, por lo que contribuye a la valoración final.

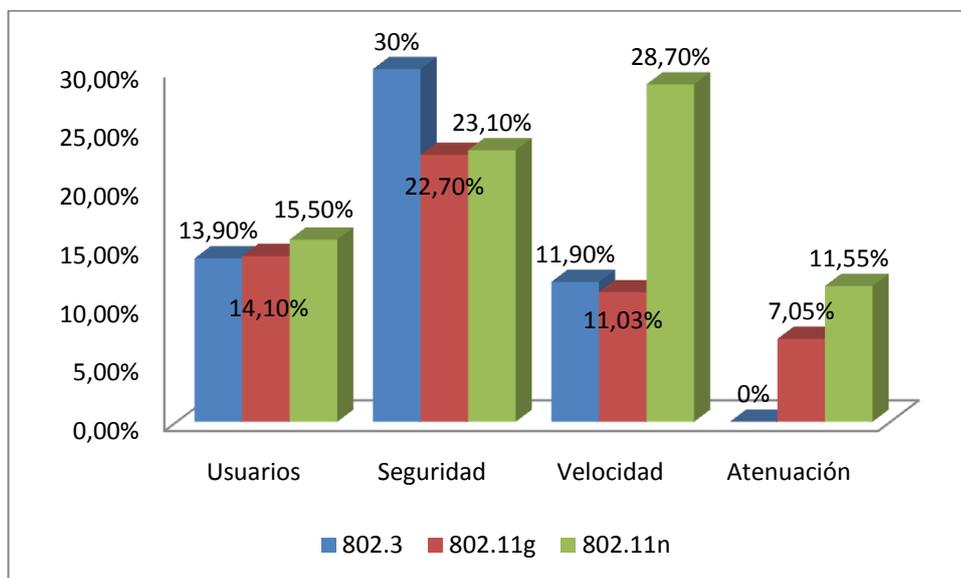


Figura N° 3.72 Porcentajes alcanzados de las variables según el estándar

Con la valoración final de los estándares se obtuvo que:

- El estándar IEEE 802.3 alcanzó un total de 55,80% equivalente a Regular en nuestra tabla de rangos.
- El estándar IEEE 802.11g alcanzó un total de 54,88% equivalente a Regular en nuestra tabla de rangos.
- El estándar IEEE 802.11n alcanzó un total de 78,85% equivalente a muy bueno.

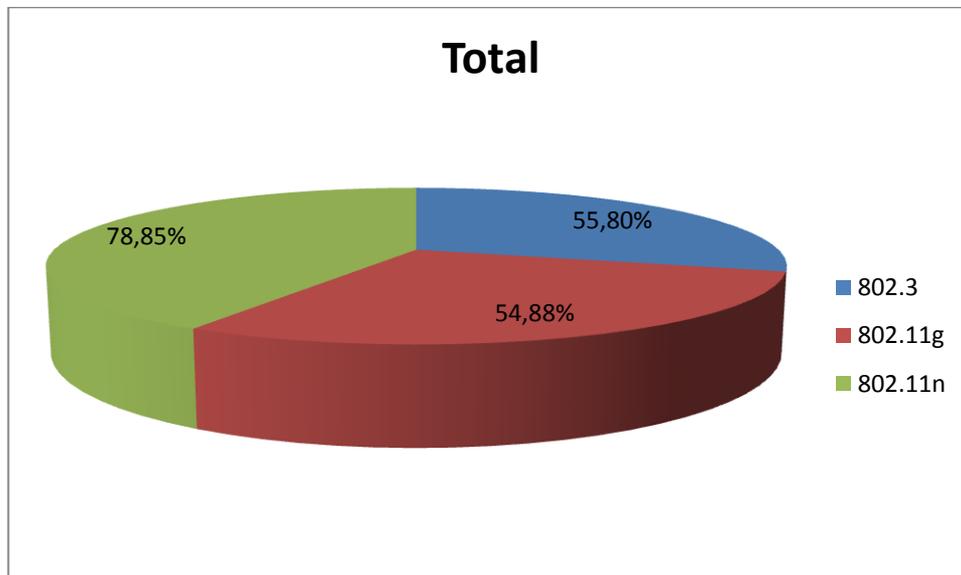


Figura N° 3.73 Valoración final de los estándares

Efectuado el análisis correspondiente, se obtuvo que el estándar IEEE 802.11n es superior al estándar IEEE 802.3 en un 23,05% y en un 23,97% al estándar IEEE 802.11g. Por lo que el estándar IEEE 802.11n se utilizara en el diseño de red.

La tecnología correspondiente al estándar IEEE 802.11n es la tecnología que más se adapta para la implementación de redes de comunicación.

CAPÍTULO IV.

4 Diseño de red.

4.1 *Introducción*

Para proveer una solución informática de calidad, es necesario que la misma se fundamente en una sólida base y esta no puede ser otra que la infraestructura de red.

La infraestructura de red es capaz de soportar diferentes variables tales como: protocolos, servicios, seguridad, dispositivos, usuarios, aplicaciones, etc.

En el presente capítulo se desarrolla el diseño de red. El mismo que inicia con el análisis de la infraestructura actual, continúa con los requerimientos de solución y finaliza con el diseño. No es de competencia del presente trabajo su implementación.

El presente diseño es de una red de comunicaciones para la Municipalidad de Cumandá. El presente diseño contempla las fases de: Análisis de la red actual, requerimientos de solución y termina con el diseño.

4.2 Análisis.

En esta etapa se recoge la información correspondiente a la infraestructura física, que posee la Municipalidad de Cumandá. Lo que corresponde al hardware y software a más de los servicios con los que cuenta.

Dicho análisis es presentado de acuerdo al modelo híbrido de red, es decir se realizará la descripción capa a capa.

4.2.1 Municipio de Cumandá.

A continuación detalles varios sobre la Municipalidad de Cumandá.

4.2.1.1 Infraestructura física.

Un aspecto muy importante del que debemos conocer es sobre la infraestructura de la Municipalidad. La misma que se detalla en la Tabla IV.55.

Tabla IV.55 Infraestructura física de la Municipalidad de Cumandá

Detalle	Descripción
Ubicación	Cantón Cumandá provincia del Chimborazo.
Producto	Servicios municipales.
Instalaciones	3 plantas, aproximadamente 600 m ²
Área a cubrir	3 plantas, aproximadamente 600m ²

4.2.1.2 Inventario hardware y software.

A continuación se detalla el inventario hardware que posee el Municipio de Cumandá, el mismo que se describe en la Tabla IV.56.

Tabla IV.56 Inventario hardware del Municipio de Cumandá

Departamento	Usuario	SO	CPU	Memoria	Red	Internet
Medio ambiente	A	Windows Xp Sp3	Pentium (4) 2.4Gh	256Mb	802.3	Si
	B	Windows Xp	Intel Core 2 (Duo) 2.13Ghz	1Gb	802.3	No
Bodega	A	Windows Xp Sp1	Intel Pentium (4) 1.7Gh	120Mb	No	No
Rentas	A	Windows Xp Sp2	Intel Pentium (4) 3.2Ghz	2Gb	802.3	Si
Recursos Humanos	A	Windows Xp Sp2	Intel (R) 1.66Ghz	1Gb	802.3	Si
	B	Windows Xp Sp2	Intel Celeron 2.5Ghz	256Mb	802.3	Si
	C	n/a	n/a	n/a	802.3	Si
Dep. Jurídico	A	Windows Xp Sp2	Intel Celeron 2.5Ghz	1Gb	802.3	No
Secretaría de Alcaldía	A	Windows Xp Sp2	Celeron 1.8Ghz	256Mb	802.3	Si
Alcaldía	A	Windows Xp	Intel® Pentium® M 725 1.6 GHz	256Mb	802.3 802.11g	Si
Dep. Financiero (Recaudaciones)	A	Windows Xp Sp2	Intel Celeron 2.5Ghz	1Gb	802.3	No
Catastros y Avalúos	A	Windows Xp Sp2	Intel Core Duo 2.2Ghz	2Gb	802.3	No
	B	Windows Xp Sp2	Intel® Pentium (4) 3.0Ghz	1Gb	802.3	No
Tesorería	A	Windows Xp Sp2	Intel® Pentium® (R) 2.8Ghz	256Mb	802.3	Si
Dir. Financiera	A	Windows Xp Sp2	Intel® Core(2) Quad 2.3Ghz	2Gb	No	No
	B	Windows Xp Sp2	Intel® Pentium® (4) 3.0GHz	1Gb	802.3	Si

Departamento de Obras Públicas	A	Windows Xp Sp2	Intel® Celeron® 2.4Ghz	256Mb	802.3	No
	B	Windows Xp Sp2	Intel® Pentium® (4) 2.8GHz	512Mb	802.3	No
	C	Windows Xp Sp2	Intel® Pentium® (4) 2.8GHz	256Mb	802.3	No
	D	Windows Xp Sp2	Intel® Pentium® (4) 3.0GHz	512Mb	802.3	No
	E	Windows Xp Sp2	Intel® Pentium® (4) 3.0GHz	1Gb	802.3	No
	F	Windows Xp Sp2	Intel® Pentium® (4) 2.8GHz	512Mb	802.3	No
	G	Windows Xp Sp2	Intel® Pentium® (R) 3.0GHz	1Gb	802.3	No
Departamento de contabilidad	A	Windows Xp Sp2	Intel® Pentium® (4) 1.4GHz	128Mb	802.3	No
	B	Windows Xp Sp2	Intel® Pentium® (D) 3.4GHz	1Gb	802.3	No
	C	Windows 2000	Intel® Pentium® (4)	768.744Mb	802.3	No
	D	Windows Xp Sp2	Intel® Core (2) 2.4GHz	2Gb	802.3 x2	No
	E	Windows Xp Sp2	Intel® Pentium® (4) 3.0GHz	3Gb	802.3	No

En la Tabla IV.57, se detalla el inventario de las aplicaciones informáticas que se utilizan en las diferentes dependencias de la Municipalidad.

Tabla IV.57 Inventario software del Municipio de Cumandá

Aplicaciones Informáticas	Departamentos
Microsoft Word Microsoft Excel Microsoft PowerPoint Internet Explorer	Todos los departamentos

4.2.1.3 Conectividad actual.

En este apartado se visualiza la conectividad actual que presentan los departamentos suscritos a la Municipalidad de Cumandá.

Dicha información se muestra en el Anexo F. Donde se muestra la disposición de los equipos informáticos, detallándose las conexiones por departamentos es sus diferentes pisos.

4.2.2 Análisis por capas.

A continuación se realiza el análisis por capas correlacionado al modelo híbrido de red. En el mismo se describe capa a capa las funciones de la arquitectura de red actualmente disponible.

4.2.2.1 Capa física.

Esta capa se encarga de gestionar la conexión física de red. En la Municipalidad de Cuamandá el medio físico de transmisión utilizado es el par trenzado, UTP Cat 5 con conectores RJ-45 para los computadores.

Cabe indicar que del total de 28 computadoras que posee la municipalidad, 26 poseen conexiones y conectores compatibles con RJ-45 lo que corresponde al 92,86% del parque informático.

4.2.2.2 Capa de enlace.

Esta capa se encarga de agrupar los bits en tramas, suministrando el tránsito de datos confiable utilizando las direcciones MAC, manejo de errores de transmisión y regular el flujo de tramas para que los receptores lentos no sean saturados por transmisores rápidos.

El protocolo IEEE 802.3 o Fast Ethernet el protocolo de transmisión utilizado para la interconexión, el mismo que funciona 100 Mbps con auto-negociación de velocidad.

De las 28 computadoras existentes, 9 se conectan al switch lo que representa el 32,14% del total de computadoras. Dicha distribución se detalla gráficamente en el Anexo F.

4.2.2.3 Capa de red.

Esta capa se encarga de determinar la mejor ruta disponible desde el origen hacia el destino. Para el enrutamiento se utiliza información sobre la topología de la red. Esta capa permite el direccionamiento de red y host mediante el uso de direcciones IP, las mismas que se clasifican según su uso y de estas hay 5 clases distintas de direcciones IP.

En la municipalidad de Cumandá existe un direccionamiento IP estático y esta es de tipo C como se lo describe en la Tabla IV.58.

Tabla IV.58 Direccionamientos IP

Dependencia	Detalle	Direccionamiento
Medio ambiente	Usuario	192.168.0.12 /24
Rentas	Usuario	192.168.0.13 /24
Recursos Humanos	Usuario A	192.168.0.14 /24
	Usuario B	192.168.0.15 /24
	Comparte conexión a internet	192.168.0.47 /24
Despacho Alcaldía	Usuario	192.168.0.17 /24
Secretaria de Alcaldía	Usuario	192.168.0.18 /24
Tesorería	Usuario	192.168.0.19 /24
Dirección financiera	Usuario	192.168.0.20 /24

De las 28 computadoras existentes, 9 poseen servicio de internet, es decir el 32,14% del total de computadoras. Dicha distribución se detalla gráficamente en el Anexo F.

4.2.2.4 Capa de transporte.

Esta capa se encarga de múltiples funciones como: brindar la calidad de servicio, transportar y regular el flujo de información desde el origen hasta el destino de manera confiable y precisa, control de flujo extremo a extremo, multiplexaje (datos de distintas aplicaciones de manera simultánea mediante un medio físico único), verificación y recuperación de errores.

El protocolo TCP/IP de la capa 4 del modelo OSI consta de dos protocolos: TCP y UDP. Los protocolos en la capa de transporte UDP y TCP son utilizados para el intercambio de datagramas a través de la infraestructura que existe en el municipio de Cumandá.

4.2.2.5 Capa de aplicación.

Esta capa se encarga de proporcionar el componente de comunicación de una aplicación. Esta capa de aplicación es la más cercana al sistema final y determina si existen suficientes recursos para establecer la comunicación entre los sistemas. La capa de aplicación no suministra servicios a ninguna de las demás capas del modelo OSI, los recibe. Esta Brinda servicios a los procesos de aplicación. La capa de aplicación proporciona: una interfaz directa para el resto del modelo OSI, mediante el uso de aplicaciones de red: aplicaciones web, correo electrónico, transferencia de archivos, mensajería. Y una interfaz indirecta mediante el uso de aplicaciones independientes: Word, Excel, PowerPoint, etc.

En la Tabla IV.59, se describe el uso de las aplicaciones usadas en las diferentes dependencias, los mismos que poseen conexión a internet. El navegador Internet Explorer es utilizado en un del 32,14% de la totalidad de usuarios de la Municipalidad.

Tabla IV.59 Aplicaciones utilizadas en las dependencias internet

Aplicaciones	Dependencias	# de usuarios
Internet Explorer	Departamento de Medio Ambiente	1
	Rentas	1
	Departamento Recursos Humanos	3
	Secretaría de Alcaldía	1
	Tesorería	1
	Dirección Financiera	2
	Total	9

En la Tabla IV.60, se detalla las aplicaciones utilizadas en las diferentes dependencias, el uso de las aplicaciones ofimáticas en la Municipalidad.

Tabla IV.60 Aplicaciones utilizadas en las dependencias de la Municipalidad

Aplicaciones	Dependencias	# de usuarios
Microsoft Word Microsoft Excel Microsoft PowerPoint	Medio Ambiente	2
	Bodega	1
	Rentas	1
	Departamento Recursos Humanos	3
	Departamento Jurídico	1
	Despacho de Alcaldía.	1
	Secretaria de Alcaldía.	1
	Departamento Financiero.	1
	Catastros y Avalúos.	2
	Tesorería.	1
	Dirección Financiera.	2
	Departamento de Obras Públicas	7
	Departamento de Contabilidad	5
	Total	

4.2.2.6 Resumen.

Lo recopilado anteriormente lo podemos resumir en la siguiente tabla.

Tabla IV.61 Aplicaciones más utilizadas por dependencia

Detalle	Cantidad	Valor (%)
Usuarios totales de computadoras.	28	100%
Usuarios con tarjetas RJ-45	26	92,86%
Usuarios con tarjetas inalámbricas	1	3,57%
Usuarios de aplicaciones ofimáticas	28	100%
Usuario con conexión a internet/Navegador de internet	9	32,14%

4.3 Requerimientos.

Esta etapa se enfoca en la identificación de requerimientos que se presentan en la Municipalidad y de los usuarios que hacen y harán uso de la red de comunicaciones. También identifica los requerimientos que en un futuro se presentaran. Para la obtención de los requerimientos se ha planteado varios cuestionarios en la Municipalidad.

4.3.1 Información preliminar.

Para una eficiente abstracción de requerimientos debemos tener en claro ciertos aspectos y recopilar cierta información. Estos aspectos son clarificados por los directivos de la Municipalidad y la recopilación de información se lo realiza medio de encuestas.

4.3.1.1 Requerimientos generales.

La autoridad encargada de proporcionar los requerimientos generales es el Lic. Edison Quezada quien es director del Departamento de Recursos Humanos; el mismo que proporcionó los siguientes requerimientos.

- Asesoramiento sobre la infraestructura informática necesaria.
- Permitir la comunicación interdepartamental.
- Ampliar el acceso a internet.
- Proveer a la red de mejores características como: movilidad y flexibilidad.
- Ampliar el área de servicio.

4.3.1.2 Encuestas.

Las mismas tienen como objetivo abstraer los requerimientos con mayor grado de precisión. Las mismas fueron aplicadas a todos los usuarios de los departamentos de la Municipalidad los mismos que hacen uso computadoras.

La encuesta se aplicó a 20 usuarios, para los que se desarrolló 2 tipos de encuestas, las cuales se aplican a los usuarios conectados y usuarios no conectados.

Una entrevista se realizó al Lic. Edison Quezada, jefe del departamento de recursos humanos.

Encuesta a usuarios.

A continuación se realiza el análisis de la encuesta aplicada a los usuarios informáticos de la Municipalidad, la misma que se encuentra detallado en el Anexo G.

4.3.1.2.1 Tipo de conexión que le gustaría poseer.

Tabla IV.62 Resultado encuesta pregunta #1

Pregunta #1	Usuario conectado	Usuario no conectado
	Porcentaje	Porcentaje
Cableado	22,22%	9,09%
Inalámbrico	77,78%	90,91%

FUENTE.- Encuesta dirigida a usuarios informáticos de la Municipalidad de Cumandá.

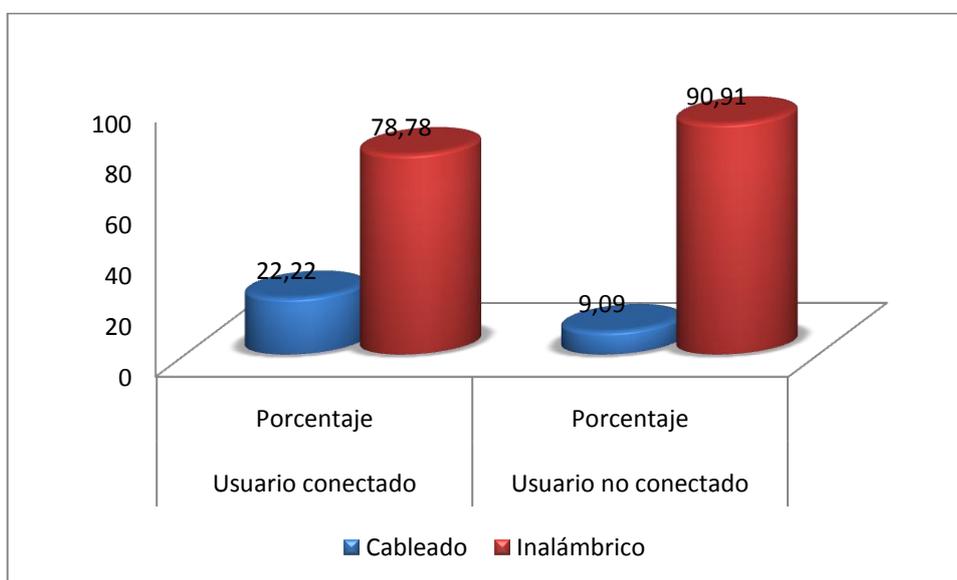


Figura N° 4.74 Resultado encuesta pregunta #1

El 78% de los usuarios que actualmente están conectados a la red de cable les gustaría tener una conexión tipo inalámbrica.

En el caso de los usuarios que aun no tienen conexión a la red; estos muestran un interés por poseer una conexión inalámbrica, en un 90,91%.

4.3.1.2.2 Equipos de cómputo que poseen.

Tabla IV.63 Resultado encuesta pregunta #2

Pregunta #2	Usuario conectado	Usuario no conectado
	Porcentaje	Porcentaje
Desktop	100%	90,91%
Laptop	0%	9,09%

FUENTE.- Encuesta dirigida a usuarios informáticos de la Municipalidad de Cumandá.

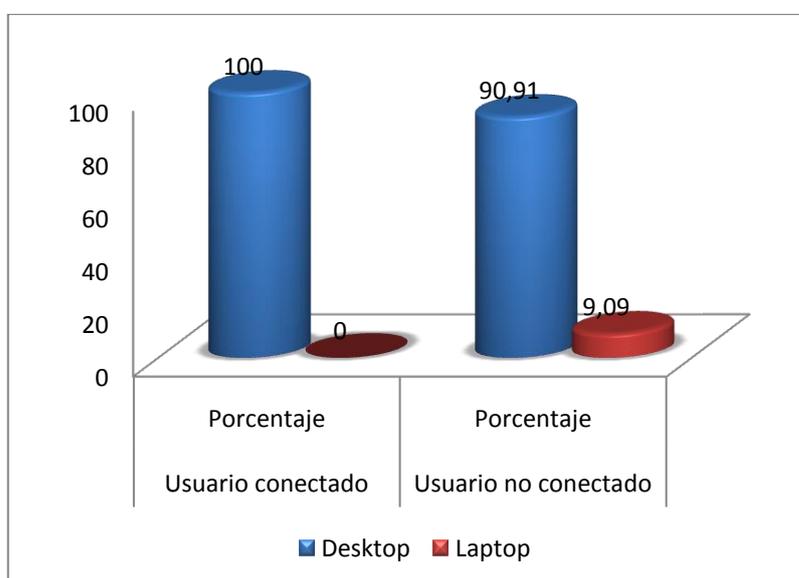


Figura N° 4.75 Resultado encuesta pregunta #2

En dicha encuesta se encontró que un gran porcentaje de equipos de cómputo corresponden a desktops y una pequeña cantidad a laptops. Para dotar de capacidades inalámbricas a los equipos desktop se necesitarían de conectores especiales, pudiendo ser estos PCI o USB.

4.3.1.2.3 Tipos de conectores que se utiliza.

Tabla IV.64 Resultado encuesta pregunta #3

Pregunta #3	Usuario conectado	Usuario no conectado
	Porcentaje	Porcentaje
USB	100%	100%
PCI	0%	0%

FUENTE.- Encuesta dirigida a usuarios informáticos de la Municipalidad de Cumandá.

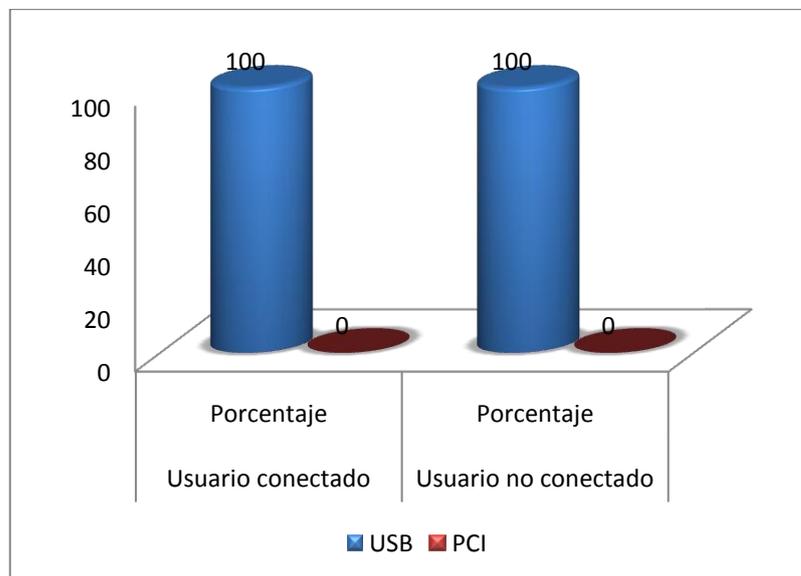


Figura N° 4.76 Resultado encuesta pregunta #3

Las conexiones más utilizadas por parte de los usuarios conectados o no conectados están en una proporción del 100% para los conectores USB.

Este tipo de conector es el más ampliamente utilizado entre los usuarios de equipos de cómputo. Debido principalmente a la facilidad de conexión.

Sera mucho más fácil la aplicación de equipos con conector USB que equipos con conectores PCI.

4.3.1.2.4 Computador que le gustaría utilizar.

Tabla IV.65 Resultado encuesta pregunta #4

Pregunta #4	Usuario conectado	Usuario no conectado
	Porcentaje	Porcentaje
Desktop	44,44%	36,36%
Laptop	55,56%	63,63%

FUENTE.- Encuesta dirigida a usuarios informáticos de la Municipalidad de Cumandá.

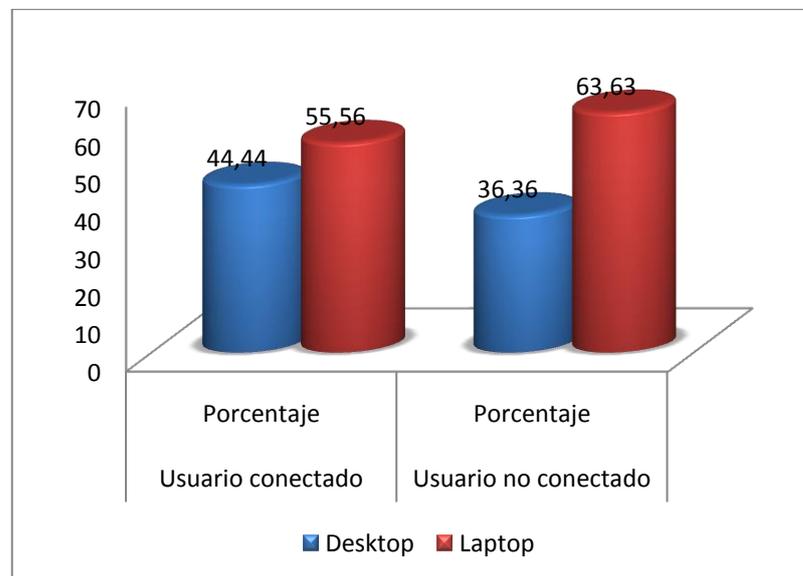


Figura N° 4.77 Resultado encuesta pregunta #4

La mayoría de los usuarios desea utilizar equipos portátiles o laptop. Estos corresponden al 55,56% y el 63,63% de los usuarios conectados y no conectados. Lo que nos revela la necesidad por parte de los usuarios de funcionalidades extras como: movilidad e itinerancia; funciones propias de ofrece la tecnología inalámbrica.

4.3.1.2.5 Se debe mejorar la conexión a internet.

Tabla IV.66 Resultado encuesta pregunta #5

Pregunta #5	Usuario conectado	Usuario no conectado	
	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
Si	77,78%	No aplica	
No	22,22%		

FUENTE.- Encuesta dirigida a usuarios informáticos de la Municipalidad de Cumandá.

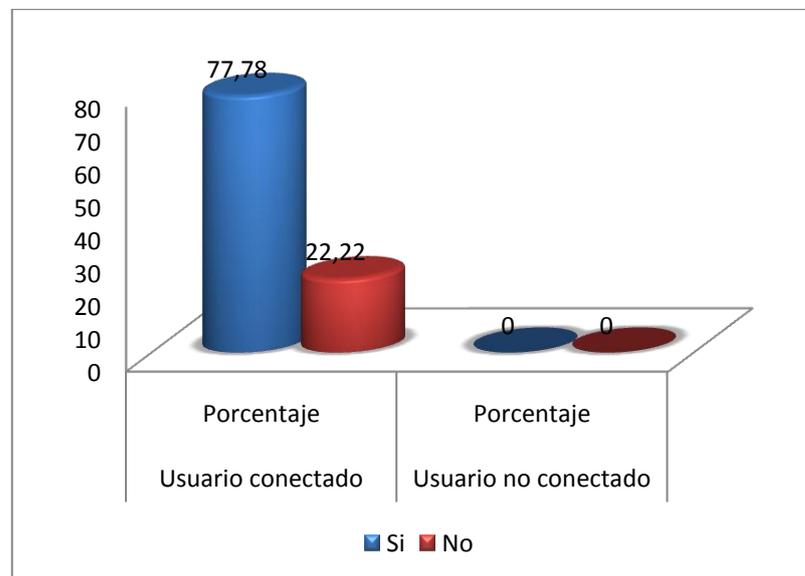


Figura N° 4.78 Resultado encuesta pregunta #5

El 77,78% los usuarios se pronunciaron por que si se debe mejorar la conexión actual a internet, mientras que un 22,22% de los usuarios se pronuncian que no se debe mejorar el servicio a internet.

La velocidad de conexión debe aumentarse para satisfacer las necesidades y así poder brindar un mejor servicio.

4.3.1.2.6 Movilidad.

Tabla IV.67 Resultado encuesta pregunta #6

Pregunta #6	Usuario conectado	Usuario no conectado
	Porcentaje	Porcentaje
Si	44,44%	72,72%
No	55,56%	27,27%

FUENTE.- Encuesta dirigida a usuarios informáticos de la Municipalidad de Cumandá.

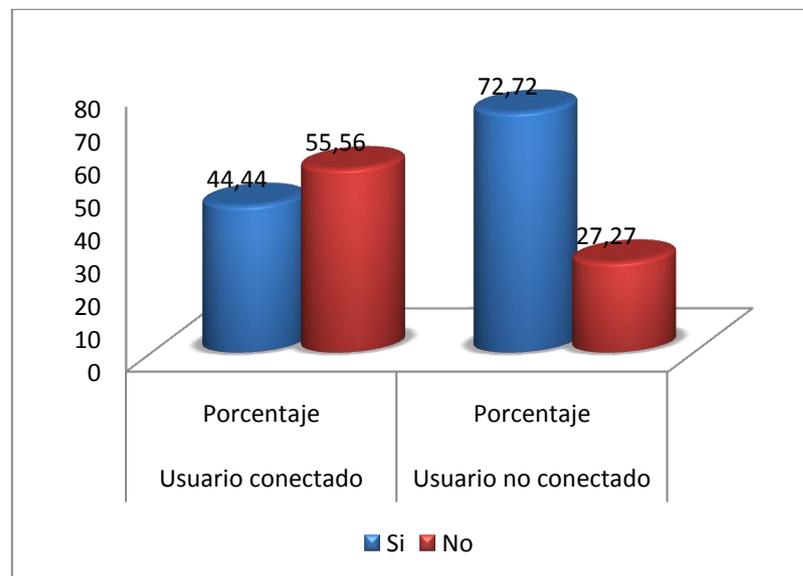


Figura N° 4.79 Resultado encuesta pregunta #6

Un importante porcentaje de usuarios tanto conectados como no conectados, se pronuncian por un mejoramiento de movilidad.

La necesidad de movilidad se muestra en los resultados de la encuesta. Los usuarios no conectados en un 72,72% son los que manifiestan necesidad de movilidad, valor justificado por la falta de conexión. A diferencia que los usuarios conectados se pronuncian mayoritariamente por no necesitar de movilidad.

4.3.1.2.7 Seguridad.

Tabla IV.68 Resultado encuesta pregunta #7

Pregunta #7	Usuario conectado	Usuario no conectado
	Porcentaje	Porcentaje
Si	100%	72,72%
No	0%	27,27%

FUENTE.- Encuesta dirigida a usuarios informáticos de la Municipalidad de Cumandá.

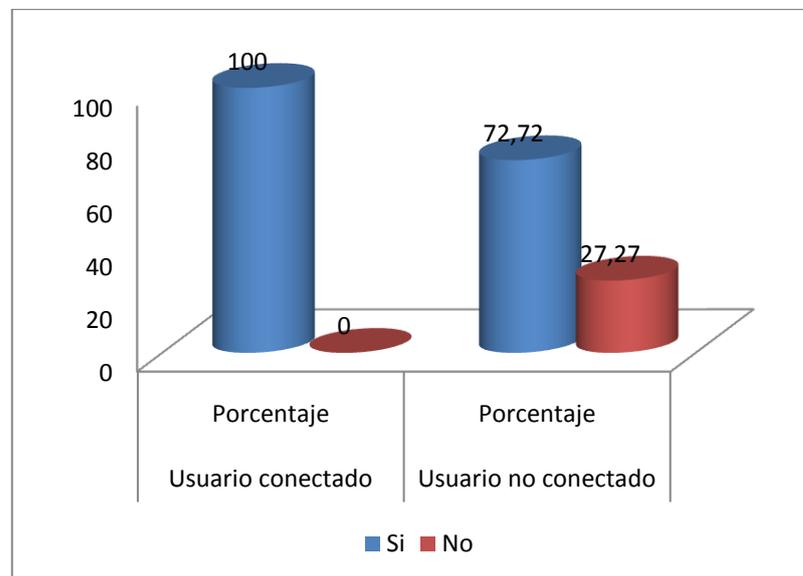


Figura N° 4.80 Resultado encuesta pregunta #7

Los valores nos muestran que la seguridad es un aspecto muy importante para los usuarios, tanto conectado y no conectados, en valores correspondientes al 100% y al 72,72%.

De los usuarios no conectados el 27,27% se pronuncio por no necesitar mejorar la seguridad, respuesta seguramente condicionada a la ausencia de conexión.

4.3.1.2.8 Velocidad de descarga.

Tabla IV.69 Resultado encuesta pregunta #8

Pregunta #8	Usuario conectado	Usuario no conectado	
	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
<=12Kbps	55,56%	No aplica	
<=26Kbps	44,44%		
<=60Kbps	0%		
>100Kbps	0%		

FUENTE.- Encuesta dirigida a usuarios informáticos de la Municipalidad de Cumandá.

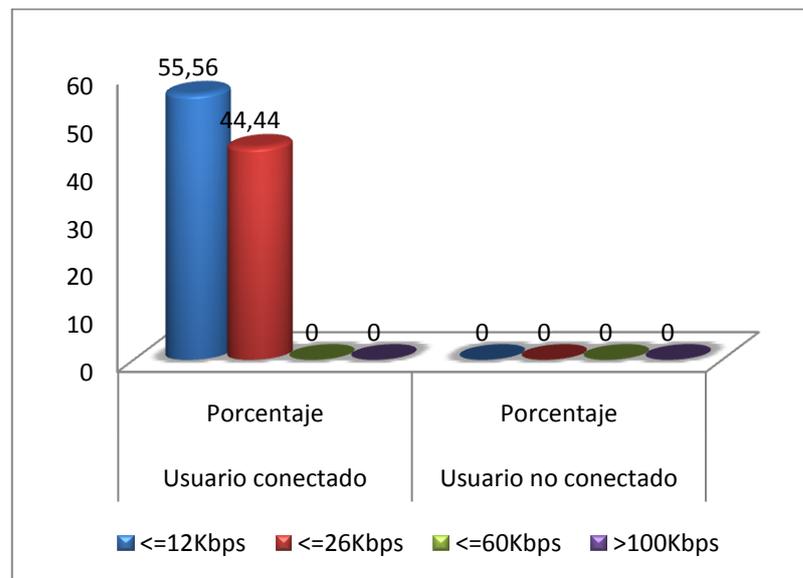


Figura N° 4.81 Resultado encuesta pregunta #8

Análisis.

El 55,567% de las respuestas dicen que la velocidad es <=12Kbps, mientras que un 44,44% de los usuarios dicen que las velocidad es <=26Kbps. Esta pregunta esta en concordancia con la pregunta #5, indicándonos la necesidad de aumentar el ancho de banda del servicio a internet.

4.3.1.2.9 Aplicaciones utilizadas.

Tabla IV.70 Resultado encuesta pregunta #9

Pregunta #9	Usuario conectado	Usuario no conectado
	Porcentaje	Porcentaje
Word	100%	90,90%
Excel	88,89%	72,72%
PowerPoint	66,67%	54,54%

FUENTE.- Encuesta dirigida a usuarios informáticos de la Municipalidad de Cumandá.

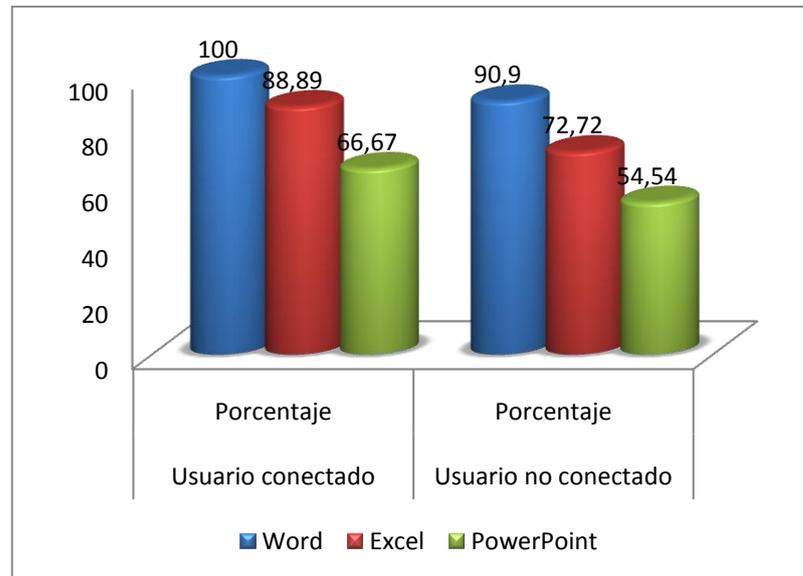


Figura N° 4.82 Resultado encuesta pregunta #9

Las aplicaciones ofimáticas correspondientes a Microsoft Office, son muy utilizadas tanto por los usuarios conectados como los no conectados. Su porcentaje de uso para Word esta en sobre el 90%, Excel esta sobre el 85% y PowerPoint está sobre el 55%.

4.3.1.2.10 Correo electrónico.

Tabla IV.71 Resultado encuesta pregunta #10

Pregunta #10	Usuario conectado	Usuario no conectado	
	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
Si	66,67%	No aplica	
No	33,33%		

FUENTE.- Encuesta dirigida a usuarios informáticos de la Municipalidad de Cumandá.

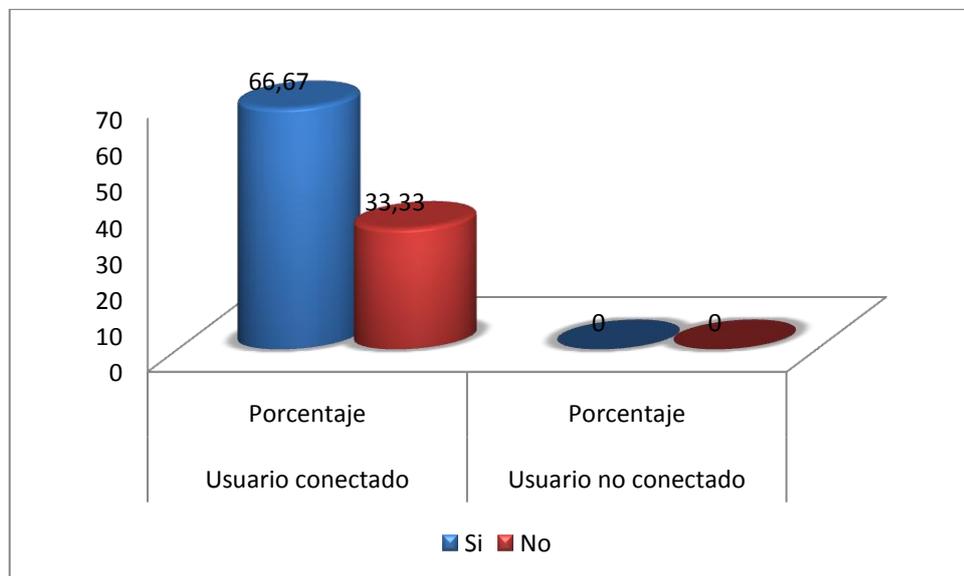


Figura N° 4.83 Resultado encuesta pregunta #10

Entre los usuarios conectados solo un 66,67% hacen uso de correo electrónico. Mientras que el 33,33% no lo hacen a pesar de poseer conexión.

Esto nos permite deducir que se necesitaría que más personas en las diferentes dependencias posean de una cuenta de correo electrónico institucional, con el fin que el correo se popularice y sea una de las principales manera de compartir información.

4.3.1.2.11 Uso del correo electrónico.

Tabla IV.72 Resultado encuesta pregunta #11

Pregunta #11	Usuario conectado	Usuario no conectado	
	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
Personal	66,77%	No aplica	
Trabajo	55,56%		
Diversión	11,11%		

FUENTE.- Encuesta dirigida a usuarios informáticos de la Municipalidad de Cumandá.

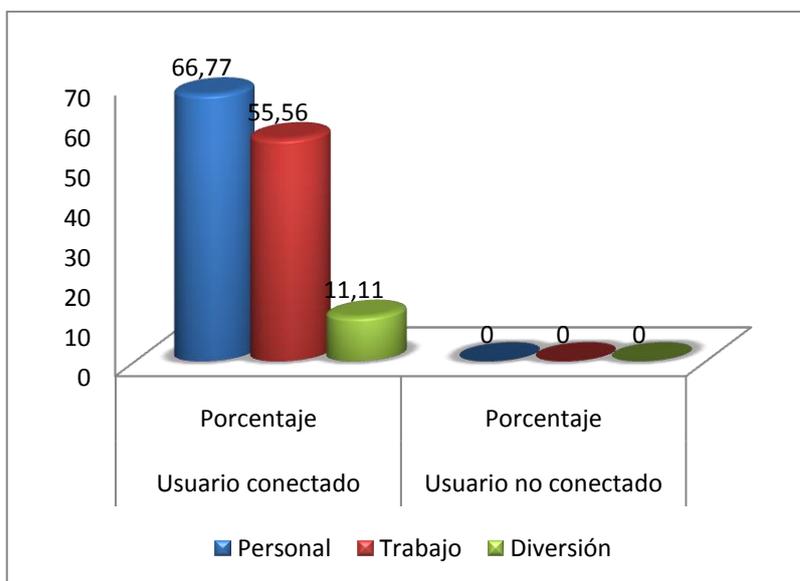


Figura N° 4.84 Resultado encuesta pregunta #11

El 66,77% de los usuarios utilizan el correo electrónico para las labores de trabajo, el 55,56% de los usuarios utilizan el correo electrónico para asuntos personales y el 11,11% de los usuarios hacen uso del correo electrónico para diversión. Estas respuestas no dan la pauta de la necesidad de implementar políticas de regulación y uso de internet y correo en la Municipalidad.

4.3.1.2.12 Páginas de internet.

Tabla IV.73 Resultado encuesta pregunta #12

Pregunta #12	Usuario conectado	Usuario no conectado	
	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
FaceBook	77,78%	No aplica	
Hi5	33,33%		
Google	88,89%		
YouTube	55,56%		
Yahoo	66,67%		
Hotmail	77,78%		

FUENTE.- Encuesta dirigida a usuarios informáticos de la Municipalidad de Cumandá.

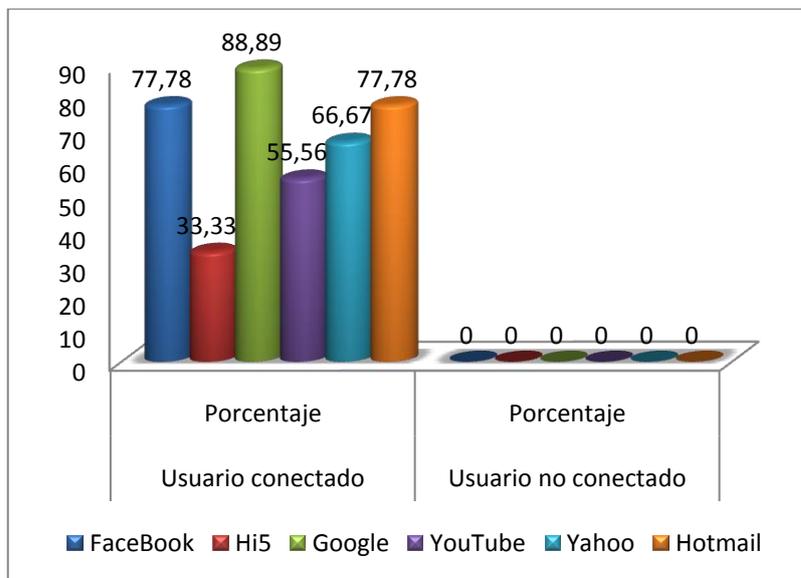


Figura N° 4.85 Resultado encuesta pregunta #12

Con respecto a las páginas de internet que con mayor frecuencia acceden los usuarios conectados a la red. El 77,78% hacen uso de FaceBook, el 33,33% hacen uso de Hi5, el 88,89% hace uso de Google, el 55,56% hace uso de YouTube, el 66,67% hace uso de Yahoo y el 77,78% hace uso de Hotmail. Las respuestas confirman la necesidad de implementar políticas de control sobre los contenidos a los que acceden los diferentes usuarios.

4.3.1.2.13 Programas de mensajería.

Tabla IV.74 Resultado encuesta pregunta #13

Pregunta #13	Usuario conectado	Usuario no conectado	
	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
Windows Live Messenger	55,56%	No aplica	
Yahoo Messenger	22,22%		
Google Talk	0%		

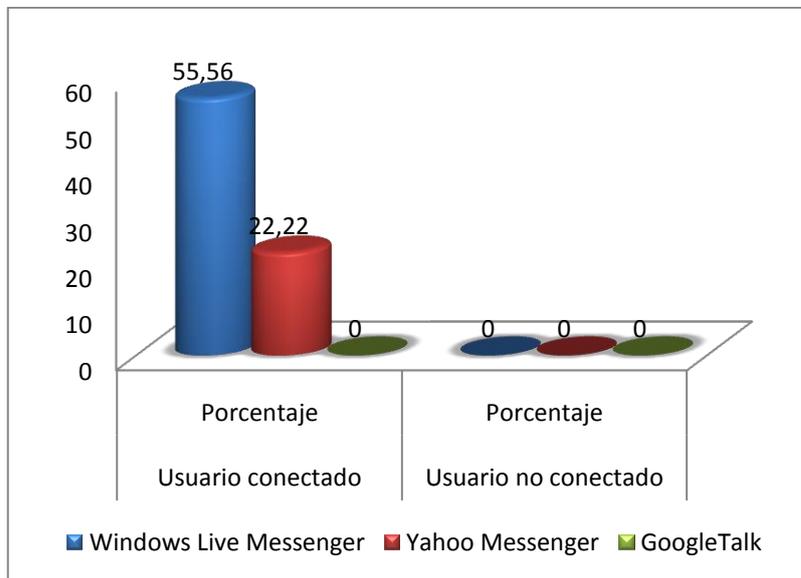


Figura N° 4.86 Resultado encuesta pregunta #13

Las respuestas correspondientes a los programas de mensajería que con más frecuencia se utilizan: son Windows Live Messenger con un 55,56%, Yahoo Messenger con un 22,22% y Google Talk con un 0%.

La utilización de este programas también debe ser normado por alguna autoridad, ya que en la mayoría de instituciones públicas está prohibido las mencionadas aplicaciones.

4.3.1.2.14 Archivos descargados de internet.

Tabla IV.75 Resultado encuesta pregunta #14

Pregunta #14	Usuario conectado	Usuario no conectado	
	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
Música	33,33%	No aplica	
Fotos	44,44%		
Videos	22,22%		
Documentos	66,67%		

FUENTE.- Encuesta dirigida a usuarios informáticos de la Municipalidad de Cumandá.

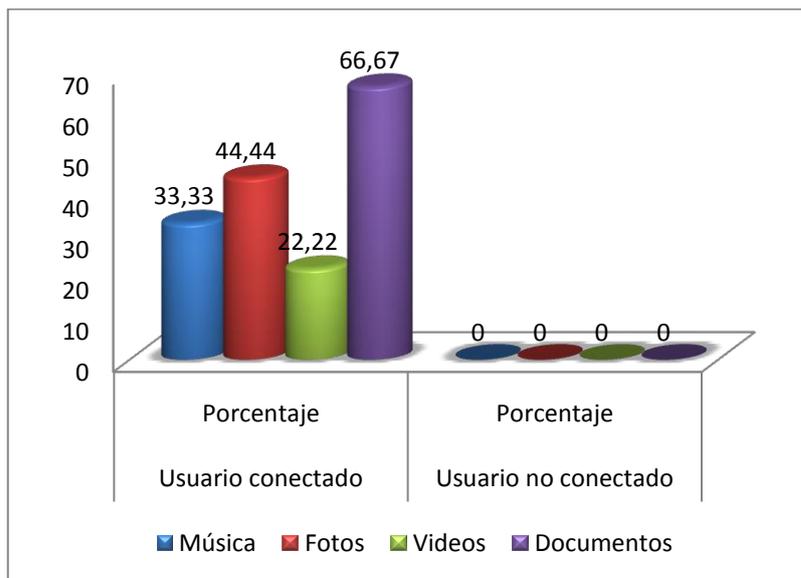


Figura N° 4.87 Resultado encuesta pregunta #14

De acuerdo al tipo de archivos que se descarga del internet por parte de los usuarios conectados. El 33,33% de los usuarios descarga música, el 44,44% descarga fotos, el 22,22% descarga videos y el 66,67% descarga documentos.

La conexión que proporciona la municipalidad no debe ser utilizada para otras actividades que no sean las estrictamente necesarias.

4.3.1.2.15 Archivos compartidos.

Tabla IV.76 Resultado encuesta pregunta #15

Pregunta #15	Usuario conectado	Usuario no conectado	
	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
Si	0%	No aplica	
No	100%		

FUENTE.- Encuesta dirigida a usuarios informáticos de la Municipalidad de Cumandá.

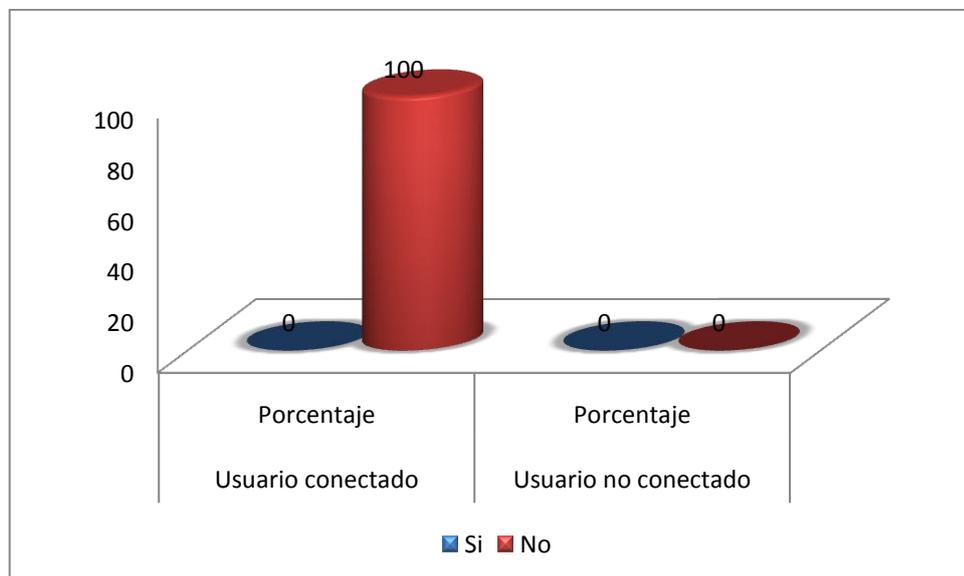


Figura N° 4.88 Resultado encuesta pregunta #15

El 100% de los usuarios encuestados, indican que no se realiza dicha actividad.

A implementación de dicho servicio sería, muy necesario para poder compartir información entre los usuarios de la Municipalidad.

4.3.1.2.16 Apertura de archivos.

Tabla IV.77 Resultado encuesta pregunta #16

Pregunta #16	Usuario conectado	Usuario no conectado
	Porcentaje	Porcentaje
Si	88,89%	81,81%
No	11,11%	18,18%

FUENTE.- Encuesta dirigida a usuarios informáticos de la Municipalidad de Cumandá.

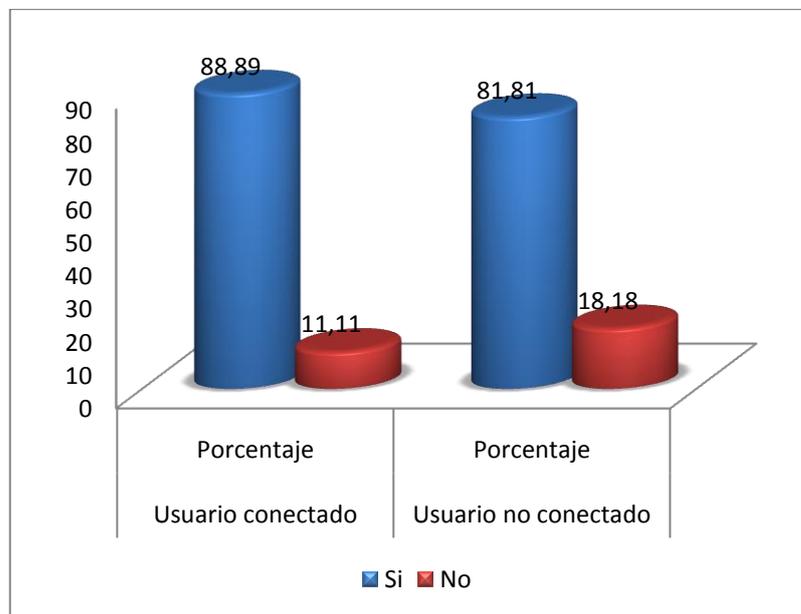


Figura N° 4.89 Resultado encuesta pregunta #16

La apertura de archivos es una práctica generalizada, la misma que rodea el 80% de entre los usuarios conectados y no conectados. Dicha práctica puede generar problemas de seguridad, debido al filtrado de información o el ingreso de Spyware, virus, troyanos y otros peligros.

4.3.1.2.17 Instalación de aplicaciones.

Tabla IV.78 Resultado encuesta pregunta #17

Pregunta #17	Usuario conectado	Usuario no conectado
	Porcentaje	Porcentaje
Si	77,78%	90,91%
No	22,22%	9,09%

FUENTE.- Encuesta dirigida a usuarios informáticos de la Municipalidad de Cumandá.

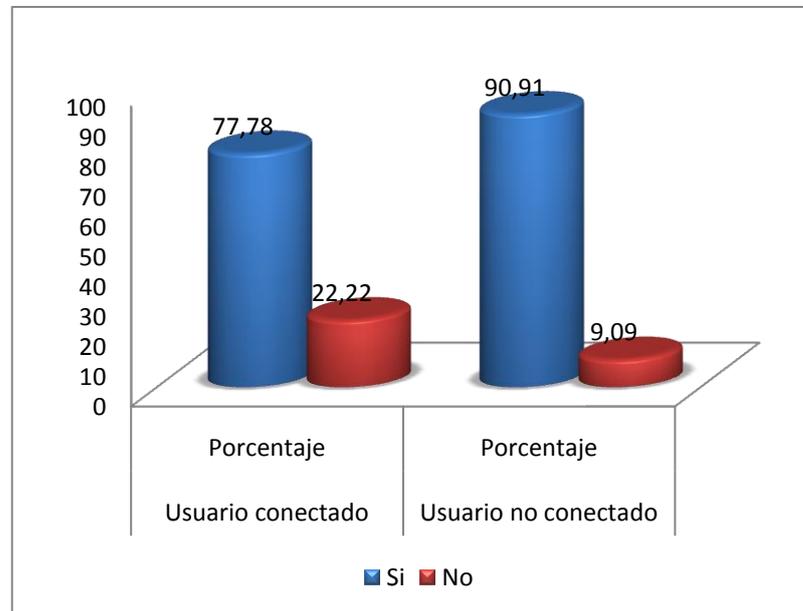


Figura N° 4.90 Resultado encuesta pregunta #17

La instalación de aplicaciones en las computadores del trabajo; esta en un valor del 77,78% para los usuarios conectados y de 90,91% para los usuarios no conectados.

Esta actividad puede causar muchos problemas, si no son manejados adecuadamente, pueden ser causales de fallos en los equipos, infección con virus, etc.

4.3.1.2.18 Entrevista.

La siguiente entrevista se realizó al Lic. Edison Quezada, director del departamento de Recursos Humanos, del cual se obtuvo las siguientes respuestas.

¿El sistema operativo que se utiliza en las diferentes dependencias posee licencias?

No

¿Las aplicaciones de Microsoft Office que se utilizan en las diferentes dependencias poseen licencias?

No

¿En la municipalidad existe algún encargado del campo informático?

No

¿Lleva algún registro del equipo informático: si o no?

No

¿Ha preparado algún tipo de contingencia en el caso de fallo de equipos informático?

No

4.3.2 Listado de requerimientos.

Luego de analizar las encuestas y los requerimientos generales, se listan a continuación los siguientes requerimientos. Los mismos que se enfocan principalmente en las necesidades a futuro que serán necesarios dentro de la Municipalidad.

4.3.2.1 Hardware.

La necesidad de cubrir el requerimiento de conectividad entre los diferentes departamentos es posible únicamente con equipo especializado para dichas tareas.

Este equipamiento debe ser capaz de proveer capacidades como: movilidad y velocidad. Por lo tanto el dispositivo utilizado serán tarjetas de red inalámbricas de estándar IEEE 802.11n. Entre las opciones estudiadas se encuentran dos dispositivos que cumplen con esta norma y las mismas son:

- LinkSys WUSB300N (Wireless USB).
- LinkSys WMP300N (Wireless PCI).

Este equipamiento es incompleto sin equipos que gestionen la conectividad a una mayor escala. Tales equipos son los router inalámbricos o swith. Entre los mejores equipos que proporcionan dicha funcionalidad pueden ser:

- Cisco Aironet 1250 Serie A (Router inalámbrico).
- Cisco Catalyst C3560-24PS-S.

Otro equipamiento que puede ser necesario es un servidor de aplicaciones: el mismo que nos proporcionara diversos servicios. Uno de los equipos que nos podrían cubrir esta necesidad sería:

- HP ProLiant ML150 G3.

Para abastecer conexiones extras será necesario varios metros de cable UTP Cat 5, y conectores RJ-45. Los mismos que se detallaran en el siguiente apartado.

4.3.2.2 Velocidad.

El parámetro de intercambio de información, se ve principalmente definido en función de la velocidad aunque no es el único. Según la encuesta, con la pregunta concerniente a la velocidad se conoce que la velocidad normalmente fluctúa entre los 12Kbps y los 26Kbps.

Cabe indicar que dicha velocidad está disponible para un limitado número de computadoras en un número de nueve. Pero el requerimiento es dar conectividad a 28 computadoras que es la totalidad de equipo en las dependencias de la Municipalidad. Adelantándonos a futuro planificamos una conectividad de hasta 50 computadoras en previsión de agregar más usuarios.

Tomando como referencia los requisitos de ancho de banda de un cliente Office Live Meeting. El ancho de banda estará en función de la las aplicaciones que necesitemos. Así se lo indica en la Tabla N° IV.79.

Tabla IV.79 Anchos de banda mínimos

Aplicaciones	AB necesario	AB mínimo
Transferencia de datos	56Kbps	-
Voz	80Kbps	50Kbps
Video	350Kbps	50Kbps
Office Round Table	700Kbps	100Kbps

En nuestras estimaciones encontramos que la velocidad mínima necesaria para proporcionar la mayor funcionalidad sería de 100Kbps.

El equipo que utilizaremos para realizar la interoperabilidad de los distintos departamentos será el IEEE 802.11n el mismo que opera a 300Mbps.

4.3.2.3 Seguridad.

Es un aspecto muy importante a tomar en cuenta en el proceso de diseño de una red de computadoras. El hecho de utilizar el estándar IEEE 802.11n nos plantea diferentes retos a una red cableada. El hecho de compartir el medio tiene sus riesgos los mismos pueden ser minimizados, mas no minimizados. Existen opciones que nos permiten garantizar en mayor medida la seguridad. Entre los cuales se encuentra:

- Aplicación de un servidor de autenticación Radius.
- Codificación WPA Personal.

4.3.2.4 Direccionamiento.

En el proceso de direccionamiento podemos escoger de entre dos opciones:

- El tipo de direccionamiento.
- La clase de direccionamiento.

Según el tipo de direccionamiento podemos tener: direccionamiento estático y direccionamiento dinámico. El direccionamiento estático es una mejor práctica que el direccionamiento dinámico, pero el mismo requiere de mayor tiempo en la configuración necesaria en cada uno de los computadores de la Municipalidad. Además ante un posible fallo o cambio en el direccionamiento se requiere una nueva configuración.

El direccionamiento dinámico nos facilita el trabajo, y requiere de poco o casi ninguna configuración. El mismo es flexible ante fallos u otras contingencias. Según la clase de direccionamiento que será utilizado será de una red de clase C.

4.3.2.5 Aplicaciones.

El uso de aplicaciones informáticas en el laborar diario de la municipalidad será de mucha utilidad ya que estas nos permitan realizar nuestra labor con mayor eficacia y efectividad. Entre las aplicaciones que necesitaremos implementar se encuentra:

- Cliente de correo: Microsoft Outlook o Thunderbird.
- Cliente de mensajería instantánea: Windows Live Messenger (opcional).

4.3.2.6 Servicios.

Entre los servicios que serán necesarios implementar en la Municipalidad para un mejor desenvolvimiento se encuentra.

- Proveedor de correo electrónico.
- Servidor de autenticación RADIUS.
- Servidor de archivos.

4.3.3 Consideraciones.

Finalmente se pone en consideración los siguientes aspectos los mismos que se deben tener muy en cuenta.

- Designar a una persona de la administración de la red.
- Adquisición del equipamiento recomendado.
- Contratación de una conexión a internet con las características indicadas.

- Contratación de un dominio de correo electrónico.
- Contratación de un proveedor de correo electrónico.
- Configuración de un servidor RADIUS.
- Configuración de un servidor de archivos.

4.4 Etapa de diseño.

Habiendo realizado el análisis de la infraestructura de la Municipalidad; recopilado los requerimientos actuales y con proyección a futuro; poseemos de los conocimientos necesarios para emprender el diseño de la nueva red. En la presente etapa nos enfocaremos a dos aspectos muy puntuales de diseño:

- El diseño lógico.
- El diseño físico.

4.4.1 Diseño lógico.

El diseño lógico se encarga de: selección de tecnología, especificación de presupuesto, mecanismos de interconexión y planificación de contingencias.

4.4.1.1 Selección tecnológica.

En el Capítulo II del presente documento, se realizó con mayor profundidad el análisis de la tecnología más adecuada para realizar el presente diseño de red, siendo elegido el estándar IEEE 802.11n.

El hardware necesario para la implementación de la red será el que se detallan a continuación:

- Cisco Aironet 1250 Series A.
- Swith Cisco Catalys C3560PS-S.
- HP ProLiant ML150 Generation 5.

4.4.1.2 Especificación del presupuesto.

El presupuesto que necesitamos para la realización de este proyecto se detalla a continuación en la Tabla N° IV.80.

Tabla IV.80 Presupuesto

Equipos y herramientas	Cantidad	Precio Unidad	Sub-Total
Cisco Aironet 1250 Series A.	2	869	1738
Swith Cisco Catalys 3560-24PS-E	1	2606	2606
HP ProLiant ML150 G3	1	1762,55	1762,55
Ponchadora	1	15	15
Conectores RJ-45	50	0,24	12
Cable UTP Cat 5	50m	1,25	62,50
Multímetro	1	21	21
Tarjetas inalámbricas	28	45	1260
Total			7477,55

4.4.1.3 Mecanismos de interconexión.

En el apartado se describe las funcionalidades que se necesitan implementar arquitectónicamente para proveer la interconexión necesaria en la red de la municipalidad.

Como se muestra en la Figura N° 4.91 se muestra los mecanismos de interconexión que se utilizaran en el desarrollo de la red.

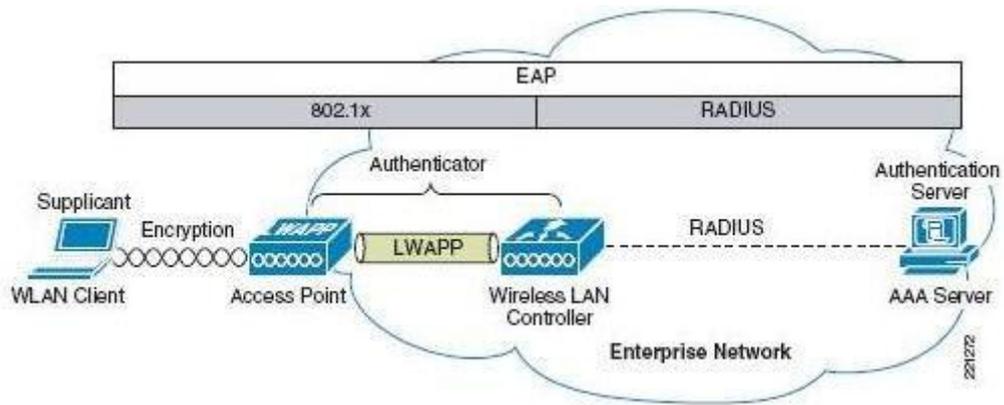


Figura N° 4.91 Mecanismos de interconexión

Así los componentes físicos básicos de interconexión para la solución son los siguientes:

- El cliente WLAN bajo el estándar de funcionamiento IEEE 802.11n.
- El Access point Cisco Aironet 1250 Serie A, que proporciona conexión con los clientes WLAN.
- El controlador inalámbrico de red (WLC), proporcionado por el Switch Catalyst C3560-24PS-S.
- Y el servidor de aplicaciones (AAA) con un servidor Hp Porliant ML150 G3.

4.4.1.4 Aspectos de administración.

La administración de la solución se rige de acuerdo a los servicios que se requieren así: los aspectos que necesitamos implementar son los siguientes.

Creación de VLAN.

El concepto VLANs de capa 2 en redes cableadas se ha extendido a las redes inalámbricas WLAN. Por lo tanto las VLANs inalámbricas definen dominios de difusión y separan el tráfico de difusión y multidifusión.

Con la capacidad de crear VLANs, no es necesario instalar infraestructura adicional para segmentar el tráfico.

Así como se muestra en la Figura N° 4.92, la conformación de VLANs de acuerdo a los diferentes departamentos.

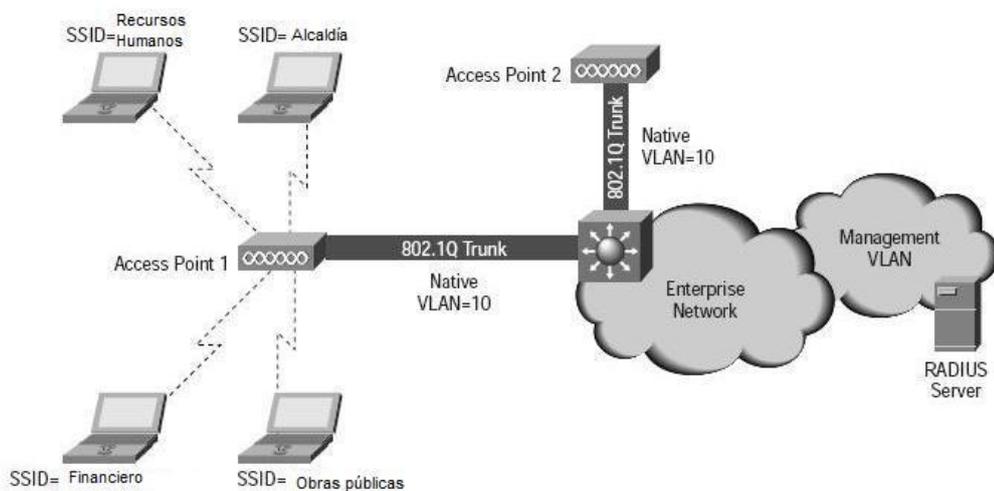


Figura N° 4.92 Estructura de VLANs

Así los distintos departamentos de la municipalidad se agrupan entre sí para crear diferentes VLANs. Como se lo indica en la Tabla N° IV.81.

Tabla IV.81 Distribución VLANs por departamentos

Departamento	# Usuarios	Conexión	VLAN	Total Usuarios
Sistemas-servidor	2	802.3	x	2
Medio Ambiente	2	802.3	VLAN1	4
Bodega	1	802.3		
Rentas	1	802.3		
Jurídico	1	802.11n	VLAN2	3
Recursos Humanos	2	802.11n		
Alcaldía	1	802.11n	VLAN3	2
Secretaria de Alcaldía	1	802.11n		
Dep. Financiero	1	802.11n	VLAN4	9
Tesorería	1	802.11n		
Dirección Financiera	2	802.11n		
Dep Contabilidad	5	802.11n		
Catastros y avalúos	2	802.11n	VLAN5	2
Dep. Obras públicas.	7	802.11n	VLAN6	7
			Total	29

Servidor de correo.

Este servidor deberá ser contratado, dado los costos respecto al ancho de banda. El servicio de correo proporcionara un flujo de comunicación interna entre los departamentos, proporcionando, comunicación interdepartamental.

Servidor de archivos.

Este servidor nos permitirá proporcionar un espacio común entre los departamentos, para la compartición de archivos.

Seguridad.

La seguridad que nos proporciona la tecnología inalámbrica, nos asegura la confidencialidad de los datos mediante técnicas de codificación. Con la aplicación de un servidor de autenticación RADIUS. Como lo indica la Figura N° 4.93.

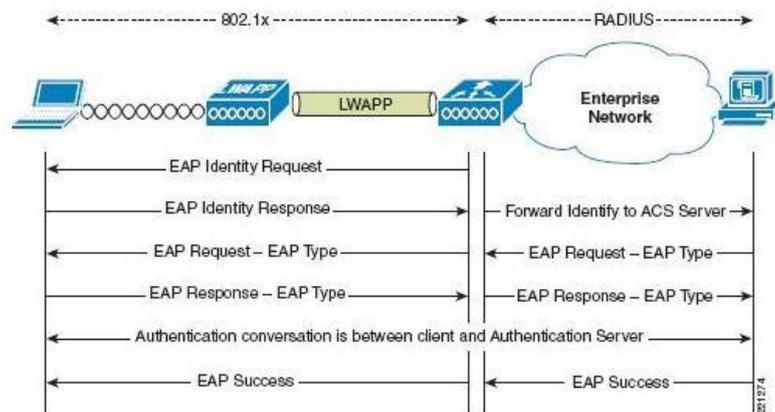


Figura N° 4.93 Autenticación de un servidor RADIUS

En donde se visualiza el proceso que se sigue para la autenticación de los usuarios en un servidor RADIUS.

4.4.1.5 Planificación de contingencias.

Una de los mayores riesgos que se pueden presentar en el funcionamiento de la presente red es; la suspensión de los servicios por causa de fallos en el suministro eléctrico lo puede resolver es el UPS.

Otro riesgo potencial que se puede presentar el es el acceso no autorizado de la información interna. El mismo que se minimiza con el uso de un servidor Radius.

Un resumen de los riesgos con sus respectivas contingencias se lo puede resumir en la Tabla IV.82.

Tabla IV.82 Contingencias

Riesgo	Contingencia
Corte de suministro eléctrico	UPS
Acceso no autorizado	Servidor RADIUS
Perdida de datos	Copias de seguridad

4.4.2 Diseño físico.

El diseño físico se encarga de evaluar el diseño, ubicación de los equipos, diagrama físico de la red, asignación de direcciones.

4.4.2.1 Ubicación de los equipos.

El diseño de red incorpora el uso de los estándares IEEE 802.3 y IEEE 802.11 como parte de la solución.

Equipos como el switch Cisco Catalyst C3560-24PS-S, el servidor de aplicaciones HP Proliant ML150 G3, y el modem de conexión de internet se ubicaran en las dependencias del departamento de bodega, en la azotea de la Municipalidad, dado que en dicho departamento existe el espacio suficiente para la ubicación los respectivos equipos..

La VLAN1 la conforman los departamentos: Medio Ambiente, Bodega y Rentas conformaran parte de la VLAN1, su conexión a la red se la realizará por medio del estándar IEEE 802.3.

La VLAN2 la conformaran los departamentos: Jurídico y de Recursos Humanos, su mecanismo de interconexión será el estándar IEEE 802.11n, correspondiente al segundo piso. Y se conectara al Router Cisco 1250 (C2).

La VLAN3 la conformarán los departamentos de Alcaldía y secretaria de alcaldía, su mecanismo de interconexión será el estándar IEEE 802,11n, correspondiente al segundo piso. Y se conectara al Router Cisco 1250 (C2).

La VLAN4 la conformarán los departamentos de Contabilidad, Dirección financiera, Tesorería, y Departamento Financiero, su mecanismo de interconexión será el estándar IEEE 802.11n, correspondiente al primer piso. Y se conectara al Router Cisco 1250 (C1).

La VLAN5 la conformará el departamento de Catastros y avalúos, su mecanismo de interconexión será el estándar IEEE 802.11n, correspondiente al primer piso. Y se conectara al Router Cisco 1250 (C1).

La VLAN 6 la conformará el Departamento de obras públicas, su mecanismo de interconexión será el estándar IEEE 802.11n, correspondiente al primer piso. Y se conectara al Router Cisco 1250 (C1).

El equipo Cisco Aironet 1250 que funciona bajo el estándar IEEE 802.11n se lo ubicará en una ubicación central, en el primer y segundo piso; con el propósito de proporcionar la mejor señal posible a los diferentes departamentos. Para la instalación del mismo a lo que se refiera a la alimentación eléctrica se tiene dos alternativas: Conectarlo a una toma eléctrica o conectarlo al conector RJ-45 con estándar 802.3af o PoE.

Tabla IV. 83 Detalle de conexiones físicas por departamento

Departamento	# Usuarios	Conexión	VLAN	Color representativo
Sistemas-servidor	2	802.3	x	Azul
Medio Ambiente	2	802.3	VLAN1	Verde
Bodega	1	802.3		
Rentas	1	802.3		
Jurídico	1	802.11n	VLAN2	Rosa
Recursos Humanos	2	802.11n		
Alcaldía	1	802.11n	VLAN3	Rojo
Secretaría de Alcaldía	1	802.11n		
Dep. Financiero	1	802.11n	VLAN4	Verde oscuro
Tesorería	1	802.11n		
Dirección Financiera	2	802.11n		
Dep Contabilidad	5	802.11n		
Catastros y avalúos	2	802.11n	VLAN5	Gris
Dep. Obras públicas.	7	802.11n	VLAN6	Amarrillo
Total				29

4.4.2.2 Diagrama físico de red.

En el Anexo H se puede observar la distribución de los equipos en las dependencias con el diseño de red propuesto.

4.4.2.3 Asignación de direcciones.

El direccionamiento de que se utilizará en las distintas VLANs, es el que se indica a continuación.

Tabla IV.84 Asignaciones de direcciones por red VALN

Departamento	VLAN/SSID	Encriptación	Rango inicial	Rango final
Medio Ambiente	VLAN1	802.1X with Dynamic WPA2 + AES	192.168.10.0	192.168.10.15
Bodega				
Rentas				
Recursos Humanos	VLAN2	802.1X with Dynamic WPA2 + AES	192.168.10.16	192.168.10.31
Jurídico				
Alcaldía	VALN3	802.1X with Dynamic WPA2 + AES	192.168.10.32	192.168.10.47
Secretaria de Alcaldía				
Dep. Financiero	VLAN4	802.1X with Dynamic WPA2 + AES	192.168.10.48	192.168.10.63
Tesorería				
Dirección Financiera				
Dep Contabilidad				
Catastros y avalúos	VLAN5	802.1X with Dynamic WPA2 + AES	192.168.10.64	192.168.10.79
Dep. Obras públicas.	VLAN6	802.1X with Dynamic WPA2 + AES	192.168.10.80	192.168.10.95

CONCLUSIONES.

En el análisis comparativo se determinó que la opción más adecuada que permite la integración departamental en la Municipalidad de Cumandá, es el estándar IEEE 802.11n.

La información sobre el estándar IEEE 802.11n fue difícil de encontrar debido a su temprano uso, sin haberse estandarizado oficialmente por parte de la IEEE.

Los parámetros utilizados en el presente trabajo evaluaron las funcionalidades que presentan los estándares. Dichos resultados nos permiten conocer a profundidad diferencias de dichos estándares.

El resultado del análisis comparativo determino la superioridad del estándar IEEE 802.11n de un 23,05% con respecto al estándar IEEE 802.3 y en un 23,97% al estándar IEEE 802.11g.

Por lo que se concluye que el presente diseño se ajusta perfectamente a la realidad de la Municipalidad de Cumandá, brindando soluciones con costos de inversión admisibles, satisfaciendo a los usuarios y permitiéndole a la empresa en la medida de lo posible, ir a la par de los desafíos que representan los nuevos y sofisticados servicios de transporte de información.

Con el estándar ganador se realiza el diseño de red, el mismo que cubrirá las necesidades de integración departamental en el Municipio de Cumandá. El diseño propone el uso de equipos de última tecnología, contabilizándose un presupuesto aproximado en \$7477,55.

RECOMENDACIONES.

1. Se recomienda la implementación del presente diseño de red, el mismo que fue diseñado específicamente para a Municipalidad de Cumandá.
2. Es importante que la institución establezca políticas de seguridad. Las mismas que proporciona mayor seguridad para los usuarios de la red.
3. Es necesario la creación de un área de sistemas, con su respectivo responsable.
4. Hay que poner mayor atención en lo concerniente al manejo de licencias de software.
5. Los usuarios de red necesitan mayor capacitación en el área informática.
6. Posterior a la instalación de la red de comunicaciones, será necesario la construcción de aplicaciones informáticas a medida para la Municipalidad. Con lo que se podrán aplicar nuevos trabajos de tesis.

RESUMEN.

Se realizó un análisis comparativo de los principales estándares de comunicación de red como: IEEE 802.3, IEEE 802.11g y 802.11n; para diseñar una red de comunicación, a ser aplicada en la Municipalidad del Cantón Cumandá, Provincia del Chimborazo.

La información para la realización del análisis comparativo se obtuvo por medio de diferentes escenarios de prueba, que describen: estándar o estándares utilizados, tamaño y tipo de archivo a transferir, disposición de los equipos, configuraciones básicas de los equipos, detalle de las computadoras utilizadas, etc. Los escenarios pueden usar iguales estándares o combinar diferentes estándares para la realización de pruebas respectivas, el análisis comparativo se realizó mediante el uso de la prueba sintética la cual evalúa variables y parámetros. Variables como: usuarios, seguridad, velocidad y atenuación. Parámetros como: plataforma, interoperabilidad, flexibilidad, transferencia, tamaños de bloque, complementos, materiales y tecnologías.

Efectuado el análisis correspondiente, se obtuvo que el estándar IEEE 802.11n es superior al estándar IEEE 802.3 en un 23,05% y en un 23,97% al estándar IEEE 802.11g. Por lo que el estándar IEEE 802.11n se utilizara en el diseño de red.

La tecnología correspondiente al estándar IEEE 802.11n es la tecnología que más se adapta para la implementación de redes de comunicación.

Se recomienda la aplicación e implementación del diseño de red de comunicaciones en base a la tecnología estándar, en la Municipalidad del Cantón Cumandá por adaptarse a sus necesidades.

SUMMARY.

A comparative analysis was made between the high-end communications standards such as IEEE 802.3, IEEE 802.11g and 802.11n, to design a communication network which will be applied in the Canton Cumandá's Municipality, Chimborazo's province.

The Information collected to carry out the comparative analysis has been extracted from different test sceneries, and those describe the use of standards, size, type of file to transfer, equipment locations, basic equipment setup, computer details used, etc. Test sceneries can use the same standards or different standard combinations for the respective test, the comparative analysis use a synthetic test which evaluates variables and parameters. Variables such as: users, security, speed and attenuation. Parameters such as: platforms, interoperability, flexibility, transference, blocks sizes, complement, materials and technology.

When the corresponding analysis was completed, we found that the IEEE 802.11n standard is better than the IEEE 802.3 with a 23.05% and 23.97% than IEEE 802.11g. In consequence, the IEEE 802.11n standard will be used on the network design.

Technology correspondent to the IEEE 802.11n standard is the most suitable to perform a communication network.

Is recommended to apply and implement the network communication design based on standard technology on the municipality of canton Cumandá because is the most suitable for their needs.

ANEXOS

ANEXOS.

Anexo A

LinkSys WRTN300N (EU/LA).

Descripción.

El router inalámbrico de banda N es realmente tres dispositivos en uno. El primero un Acces Point, que conecta a su red sin cables. Es segundo un swith de cuatro puertos full-duplex 10/100. Finalmente la función de un router el que permite compartir en una red de alta velocidad su conexión de internet por cable o ADSL.

El punto de acceso utiliza lo último en tecnología inalámbrica 802.11n. La misma que al superponer varias señales de radio, con múltiples entradas y salidas de datos MIMO la misma que multiplica la tasa efectiva de transferencia, recepción de datos.

A diferencia de la tecnología inalámbrica anterior, esta aprovecha las reflexiones de las señales. Otra característica importante es que permite alcanzar mayores distancias de hasta cuatro veces y así reducir los puntos muertos.

La utilización del modo mixto es capaz de conectar dispositivos de tecnologías anteriores con su respectiva tasa de transferencia máxima. Permite la encriptación de la información de hasta 256 bits, garantizando su confidencialidad. Proporciona el servicio de DHCP y un potente firewall SPI la que protege sus PC de intrusos. Es compatible con VPN pass-through, todas administrables desde su navegador.

La mejorada capacidad de la tecnología 802.11n lo hace ideal para aplicaciones multimedia como: secuencias de video, telefonía IP y todas aquellas aplicaciones informáticas que requieren de un alto tráfico de datos.

Características del producto.

- Compatible con el estándar IEEE 802.11n.
- Mejoras velocidades inalámbricas para aplicaciones de gran consumo de ancho de banda y velocidad, tales como transmisión de video o competición de archivos.
- Seguridad inalámbrica con encriptación de 256 bits.
- Cobertura inalámbrica expandida. Hasta cuatro veces el rango de productos bajo 802.11g.
- Puertos LAN auto configurables, auto-crossover.
- Dispositivo puede ser colocado vertical u horizontal.

Especificaciones generales.

- **Modelo.** WRT300N.
- **Estándares soportados.** Borrador 802.11n, 802.11g, 802.11b, 802.3, 802.3u.
- **Puertos.** Alimentación, internet, Ethernet.
- **Botón.** Reinicio.
- **Tipo de cable.** CAT5.
- **Indicadores.** Alimentación, internet, Ethernet (1-4), inalámbrico.
- **Número de antenas.** 3.
- **Poder de transmisión.** 17dBm.
- **Ganancia de antenas.** 2 dBi.
- **Certificación UPnP able/cert.** Habilitado.
- **Características de seguridad.** Hasta 256 bits de encriptación inalámbrica.
- **Bits de clave de seguridad.** 64, 128, 256.

Características ambientales.

- **Dimensiones.** 188x40x176 mm.
- **Peso.** 0,527 kg.
- **Alimentación.** 12V, 1A.
- **Certificación.** FCC, CE, IC-03.
- **Temperatura de operación.** 0°C a 40°C.
- **Temperatura de almacenamiento.** -20°C a 70°C.
- **Humedad operacional.** 10% a 85% sin condensación.
- **Humedad de almacenamiento.** 5% a 90% sin condensación.

Requerimientos.

- Navegador de internet Internet Explorer o Firefox.
- Windows 2000 o Xp.
- Adaptador de red y unidad cd-rom.



Anexo B.

LinskSys WUSB300N-RM.

Descripción.

Conecte el adaptador inalámbrico USB tecnología 802.11n en su computadora y acelerara su conexión inalámbrica de red con mayor velocidad y amplia cobertura para su computadora. Mejore su computador sea este desktop o laptop con un mayor desempeño, rápido desempeño y una sólida cobertura. Se mejora el acceso en redes tipo 802.11n, trabajando en redes 802.11g y 802.11b.

La configuración se simplifica, dado el tamaño compacto del adaptador USB, el asistente e configuración lo guiará paso a paso en la tarea. La seguridad se complementa con la encriptación de nivel industrial, ayudando a mantener la comunicación e información privada.

Características del producto.

- Alta velocidad inalámbrica bajo tecnología 802.11n, proveyendo de conexión inalámbrica para su laptop o desktop.
- Uso de la tecnología MIMO, permitiendo alcances 4 veces superiores, reduciendo los puntos muertos.
- Hasta con velocidades 12 veces superiores que con el 802.11g.
- Compatibilidad con equipos anteriores bajo los estándares 802.11b y 802.11g.
- Soporta encriptación de 256 bits WEP, WPA y WPA2.
- Soporta USB 2.0 y compatible con Windows Xp, Vista y Windows 7.

Especificaciones generales.

- **Modelo.** WUSB300N.
- **Estándares.** IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, Borrador 802.11n, USB 1.1, USB 2.0.
- **Puertos.** USB.
- **Indicadores.** Encendido, conexión/actividad.
- **Modulaciones.** 802.11b: CCK, QPSK, BPSK / 802.11g: OFDM / 802.11n: BPSK, QPSK, 64-QAM.
- **Radio frecuencia (EIRP) en dBm.** 802.11b: 14±dBm (típico) / 802.11g: 14±dBm (típico) / 802.11n: 14±dBm (típico).
- **Sensibilidad de recepción en dBm.** 11Mbps @ -86dBm (típico) / 54Mbps @ -68dBm (típico) / 802.11n @ -62dBm (típico).
- **Consumo de energía.** Tx: < 480mA (máximo) / Rx: < 390mA (máximo).
- **Características de seguridad.** WEP, WPA Y WPA2.
- **Bits de clave de seguridad.** Hasta 256 bits de encriptación.

Características ambientales.

- **Dimensiones.** 57x10x101 mm.
- **Peso.** 29 gr.
- **Certificación.** FCC, Wi-Fi (802.11b/g).
- **Temperatura de operación.** 0°C a 55°C.
- **Temperatura de almacenamiento.** -20°C a 80°C.
- **Humedad operacional.** 10 a 85% no condensada.
- **Humedad de almacenamiento.** 5 a 90% no condensada.

Requerimientos.

- 600Mhz o superior.
- 256Mb Ram.
- Puerto USB disponible.
- Unidad de Cd-Rom Windows 2000 SP4, Xp SP2 o superior.



Anexo C.

LinkSys WMP300-RM.

Descripción.

El Linksys Wireless-N adaptador a PCI se instala en la mayoría de ordenadores de sobremesa, y permite poner el equipo en prácticamente cualquier lugar del edificio sin los gastos y molestia de los cables de red. Ahora usted no tiene que taladrar los agujeros en las paredes y subirse a la azotea o una bodega para conectar a la red.

El punto de acceso utiliza lo último en tecnología inalámbrica 802.11n. La misma que al superponer varias señales de radio, con múltiples entradas y salidas de datos MIMO la misma que multiplica la tasa efectiva de transferencia, recepción de datos.

A diferencia de la tecnología inalámbrica anterior, esta aprovecha las reflexiones de las señales. Otra característica importante es que permite alcanzar mayores distancias de hasta cuatro veces y así reducir los puntos muertos. La utilización del modo mixto es capaz de conectar dispositivos de tecnologías anteriores con su respectiva tasa de transferencia máxima.

Permite la encriptación de la información de hasta 256 bits, garantizando su confidencialidad.

Proporciona el servicio de DHCP y un potente firewall SPI la que protege sus PC de intrusos.

Es compatible con VPN pass-through, todas administrables desde su navegador. La mejorada capacidad de la tecnología 802.11n lo hace ideal para aplicaciones multimedia como: secuencias de video, telefonía IP y todas aquellas aplicaciones informáticas que requieren de un alto tráfico de datos.

Características del producto.

- Rango incrementado el alcance en 4 veces y 12 veces en velocidad, sobre redes bajo estándar 802.11g.
- Rendimiento en la protección de Inversiones. Compatibilidad con las normas 802.11b y 802.11g.
- Asistente de confinación de fácil uso.
- Soporta hasta 256 bits en la encriptación inalámbrica.
- Conexión de interface PCI de 32 bits.
- Compatibilidad plug and play.
- Compatible con Windows Xp, Vista, 7.

Especificaciones generales.

- **Modelo.** WMP300N.
- **Estándares.** IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, Borrador 802.11n, PCI 2.3.
- **Canales.** 802.11b / 802.11g / Wireless-N (20Mhz) / 11 canales (US, Canadá) / 13 Canales Europa.
- **Indicador LED.** Luz indicadora de actividad.
- **Protocolos.** 802.11b: CCK, QPSK, BPSK / 802.11g: OFDM / 802.11n: BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QUAM.
- **Potencia de transmisión.** 802.11g: 12± 11dBm (típico) / Wireless-N: 10±1dBm (típico).
- **Sensibilidad de recepción.** 54Mbps @ -70dBm (típico) / Wireless-N @ -70dBm (típico).
- **Características de seguridad.** Hasta 256 bits de encriptación inalámbrica.

Especificaciones ambientales.

- **Dimensiones.** 133x22x121 mm.
- **Peso.** 0,062Kg.
- **Certificación.** FCC.
- **Temperatura de operación.** 0°C a 50°C.
- **Temperatura de almacenamiento.** -25°C a 70°C.
- **Humedad operacional.** 10% a 80% sin condensación.
- **Humedad de almacenamiento.** 5% a 90% sin condensación.

Requerimientos.

- 600 MHz o superior PC.
- 256 MB of RAM Memory.
- CD-ROM Drive
- Disponible en PCI Slot for Wireless-N PCI adaptador.
- Windows 2000 o XP con Service Pack 1 (o superior).



Anexo D.

Cisco Speed Meter Pro Ver. 1.3.9052.0

¿Qué es Speed Meter Pro?.

Speed Meter Pro lo ayuda en la administración del desempeño de su red sea esta domestica o de pequeña industria; es muy fácil de usar, proporcionando un muy fácil comprensión de la información presentada. Speed Meter Pro monitoriza computadores y dispositivos, recolectando esta información para determinar el desempeño de la red. Esta nos muestra la cantidad de recursos, la cantidad usada por un determinado programa, ofertándonos una orientación de cómo mejorar el desempeño de la red incrementando la velocidad, tiempos de respuesta y finalmente evitando los más comunes problemas de red.

¿Lo que Speed Meter Pro puede hacer?

- **Mapa de red.** Muestra aquellos dispositivos conectados en su red local, (dispositivos que lo ejecutan). Usted puede rápidamente observar la cantidad de ancho de banda de la red se que está usando así como de los programas que mas la utilizan.
- **Alertas de desempeño.** Speed Meter Pro; continuamente escanea toda su red, verificando su conectividad, use de red, desempeño inalámbrico y mucho mas. Si Speed Meter Pro encuentra algo que necesita su atención, despliega una alerta de muy fácil comprensión e interpretación la misma que lo ayudara a repararla.
- **Exploración de red.** Una exploración a demanda de la red le ofrece un resumen completo y detallado que incluye un vínculo hacia información que le permitirá saber más sobre la exploración realizada.
- **Prueba de velocidad de internet.** Realiza una prueba cada hora, de la velocidad de carga y descarga de datos para su conexión a Internet y le informa si se encuentran dentro del rango adecuado basado en el tipo de conexión. Esta es una gran manera de ver si usted está recibiendo la velocidad prometida por su proveedor de servicios de Internet.

- **Prueba de velocidad local de red.** Realiza un test a la velocidad de su red local entre dos o más terminales de su red. Esto le permite observar los cambios en su red los que puede afectar su rendimiento. Es el caso que si usted experimenta una ralentización en la velocidad entre una laptop y otra computadora, usted puede relocalizar su equipo hacia una ubicación diferente en su hogar u oficina y realizar una nueva comprobación. Mejorando así la conectividad y la velocidad hacia otros dispositivos.
- **Sitio web Lista de Vigilancia.** Controla el rendimiento de sus sitios web favoritos. Puede introducir hasta cuatro direcciones de sitios web y ver inmediatamente si el sitio web está respondiendo normalmente, es lento, o no está disponible. Si usted está visitando un sitio web que está realizando lentamente, se puede determinar si el problema de rendimiento se debe a su red o el servidor del sitio web. También puede utilizar la lista de Web Watch para determinar si la Internet está experimentando la lentitud general mirando el desempeño de todos los sitios web en su lista. Si todos están indicando una respuesta lenta y la conexión a Internet funciona correctamente, es una suposición segura que no hay desaceleración global en Internet.
- **Red de Historia de rendimiento.** Proporciona una historia de 30 días de los resultados de rendimiento de la red. Esto incluye velocidades de carga y descarga (por hora y durante todo un día), las descripciones que se han producido, y un estado general de funcionamiento de la red sobre la base de los datos recogidos en el período de 30 días.

Requerimientos.

- Sistema operativo: Microsoft Windows Vista (ediciones 32-64-bit) o Microsoft Windows XP con Service Pack 2 o superior.
- Procesador: Intel Pentium III o equivalente.
- Memoria: Para Windows Vista: 512 megabytes (MB) de RAM como mínimo y para Windows XP SP2: 128 megabytes (MB) de RAM mínimo.

- Adaptador de red: Cableado (Ethernet) o inalámbrico, con conexión a Internet (router, gateway).
- Espacio de disco: 80 megabytes (MB) de espacio disponible en el disco.
- Software: Microsoft .NET Framework 1.1 o superior.
- Navegador web: Microsoft Internet Explorer versión 5.5 o superior.

Anexo E.

WireShark Version 1.2.4

¿Qué es WireShark?

Es un analizador de protocolos utilizado para realizar análisis y solucionar problemas en redes de comunicaciones para desarrollo de software y protocolos, y como una herramienta didáctica para educación. Cuenta con todas las características estándares de un analizador de protocolos.

Permite ver todo el tráfico que pasa a través de una red (usualmente Ethernet), aunque es compatible con algunas otras estableciendo la configuración en **Modo Promiscuo**. Permite examinar datos de una red viva o de un archivo de captura salvado en disco. Se puede analizar la información capturada, a través de los detalles y sumarios por cada paquete. Wireshark incluye un completo lenguaje para filtrar lo que queremos ver y la habilidad de mostrar el flujo reconstruido de una sesión de TCP.

Wireshark es software libre, y se ejecuta sobre la mayoría de sistemas operativos Unix y compatibles, incluyendo Linux, Solaris, FreeBSD, NetBSD, OpenBSD, y Mac OS X, así como en Microsoft Windows.

Aspectos Importantes.

Entre los aspectos más importantes que posee WireShark podemos anotar los siguientes.

- Mantenido bajo la licencia GPL.
- Trabaja tanto en modo promiscuo como en modo no promiscuo.
- Puede capturar datos de la red o leer datos almacenados en un archivo (de una captura previa).

- Basado en la librería Pcap.
- Tiene una interfaz muy flexible.
- Gran capacidad de filtrado.
- Admite el formato estándar de archivos tcpdump.
- Reconstrucción de sesiones TCP.
- Se ejecuta en más de 20 plataformas.
- Es compatible con más de 480 protocolos.
- Puede leer archivos de captura de más de 20 productos.

Seguridad.

Para capturar paquetes directamente de la interfaz de red, generalmente se necesitan permisos de ejecución especiales. Es por esta razón que Wireshark es ejecutado con permisos de Super-usuario. Tomando en cuenta la gran cantidad de analizadores de protocolo que posee, los cuales son ejecutados cuando un paquete llega a la interfaz, el riesgo de un error en el código del analizador podría poner en riesgo la seguridad del sistema (como por ejemplo permitir la ejecución de código externo). Por ésta razón el equipo de desarrolladores de OpenBSD decidió remover Ethereal antes del lanzamiento de la versión 3.6.

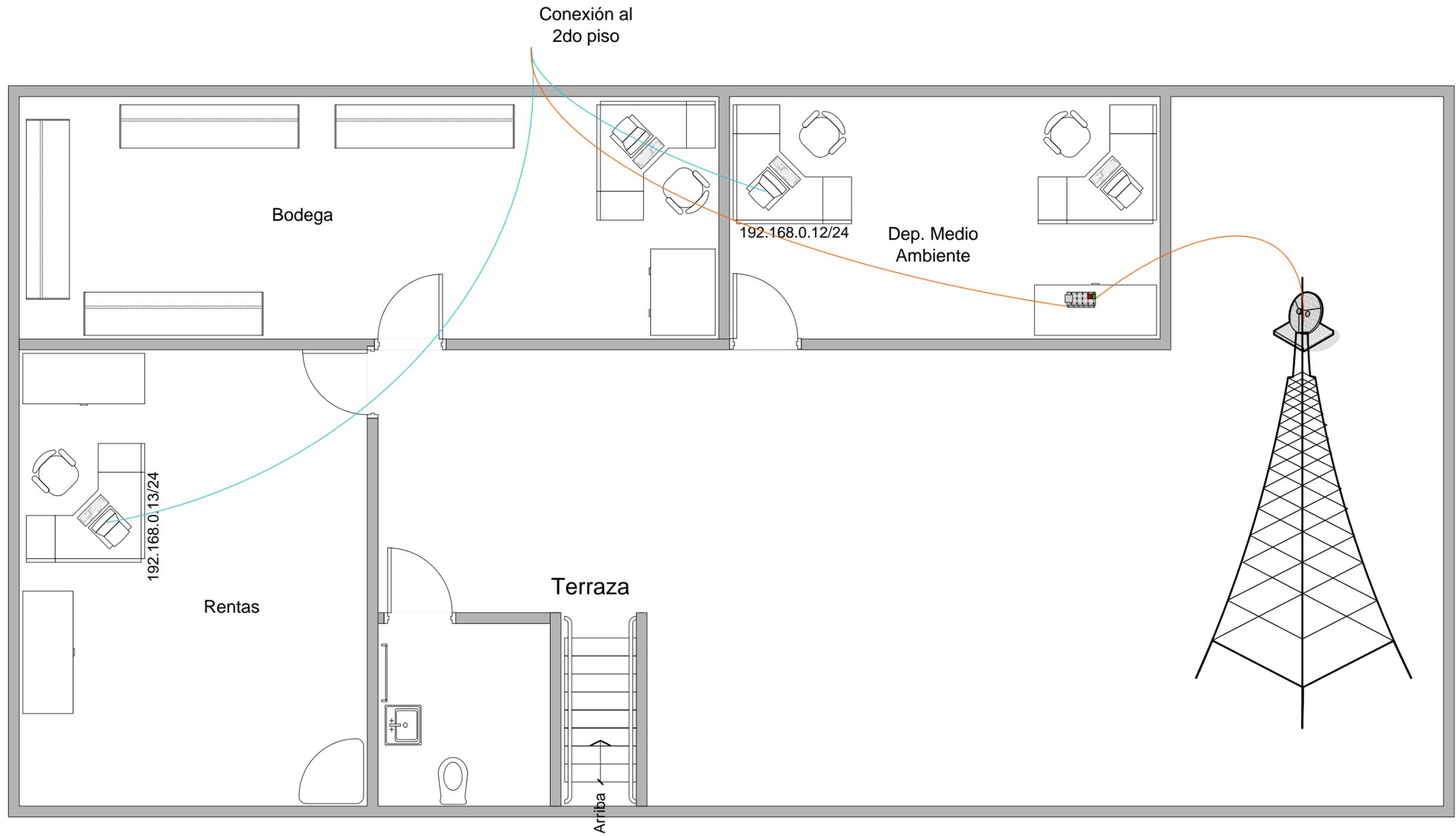
Una alternativa es ejecutar tcpdump o dumpcap que viene en la distribución de Wireshark en modo Super-usuario, para capturar los paquetes desde la interfaz de red y almacenarlos en el disco, para después analizarlos ejecutando Wireshark con menores privilegios y leyendo el archivo con los paquetes para su posterior análisis.

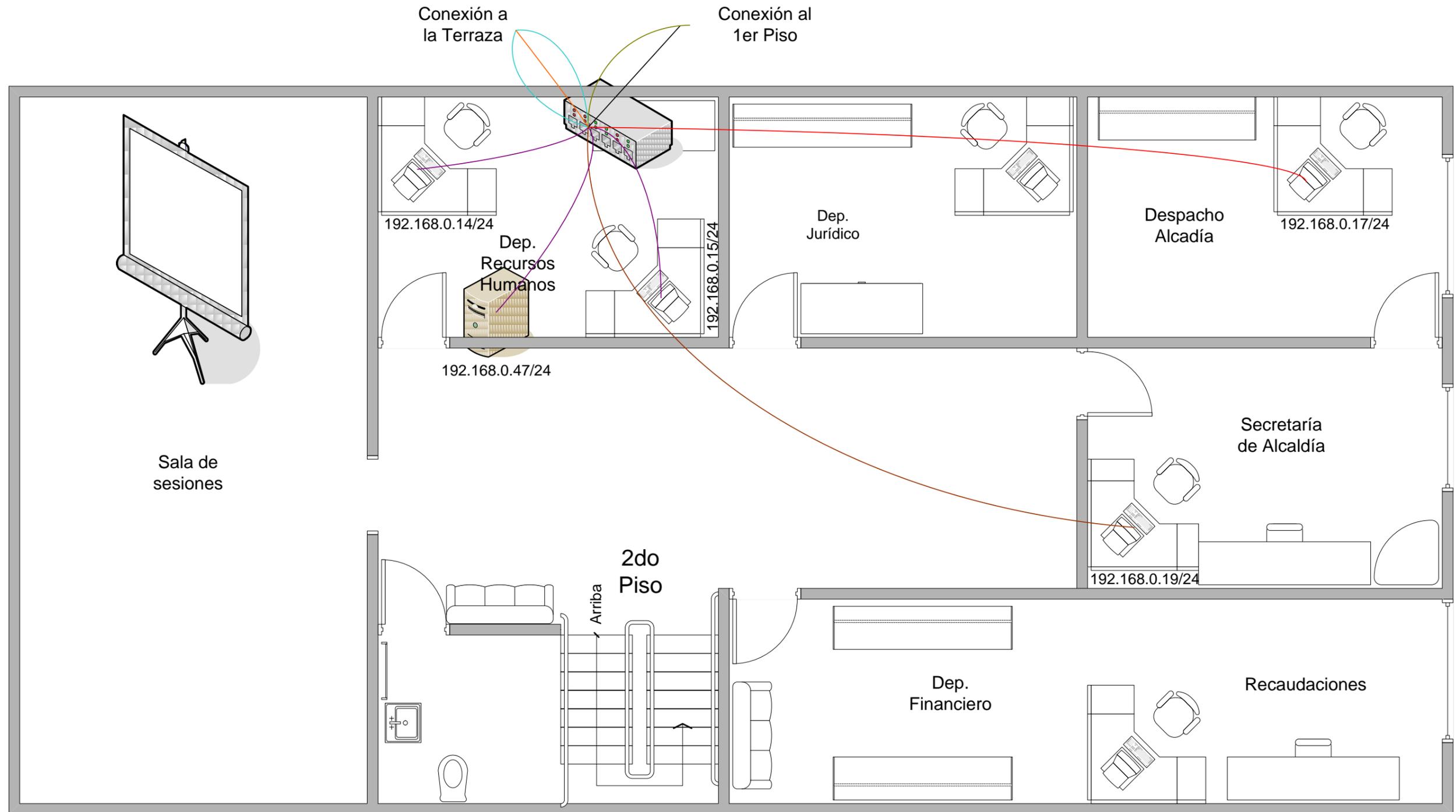
Especificación de medios de captura.

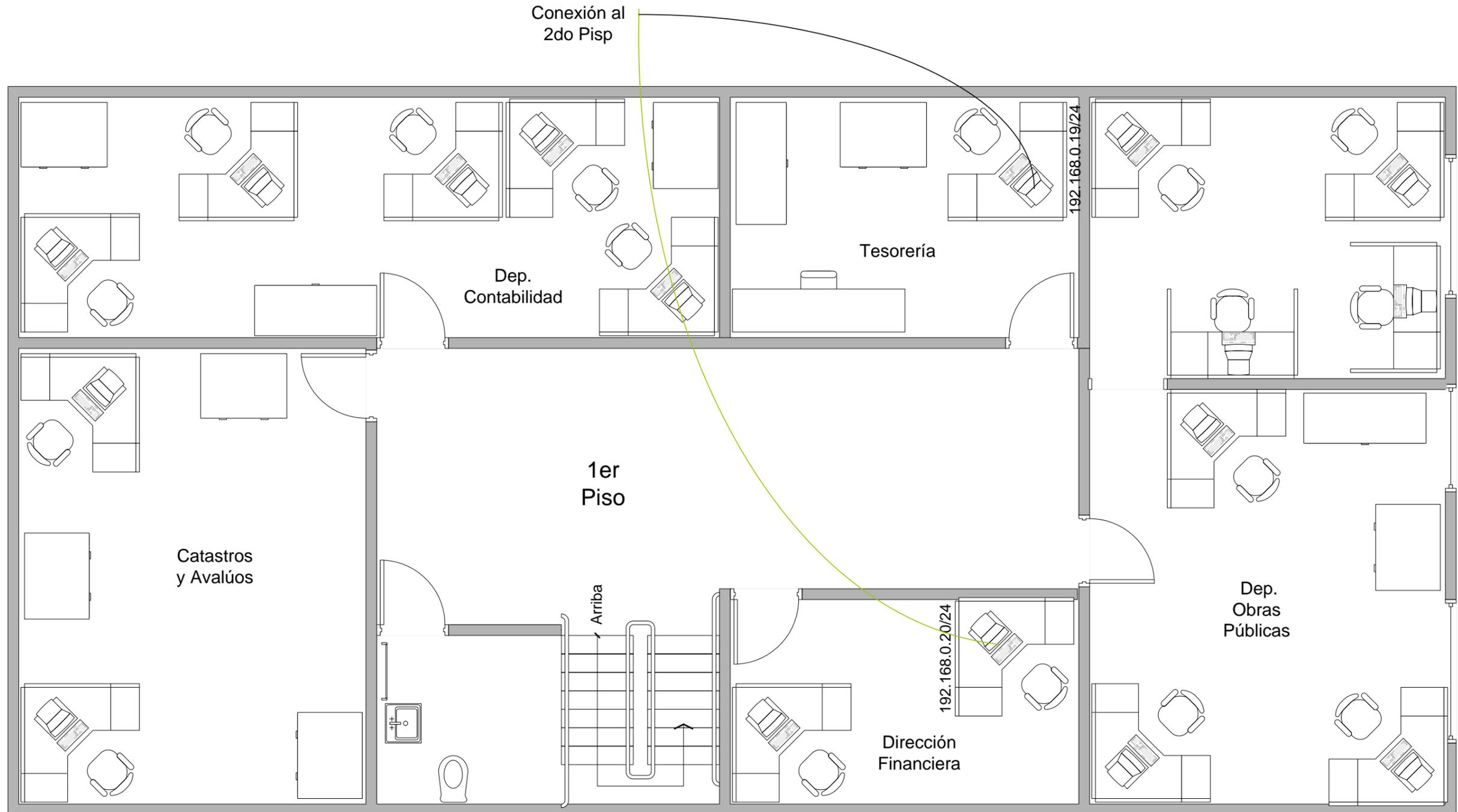
WireShark utiliza las librerías **libpcap/WinPcap** las mismas que proporciona funciones de captura de paquetes a nivel de usuario. A continuación la descripción del soporte en capturas versus las plataformas soportadas.

	Linux	MacOSX	Solaris	Windows
Interfaces físicas				
ATM	Si	No	Si	Desconocido
Bluetooth	Si	No	No	No
CiscoHDLC	Si	Desconocido	Desconocido	Desconocido
Ethernet	Si	Si	Si	Si
FDDI	Si	No	Si	Desconocido
FrameRelay	Si	No	No	No
IrDA	Si	No	No	No
PPP	Si	Si	No	Si
TokenRing	Si	No	Si	Si
USB	Si	No	No	No
WLAN	Si	Si	Desconocido	Si
Interfaces virtuales.				
Loopback	Si	Si	No	n/a
VLAN	Si	Si	Si	Si

Anexo F.







Anexo G.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS
ENCUESTA A USUARIOS CONECTADOS/DESCONECTADOS

1. ¿De entre las siguientes opciones: qué tipo de conexión le gustaría poseer?

Cableada

Inalámbrica

2. ¿Qué tipo de computador usted posee?

Desktop

Laptop

3. ¿Qué tipo de conector usted utiliza?

USB

PCI

4. ¿Qué tipo de computador le gustaría utilizar?

Desktop

Laptop

5. ¿Cree que la actual conexión a internet debería mejorar?

Si

No

6. ¿Cree que se debería mejorar la movilidad?

Si

No

7. ¿Cree que se debería mejorar la seguridad?

Si

No

8. ¿De entre las opciones siguientes: seleccione cuál es su velocidad actual de descarga desde internet?

<=12Kbps

>=26Kbps

>=60Kbps

>100Kbps

9. ¿De entre las siguientes opciones: seleccione cual o cuales aplicaciones utiliza?

World

Excel

PowerPoint

Otra

10. ¿Utiliza correo electrónico?

Si

No

11. ¿El correo electrónico usted lo utiliza para?

Trabajo

Personal

Diversión

12. ¿De las siguientes paginas a cuales usted con más frecuentemente accede?

FaceBook

Hi5

Google

Youtube

yahoo

Hotmail

13. ¿De los programas de mensajería anotados cual o cuales utiliza?

Windows Live Messenger

Yahoo Messenger

GoogleTalk

14. ¿Qué tipo(s) de archivos usted descarga desde internet?

Música

Fotos

Videos

Documentos

15. ¿Realiza compartición de archivos?

Si

No

16. ¿Abre usted archivos en su computador de trabajo?

Si

No

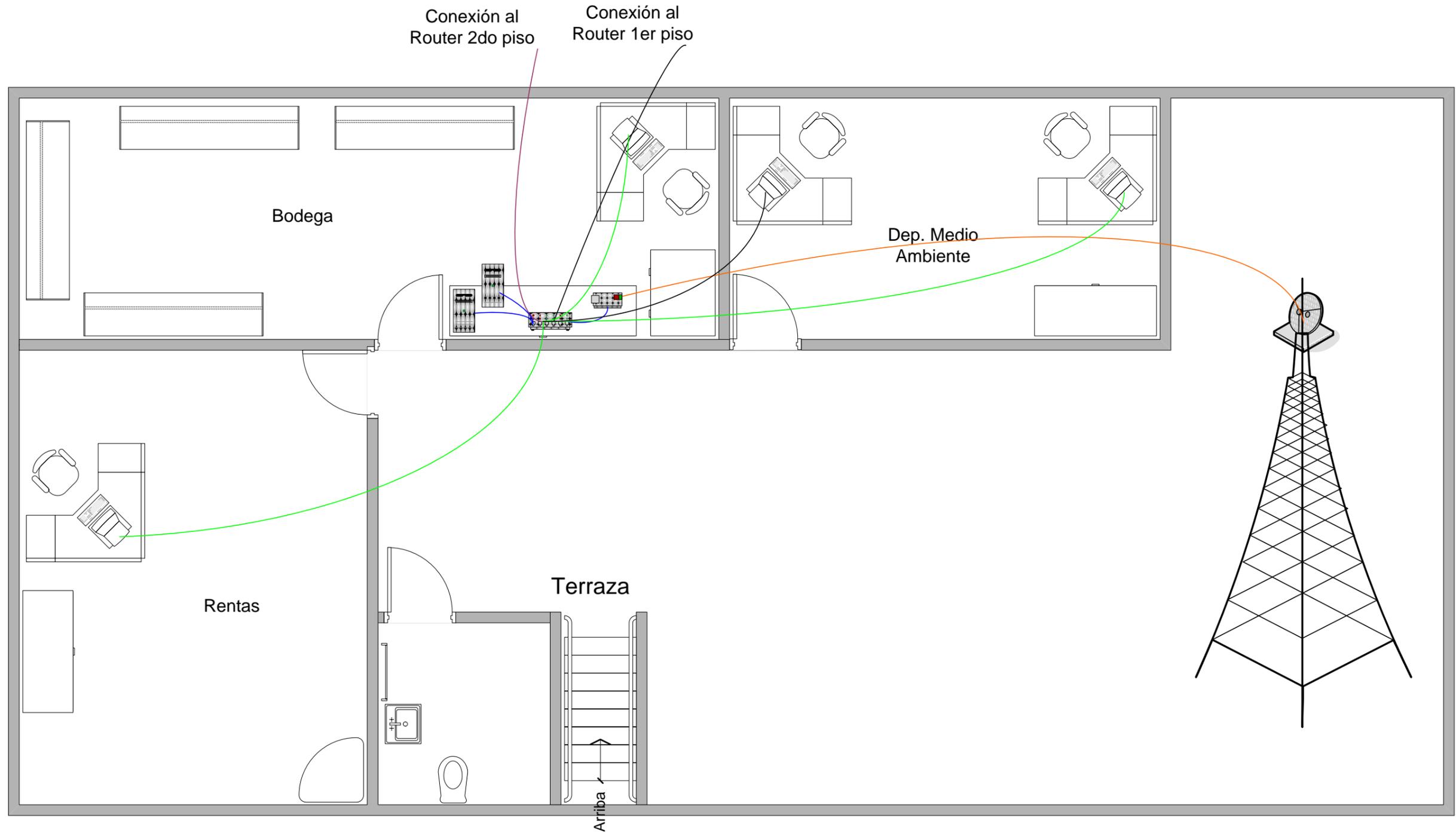
17. ¿Instala usted aplicaciones o programas en el computador del trabajo?

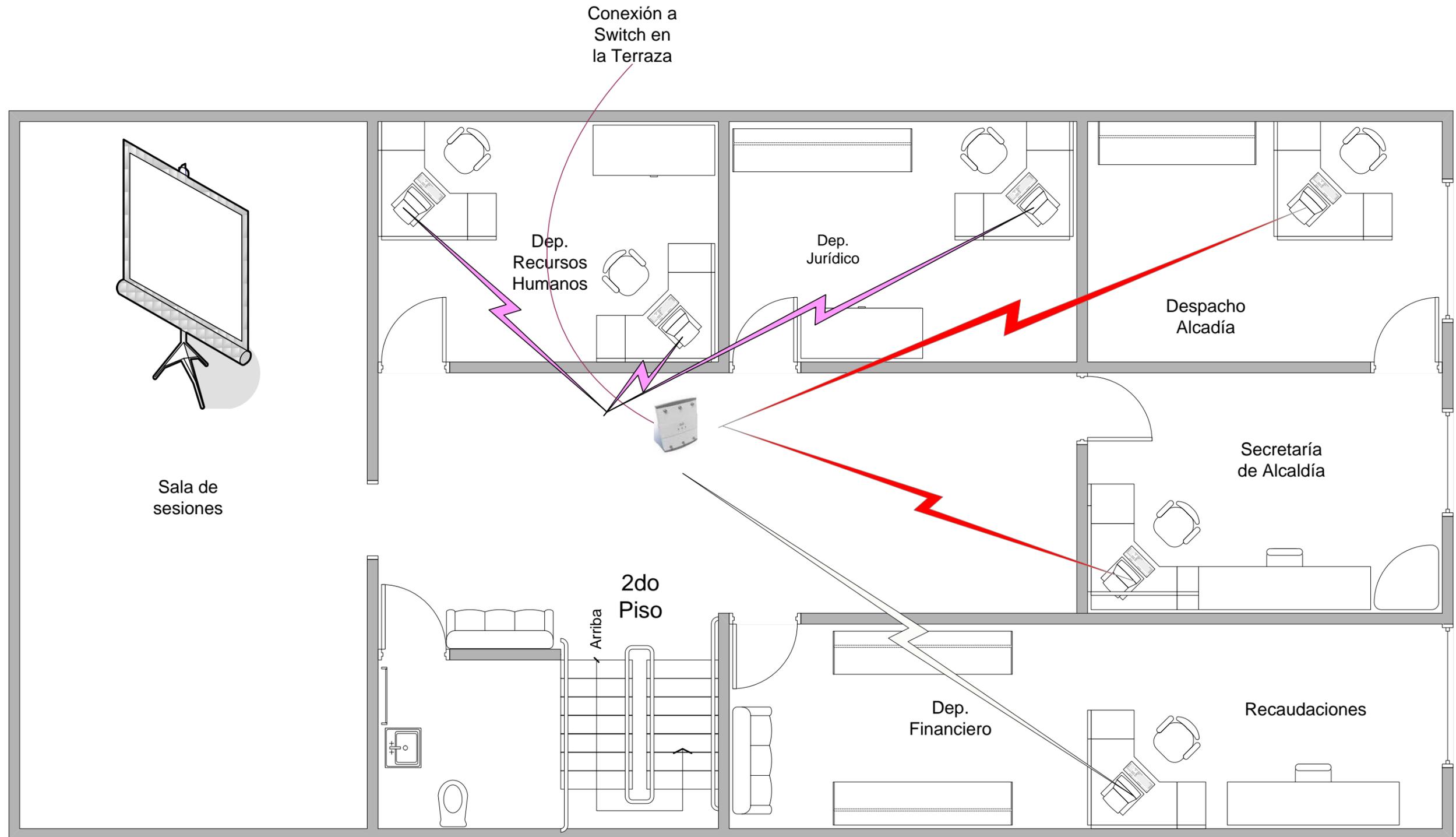
Si

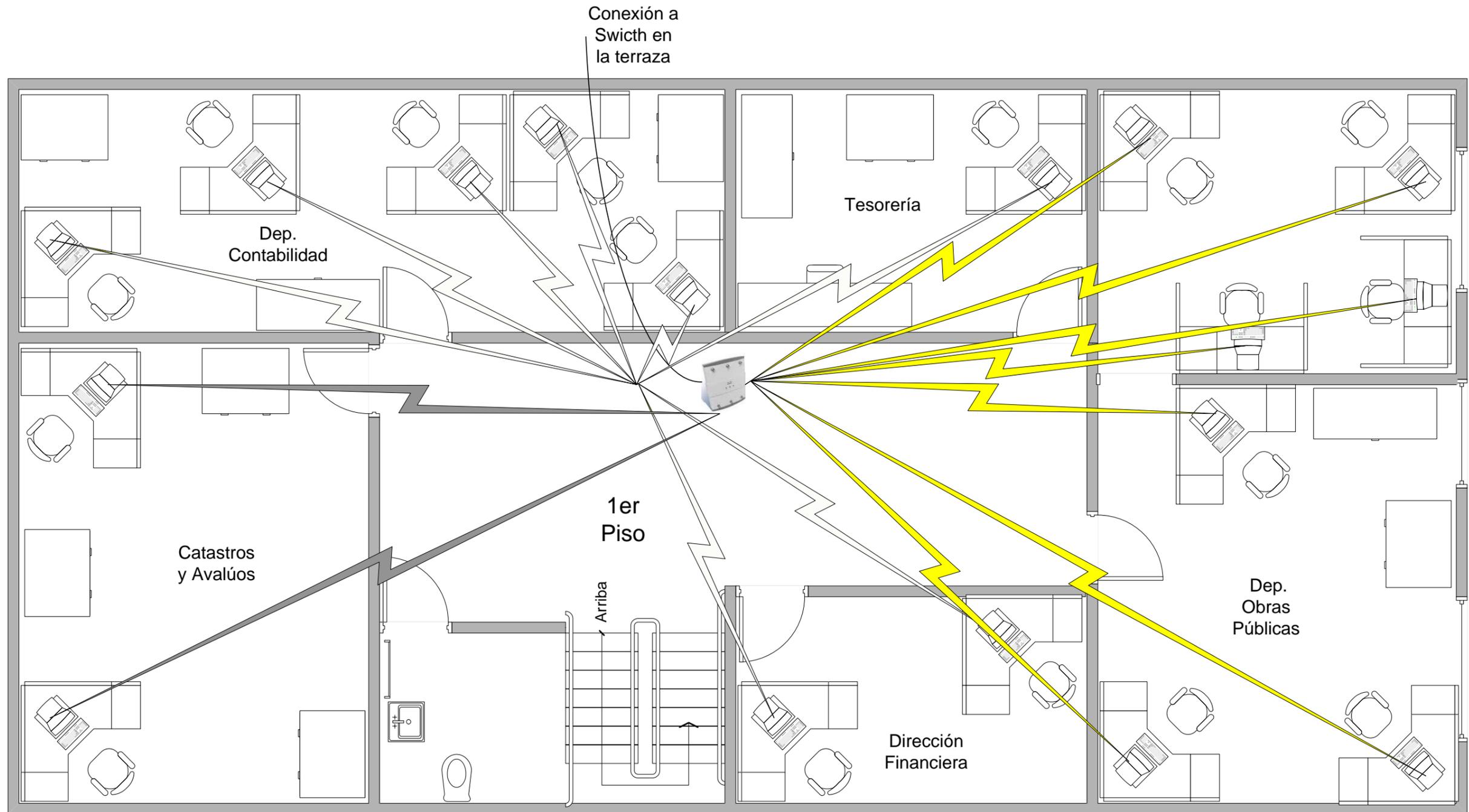
No

Anexo H.

Diseño propuesto.







BIBLIOGRAFÍA.

LIBROS.

ALBERCA ORDOÑEZ, J. *Cumandá*. Cumandá-Ecuador, Pedagógica Freire, 1998. pp: 321-365

CARRANZA JUJAN LUIS, J. *Redes Inalámbricas*. Lima-Perú. Editorial Megabyte, 2008. Total: 150p.

BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET.

Cisco Catalyst 3560 Series Switches Data Sheet (2009).

http://www.cisco.com//en/US/prod/collateral/switches/ps5718/ps5528/product_data_sheet09186a00801f3d7d.pdf

Cisco Next Generation Wireless (2008).

<http://www.cisco.com/go/nextgen-wireless.html>

Cisco Aironet 1250 Series Access Point (2008).

<http://www.cisco.com/en/US/products/ps8382/index.html>

Cisco Unified Wireless Network (2008).

http://www.cisco.com/en/US/netsol/ns340/ns394/ns348/ns337/networking_solutions_package.html

Managing and Monitoring a Primary Wireless Network, Intel white paper (2008).

<http://www.intel.com/it/pdf/Managing-and-Monitoring-a-Primary-Wireless-Network.pdf>

Electromagnetic Compatibility FDA/CDRH Recommendations for EMC/EMI in Healthcare Facilities, FDA publication (2008).

www.fda.gov/cdrh/emc/emc-in-hcf.html

Radiofrequency Interference with Medical Devices, IEEE Committee on Man and Radiation (COMAR) Technical Information Statement (2008).

<http://www.ewh.ieee.org/soc/embs/comar/interfer.html>

Technology Market Research (2010)

http://www.abiresearch.co/products/market_data