



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

**“ DISEÑO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD BAJO PLATAFORMA IP
PARA EL CAMPUS PROSPERINA (GUSTAVO GALINDO) DE LA
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL “**

TESIS DE GRADO

Previo a la Obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD
Especialización Electrónica**

PRESENTADO POR:

**CARMEN LAVAYEN DE NARANJO
FABIO RAMÍREZ CÁRDENAS**

Director de Tesis

Ing. Edgar Leyton Q

GUAYAQUIL – ECUADOR

2007

TRIBUNAL

Ing. Holger Cevallos
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Edgar Leyton
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Gómer Rubio
MIEMBRO PRINCIPAL

Ing. Pedro Vargas
MIEMBRO PRINCIPAL

DEDICATORIAS

A Jehová Dios por haberme dado la fortaleza y sabiduría necesarias para culminar esta importante etapa de mi vida. A mis hermanos y en especial a mis padres por haberme brindado el apoyo necesario para alcanzar esta importante meta.

Fabio Ramírez Cárdenas

AGRADECIMIENTOS

AL ING. EDGAR LEYTON Director de Tesis , por su valiosa colaboración y ayuda en el desarrollo de este trabajo.

Fabio Ramírez Cárdenas

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuesto en esta tesis ,
**“ DISEÑO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD BAJO PLATAFORMA IP PARA EL
CAMPUS PROSPERINA “GUSTAVO GALINDO” DE LA ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL”**, nos corresponden exclusivamente; y el patrimonio
intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

(Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales de la ESPOL).-

Fabio Ramírez Cárdenas

Carmen Lavayen de Naranjo

INDICE GENERAL

TRIBUNAL.....	II
DEDICATORIAS	III
AGRADECIMIENTOS	IV
DECLARACIÓN EXPRESA	V
INDICE GENERAL.....	VI
INDICE DE FIGURAS.....	XIV
INDICE DE TABLA.....	XXI
RESUMEN.....	XXV
INTRODUCCION	XXVII
BIBLIOGRAFIA	XX
GLOSARIO	XVIII
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	XVI

CAPITULO 1.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE UNA LAN INALÁMBRICA (WIRELESS LAN)..... 1

1.1. RESEÑA HISTÓRICA.....	1
1.2. DEFINICIÓN DE RED DE AREA LOCAL INALÁMBRICA.....	2
1.3. APLICACIONES DE LAS REDES WLAN	3
1.4. CONFIGURACIONES DE LAS REDES WLAN.....	4
1.4.1. Punto a Punto.....	4
1.4.2. Cliente y punto de acceso	5
1.4.3. Uso de un punto de extensión	6
1.4.4. Enlace entre varias LAN o WMAN	7
1.5. ESTÁNDARES PARA REDES LAN INALÁMBRICAS WLAN.....	8
1.5.1. Estándar 802.11	8
1.5.1.1 Versiones del estándar 802.11	9
1.5.2. Bluetooth	10

1.5.3. Hyperlan 2.....	12
1.6. TECNOLOGÌAS DE TRANSMISIÒN UTILIZADAS EN LAS REDES INALÁMBRICAS.....	14
1.6.1. Tecnología de transmisión infrarroja	14
1.6.2. Tecnología de transmisión radiofrecuencia	16
1.6.2.1 Espectro Ensanchado por Secuencia Directa	17
1.6.2.2 Espectro Ensanchado Salto de frecuencia.....	20
1.7. NIVEL DE ACCESO AL MEDIO (MAC)	21
1.7.1. Descripción Funcional del MAC	22
1.7.1.1 Función de Coordinación Distribuida (DFC).....	22
1.7.1.2 Protocolo de Acceso al medio CSMA/CA y MAC	23
1.7.1.3 Conocimiento del medio	26

CAPITULO 2.

FUNDAMENTOS TEORICOS DE LA TRANSMISION MULTIMEDIA SOBRE REDES IP PARA LA APLICACIÓN A LA SEGURIDAD27

2.1. RESEÑA HISTÒRICA DE LA TRANSMISIÒN DE VÌDEO SOBRE REDES.	27
2.2. PROTOCOLOS Y ESTÁNDARES PARA LA TRANSMISION MULTIMEDIA SOBRE IP.....	32
2.2.1. Protocolo de Transporte	33
2.2.1.1 Protocolo de transporte en tiempo real (RTP).....	36
2.2.1.2 Protocolo de control RTP (RTCP)	37
2.3. DIGITALIZACIÒN Y CODIFICACIÒN DE AUDIO	39
2.3.1. Còdecs de forma de onda	40
2.3.2. Codecs de fuente	41
2.3.3. Codec`s Híbridos.....	43
2.4. DIGITALIZACIÒN Y CODIFICACIÒN DE VIDEO.....	43
2.4.1. Proceso de exploraciòn de las imàgenes	44
2.4.2. Señales de color en transmissiòn de video	47
2.4.3. Digitalizaciòn de una señaal de video	51
2.4.3.1 Muestreo de la señaal	51

2.4.3.2 Cuantificación de la señal	54
2.4.3.3 Codificación y compresión de la señal.....	56
2.4.4. Formatos de compresión de video	60
2.4.4.1 Formato MJ-PEG	63
2.4.4.2 FORMATO MPEG ½	64
2.4.4.3 FORMATO MPEG 4	67
2.4.4.4 FORMATO H.261.....	67
2.4.4.5 FORMATO H.263.....	72
2.5. APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA MULTIMEDIA A UNA RED INALÁMBRICA DE SEGURIDAD BAJO PLATAFORMA IP.	73
2.5.1. Conceptos de una Red inalámbrica de Seguridad bajo plataforma IP. ..	74
2.5.2. Requerimientos técnicos para la instalación de una Red Inalámbrica de Seguridad bajo plataforma IP.	75
2.5.3. Formatos de las imágenes comúnmente utilizados en las Redes inalámbricas de Seguridad bajo plataforma IP.	80

CAPITULO 3.

DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA BAJO PLATAFORMA IP PARA DAR SEGURIDAD AL CAMPUS GUSTAVO GALINDO DE LA ESPOL.....83

3.1. ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE SEGURIDAD DEL CAMPUS PROSPERINA DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.	83
3.1.1. Infraestructura actual en Equipamiento y personal de seguridad.	83
3.1.2. Analisis de confiabilidad y Costos del mantenimiento de la Infraestructura de Seguridad actual	84
3.2. ANÁLISIS DE DIVERSOS SISTEMAS DE SEGURIDAD COMO POSIBLES SOLUCIONES AL PROBLEMA DE SEGURIDAD EN EL CAMPUS GUSTAVO GALINDO DE LA ESPOL.....	86
3.2.1. Solución Circuito cerrado de video analógico.	86
3.2.2. Solución híbrida de video analógico servidor digital.	88
3.2.3. Solución con video digital (Transmisión sobre IP)	89

3.3. DISEÑO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD PROPUESTO PARA LA PARTE ESTRUCTURAL DEL CAMPUS GUSTAVO GALINDO DE LA ESPOL.	93
3.3.1. Determinación de los Puntos críticos que necesitan seguridad.	93
3.3.2. Tecnología de transmisión inalámbrica y protocolos de transmisión a utilizar.....	96
3.3.2.1 Conectividad Inalámbrica	96
3.3.2.2 Protocolos de transmisión	99
3.3.3. Diagrama General de la Red de Seguridad propuesta	102
3.3.3.1 Equipos en cada Facultad.....	104
3.3.3.2 Equipos de la Estación Base	106
3.3.3.3 Ubicación de la estación base	107
3.3.4. Estudio de Propagación de los enlaces radioeléctricos de las Facultades con el Rectorado.....	107
3.3.4.1 Cálculos de Propagación de los Enlaces Radioeléctricos	108
3.3.5. Asignación de canales de frecuencia.....	132
3.3.5.1 Canales de frecuencia asignados a las cámaras IP y Puntos de acceso.....	132
3.3.5.2 Canales de frecuencia asignados a los enlaces punto multipunto entre cada Facultad y Centro de Gestión.....	136
3.3.6. Asignación de direcciones IP	139
3.3.7. Determinación del ancho de banda para la visualización en tiempo real del video sobre la red IP.	147
3.3.8. . Sensibilidad de la Red Inalámbrica a las interferencias.....	150
3.3.8.1 Posibles interferencias a la Red diseñada.....	150
3.3.9. . Escalabilidad de la Red	151
3.3.10. Seguridad de la Red de vigilancia	157
3.3.10.1 Seguridad en la transmisión de la información	157
3.3.10.2 Seguridad en el acceso a la Red.....	159
3.3.11. Gestión de la Red	160

CAPITULO 4.

DESCRIPCION GENERAL DEL EQUIPAMIENTO Y PROGRAMAS A

UTILIZARSE EN LA RED 163

4.1. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO EN CADA FACULTAD DE INGENIERÍA..... 163

4.1.1. Cámara IP inalámbrica (D-Link DCS – 2100G)..... 163

4.1.2. Punto de Acceso inalámbrico (D-Link DWLAG - 700AP)..... 167

4.1.3. Switch 12 puertos (Cisco Catalyst 2950) 169

4.1.4. Equipo del suscriptor (Tsunami Multipoint MP11-5054)..... 170

4.1.5. Características de las antenas de los suscriptores..... 172

4.2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO EN LA ESTACIÓN BASE (EDIF. RECTORADO). 173

4.2.1. Switch 48 puertos (Cisco 2950 Catalyst) 173

4.2.2. Ruteador (Cisco 3640) 174

4.2.3. Radio Base (Tsunami Multipoint MP11-5054) 175

4.2.4. Estaciones de monitoreo..... 176

4.2.5. Características de las antenas de la Estación Base..... 177

4.2.6. Servidores de almacenamiento de video y gestión de la Red..... 178

4.3. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO EN EL AREA DE TECNOLOGÍA..... 181

4.3.1. Cámara IP inalámbrica (D-Link DCS – 2100G) 181

4.3.2. Punto de Acceso inalámbrico (D-Link DWLAG - 700AP)..... 181

4.3.3. Switch Cisco Catalyst 2950, 12 puertos 182

4.3.4. Equipo del suscriptor (Tsunami Multipoint MP11-5054)..... 182

4.3.5. Tsunami Quickbridge 182

4.3.6. Características de las antenas utilizadas..... 184

4.4. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE GESTIÓN 184

CAPITULO 5.

CONSIDERACIONES TECNICAS EN LA INSTALACION Y CONFIGURACION

DELOS EQUIPOS 188

5.1. INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS Y PROGRAMAS DE ADMINISTRACIÓN DE LA RED	188
5.1.1. Instalación del Sistema de Comunicación inalámbrica en cada Facultad de Ingeniería	188
5.1.1.1 Cámara IP inalámbrica (D-Link DCS – 2100G)	188
5.1.1.2 Punto de Acceso inalámbrico (D-Link DWLAG - 700AP).....	190
5.1.1.3 Switch Cisco Catalyst 2950, 12 puertos	192
5.1.1.4 Equipo del suscriptor (Tsunami Multipoint MP11-5054)	194
5.1.1.5 Antenas de cada Facultad de Ingeniería.....	196
5.1.2. Instalación del Sistema de Comunicación inalámbrica en el Área de Tecnologías.....	198
5.1.2.1 Cámara IP inalámbrica (D-Link DCS – 2100G)	198
5.1.2.2 Punto de Acceso inalámbrico (D-Link DWLAG - 700AP).....	199
5.1.2.3 Equipo del suscriptor(Tsunami Multipoint MP11-5054).....	199
5.1.2.4 Switch Cisco Catalyst 2950, 12 puertos	200
5.1.2.5 Tsunami Quickbridge	200
5.1.2.6 Antenas utilizadas.....	202
5.1.3. Instalación de los equipos de la Estación Base.....	202
5.1.3.1 Switch 48 puertos (Cisco 2950 Catalyst).....	202
5.1.3.2 Ruteador (Cisco 3640)	203
5.1.3.3 Radio Base (Tsunami Multipoint MP11-5054)	203
5.1.3.4 Antena de la Estación Base.....	203
5.1.4. Programas de Administración de la Red.....	205
5.1.4.1 Seguridad IP.....	205
5.1.4.2 Windows 2003 server.....	210
5.2. CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS Y PROGRAMAS DE ADMINISTRACIÓN DE LA RED	212
5.2.1. Cámara IP inalámbrica (D-Link DCS – 2100G)	212
5.2.1.1 Asignación inicial de parámetros de red.....	212
5.2.1.2 Acceso remoto a la cámara IP inalámbrica.....	217
5.2.2. Punto de Acceso inalámbrico (D-Link DWLAG - 700AP).....	218

5.2.2.1 Modo de Operación.	218
5.2.2.2 Parámetros de la conexión inalámbrica	218
5.2.2.3 Parámetros de Red.	220
5.2.2.4 Características Avanzadas.	221
5.2.3. Radio Base (Tsunami Multipoint MP11-5054).....	222
5.2.3.1 Asignación de la dirección IP.	222
5.2.3.2 Modo de operación del GPS.	223
5.2.3.3 Asignación de la tasa de datos.	224
5.2.3.4 Selección del rango de frecuencias operativas.....	225
5.2.3.5 Asignación de la potencia de transmisión.	225
5.2.3.6 Selección del modo de operación.	225
5.2.3.7 Adición de unidades de Suscriptor.	225
5.2.4. Equipo del suscriptor (Tsunami Multipoint MP11-5054).....	226
5.2.4.1 Asignación de la dirección IP.	226
5.2.4.2 Selección del rango de frecuencias operativas.....	227
5.2.4.3 Selección de la tasa de datos.	228
5.2.4.4 Posicionamiento del equipo.	228
5.2.5. Equipo Tsunami Quickbridge	230
5.2.5.1 Asignación de la dirección IP.	230
5.2.5.2 Selección del canal de frecuencia operativa.	230
5.2.5.3 Selección de la tasa de datos.	231
5.2.6. Ruteador (Cisco 3640)	231
5.2.6.1 Listas de Acceso.	232
5.2.7. Configuración del Programa de Seguridad IP.....	235
5.2.7.1 Visualización de las cámaras IP inalámbricas.	235
5.2.8. Configuración del Analizador de tráfico de red Iris.	238
5.2.8.1 Creación de filtros.	239
5.2.9. Configuración del Windows 2003 Server.....	241

CAPITULO 6.

CAPITULO 6 ANALISIS DE COSTOS DEL DISEÑO PROPUESTO 246

6.1. COSTO ACTUAL DE LA SEGURIDAD DEL CAMPUS GUSTAVO GALINDO DE LA ESPOL.
..... 246

6.1.1. Costo actual del personal de Seguridad del Campus Gustavo de La
ESPOL. 246

6.1.2. Costos de las pérdidas ocasionadas por robos. 247

6.2. COSTO DEL DISEÑO PROPUESTO PARA LA SEGURIDAD DEL CAMPUS GUSTAVO
GALINDO DE LA ESPOL..... 248

6.2.1. Costo del equipamiento por facultad..... 248

6.2.2. Costo del equipamiento del Centro de Gestión. 252

6.2.3. Costo total del equipamiento..... 253

6.2.4. Costo de la conexión a Internet. 253

6.2.5. Costo de Mantenimiento del Diseño de Seguridad propuesto. 255

INDICE DE FIGURAS

CAPITULO 1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE UNA LAN INALÁMBRICA (WIRELESS LAN)

FIGURA. 1.1. CONEXIÓN PEER TO PEER (PUNTO A PUNTO	5
FIGURA. 1.2. CONEXIÓN A LA RED LAN POR UN PUNTO DE ACCESO.....	6
FIGURA. 1.3. CONEXIÓN A LA RED LAN POR UN PUNTO DE EXTENSIÓN	7
FIGURA. 1.4. ENLACE ENTRE VARIAS LAN	8
FIGURA. 1.5. ENLACE PUNTO A PUNTO UTILIZANDO TÉCNICA INFRARROJA	15
FIGURA. 1.6. ENLACE DE VARIAS ESTACIONES A LA RED LAN A TRAVÉS DE UN EMISOR INFRARROJO	15
FIGURA. 1.7. COMPORTAMIENTO E FRECUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE ESPECTRO ENSANCHADO	19
FIGURA. 1.8. EJEMPLO DE FHSS CON 2 TRANSMISORES OPERANDO SIMULTÁNEAMENTE..	21
FIGURA. 1.9. GRÀFICA DE LA ARQUITECTURA MAC DEL ESTÀNDAR 802.11	22
FIGURA. 1.10. FUNCIONAMIENTO DEL PROTOCOLO CSMA/CA.....	25

CAPITULO 2 FUNDAMENTOS TEORICOS DE LA TRANSMISION MULTIMEDIA SOBRE REDES IP PARA LA APLICACIÓN A LA SEGURIDA

FIGURA. 2.1 ARQUITECTURA DE SISTEMAS.....	35
FIGURA. 2.2 ALGORITMO RTCP	38
FIGURA. 2.3 ARQUITECTURA DE SISTEMAS.....	39
FIGURA. 2.4 PROPORCIÓN DE BITS FRENTE A CALIDAD DE AUDIO EN LOS DIFERENTES TIPOS DE CODEC DE AUDIO.....	40
FIGURA. 2.5 VALORES DE AUDIO CORRESPONDIENTES A LOS VALORES DE BIT PARA LA COMPANDING A-LAW Y MU-LAW.....	41

FIGURA. 2.6 PROCESO DE CREACIÓN DEL SONIDO.....	42
FIGURA. 2.7 REPRESENTACIÓN SIMPLIFICADA DEL BARRIDO PROGRESIVO	44
FIGURA. 2.8 BARRIDO ENTRELAZADO 2:1	46
FIGURA. 2.9 LOS CAMPOS DE UN ENTRELAZADO 2:1 (DEBE HABER UN NÚMERO IMPAR DE LÍNEAS EN CADA CUADRO).....	46
FIGURA. 2.10 . MEZCLA ADITIVA DE COLORES.....	48
FIGURA. 2.11 . OBTENCIÓN DE LA SEÑAL Y	49
FIGURA. 2.12 . VALORES DE LUMINANCIA RELATIVA	50
FIGURA. 2.13 . REPRESENTACIÓN DE LOS COLORES EN NTSC	50
FIGURA. 2.14 MUESTREO DE UNA SEÑAL ANÁLOGA $E(t)$ POR UN TREN DE IMPULSOS $U(t)$	52
FIGURA. 2.15 . BANDA BASE DE LA SEÑAL DE VIDEO.	52
FIGURA. 2.16 . ESPECTRO DE UNA SEÑAL DE VIDEO MUESTREADA A LA FRECUENCIA f_0	53
FIGURA. 2.17 . CUANDO LA FRECUENCIA DE MUESTREO ES $f_0 < 2f_s$	54
FIGURA. 2.18 . CUANDO LA FRECUENCIA DE CORTE DEL FILTRO PB ES SUPERIOR A $f_0 - f_s$..	54
FIGURA. 2.19 . ERROR DE CUANTIFICACIÓN.....	55
FIGURA. 2.20 . CODIFICACIÓN DE LA SEÑAL COMPUESTA	57
FIGURA. 2.21 . CODIFICACIÓN DE COMPONENTES	57
FIGURA. 2.22 . TRANSICIÓN DE ANÁLOGO A DIGITAL DE LAS SEÑALES COMPUESTAS	58
FIGURA. 2.23 FORMATOS DE COMPRESIÓN PARA IMÁGENES	62
FIGURA. 2.24 . CODIFICACIÓN INTRA O ESPACIAL, EXPLORA LA REDUNDANCIA	63
FIGURA. 2.25 . CODIFICACIÓN INTER O TEMPORAL, EXPLORA LA REDUNDANCIA ENTRE IMÁGENES	64
FIGURA. 2.26 . ENCADENAMIENTO DE LOS 3 TIPOS DE IMÁGENES MPEG	65
FIGURA. 2.27 .CODIFICAR Y DECODIFICADOR DE VIDES	69
FIGURA. 2.28 . MODELO DEL SISTEMA PX64.....	71
FIGURA. 2.29 . RED INALÀMBRICA DE SEGURIDAD DE MONITOREO.....	76
FIGURA. 2.30 . RED INALÀMBRICA DE SEGURIDAD DE VIGILANCIA.....	77

CAPITULO 3. DISEÑO DE LA RED INALAMBRICA BAJO PLATAFORMA IP PARA DAR SEGURIDAD AL CAMPUS GUSTAVO GALINDO DE LA ESPOL

FIGURA.3.1. SOLUCIÓN SISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TV	87
FIGURA.3.2. SOLUCIÓN CON VIDEO DIGITAL	92
FIGURA.3.3. PARQUEADEROS	94
FIGURA.3.4. ÁREAS ADMINISTRATIVAS	94
FIGURA.3.5. LABORATORIOS	95
FIGURA.3.6. ESQUEMA PUNTO – MULTIPUNTO	97
FIGURA.3.7. EDIFICIO DEL RECTORADO	107
FIGURA.3.8. PERFIL TOPOGRAFICO ENTRE ELECTRICA COMPUTACION Y RECTORADO	112
FIGURA.3.9. CALCULO DEL VALOR MINIMO DE SENSITIVIDAD ENTRE MECANICA-RECTORADO	113
FIGURA.3.10. PERFIL TOPOGRAFICO ENTRE FACULTAD DE MECANICA Y RECTORADO.....	115
FIGURA.3.11. PERFIL TOPOGRAFICO ENTRE INGENIERIA CIENCIAS DE LA TIERRA - RECTORADO	118
FIGURA.3.12. PERFIL TOPOGRAFICO ENTRE INSTS.,ICHE, LABORATORIOS Y RECTORADO	121
FIGURA.3.13. PERFIL TOPOGRAFICO ACUACULTURA- RECTORADO	124
FIGURA.3.14. PERFIL TOPOGRAFICO ENTRE TECNOLOGÍA-RECTORADO.....	127
FIGURA.3.15. PERFIL TOPOGRAFICO ENTRE BIBLIOTECA-RECTORADO	131
FIGURA.3.16. ASIGNACIÓN GEOGRAFICA DE LOS CANALES DE FRECUENCIA POR FACULTAD	134
FIGURA.3.17. GRAFICA DE INSTALACIONES DE SUS BSUs	137
FIGURA.3.18. DIRECCIONES IP ASIGNADAS A LOS DISPOSITIVOS QUE INTEGRAN EN LA FIEC	141
FIGURA.3.19. DIRECCIONES IP ASIGNADAS A LOS DISPOSITIVOS QUE INTEGRAN EN LA FIMCP	141
FIGURA.3.20. DIRECCIONES IP ASIGNADAS A LOS DISPOSITIVOS QUE INTEGRAN EN LA FICT	142

FIGURA.3.21. DIRECCIONES IP ASIGNADAS A LOS DISPOSITIVOS QUE INTEGRAN EN ACUICULTURA.....	142
FIGURA.3.22. FIG . DIRECCIONES IP ASIGNADAS A LOS DISPOSITIVOS QUE INTEGRAN EN INSTITUTOS Y LABORATOTIOS	143
FIGURA.3.23. DIRECCIONES IP ASIGNADAS A LOS DISPOSITIVOS QUE INTEGRAN EN BIBLIOTECA.....	143
FIGURA.3.24. DIRECCIONES IP ASIGNADAS A LOS DISPOSITIVOS QUE INTEGRAN RECTORADO	144
FIGURA.3.25. DIRECCIONES IP ASIGNADAS A LOS DISPOSITIVOS QUE INTEGRAN TECNOLOGÍAS	145
FIGURA.3.26. DIRECCIONES IP ASIGNADAS A LOS DISPOSITIVOS QUE INTEGRAN EN RED BSU 1.....	145
FIGURA.3.27. DIRECCIONES IP ASIGNADAS A LOS DISPOSITIVOS QUE INTEGRAN EN RED BSU 2.....	146
FIGURA.3.28. DIRECCIONES IP ASIGNADAS A LOS DISPOSITIVOS QUE INTEGRAN EN RED BSU 3.....	146
FIGURA.3.29. PAQUETE DE VIDEO DE CÀMARA IP DLINK.....	147
FIGURA.3.30. PROGRAMA <i>IP SURVEILLANCE SOFTWARE</i> (VENTANA 1 GESTION DE CÁMARAS)	161
FIGURA.3.31. WEB BROWSERS (VENTANA 1 CONFIGURACIÓN DE DIRECCIONES IP	161

CAPITULO 4 DESCRIPCION GENERAL DEL EQUIPAMIENTO Y PROGRAMAS A UTILIZARSE EN LA RED

FIGURA.4.1. CAMARA IP D-LINK DCS-2100G.....	164
FIGURA.4.2. CAMARA IP D-LINK DCS-2100G.....	165
FIGURA.4.3. CAMARA IP D-LINK DCS-2100G.....	165
FIGURA.4.4. ACCESS POINT D-LINK DWLAG-700	167
FIGURA.4.5. ACCESS POINT D-LINK DWLAG-700	167

FIGURA.4.6. SWICTH CISCO CATALYST 2950.....	170
FIGURA.4.7. UNIDAD DE SUSCRIPTOR MP-11 5054	171
FIGURA.4.8. ANTENA DIRECCIONAL	172
FIGURA.4.9. SWITCH CISCO CATALYST 2950, 48 PUERTOS.....	173
FIGURA.4.10. ROUTER CISCO 3640.....	174
FIGURA.4.11. BSU TSUNAMI MP11 5054	175
FIGURA.4.12. ANTENA SECTORIAL 120 GRADOS.....	177
FIGURA.4.13. SERVIDORES IBM	178
FIGURA.4.14. TSUNAMI QUICKBRIDGE	182
FIGURA.4.15. INSERT IP SURVEILLANCE	185
FIGURA.4.16. LAYOUT IP SURVEILLANCE	186
FIGURA.4.17. PROGRAMAR GRABACIÓN	187

CAPITULO 5 CONSIDERACIONES TECNICAS EN LA INSTALACION Y CONFIGURACION DELOS EQUIPOS

FIGURA. 5.1 CONEXIÓN DE ANTENA.....	189
FIGURA. 5.2 CONEXIÓN DEL ADAPTADOR DE PODER	189
FIGURA. 5.3 ACCES POINT DLINK, CONEXIÓN DE ANTENA.....	191
FIGURA. 5.4 ACCESS POINT CONEXÒN DEL ADAPTADOR DE PODER	192
FIGURA. 5.5 LED DE PODER DEL ACCESS POINT	192
FIGURA. 5.6 SWITCH CISCO CATALYST 2950, 12 PUERTOS	193
FIGURA. 5.7 RETIRAR PROTECTOR DE CABLE DEL SUSCRIPTOR.....	195
FIGURA. 5.8 REMOVER EL PROTECTOR FRONTAL DEL SUSCRIPTOR	195
FIGURA. 5.9 PERFORACIONES DEL SUSCRIPTOR	196
FIGURA. 5.10 ANTENA DIRECCIONAL	198
FIGURA. 5.11 ACCESS POINT DLINK	199
FIGURA. 5.12 UNIDAD DEL SUSCRIPTOR	200
FIGURA. 5.13 INSERTAR LOS TORNILLOS EN EL BRACKET F.....	201

FIGURA. 5.14 SWITCH CISCO CATALYST 1950	203
FIGURA. 5.15 VENTANA (1) DE INSTALACIÓN SEGURIDAD IP	206
FIGURA. 5.16 VENTANA (2) DE INSTALACIÓN SEGURIDAD IP	206
FIGURA. 5.17 VENTANA (LICENCIA) DE INSTALACIÓN SEGURIDAD IP	207
FIGURA. 5.18 VENTANA (4) DE INSTALACIÓN SEGURIDAD IP	207
FIGURA. 5.19 VENTANA (PASSWORD) DE INSTALACIÓN SEGURIDAD IP.	208
FIGURA. 5.20 VENTANA (6) DE INSTALACIÓN SEGURIDAD IP	208
FIGURA. 5.21 VENTANA (7) DE INSTALACIÓN SEGURIDAD IP	209
FIGURA. 5.22 VENTANA (8) DE INSTALACIÓN SEGURIDAD IP	209
FIGURA. 5.23 VENTANA (FINAL) DE INSTALACIÓN SEGURIDAD IP	210
FIGURA. 5.24 VENTANA(1) DE SOFTWARE INSTALACIÓN CÁMARA	213
FIGURA. 5.25 VENTANA (2 ASIGNACION DE CÁMARA) SOFTWARE INSTALACIÓN DE CÁMARA	214
FIGURA. 5.26 VENTANA(3TIPO DE CONEXIÓN)DE SOFTWARE INSTALACIÓN CÁMARA	215
FIGURA. 5.27 VENTANA (4 CONFIGURACIÓN DE PARÁMETROS) DE SOFTWARE INSTALACIÓN CÁMARA	216
FIGURA. 5.28 VENTANA (1) PARÁMETROS DE LA INTERFAZ INALÁMBRICA.....	219
FIGURA. 5.29 SOFTWARE VENTANA (1) CONFIGURACIÓN DE LA DIRECCIÓN IP DEL RUTEADOR	220
FIGURA. 5.30 SOFTWARE VENTANA (2) CONFIGURACIONES AVANZADAS DEL RUTEADOR	221
FIGURA. 5.31 SOFTWARE SCAN DE ANÁLISIS DE ELEMENTOS CONECTADOS A LA RED VENTANA (1)	222
FIGURA. 5.32 SOFTWARE SCAN VENTANA (2) CHANGE	223
FIGURA. 5.33 SOFTWARE DE CONFIGURACIÓN DE TRANSMISIÓN DE ESTACIÓN BASE	224
FIGURA. 5.34 SOFTWARE DE CONFIGURACIÓN DE ACCESO DE ESTACIÓN BASE.....	226
FIGURA. 5.35 SOFTWARE SCAN DE ANÁLISIS DE TSUNAMI VENTANA (1)	226
FIGURA. 5.36 SOFTWARE SCAN DE ANÁLISIS DE TSUNAMI VENTANA (2)	227
FIGURA. 5.37 SOFTWARE DE CONFIGURACIÓN DE TRANSMISIÓN DE TSUNAMI	228
FIGURA. 5.38 SOFTWARE DE CONFIGURACIÓN DE TRANSMISIÓN OPERTAT IVAE	231
FIGURA. 5.39 PROTOCOLOS DE LA CAPA DE APLICACIÓN	233

FIGURA. 5.40 SOFTWARE DE CONFIGURACIÓN DE CÁMARA	236
FIGURA. 5.41 SOFTWARE DE CONFIGURACIÓN DE CANAL DE LAS CÁMARAS.....	236
FIGURA. 5.42 SOFTWARE DE VISUALIZACIÓN DE CÁMARAS CON REGISTRO DE SETEO	237
FIGURA. 5.43 SOFTWARE DE CREACIÓN DE FILTROS	239
FIGURA. 5.44 SOFTWARE DECODIFICADOR	240
FIGURA. 5.45 SOFTWARE DE ADMINISTRACIÓN DE TRAFICO	240
FIGURA. 5.46 SOFTWARE DE ADMINISTRADOR DE DE USUARIO	244
FIGURA. 5.47 SOFTWARE DIRECTORIO ACTIVO DE USUARIOS EN WINDOWSW	245

INDICE DE TABLA

CAPITULO 2. FUNDAMENTOS TEORICOS DE LA TRANSMISION MULTIMEDIA SOBRE REDES IP PARA LA APLICACIÓN A LA SEGURIDAD

TABLA. 2.1 BITS POR MUESTRA Y NÚMERO DE NIVELES DE CUANTIFICACIÓN DE LA RECOMENDACIÓN G.726 AD-PCM.....	41
TABLA. 2.2 S C I F	61
TABLA. 2.3 . CAUDAL REQUERIDO POR LOS SISTEMAS DE COMPRESIÓN DE VÍDEO MÁS COMUNES.....	61
TABLA. 2.4. RESOLUCIONES ESTÁNDAR DE VÍDEO COMPRIMIDO	62
TABLA. 2.5. ANALISIS DE ESTÁNDARES PARA RESOLUCION DE IMAGENES	82

CAPITULO 3. DISEÑO DE LA RED INALAMBRICA BAJO PLATAFORMA IP PARA DAR SEGURIDAD AL CAMPUS GUSTAVO GALINDO DE LA ESPOL

TABLA. 3.1. LOS COSTOS DEL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA SEGURIDAD ACTUAL	85
TABLA. 3.2. DESCRIPCION DE LA VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN	97
TABLA. 3.3. TIPO DE ENLACES ENTRE SITIOS	98
TABLA. 3.4. TASA DE TRANSMISIÓN DE DATOS LUEGO DE PERÍODO DE INACTIVIDAD	100
TABLA. 3.5. EQUIPOS DE RED LAN INALÁMBRICA EN CADA FACULTAD	105
TABLA. 3.6. EQUIPOS DE RED LAN INALÁMBRICA DE LA ESTACION BASE	106
TABLA. 3.7. CÁLCULOS DE INTENSIDAD DE LA POTENCIA DE RECEPCIÓN,	108
TABLA. 3.8. CALCULO DEL VALOR MINIMO DE SENSITIVIDAD ENTRE COMPUTACIÓN-RECTORADO	109
TABLA. 3.9. CUADRO COMPARTIVO DE ELIPSOIDE Y TERRENO ENTRE ELELECTRICA, COMPUTACIÓN-RECTORADO.....	111

TABLA. 3.10. CUADRO COMPARTIVO DE ELIPSOIDE Y TERRENO ENTRE MECANICA-RECTORADO	114
TABLA. 3.11. CALCULO DEL VALOR MINIMO DE SENSITIVIDAD ENTRE CIENCIAS DE LA TIERRA -RECTORADO	116
TABLA. 3.12. CUADRO COMPARTIVO DE ELIPSOIDE Y TERRENO ENTRE CIENCIAS DE LA TIERRA -RECTORADO	117
TABLA. 3.13. CALCULO DEL VALOR MINIMO DE SENSITIVIDAD ENTRE INSTS.,ICHE, LABS,-RECTORADO	119
TABLA. 3.14. CUADRO COMPARTIVO DE ELIPSOIDE Y TERRENO ENTRE INSTS.,ICHE, LABS,-RECTORADO	120
TABLA. 3.15. CALCULO DEL VALOR MINIMO DE SENSITIVIDAD ENTRE ACUACULTURA-RECTORADO	122
TABLA. 3.16. CUADRO COMPARTIVO DE ELIPSOIDE Y TERRENO ENTRE ACUACULTURA-RECTORADO	123
TABLA. 3.17. CALCULO DEL VALOR MINIMO DE SENSITIVIDAD ENTRE TECNOLOGÍA-RECTORADO	125
TABLA. 3.18. CUADRO COMPARTIVO DE ELIPSOIDE Y TERRENO ENTRE TECNOLOGÍA-RECTORADO	126
TABLA. 3.19. CALCULOS PARA ENLACE	128
TABLA. 3.20. CALCULO DEL VALOR MINIMO DE SENSITIVIDAD ENTRE BIBLIOTECA-RECTORADO	129
TABLA. 3.21. CUADRO COMPARTIVO DE ELIPSOIDE Y TERRENO ENTRE BIBLIOTECA-RECTORADO	130
TABLA. 3.22.	132
TABLA. 3.23. CALCULO DE DISTANCIAS MINIMAS	135
TABLA. 3.24. BANDA DE FRECUENCIA DE CANALES	136
TABLA. 3.25. ENLACES	138
TABLA. 3.26. ESQUEMA DE DIRECCIONES IP DE LAS REDES LAN	140
TABLA. 3.27. PORCENTAJE DE USO DE LA CAPACIDAD DEL SISTEMA DE 21 MBPS ¡ERROR!	
MARCADOR NO DEFINIDO.	

TABLA. 3.28. PORCENTAJE DE USO DE LA CAPACIDAD DEL SISTEMA P-MP 1	¡ERROR!
MARCADOR NO DEFINIDO.	
TABLA. 3.29. PORCENTAJE DE USO DE LA CAPACIDAD DEL SISTEMA P-MP 2.....	¡ERROR!
MARCADOR NO DEFINIDO.	
TABLA. 3.30. PORCENTAJE DE USO DE LA CAPACIDAD DEL SISTEMA P-MP 3	¡ERROR!
MARCADOR NO DEFINIDO.	
TABLA. 3.31. PROBABILIDAD DE MEDIOS PARA TRANSMISIÓN DE PAQUETES DE VIDEO	154
TABLA. 3.32. NUMERO DE CÁMARAS POR FACULTAD QUE SE PUEDE AUMENTAR	154
TABLA. 3.33. ANALISIS POR SISTEMA PUNTO-MULTIPUNTO DE SUBSCRIPTORES POR FACULTAD.....	155

CAPITULO 4 DESCRIPCION GENERAL DEL EQUIPAMIENTO Y PROGRAMAS A UTILIZARSE EN LA RED

TABLA 4.1. MODULACIÓN	169
TABLA 4.2. SENSITIVIDAD	169
TABLA 4.3. SENSITIVIDAD DEL RECEPTOR.....	172
TABLA 4.4. CARACTERÍSTICAS SERVIDOR DE RED	179
TABLA 4.5. TOTAL DE CÁMARAS POR FACULTAD	179
TABLA 4.6. TOTAL DE CÁMARAS A GRABAR	180
TABLA 4.7. CARACTERÍSTICAS DE SERVIDOR DE ALMACENAMIENTO DE VIDEO	181
TABLA 4.8. MODULACIÓN, ANCHO DE BANDA	183
TABLA 4.9. SENSITIVIDAD	183

CAPITULO 5 CONSIDERACIONES TECNICAS EN LA INSTALACION Y CONFIGURACION DE LOS EQUIPOS

TABLA 5.1. PRINCIPALES ÁREAS DONDE SE INSTALARAN CÁMARAS	190
--	-----

CAPITULO 6 ANALISIS DE COSTOS DEL DISEÑO PROPUESTO

TABLA 6.1. DESCRIPCIÓN DE LOS COSTOS ACTUALES.....	247
TABLA 6.2. COSTOS DE EQUIPAMIENTO EN LA FIEC	248
TABLA 6.3. COSTOS DE EQUIPAMIENTO EN LA FIMCP	249
TABLA 6.4. COSTOS DE EQUIPAMIENTO EN LA FIMCP	249
TABLA 6.5. COSTOS DE EQUIPAMIENTO EN ACUACULTURA	250
TABLA 6.6. COSTOS DE EQUIPAMIENTO EN LOS INSTITUTOS	250
TABLA 6.7. COSTOS DE EQUIPAMIENTO EN LA BIBLIOTECA	251
TABLA 6.8. COSTOS DE EQUIPAMIENTO EN TECNOLOGÍA.....	251
TABLA 6.9. COSTOS DE EQUIPAMIENTO EN EL. EDIF.. RECTORADO	252
TABLA 6.10. COSTOS DE INVERSIÓN TOTAL	253
TABLA 6.11. COSTOS DE MANTENIMIENTO DE LA RED.....	255
TABLA 6.12. GASTOS MENSUALES DEL PERSONAL.....	2566
TABLA 6.13. ANALISIS COMPARATIVO ENTRE EL DISEÑO PROPUESTO Y EL ACTUAL SISTEMA DE SEGURIDAD	2567

RESUMEN

La tecnología basada en el protocolo TCP/IP es una tecnología ampliamente difundida para el establecimiento de las redes de comunicaciones en Areas pequeñas o extensas, por lo que la tendencia actual es la digitalización de cualquier tipo de información como voz, datos o video a fin de ser transmitidos en este tipo de redes.

Una tendencia muy marcada en la actualidad es la implementación de Sistemas de Vigilancia IP, es decir redes que permitan la transmisión de video o voz en paquetes sobre el protocolo TCP/IP, utilizando la tecnología inalámbrica la cual es de fácil despliegue y mantenimiento y a su vez permite cubrir áreas extensas.

La presente Tesis tiene objetivo analizar varias soluciones y finalmente presentar la Red de Seguridad idónea para el problema de Seguridad que presenta la Escuela Superior Politécnica del Litoral Campus Gustavo Galindo.

En el CAPITULO 1 se describen las generalidades de las Redes LAN inalámbricas, tipos de configuración, protocolos y descripción de la integración de redes por medio de las conexiones punto – punto y punto – multipunto.

En el CAPITULO 2 se presentan los conceptos para la digitalización y codificación de audio y video a fin de ser transmitidos sobre redes que trabajen bajo el protocolo TCP/IP. Finalmente se describe la aplicación de la tecnología multimedia en la implementación de una Red de Seguridad.

En el CAPITULO 3 realizamos un análisis de los distintos Sistemas de Seguridad presentes en el mercado que podrían ser la solución al problema de seguridad que presenta la ESPOL. Finalmente se presenta el Diseño de la Red de Seguridad propuesta, se destacan sus ventajas y se analiza los distintos aspectos de esta Red

como seguridad en el acceso, seguridad en la transmisión de la información, visualización en tiempo real de las imágenes de las cámaras y otros aspectos más.

En el CAPITULO 4 se realiza una descripción general de las características de los equipos y programas de la Red de Seguridad.

En el CAPITULO 5 se presentan las configuraciones de los parámetros de los equipos y programas que integran la Red de Seguridad, lo que aseguraría la correcta visualización del video así como la seguridad de esta.

En el CAPITULO 6 se presentan los costos del equipamiento y programas de la Red de Seguridad. También se presenta un análisis comparativo de los costos de la Red de Seguridad propuesta con el Sistema actual.

INTRODUCCION

En los últimos años en el Campus Prosperina Gustavo Galindo de la Escuela Superior Politécnica del Litoral se han cometido varios delitos tales como robo de autos,. robo de computadores portátiles y otros más lo que revela falencias en el actual Sistema de seguridad. Por tal motivo esta Tesis tiene como objetivo principal presentar el Diseño de una Red de Seguridad integradas con cámaras IP inalámbricas, que se contemplan instalar en sitios que necesitan mayor seguridad tales como parqueaderos, laboratorios, edificios administrativos.

Dado que el tráfico de video de las cámaras IP inalámbricas, ocupa un ancho de banda considerable, se ha optado por diseñar una Red independiente de las actualmente establecidas, basada en el protocolo TCP/IP donde se ha tomado en consideración la alta ocupación de los canales de tráfico, por parte de paquetes de video.

El diseño propuesto de la Red de Seguridad se compone de 2 partes principales: las redes inalámbricas WI-FI instaladas en Facultades, Laboratorios, Institutos, bloques de tecnología y los sistemas Punto – Multipunto, considerando el Edificio del Rectorado como el punto al cual convergerían todos los enlaces radioelétricos que permitirían el transporte de los paquetes de video de las cámaras IP inalámbricas.

Para la implementación de este diseño se ha considerado la utilización de equipos que trabajan en 2 bandas de frecuencias. Las redes inalámbrica WI-FI operan en el rango de 2.4 GHz. mientras que los sistemas punto-multipunto trabajan en el rango de frecuencias 5.7 GHz. El motivo principal para la elección de 2 rangos de frecuencias de trabajo, es por cuanto la banda de 2.4 GHz sólo cuenta con 3 canales de frecuencia sin solapamiento, y dada la alta cantidad de Puntos de acceso que inicialmente se considera instalar fue necesario realizar

un estudio de la mínima distancia a la que se puede reutilizar el canal de frecuencia para evitar lo más posible las interferencias. Con este mismo objetivo y para disponer de más canales sin solapamiento se eligió la banda de 5.7 GHz como frecuencias de operación de los sistemas punto – multipunto.

CAPITULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE UNA LAN INALÁMBRICA (WIRELESS LAN)

1.1. RESEÑA HISTÓRICA

El origen de las Lan inalámbricas (WLAN) se remonta a la publicación en 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 publicados por el IEEE, pueden considerarse como el punto de partida en la línea evolutiva de esta tecnología.

Las investigaciones siguieron adelante tanto con infrarrojos como con microondas, donde se utilizaba el esquema de espectro expandido (Spread Spectrum). En mayo de 1985, y tras cuatro años de estudios, la FCC (Federal Communications Comisión), la agencia federal del Gobierno de Estados Unidos encargada de regular y administrar en materia de telecomunicaciones asignó las bandas ISM (Industrial, Scientific and Medical) 902 – 928 MHz, 2,400 – 2,4835 GHz, 5,725 – 5,850 GHz para uso en las redes inalámbricas basadas en Spread Spectrum (SS), con las opciones DS (Direct Sequence) y FH (Frequency Hopping). La técnica de espectro ensanchado es una técnica de modulación que resulta ideal para las comunicaciones de datos, ya que es muy poco susceptible al ruido y crea muy pocas interferencias. La asignación de esta banda de frecuencias propició una mayor actividad en el seno de la industria y ese respaldo hizo que las WLAN empezaran a dejar ya el entorno del laboratorio para iniciar el camino hacia el mercado.

Desde 1985 hasta 1990 se siguió trabajando ya más en la fase de desarrollo hasta que en mayo de 1991 se publicaron varios trabajos referentes a WLAN

operativas que superaban la velocidad de 1 Mbit/s, el mínimo es establecido por el IEEE 802.11 para que la red sea considerada realmente una LAN, con aplicación empresarial. Hasta ese momento las WLAN habían tenido una aceptación marginal en el mercado por dos razones fundamentales: falta de un estándar y precios elevados de la solución inalámbrica.

En estos últimos años se ha producido un crecimiento en el mercado de hasta un 100% anual. Este hecho es atribuible a dos razones principales:

El desarrollo del mercado de los equipos portátiles y de las comunicaciones móviles que han permitido que los usuarios puedan estar en continuo movimiento manteniendo comunicación constante con otros terminales y elementos de la red. En este sentido, las comunicaciones inalámbricas ofrecen recursos no disponibles en redes cableadas: movilidad y acceso simultáneo a la red.

La conclusión de la definición de la norma IEEE 802.11 para redes de área local inalámbricas en junio de 1997 que ha establecido un punto de referencia y ha mejorado muchos de los aspectos de estas redes.

1.2. DEFINICIÓN DE RED DE AREA LOCAL INALÁMBRICA

Una red de Area Local Inalámbrica es aquella red de alcance local que tiene como medio de transmisión el aire. Por red de área local entendemos una red que cubre un entorno geográfico limitado, con una velocidad de transferencia de datos relativamente alta (mayor o igual a 1 Mbps tal como especifica el IEEE), con baja tasa de errores y administrada de forma privada. Por red inalámbrica entendemos una red que utiliza ondas electromagnéticas como medio de transmisión de la información que viaja a través del canal inalámbrico enlazando los diferentes equipos o terminales móviles asociados a la red. Estas

tecnologías básicamente se implementan a través de tecnologías de microondas y de infrarrojos.

En las redes tradicionales cableadas esta información viaja a través de cables coaxiales, pares trenzados o fibra óptica. Una red de área local inalámbrica, también llamada wireless Lan (WLAN) es un sistema flexible de comunicaciones que puede implementarse como una extensión o directamente como una alternativa a una red cableada. Este tipo de redes utiliza tecnología de radiofrecuencia minimizando así la necesidad de conexiones cableadas. Este hecho proporciona al usuario una gran movilidad sin perder conectividad. El atractivo fundamental de este tipo de redes es la facilidad de instalación y el ahorro que supone la supresión del medio de transmisión cableado. Aun así, debido a que sus prestaciones son menores referentes a la velocidad de transmisión que se sitúa entre los 2 y los 10 Mbps frente a los 10 y hasta los 100 Mbps ofrecidos por una red convencional, las redes inalámbricas son la alternativa ideal para hacer llegar una red tradicional a lugares donde el cableado no lo permite, y en general las WLAN se utilizarán como un complemento de las redes fijas.

1.3. APLICACIONES DE LAS REDES WLAN

Las aplicaciones comunes de las redes de área local que podemos encontrar son las siguientes:

- Redes locales para situaciones de emergencia o congestión de la red cableada.
- Generación de grupos de trabajo eventuales y reuniones ad-hoc. En estos casos no valdría instalar una infraestructura de red cableada. Con la solución inalámbrica es factible instalar una red de área local en un corto tiempo.

- Interconexión de redes de área local que se encuentran en lugares físicos distintos. Por ejemplo, se puede utilizar una red de área local inalámbrica para interconectar dos o más redes de área local cableadas situadas en dos edificios distintos.
- En ambientes industriales con severas condiciones ambientales. Este tipo de redes sirve para interconectar diferentes dispositivos y máquinas.
- Esta solución es muy típica en entornos cambiantes que necesitan de una estructura de red flexible que se adapte a los cambios.

1.4. CONFIGURACIONES DE LAS REDES WLAN

La complejidad de una red de área local inalámbrica es variable, dependiendo de las necesidades a cubrir y en función de los requerimientos del sistema que queramos implementar; podemos utilizar distintas configuraciones de red:

- Punto a Punto
- Cliente y Punto de acceso
- Uso de un punto de extensión
- Enlace entre varias LAN o WMAN

1.4.1. PUNTO A PUNTO

Las redes inalámbricas pueden ser configuradas de distintas formas para cubrir la mayor parte de las necesidades que permite su especial fisonomía. La forma más elemental se presenta al conectar dos ordenadores equipados con tarjetas adaptadoras para WLAN, de modo que pueden poner en funcionamiento una red independiente siempre que estén dentro del área que cubre cada uno. Esto es llamado red de igual a igual, peer to peer.

Cada máquina tiene únicamente acceso a los recursos de otra máquina pero no a un servidor central. Este tipo de redes no requiere administración o preconfiguración y todo el soporte de la red recae en los usuarios.

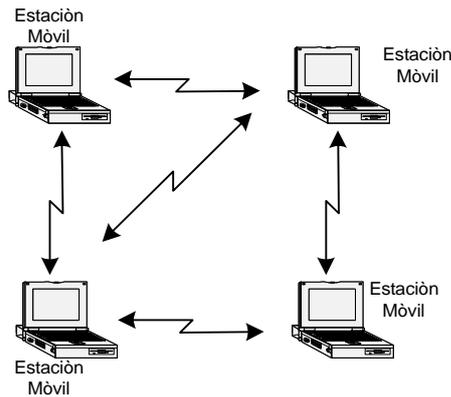


Figura. 1.1. Conexión Peer to Peer (Punto a Punto)

1.4.2. CLIENTE Y PUNTO DE ACCESO

La configuración se puede mejorar sustancialmente instalando un punto de acceso (AP), que permite no sólo doblar el rango entre el cual los dispositivos pueden comunicarse pues actúan como repetidores, sino que, además, desde el punto de acceso se puede conectar a la red cableada cualquier nodo inalámbrico para que tenga acceso a los recursos de la red y también actúan como mediadores en el tráfico de la red en la vecindad más inmediata. Cada punto de acceso puede servir varios clientes, según la naturaleza y número de transmisiones que se puedan producir. Los puntos de acceso tienen un rango finito, del orden de 150 metros en lugares cerrados y 300 metros en zonas abiertas. En grandes zonas, como por ejemplo un campus universitario o naves industriales, es más que probable la necesidad de más de un punto de acceso, con los que poder cubrir por completo la zona asignada con células que solapen sus áreas de influencia de modo que los usuarios puedan mover sus ordenadores sin pérdidas de

conexión entre un grupo de puntos de acceso. Este método de funcionamiento es denominado roaming.

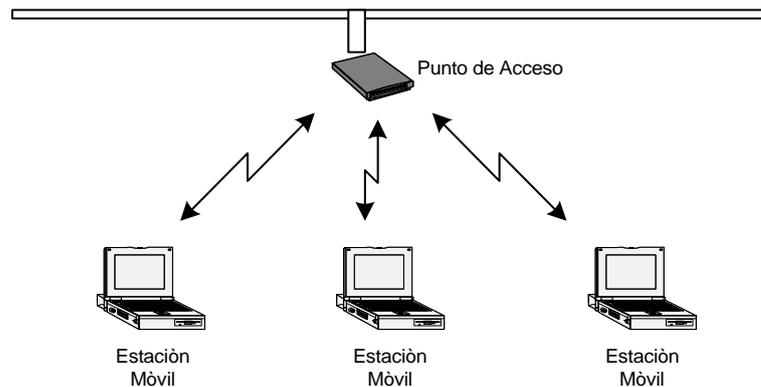


Figura. 1.2. Conexión a la Red Lan por un Punto de Acceso

1.4.3. USO DE UN PUNTO DE EXTENSIÓN

Pero si las configuraciones propuestas hasta ahora no son suficientes para resolver los problemas más particulares y específicos, el diseñador de la red puede optar por usar un Punto de Extensión (EP) para aumentar el número de puntos de acceso a la red. Estas células de extensión actúan como AP a AP, pero no están "enganchados" a la red cableada como ocurre con los Puntos de Acceso propiamente dichos.

Los Puntos de Extensión funcionan, como su propio nombre indica, extendiendo el alcance efectivo de la red mediante la retransmisión de las señales de un cliente a un AP o a otro.

Igualmente, los EP pueden encadenarse para pasar mensajes entre un Punto de Acceso y clientes lejanos de modo que se construye un puente entre ambos.

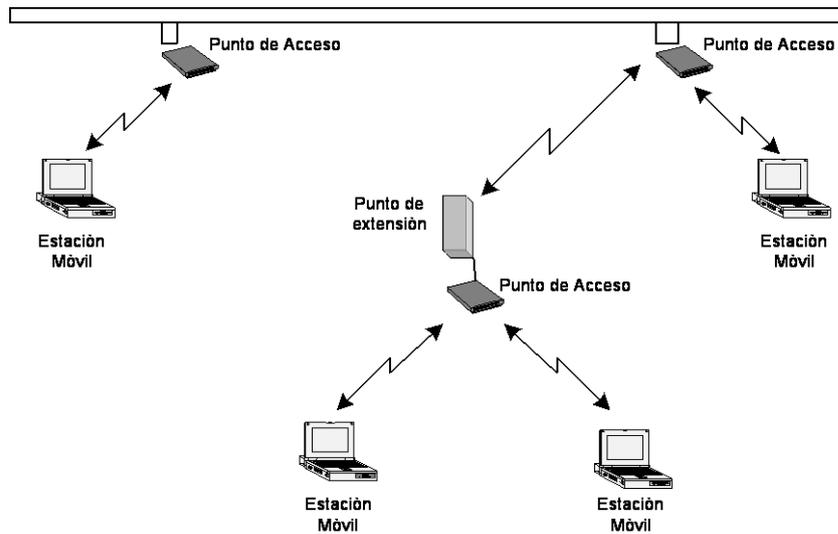


Figura. 1.3. Conexión a la Red Lan por un Punto de Extensión

1.4.4. ENLACE ENTRE VARIAS LAN O WMAN

Para finalizar, otra de las configuraciones de red posibles es la que incluye el uso de antenas direccionales. El objetivo de estas antenas direccionales es el de enlazar redes que se encuentran situadas geográficamente en sitios distintos. Un ejemplo de esta configuración lo tenemos en el caso en que tengamos una red local en un edificio y la queramos extender a otro edificio. Una posible solución a este problema consiste en en instalar una antena direccional en cada edificio apuntándose mutuamente. A la vez, cada una de estas antenas está conectada a la red local de su edificio mediante un punto de acceso. De esta manera podemos interconectar las dos redes locales.

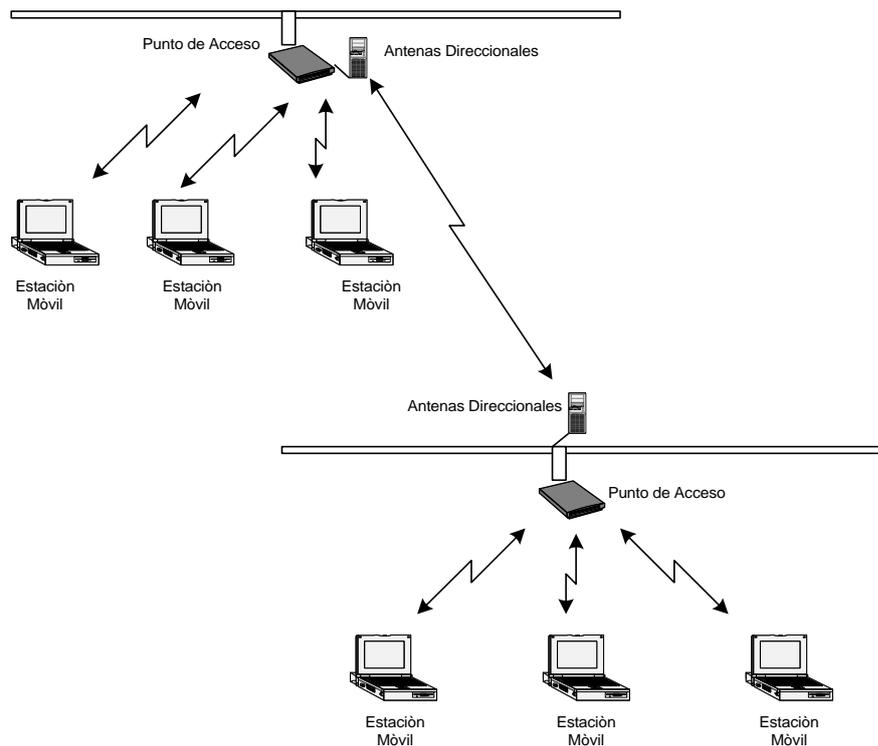


Figura. 1.4. Enlace entre varias Lan

1.5. ESTÁNDARES PARA REDES LAN INALÁMBRICAS WLAN

1.5.1. ESTÁNDAR 802.11

El estándar 802.11 fue desarrollado por el Instituto de Ingenieros Electrónicos y Eléctricos IEEE. En su primera versión, proporcionaba unas velocidades de transmisión de 1 ó 2 Mbps y una serie fundamental de métodos de señalización y otros servicios. El primer problema que encontró este estándar, fue el de su baja tasa de transferencia de datos, incapaz de soportar los requerimientos de las empresas en la actualidad.

En consecuencia se trabajó en un nuevo estándar el 802.11b (también conocido como 802.11 High Rate), que apareció en 1999 y proporcionaba unas tasas de transferencia de hasta 11 Mbps. Gracias a las prestaciones ofrecidas por 802.11b, similares a las de las redes cableadas, ha logrado

tener una buena aceptación en el mundo empresarial, siendo una de las tecnologías más expandidas y que posee un amplio abanico de productos y compañías que la soportan.

Muchas de las empresas dedicadas al desarrollo de equipamiento informático se han unido en una alianza denominada WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance), cuya misión es la de permitir la interoperabilidad entre productos 802.11b de distintos fabricantes y promocionar dicha tecnología en el ámbito empresarial, PY MES y hogar. Cuando un producto es comprobado que funciona correctamente con otros dispositivos 802.11b, recibe el certificado de Wi-Fi (Wireless Fidelity) como garantía de interoperabilidad y buen funcionamiento.

El estándar 802.11 define el protocolo y el equipo necesario para realizar una comunicación de datos por medio del aire, en una red de área local (LAN), usando la técnica CSMA/CA (carrier sense multiple access protocol with collision avoidance). Además el protocolo incluye autenticación, prestación de servicios, encriptación de datos y gestión de la alimentación (para reducir el consumo de energía de estaciones móviles). En las redes LAN alámbricas, una dirección es equivalente a una ubicación física. En cambio para el estándar IEEE 802.11, se emplean las denominadas estaciones, las cuales contienen la capa de control de acceso al medio (MAC), la capa física (PHY) y una interfaz con el medio inalámbrico (WM). La estación se puede ver como un destino para un mensaje determinado, pero no como una ubicación fija.

1.5.1.1 Versiones del estándar 802.11

802.11b .- es el estándar que lidera los desarrollos actuales de WLAN. Emplea solamente la tecnología de Secuencia Directa y utiliza modulación con forma de onda CCK (Complementary Code Keying) lo

que permite alcanzar hasta 11 Mbps de velocidad en la banda de 2,4 GHz.

802.11a .- es una evolución del 802.11b, opera en la banda de 5 GHz y ofrece una capacidad de hasta 54 Mbps. El interfaz aire utiliza multiplexación OFDM (Orthogonal Frequency Division)

802.11g .- tiene multiplexación OFDM que permite hasta 54 Mbps de capacidad máxima en en la banda de 2,4 GHz . Permite interoperabilidad con el estándar 802.11b.

802.11h .- estándar 802.11h es una evolución del 802.11a que permite asignación dinámica de canales y control automático de potencia para minimizar los efectos interferentes

1.5.2. BLUETOOTH

La tecnología inalámbrica Bluetooth es un estándar global abierto para enlaces de radio, que ofrece conexiones inalámbricas económicas entre computadoras portátiles, dispositivos de mano, teléfonos celulares y varios aparatos más; así como acceso a otros recursos en la red. La especificación Bluetooth define un enlace de radio de baja potencia, optimizado para conexiones seguras de corto alcance, y define los pasos estándares para la conexión de varios aparatos. Los radios Bluetooth, que pueden ser incorporados en la mayoría de los aparatos electrónicos, ofrecen un enlace inalámbrico de comunicación universal que facilita una interoperabilidad confiable entre dispositivos de diferentes fabricantes.

Los radios Bluetooth operan en el espectro de banda de 2.4 GHz. Cada unidad incluye un radio, un controlador de enlaces de banda base y el

software para la administración de los enlaces y flujo de datos. Los usuarios tienen la opción de dos potencias de señal:

un nivel de baja potencia para distancias de hasta 10 metros, y un nivel de alta potencia de hasta 100 metros de distancia para los puntos de acceso.

Los aparatos Bluetooth pueden conectarse simultáneamente hasta a siete aparatos más. La velocidad máxima de transferencia de datos es de aproximadamente 720 Kbps por canal. Estos radios también usan una modalidad de transmisión de ensanchamiento del espectro por saltos de frecuencia (frequency hopping spread spectrum - FHSS) para minimizar interferencias y mejorar el nivel de seguridad.

Aunque la modalidad de radio FHSS y el campo limitado de transmisión ofrecen una seguridad inherente, existen características adicionales que aseguran la privacidad y la seguridad. La autenticación de usuarios y dispositivos, y la encriptación de 128 bits protegen en contra de simulaciones o intercepciones de datos. Además, existen tres niveles de seguridad - definidos por el usuario que mitan la visibilidad y la accesibilidad de cualquier aparato equipado con Bluetooth a otros aparatos, brindando mayor seguridad para el sistema anfitrión y sus datos.

Cada dispositivo equipado con Bluetooth está exclusivamente identificado con una dirección, contraseña y un nombre especificado por el usuario. Los usuarios pueden configurar sus aparatos Bluetooth para que estén disponibles a un grupo selecto o a múltiples dispositivos en el campo de alcance, dependiendo de sus preferencias personales. Por ejemplo, si un usuario desea conectarse al aparato de otro usuario equipado con Bluetooth, éste obtendrá todos los nombres especificados por los usuarios dentro de su campo de alcance, para poder escoger así el aparato correcto.

Al encender los aparatos Bluetooth, estos buscan e identifican automáticamente cualquier otro dispositivo que se encuentre dentro de su campo de alcance. Cuando estén conectados simultáneamente hasta siete aparatos al dispositivo maestro, los usuarios estarán creando una red personal. Además, múltiples redes personales pueden conectarse para formar lo que se llama un scatternet.

Las conexiones Bluetooth son transaccionales por naturaleza, por lo tanto no están "siempre activadas" como las conexiones de un LAN. Para poder comunicarse con otros dispositivos, los aparatos Bluetooth deben estar al tanto de la presencia de los demás dentro de su campo de alcance. Cada aparato envía una señal periódicamente para localizar todos los dispositivos que se encuentren dentro de su alcance; una vez que se envía la señal, las respuestas son inmediatas. Aunque los aparatos Bluetooth estén siempre encendidos y listos para comunicarse, solamente están activos durante alguna transacción, tal como la transferencia de algún archivo o alguna impresión.

Actualmente, se están produciendo teléfonos celulares, computadoras portátiles, dispositivos de mano, puntos de acceso y muchos dispositivos más, que vienen equipados con tecnología Bluetooth.

1.5.3. HYPERLAN 2

Durante los años de 1991 a 1996 el Instituto de Estándares de Telecomunicaciones Europeo (ETSI) desarrolló el proyecto Hyperlan en el cual su objetivo primordial era conseguir una tasa de transferencia mayor que la ofrecida por la especificación IEEE 802.11.

Según los estudios realizados, Hyperlan incluía cuatro estándares diferentes, de los cuales el denominado Tipo 1 es el que verdaderamente se ajusta a

las necesidades futuras de las WLAN, estimándose una velocidad de transmisión de 23,5 Mbps, notablemente superior a los 11 Mbps de la actual normativa IEEE 802.11b.

Al día de hoy, el ETSI dispone de la especificación HyperLAN2 que mejora notablemente las características de sus antecesoras, ofreciendo una mayor velocidad de transmisión en la capa física de 54 Mbps, para lo cual emplea el método de modulación OFDM (Orthogonal Frequency Digital Multiplexing) y ofrece soporte QoS. Bajo esta especificación se ha formado un grupo de reconocidas firmas el HiperLAN2 Global Forum (H2GF), con la intención de sacar al mercado productos basados en ese competitivo estándar.

Sin duda alguna, las características y prestaciones que presenta la especificación HiperLAN/2 sobrepasan ampliamente las mostradas por el resto de sus rivales en este particular sector del mercado inalámbrico. Para empezar, la gran velocidad de transmisión de la capa física se extiende hasta los más que significativos 54 Mbps. Para lograr este espectacular aumento de la velocidad se hace uso de un sofisticado método de modulación OFDM (Orthogonal Frequency Digital Multiplexing) para la transmisión de las señales analógicas, mostrando su mayor efectividad en los entornos donde existe una gran dispersión de las señales como, por ejemplo, en las oficinas en las cuales hay numerosos puntos de reflexión de las señales. Así mismo, y por encima de la capa física, el protocolo de la capa de Acceso al Medio (MAC) es totalmente nuevo y presenta un método dúplex de división dinámica del tiempo para permitir una mayor eficiencia en la utilización de los recursos de radio.

Por lo que respecta a las conexiones que se pueden establecer bajo esta especificación, en una red de HiperLAN/2 los datos se transmiten en conexiones entre el MT (Terminal Móvil) y el AP (Punto de Acceso), en las cuales se han establecido previamente prioridades para la transmisión

mediante el empleo de funciones de señalización del panel de control del HiperLAN/2. Como era de esperar, hay dos tipos de conexiones, punto a punto y punto a multipunto. Por una parte, las conexiones punto a punto son bidireccionales, mientras que las conexiones punto a multipunto son unidireccionales y siempre en el sentido hacia el MT.

Por otra parte, la naturaleza de las conexiones HiperLAN/2 permite la verdadera implementación y soporte de QoS (Quality of Service). Es decir, asignar a cada conexión a un nivel de prioridad con respecto a otras conexiones, donde a cada conexión se le pueda asignar un nivel QoS específico, en el cual se determinen parámetros relacionados con el ancho de banda a utilizar, el retraso máximo entre paquetes y la tasa de error, entre otros. Este soporte QoS en combinación con una alta velocidad de transmisión, facilita el flujo simultáneo de numerosos tipos diferentes de datos como, por ejemplo, vídeo, voz, y datos.

1.6. TECNOLOGÍAS DE TRANSMISIÓN UTILIZADAS EN LAS REDES INALÁMBRICAS

1.6.1. TECNOLOGÍA DE TRANSMISIÓN INFRARROJA

Los sistemas de infrarrojos de corta apertura funcionan de manera similar a los controles remotos de los televisores. Mediante este sistema, el emisor debe orientarse hacia el receptor antes de transferir información, lo que limita un tanto su funcionalidad. Por ejemplo, resulta muy complicado utilizar esta tecnología en dispositivos móviles, pues el emisor debe reorientarse constantemente. Por otra parte, este mecanismo permite enlaces punto a punto exclusivamente.

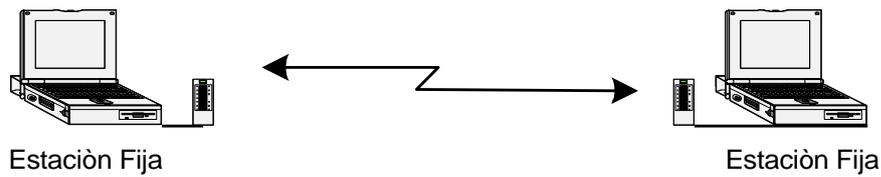


Figura. 1.5. Enlace Punto a Punto utilizando técnica infrarroja

Los sistemas de gran apertura permiten la transmisión de información en un ángulo mucho más amplio, por lo que el transmisor no tiene que estar alineado con el receptor. Una topología muy común para redes locales inalámbricas basadas en esta tecnología, consiste en colocar en el techo de la oficina un nodo central llamado punto de acceso, hacia el cual los dispositivos inalámbricos dirigen su información, y desde el cual ésta es difundida hacia esos mismos dispositivos.

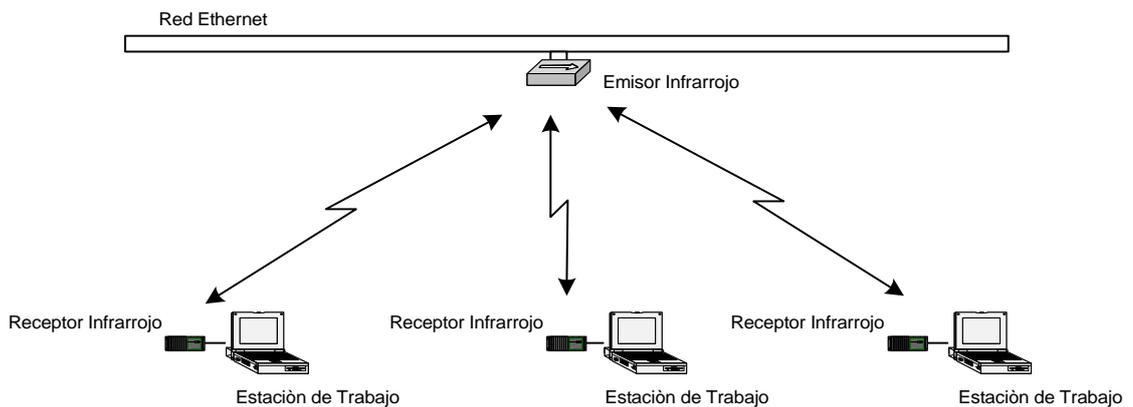


Figura. 1.6. Enlace de varias estaciones a la red Lan a través de un emisor infrarrojo

Desgraciadamente, la dispersión utilizada en este tipo de red hace que la señal transmitida rebote en techos y paredes, introduciendo un efecto de interferencia en el receptor que limita notablemente la velocidad de transmisión.

La tecnología de infrarrojos cuenta con muchas características sumamente atractivas para utilizarse en WLAN, y otras que no lo son tanto. En principio, los infrarrojos tienen una longitud de onda cercana a la de la luz y, por lo

tanto, con un comportamiento similar, es decir, no pueden atravesar objetos sólidos como paredes, por lo cual es un sistema seguro contra receptores no deseados, aunque esta característica también supone un serio inconveniente a su capacidad de difusión. Asimismo, y debido a su alta frecuencia, presenta una fuerte resistencia a las interferencias electromagnéticas artificiales radiadas por otros dispositivos. Además, se pueden alcanzar grandes velocidades de transmisión, de hecho, se han desarrollado sistemas que operan a 100 Mbps. En cuanto a las restricciones de uso, la transmisión de infrarrojos con láser o con diodos no requiere autorización especial en ningún país, excepto por los organismos de salud que limitan la potencia de la señal transmitida. Y, por último, y como atractivo reclamo todo tipo de fabricantes, utiliza componentes sumamente económicos y de bajo consumo energético, importantes características muy a tener en cuenta en aquellos dispositivos que deban formar parte de equipos móviles portátiles.

Las longitudes de onda de operación se sitúan alrededor de los 850-950 nm, es decir, a unas frecuencias de emisión que se sitúan entre los $3,15 \cdot 10^{14}$ Hz y los $3,52 \cdot 10^{14}$ Hz.

La norma IEEE 802.11 especifica dos modulaciones para esta tecnología: la modulación 16 ppm y la modulación 4 ppm proporcionando unas velocidades de transmisión de 1 y 2 Mbps respectivamente. Esta tecnología se aplica típicamente en entornos de interior para implementar enlaces punto a punto de corto alcance o redes locales en entornos muy localizados como puede ser una aula o un laboratorio.

1.6.2. TECNOLOGÍA DE TRANSMISIÓN RADIOFRECUENCIA

Por el otro lado para las Redes Inalámbricas de RadioFrecuencia, la FCC permitió la operación sin licencia de dispositivos que utilizan 1 Watt de energía o menos, en tres bandas de frecuencia : 902 a 928 MHz, 2,400 a

2,483.5 MHz y 5,725 a 5,850 Mhz. Estas bandas de frecuencia, llamadas bandas ISM, estaban anteriormente limitadas a instrumentos científicos, médicos e industriales. Esta banda está abierta para cualquiera. Para minimizar la interferencia, las regulaciones de FCC estipulan que una técnica de señal de transmisión llamada spread-spectrum modulation (Espectro ensanchado), la cual tiene una potencia de transmisión máxima de 1 Watt deberá ser utilizada en la banda ISM. Esta técnica ha sido utilizada en aplicaciones militares. La idea es tomar una señal de banda convencional y distribuir su energía en un dominio más amplio de frecuencia. Así, la densidad promedio de energía es menor en el espectro equivalente de la señal original.

En aplicaciones militares el objetivo es reducir la densidad de energía abajo del nivel de ruido ambiental de tal manera que la señal no sea detectable. La idea en las redes es que la señal sea transmitida y recibida con un mínimo de interferencia

Existen dos técnicas para distribuir la señal convencional en un espectro de propagación equivalente :

- Espectro Ensanchado por Secuencia Directa (DSSS)
- Espectro Ensanchado por Salto en Frecuencia (FHSS)

1.6.2.1 Espectro Ensanchado por Secuencia Directa

El DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) consiste en técnicas de espectro ensanchado mediante secuencia directa. Para ser tolerantes al ruido e interferencias, en vez de saltar de una frecuencia a otra como FHSS, utilizan códigos pseudoaleatorios (PN) que distribuyen la potencia de los datos a transmitir en un amplio ancho de banda. Los datos a transmitir se convolucionan con códigos pseudoaleatorios. Estos códigos

poseen componentes frecuenciales que se distribuyen en un amplio ancho de banda.

La propiedad fundamental es que, el canal de transmisión introduzca ruido. No, un simple proceso de correlación en la detección permite recuperar la señal. El estándar 802.11 propone utilizar como código pseudoaleatorio el Código Barker de 11 bits.

En el receptor, se realiza la operación de correlación, da como resultado la señal modulada en su forma original más el ruido. Antes de demodular la señal, se realiza un filtrado paso-banda que elimina las secuencias que están fuera de banda de detección.

De esta forma, la energía del ruido queda reducida en un factor W/B_s .

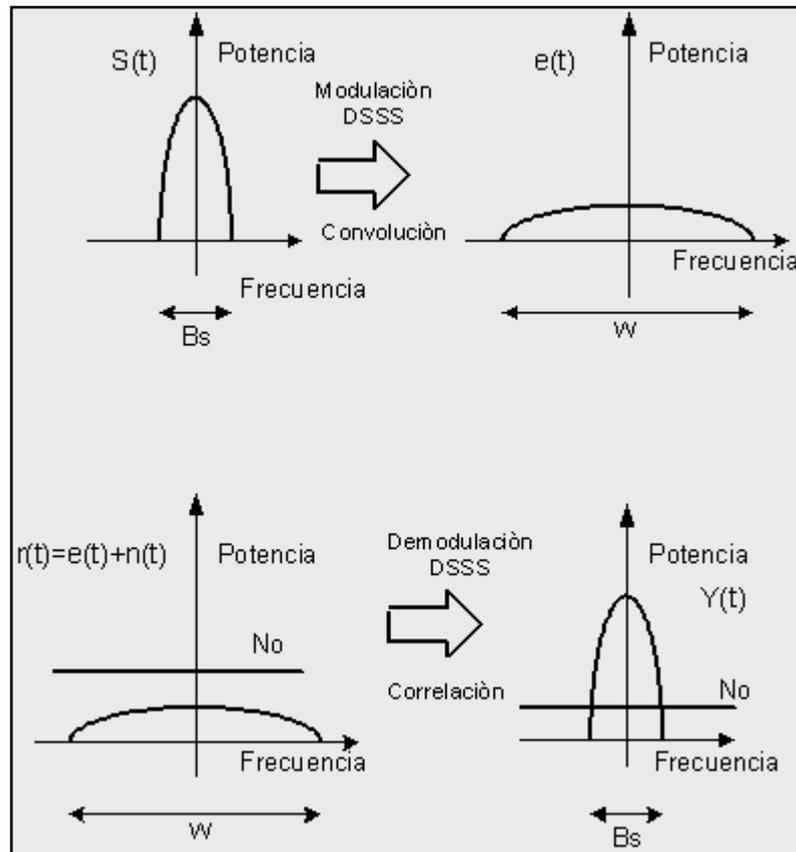


Figura. 1.7. Comportamiento e frecuencia de las técnicas de Espectro Ensamado

A pesar del interés que posee esta técnica, no todo son ventajas. Uno de los principales inconvenientes consiste en que la mejora de la relación señal a ruido SNR tiene por contrapartida una reducción directamente proporcional de la velocidad de transmisión.

El concepto de Secuencia Directa se ha ido ampliando. Ese es el caso de las modulaciones CCK (Complementary Code Keying) y PBCC (Packet Binary Convolutional Coding) que se han incluido en la extensión 802.11b del estándar. El concepto es parecido al que se acaba de describir pero con ciertas peculiaridades que permiten obtener un mejor rendimiento del canal de transmisión.

El proceso de Secuencia Directa descrito anteriormente es un proceso en banda base, pero para transmitirlo hace falta modular la señal resultante del mismo para desplazarla hasta una frecuencia que esté dentro de la banda ISM. La modulación adoptada por el estándar es la DPSK (Diferential Phase Shift Keying) en sus variantes binaria: DBPSK (1Mbps) y en cuadratura: DQPSK (2 Mbps).

1.6.2.2 Espectro Ensanchado Salto de frecuencia

La técnica de espectro ensanchado mediante saltos de frecuencia o FHSS propuesta por el IEEE, consiste en dividir la banda ISM en 79 canales de 1MHz sin superposición y realizar saltos periódicos de un canal a otro siguiendo una secuencia pseudoaleatoria que sirve de pauta. Si se eligen bien las pautas y se sincronizan los distintos transmisores perfectamente pueden estar emitiendo a la vez 78 dispositivos sin interferirse entre ellos. Las técnicas de modulación que se aplican a estos canales en el estándar 802.11 son 2GFSK y 4GFSK, GFSK significa Gaussian Frequency Shift Keying y consiste en un filtro Gaussiano paso bajo de 500KHz de forma que no interfiera con canales adyacentes y una simple modulación en frecuencia (FSK). Las velocidades de transmisión que se alcanzan son:

- 2GFSK: Utiliza dos niveles de amplitud (2 símbolos) para obtener 1 Mbps.
- 4GFSK: Utiliza 4 niveles de amplitud (4 símbolos) para obtener 2 Mbps.

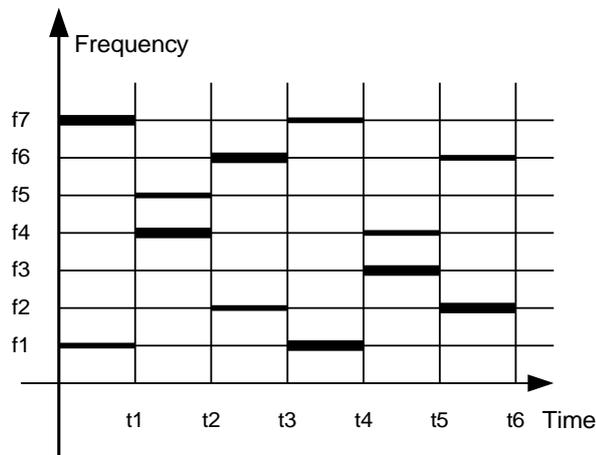


Figura. 1.8. Ejemplo de FHSS con 2 transmisores operando simultáneamente..

En la figura se muestra un ejemplo simple de cómo funciona esta técnica. En este ejemplo se supone que hay dos dispositivos FHSS emitiendo simultáneamente. Uno de ellos aparece marcado con línea fina y el otro con línea gruesa. En cada instante de tiempo cada uno de ellos está trabajando a una frecuencia distinta al otro. Debido a que se utiliza un rango de frecuencias bastante amplio esta técnica se considera dentro del conjunto de técnicas de espectro ensanchado.

El esquema de FHSS/802.11 es muy parecido al de BlueTooth. Sin embargo este ha calado más hondo en el mercado relegando al FHSS/802.11 a un segundo plano. Aún así el Bluetooth no ha podido con la popularidad del DSSS/802.11. Esto se debe a que el mercado demanda redes inalámbricas de altas velocidades de transmisión y el Bluetooth se pensó para interconectar periféricos a cortas distancias y a baja velocidad.

1.7. NIVEL DE ACCESO AL MEDIO (MAC)

Los diferentes métodos de acceso de IEEE802 están diseñados según el modelo OSI y se encuentran ubicados en el nivel físico y en la parte inferior del

nivel de enlace o subnivel MAC. Además, la capa de gestión MAC controlará aspectos como sincronización y los algoritmos del sistema de distribución, que se define como el conjunto de servicios que precisa o propone el modo infraestructura.

1.7.1. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DEL MAC

La arquitectura MAC del estándar 802.11 se compone de dos funcionalidades básicas: la función de coordinación puntual (PCF) y la función de coordinación distribuida.

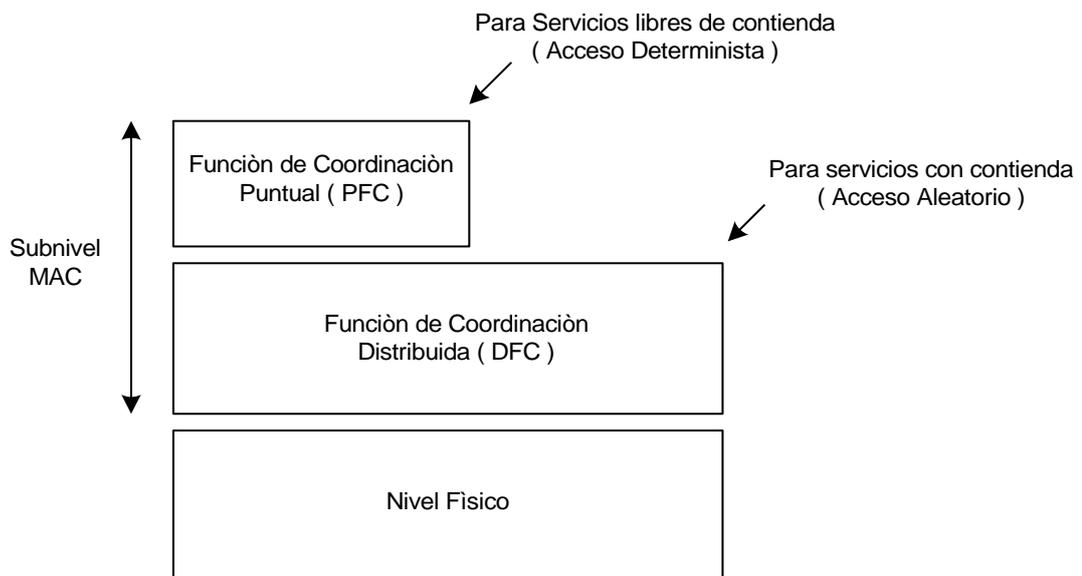


Figura. 1.9. Gràfica de la Arquitectura MAC del estàndar 802.11

1.7.1.1 Función de Coordinación Distribuida (DFC)

Definimos Función de Coordinación Distribuida como la uncionalidad que determina, dentro de un conjunto básico de servicios (BSS), cuándo una estación puede transmitir y/o recibir unidades de datos de protocolo a nivel MAC a través del medio inalámbrico. En el nivel inferior del subnivel MAC se encuentra la Función de Coordinación Distribuida y su funcionamiento se

basa en técnicas de acceso aleatorias de contienda por el medio. El tráfico que se transmite bajo esta funcionalidad es de carácter asíncrono ya que estas técnicas de contienda introducen retardos aleatorios y no predecibles no tolerados por los servicios síncronos.

Las características de la Función de Coordinación Distribuida (DFC) las podemos resumir en estos puntos:

- Utiliza MACA (CSMA/CA con RTS/CTS) como protocolo de acceso al medio.
- Necesario reconocimientos ACKs, provocando retransmisiones si no se recibe.
- Usa campo Duration/ID que contiene el tiempo de reserva para transmisión y ACK. Esto quiere decir que todos los nodos conocerán al escuchar cuando el canal volverá a quedar libre.
- Implementa fragmentación de datos.
- Concede prioridad a tramas mediante el espaciado entre tramas (IFS) Soporta Broadcast y Multicast sin ACKs.

1.7.1.2 Protocolo de Acceso al medio CSMA/CA y MACA

El algoritmo básico de acceso a este nivel es muy similar al implementado en el estándar IEEE 802.3 y es el llamado CSMA/CA (*Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance*). Este algoritmo funciona tal y como describimos a continuación:

1.- Antes de transmitir información una estación debe testear el medio, o canal inalámbrico, para determinar su estado (libre / ocupado).

2.- Si el medio no esta ocupado por ninguna otra trama la estación ejecuta una espera adicional llamada espaciado entre tramas (IFS).

3.- Si durante este intervalo temporal, o bien ya desde el principio, el medio se determina ocupado, entonces la estación debe esperar hasta el final de la transacción actual, antes de realizar cualquier acción.

4.- Una vez finalizada esta espera debida a la ocupación del medio la estación ejecuta el llamado algoritmo de Backoff, según el cual se determina una espera adicional y aleatoria escogida uniformemente en un intervalo llamado ventana de contienda (CW). El algoritmo de Backoff nos da un número aleatorio y entero de ranuras temporales (slot time) y su función es la de reducir la probabilidad de colisión que es máxima cuando varias estaciones están esperando a que el medio quede libre para transmitir.

5.- Mientras se ejecuta la espera marcada por el algoritmo de Backoff se continúa escuchando el medio de tal manera que si el medio se determina libre durante un tiempo de al menos IFS esta espera va avanzando temporalmente hasta que la estación consume todas las ranura temporales asignadas. En cambio, si el medio no permanece libre durante un tiempo igual o superior a IFS el algoritmo de Backoff queda suspendido hasta que se cumpla esta condición.

Cada retransmisión provocará que el valor de CW, que se encontrará entre Cw_{min} y Cw_{max} se duplique hasta llegar al valor máximo. Por otra parte, el valor del slot time es 20 seg.

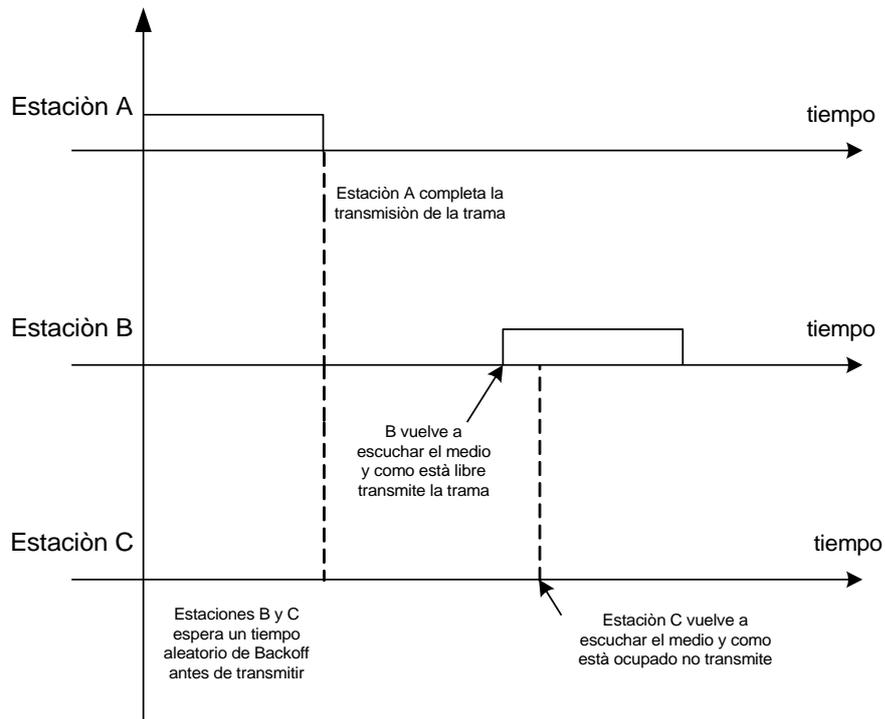


Figura. 1.10. Funcionamiento del protocolo CSMA/CA

En la figura podemos ver un ejemplo de funcionamiento de acceso CSMA/CA. Sin embargo, CSMA/CA en un entorno inalámbrico y celular presenta una serie de problemas que intentaremos resolver con alguna modificación. Los dos principales problemas que podemos detectar son:

Nodos ocultos.- Una estación cree que el canal está libre, pero en realidad está ocupado por otro nodo que no oye.

Nodos expuestos.- Una estación cree que el canal está ocupado, pero en realidad está libre pues el nodo al que oye no le interferiría para transmitir a otro destino.

La solución que propone 802.11 es *MACA* o *MultiAccess Collision Avoidance*. Según este protocolo, antes de transmitir el emisor envía una trama RTS (Request to Send),.

indicando la longitud de datos que quiere enviar. El receptor le contesta con una trama CTS (*Clear to Send*), repitiendo la longitud. Al recibir el CTS, el emisor envía sus datos. Los nodos seguirán una serie de normas para evitar los nodos ocultos y expuestos:

- Al escuchar un RTS, hay que esperar un tiempo por el CTS.
- Al escuchar un CTS, hay que esperar según la longitud.

La solución final de 802.11 utiliza MACA con CSMA/CA para enviar los RTS y CTS.

1.7.1.3 Conocimiento del medio

Las estaciones tienen un conocimiento de cuándo la estación, que en estos momentos tiene el control del medio está transmitiendo o recibiendo, o va a finalizar su periodo de reserva del canal. La NAV (***Network Allocation Vector***) tiene una predicción de cuando el medio quedará liberado.

Tanto al enviar un RTS como al recibir un CTS, se envía el campo Duration/ID con el valor reservado para la transmisión y el subsiguiente reconocimiento. Las estaciones que estén a la escucha modificarán su NAV según el valor de este campo Duration/ID. En realidad, hay una serie de normas para modificar el NAV, una es que el NAV siempre se situará al valor más alto de entre los que se disponga.

CAPITULO 2. FUNDAMENTOS TEORICOS DE LA TRANSMISION MULTIMEDIA SOBRE REDES IP PARA LA APLICACIÓN A LA SEGURIDAD

La transmisión de video sobre redes de telecomunicaciones está llegando al punto de convertirse en un sistema habitual de comunicación debido al crecimiento masivo que ha supuesto internet en estos últimos años. Lo estamos utilizando para ver películas o comunicarnos con conocidos, pero también se usa para dar clases remotas, para hacer diagnósticos en medicina, video conferencia, distribución de televisión, video bajo demanda.

Debido a la necesidad de su uso que se plantea en el presente y futuro, a lo largo de los años se han proporcionado distintas soluciones y sucesivos formatos para mejorar su transmisión, los cuales serán mencionados posteriormente. En este capítulo se explican los procesos de digitalización y codificación de la voz y del video, así como los diversos formatos de compresión existentes, el ancho de banda requerido para la transmisión de video y los cuellos de botella que esto podría ocasionar.

2.1. RESEÑA HISTÓRICA DE LA TRANSMISIÓN DE VÍDEO SOBRE REDES.

El interés en la comunicación utilizando video ha crecido con la disponibilidad de la televisión comercial iniciada en 1940. Los adultos de hoy han crecido utilizando el televisor como un medio de información y entretenimiento, se han acostumbrado a tener un acceso visual a los eventos mundiales más relevantes en el momento en que estos ocurren. Nos hemos convertido rápidamente en

comunicadores visuales. Es así que desde la invención del teléfono los usuarios han tenido la idea de que el video podría eventualmente ser incorporado a éste.

En 1964 AT & T presentó en la feria del comercio mundial, de Nueva York, un prototipo de video teléfono el cual requería de líneas de comunicación bastante costosas para transmitir video en movimiento, con costos de cerca de mil dólares por minuto. El dilema fue la cantidad y tipo de información requerida para desplegar las imágenes de video.

Las señales de video incluyen frecuencias mucho más altas que las que la red telefónica podía soportar (particularmente la de los años 60's). El único método posible para transmitir la señal de video a través de largas distancias fue a través de satélite. La industria del satélite estaba en su infancia entonces, y el costo del equipo terrestre combinado con la renta de tiempo de satélite excedía con mucho los beneficios que podrían obtenerse al tener pequeños grupos de personas comunicados utilizando este medio.

A través de los años 70's se realizaron progresos substanciales en muchas áreas claves, los diferentes proveedores de redes telefónicas empezaron una transición hacia métodos de transmisión digitales. La industria de las computadoras también avanzó enormemente en el poder y velocidad de procesamiento de datos y se descubrieron y se mejoraron significativamente los métodos de muestreo y conversión de señales analógicas (como las de audio y video) en bits digitales.

El procesamiento de señales digitales también ofreció ciertas ventajas, primeramente en las áreas de calidad y análisis de la señal; el almacenamiento y transmisión todavía presenta obstáculos significativos. En efecto, una representación digital de una señal analógica requiere de mayor capacidad de almacenamiento y transmisión que la original.

Por ejemplo los métodos de video digital comunes de fines de los años 70 y principios de los 80 requirieron de relaciones de transferencia de 90 Mbps. La señal estándar de video era digitalizada utilizando el método común PCM (Modulación por codificación de pulsos) de 8 bits, con 780 píxeles por línea, 480 líneas activas por cuadro de las 525 para NTSC (*Network Transmission System Codification*) y con 30 cuadros por segundo.

La necesidad de una compresión confiable de datos digitales fue crítica. Los datos de video digital son un candidato natural para comprimir, debido a que existen muchas redundancias inherentes en la señal analógica original; redundancias que resultan de las especificaciones originales para la transmisión de video y las cuales fueron requeridas para que los primeros televisores pudieran recibir y desplegar apropiadamente la imagen.

Una buena porción de la señal de video analógica está dedicada a la sincronización y temporización del monitor de televisión. Ciertos métodos de compresión de datos fueron descubiertos, los cuales eliminaron enteramente esta porción redundante de información en la señal, con lo cual se obtuvo una reducción de la cantidad de datos utilizados de un 50 % aproximadamente, es decir 45 Mbps, una razón de compresión de 2:1.

Las redes telefónicas en su transición a digitales, han utilizado diferentes relaciones de transferencia, la primera fue 56 Kbps necesaria para una llamada telefónica (utilizando métodos de muestreo actuales), enseguida grupos de canales de 56 Kbps fueron reunidos para formar un canal de información más grande el cual corría a 1,5 Mbps (comúnmente llamado canal T1). Varios grupos de canales T1 fueron reunidos para conformar un canal que corría a 45 Mbps (un T3). Así usando video comprimido a 45 Mbps fue finalmente posible, pero todavía extremadamente caro, transmitir video en movimiento a través de la red telefónica pública.

Estaba claro que era necesario comprimir aún más el video digital para llegar a hacer uso de un canal T1 (con una razón de compresión de 60:1), el cual se requería para poder iniciar el mercado. Entonces a principios de los 80's algunos métodos de compresión hicieron su debut, estos métodos fueron más allá de la eliminación de la temporización y sincronización de la señal, realizando un análisis del contenido de la imagen para eliminar redundancias.

Esta nueva generación de video codecs (Codificador / Decodificador) no sólo tomó ventaja de las redundancias, sino también del sistema de la visión humana. La razón de imágenes presentadas en el video en Norte América es de 30 cuadros por segundo, sin embargo esto excede los requerimientos del sistema visual humano para percibir movimiento, la mayoría de las películas cinematográficas muestran una secuencia de 24 cuadros por segundo. La percepción del movimiento continuo puede ser obtenida entre 15 y 20 cuadros por segundo, por tanto una reducción de 30 cuadros a 15 cuadros por segundo por sí mismo logra un porcentaje de compresión del 50 %. Una relación de 4:1 se logra obtener de esta manera, pero todavía no se alcanza el objetivo de lograr una razón de compresión de 60:1.

Los codecs de principio de los 80's utilizaron una tecnología conocida como codificación de la Transformada Discreta del Coseno (abreviado DCT por su nombre en inglés).

Usando DCT las imágenes de video pueden ser analizadas para encontrar redundancia espacial y temporal. La redundancia espacial es aquella que puede ser encontrada dentro de un cuadro sencillo de video, "áreas de la imagen que se parecen bastante que pueden ser representadas con una misma secuencia ". La redundancia temporal es aquella que puede ser encontrada de un cuadro de la imagen a otro " áreas de la imagen que no cambian en cuadros sucesivos ". Combinando todos los métodos mencionados anteriormente, se logró obtener una razón de compresión de 60:1.

El primer codec fue introducido al mercado por la compañía Compression Labs Inc. (CLI) y fue conocido como el VTS 1.5, el VTS significaba Video Teleconference System, y el 1.5 hacía referencia a 1.5 Mbps o T-1. En menos de un año CLI mejoró el VTS 1.5 para obtener una razón de compresión de 117:1 (768 Kbps), y renombró el producto a VTS 1.5E. La corporación británica GEC y la corporación japonesa NEC entraron al mercado lanzando codecs que operaban con un T-1 (y debajo de un T-1 si la imagen no tenía mucho movimiento). Ninguno de estos codecs fueron baratos, el VTS 1.5 E era vendido en un promedio de \$ 180000, sin incluir el equipo de video y audio necesarios para completar el sistema de conferencia, el cual era adquirido por un costo aproximado de \$ 70000, tampoco incluía costos de acceso a redes de transmisión, el costo de utilización de un T-1 era de aproximadamente \$1000 dólares la hora.

A mediados de los 80's se observó un mejoramiento dramático en la tecnología empleada en los codecs de manera similar, se observó una baja substancial en los costos de los medios de transmisión. CLI (*Compression Labs Inc*) introdujo el sistema de video denominado Rembrandt los cuales utilizaron ya una razón de compresión de 235:1 (384 Kbps). Entonces una nueva compañía, Picture Tel (originalmente PicTel Communications), introdujo un nuevo codec que utilizaba una relación de compresión de 1600:1 (56 Kbps). Picture Tel fue el pionero en la utilización de un nuevo método de codificación denominado Cuantificación jerárquica de vectores (abreviado HVQ por su nombre en inglés). CLI lanzó poco después el codec denominado Rembrandt 56 el cual también operó a 56 Kbps utilizando una nueva técnica denominada compensación del movimiento. Al mismo tiempo los proveedores de redes de comunicaciones empleaban nuevas tecnologías que abarataban el costo del acceso a las redes de comunicaciones.

El precio de los codecs cayeron casi tan rápido como aumentaron los porcentajes de compresión. En 1990 los codecs existentes en el mercado eran vendidos en aproximadamente, \$30000 dólares; reduciendo su costo en más del 80 %, además de la reducción en el precio se produjo una reducción en el tamaño. El VTS 1.5E medía cerca de 5 pies de alto y cubría un área de 2 y medio pies cuadrados y pesaba algunos cientos de libras. El rembrandt 56 medía cerca de 19 pulgadas cuadradas por 25 pulgadas de fondo y pesó cerca de 75 libras. El utilizar razones de compresión tan grandes tiene como desventaja la degradación en la calidad y en la definición de la imagen. Una imagen de buena calidad puede obtenerse utilizando razones de compresión de 235:1 (384 Kbps) o mayores.

Los codecs para videoconferencia pueden ser encontrados hoy en un costo que oscila entre los 25000 y los 60000 dólares. La razón de compresión mayor empleada es de 1600:1 (56 Kbps), ya que no existe una justificación para emplear rangos de compresión aún mayores , puesto que utilizando 56 Kbps , el costo del uso de la red telefónica es aproximado al de una llamada telefónica.

Esto ha permitido que los fabricantes de codecs se empleen en mejorar la calidad de la imagen obtenida utilizando 384 Kbps o mayores velocidades de transferencia de datos. Algunos métodos de codificación producen imágenes de muy buena calidad a 768 Kbps y T -1 que es difícil distinguirla de la imagen original sin compresión.

2.2. PROTOCOLOS Y ESTÁNDARES PARA LA TRANSMISION MULTIMEDIA SOBRE IP

Al igual que el hipertexto y el correo electrónico, las aplicaciones multimediales, como la video-conferencia, requieren de protocolos en la capa de aplicación. Las primeras experiencias con el diseño de protocolos para aplicaciones

multimedia se obtuvieron con las herramientas de Mbone -utilizando multicast IP para permitir conferencias desde varios puntos-. Inicialmente cada tipo de aplicación tenía su propio protocolo , pero poco a poco se evidenció que diversas aplicaciones multimedia tienen requerimientos comunes.

2.2.1. PROTOCOLO DE TRANSPORTE

Inicialmente cada tipo de aplicación tenía su propio protocolo, pero poco a poco se evidenció que diversas aplicaciones multimedia tienen requerimientos comunes. Esto finalmente permitió el desarrollo de un protocolo de propósito general para ser utilizado con aplicaciones multimedia llamado RTP (Real-time Transport Protocol). El protocolo de Transporte (RTP) generalmente utiliza UDP como protocolo de la capa de transporte.

Para una red de datos, como Internet, las aplicaciones multimediales se pueden clasificar en dos tipos:

- Conferencing (conferencia)
- Streaming (de difusión ó flujo)

Un ejemplo del primer tipo son las aplicaciones de audioconferencia y de videoconferencia. Del segundo tipo, el ejemplo típico es Real Audio.

Muchas de las aplicaciones multimediales corren sobre RTP, y este a su vez corre sobre UDP.

Aplicación
RTP
UDP
IP
Acceso de Red

Un protocolo para transportar información multimedial sobre una red de datos debería satisfacer las siguientes características:

- Permitir a aplicaciones diferentes interoperar (es decir, incluir negociación de los esquemas de codificación de audio y/o video)
- El receptor debe recibir información de manejo de tiempos (evitar el jitter en el playback buffer).
- Debe proporcionar un indicador de pérdida de paquetes (aunque para Internet no puede utilizar TCP pues es "muy pesado")
- Debe manejar la congestión
- Debe indicar la frontera del frame
- Debe identificar los usuarios amigablemente
- Debe usar eficientemente el ancho de banda (el header debe ser corto)

Los protocolos asociados a Multimedia sobre IP (MoIP) se dividen en dos :

- Los que soportan el transporte de la ruta de Medios (Voz ,datos y video)
- Aquellos que soportan la señalización de llamada y las funciones de control.

Los protocolos que administran el transporte de la ruta de Medios ofrecen información de temporización para asegurar una reproducción de medios consistente en el lado receptor, así como una retroalimentación del rendimiento de la calidad del servicio (QoS) con respecto a la red subyacente.

Los protocolos que permiten la señalización de llamada y las funciones de control proporcionan la configuración y la cancelación de la llamada,

direccionamiento y enrutamiento, servicios de información adicionales y métodos para trabajar con otros tipos de señalización.

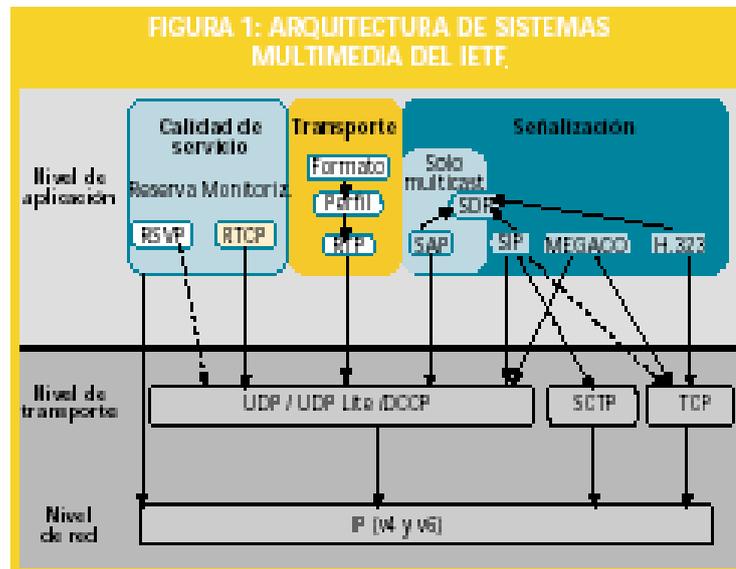


Figura. 21 Arquitectura de Sistemas

RSVP.- Resource Reservation Protocol

RTCP.- RTP Control Protocol

RTP.- Real-time Transport Protocol

SAP.- (Session Announcement Protocol) Protocolo de anuncio de sesiones desarrollado para entornos multicast

SDP.- Protocolo de descripción de sesiones multimedia

SIP.- Session Initiation Protocol

MEGACO.- Media Gateway Control : Tambien conocido como (H248), (MGCP)

SCTP.- Stream Control Transmission Protocol

2.2.1.1 Protocolo de transporte en tiempo real (RTP)

Un protocolo de transporte en tiempo real es diseñado para satisfacer las necesidades de videoconferencias con muchos participantes. Debemos destacar que el nombre de “protocolo de transporte” no es del todo cierto, ya que es usado junto con UDP que es un protocolo de transporte. RTP es un protocolo end-to-end, y permite este tipo de entrega para datos en tiempo real.

El protocolo RTP, desarrollado por la IETF (*Internet Engineering Task Force*), define realmente dos protocolos:

- **RTP** (*Real Time Transport Protocol*)
- **RTCP** (*Real Time Transport Control Protocol*)

El primero es utilizado para transportar los datos multimediales (es el que realmente lleva "las imágenes del video") mientras el segundo es utilizado para enviar periódicamente información de control asociada con el flujo de datos.

El flujo de datos RTP y el flujo de control RTCP asociado utilizan números de puertos consecutivos. Los datos RTP utilizan un número de puerto par indicativo en el protocolo UDP de la capa de transporte, y la información de control RTCP utiliza el siguiente número (impar).

El protocolo de transporte utilizado por RTP es UDP.

RTP soporta una amplia variedad de aplicaciones multimedia y está diseñado para adicionarle más aplicaciones sin cambiar el protocolo. Para cada clase de aplicación (por ejemplo, audio), RTP define un perfil (profile) y uno o más formatos (*formats*). El profile proporciona información para asegurar el entendimiento de los campos del header de RTP para dicho tipo de aplicación. El formato especifica cómo los datos que siguen al header deben ser interpretados.

2.2.1.2 Protocolo de control RTP (RTCP)

El Protocolo de control rápido RTP (RTCP) complementa a RTP administrando los aspectos relacionados con los informes y la administración de una conferencia RTP multidifusión. RTCP aparece en la RFC 1889 como parte del RTP. Aun cuando RTCP esta asignado para escalar conferencias extensas, es útil en llamadas VoIP punto a punto para proporcionar retroalimentación QoS desde el receptor al emisor en cada dirección.

En el caso de conferencias multidifusión extensas, el ancho de banda de los flujos de medios de RTP tiende a permanecer constante porque solo pueden hablar pocas personas al mismo tiempo, incluso aunque estén escuchando cientos de ellas. La información de control de RTCP se envía desde cada participante a otro.

Si cada participante envía un paquete de 100 bytes por segundo, en una conferencia con 10.000 personas cada participante recibe 1 Mbps de información de control. RTCP resuelve este problema transmitiendo paquetes con menor frecuencia, al tiempo que aumenta el número de participantes detectados en la conferencia.

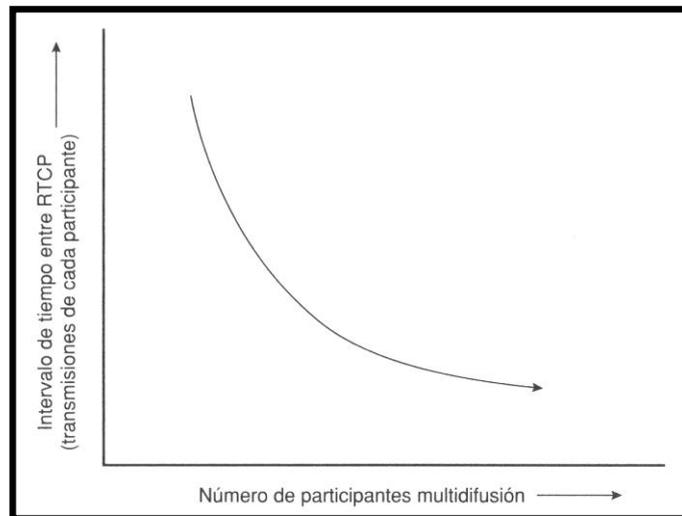


Figura. 2.2 Algoritmo RTCP

La Figura refleja este concepto. El algoritmo RTCP limita el control del ancho de banda aproximadamente al 5% del ancho de banda del flujo de medios predeterminado, aunque las aplicaciones pueden ajustar esta cantidad.

RTCP proporciona un stream de control que está asociado con un stream de datos para una aplicación multimedia.

Este stream de control tiene tres funciones principales, además de información de calidad de servicio, RTCP proporciona otras funciones adicionales que resultan de gran utilidad en escenarios con múltiples participantes:

- Identificación: Intercambio de identificadores entre participantes (nombre, e-mail, número de teléfono.)
- Correlación de relojes: permite medir el retardo extremo a extremo de los paquetes RTP al proporcionar la correlación entre el reloj local (muestreo de las fuentes) y el tiempo global.

- Control: notificaciones de control de los participantes (abandono de un participante o intercambio de notas de texto entre participantes)

2.3. DIGITALIZACIÓN Y CODIFICACIÓN DE AUDIO

Este subtema nos proporciona el contenido técnico para entender el funcionamiento de los diferentes codecs de conversación..

Se evalúan de la siguiente manera:

- Señales analógicas frente a digitales.
- Digitalización de una señal analógica.
- Algoritmos de codificación de conversación.
- Criterios para selección del códec.
- Comparación de códec seleccionados.

El objetivo de nuestra investigación es proporcionar los códecs de audio que proporcionen mejor calidad de conversación con una proporción más baja de bits, de retraso y de complejidad de implementación.

La palabra códec se deriva de una combinación de codificador y decodificador.

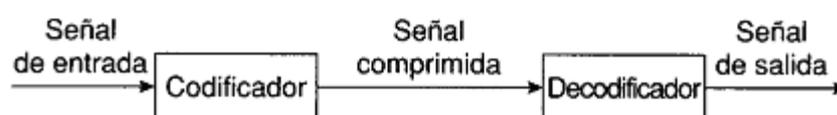


Figura. 23 Arquitectura de Sistemas

Existen 3 tipos de códecs:

- Codecs de forma de onda.
- Codecs fuente.
- Codecs híbridos.

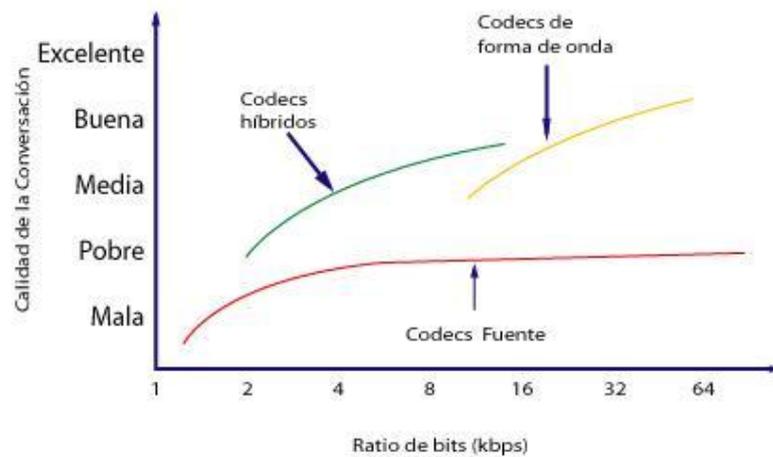


Figura. 2.4 Proporción de bits frente a calidad de audio en los diferentes tipos de codec de audio.

2.3.1. CÓDECS DE FORMA DE ONDA

Reconstruyen una señal de entrada sin modelar el proceso que creó la señal de entrada, son codecs menos complejos.

El codec de modulación por impulsos codificados (PCM), especificado en las recomendaciones G.711 de la ITU-T, es un codec de forma de onda.

La señal analógica de conversación es filtrada para eliminar los componentes de frecuencia alta y baja, y muestreada a 8000 veces por segundo.

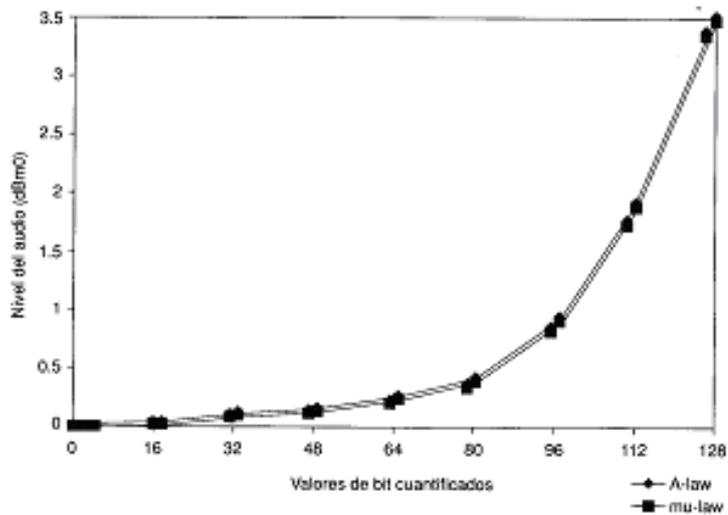


Figura. 2.5 Valores de audio correspondientes a los valores de bit para la companding A-Law y mu-Law.

$$| \text{SEÑAL DE ERROR} | = | \text{ENTRADA ORIGINAL} | - | \text{ENTRADA ESTIMADA} |$$

Tasa de bits	Bits por muestra de señal de error	Número de niveles de cuantificación
40 Kbps	5	31
32 Kbps	4	15
24 Kbps	3	7
16 Kbps	2	4

Tabla. 2.1 Bits por muestra y número de niveles de cuantificación de la recomendación G.726 AD-PCM

2.3.2. CODECS DE FUENTE

La señal modulada tiene una forma de onda triangular que hace un sonido de zumbido.

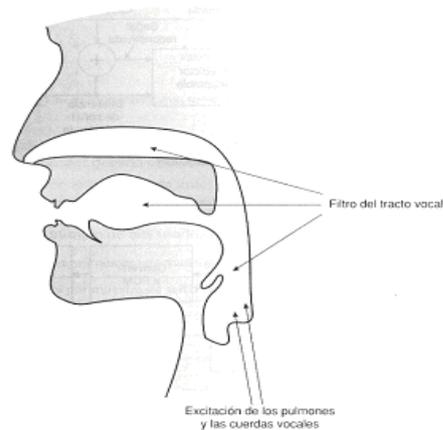


Figura. 26 Proceso de creación del sonido.

La señal de los pulmones y las cuerdas vocales estimula un filtro de tracto vocal.

Los codecs de fuente de conversación emulan la función de la señal estímulo y el filtro del tracto vocal. Las muestras de audio que introduce el codificador se agrupan en tramas, y estas tramas se analizan para determinar el tipo de la señal estímulo y la forma del filtro.

El filtro del tracto vocal es una función algebraica de frecuencia de señal (compuesta por un conjunto de coeficientes algebraicos).

Los coeficientes de la ecuación lineal se actualizan para cada trama , así que la forma del tracto vocal cambia cada 5 ó 30 mseg.

Los codecs de fuente de conversación producen señales de muy baja tasa de bits, pero tienen un potencial limitado de calidad de voz. Se han usado mucho sobre todo en aplicaciones de comunicación militar segura. Los codecs híbridos han reemplazado mayoritariamente los codecs fuente, porque el rendimiento de la conversación de más alta calidad puede conseguirse con tasa de bits similares (MPE) Impulso

2.3.3. CODEC`S HÌBRIDOS

Proporcionan una mayor calidad de conversación que los codecs de fuente, con proporciones de bits más bajas que los codecs de forma de onda. Estos algoritmos tienden a ser más complejos. Ocupan un menor ancho de banda y mayor aprovechamiento de la red. Operan en el dominio del tiempo.

Existen tres estrategias para codificar la señal de estímulo:

- Estímulo multi-impulso (MPE).
- Estímulo de impulso regular (RPE).
- Predicción lineal de código estimulado (CELP).

2.4. DIGITALIZACIÓN Y CODIFICACIÓN DE VIDEO

La información de video es provista en una serie de imágenes ó "cuadros" y el efecto del movimiento es llevado a cabo a través de cambios pequeños y continuos en los cuadros. Debido a que la velocidad de estas imágenes es de 30 cuadros por segundo, los cambios continuos entre cuadros darán la sensación al ojo humano de movimiento natural. Las imágenes de video están compuestas de información en el dominio del espacio y el tiempo. La información en el dominio del espacio es provista en cada cuadro, y la información en el dominio del tiempo es provista por imágenes que cambian en el tiempo (por ejemplo, las diferencias entre cuadros). Puesto que los cambios entre cuadros colindantes son diminutos, los objetos aparentan moverse suavemente.

En los sistemas de video digital, cada cuadro es muestreado en unidades de pixeles ó elementos de imagen. El valor de luminancia de cada pixel es

cuantificado con ocho bits por pixel para el caso de imágenes blanco y negro. Para imágenes de color, cada pixel mantiene la información de color asociada; por lo tanto, los tres elementos de la información de luminancia designados como rojo, verde y azul, son cuantificados a ocho bits. La información de video posee gran cantidad de información; para transmisión o almacenamiento, se requiere de la compresión (o codificación) de la imagen.

2.4.1. PROCESO DE EXPLORACIÓN DE LAS IMÁGENES

Toda norma vigente de televisión, NTSC (*National Television Systems Comitee*), PAL (*Phase Alternation Line*) y SECAM (*Systeme Electronique Color Avec Memoire*) se derivan, de los estándares en blanco y negro.

Estas primeras emisiones utilizaban un barrido progresivo (todas las líneas de la imagen se barren consecutivamente, como se puede ver en la Figura).

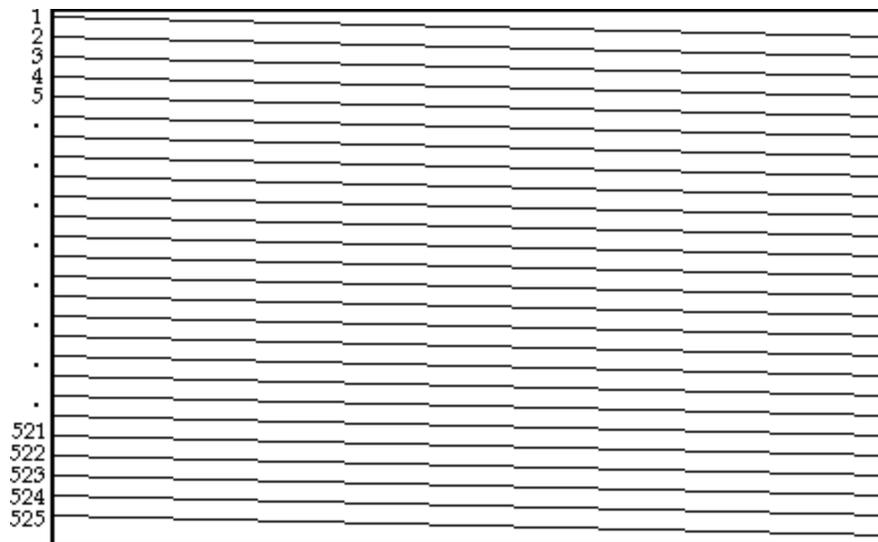


Figura. 27 Representación simplificada del barrido progresivo

Por razones de orden práctico (radiaciones debidas a fugas magnéticas de los transformadores de alimentación, filtrados imperfectos), fue indispensable

utilizar una frecuencia de imagen que estuviera relacionada con la frecuencia de la red (60 Hz en EE.UU., 50 Hz en Europa) para minimizar el efecto visual de estas imperfecciones; la frecuencia de exploración fue, por tanto, de 30 imágenes/s en EE.UU. y de 25 imágenes/s en Europa. Estas primeras imágenes presentaban un parpadeo bastante molesto (también llamado flicker de campo).

Tiempo después la captación de la imagen se hizo electrónica, haciendo que las definiciones alcanzaran un mayor número de líneas, esto gracias al barrido entrelazado. Consiste en la transmisión de un primer campo compuesto por las líneas impares de la imagen y a continuación un segundo campo formado por las líneas pares, como se ve en la Figura 2.7. Esta forma de barrer la imagen, permite duplicar la frecuencia de refresco de la pantalla (50 o 60 Hz, en lugar de los 25 o 30 Hz) sin aumentar el ancho de banda para un número de líneas dado.

Como se ve en la Figura 2.8, el barrido entrelazado se obtiene utilizando un número impar de líneas, por ejemplo 525 o 625 líneas que constituyen un cuadro, de manera que el primer campo comience en una línea completa, terminando en la mitad de otra línea, y el segundo campo comience en la mitad de una línea y finalice con una línea completa. En los países donde la frecuencia de la red es de 60 Hz, la velocidad de cuadro es de 30 por segundo y, por consiguiente, la frecuencia de campo es de 60 Hz.

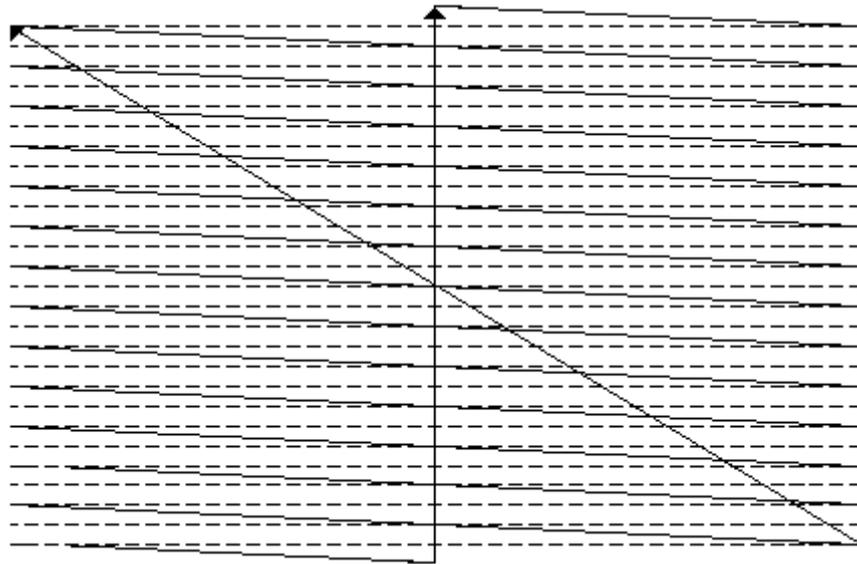
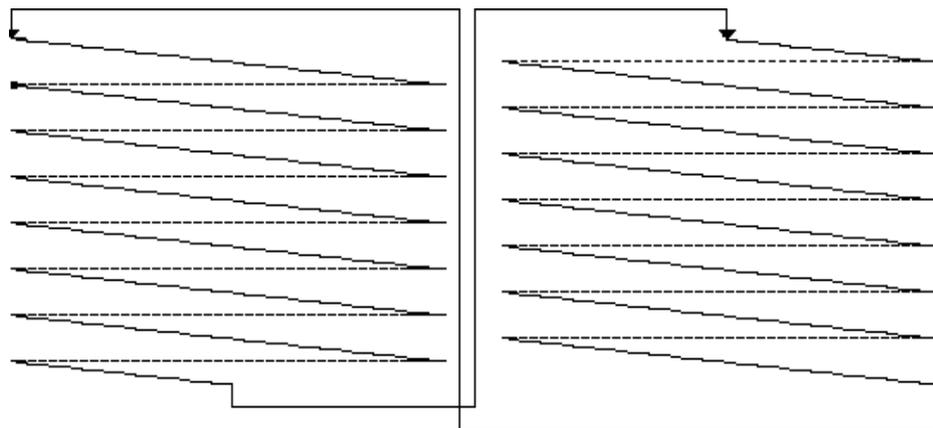


Figura. 28 Barrido entrelazado 2:1



El primer campo comienza con una línea completa y finaliza con media línea El segundo campo comienza con media línea y finaliza con una línea completa

Campo 1

Campo 2

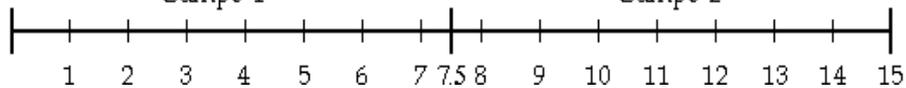


Figura. 29 Los campos de un entrelazado 2:1 (Debe haber un número impar de líneas en cada cuadro)

La velocidad de campo de 60 Hz es la frecuencia de exploración vertical. Este es el ritmo con que el haz electrónico completa su ciclo de movimiento vertical, desde la parte superior hasta la parte inferior de la pantalla para volver nuevamente a la parte superior.

El número de líneas de exploración horizontal de un campo es la mitad del total de las 525 líneas de un cuadro completo (en el sistema NTSC), ya que un campo contiene la mitad de las líneas. Esto da por resultado 262.5 líneas horizontales para cada campo.

Como el tiempo que corresponde a un campo es 1/60s y cada campo contiene 262.5 líneas, el número de líneas por segundo es:

$$262.5 \times 60 = 15750 \text{ líneas/s}$$

Esta frecuencia de 15750 Hz es la velocidad con que el haz electrónico completa su ciclo de movimiento horizontal de izquierda a derecha y regresa nuevamente a la izquierda.

El tiempo durante el cual se realiza la exploración de una línea horizontal es:

$$1/15750 = 63.5 \text{ micro seg}$$

2.4.2. SEÑALES DE COLOR EN TRANSMISIÓN DE VIDEO

El sistema para la televisión en color es el mismo que para la televisión monocromática excepto que también se utiliza la información de color. Esto se realiza considerando la información de imágenes en términos de rojo, verde y azul. Cuando es explorada la imagen en la cámara, se producen señales de video separadas para la información de rojo, verde y azul de la imagen. Filtros de color separan los colores para la cámara. Sin embargo, para el canal estándar de 6 MHz de Ctelevisión, las señales de video de rojo, verde y azul son combinadas de modo que se forman dos señales

equivalentes, una correspondiente al brillo y otra para el color. Específicamente las dos señales transmitidas son las siguientes:

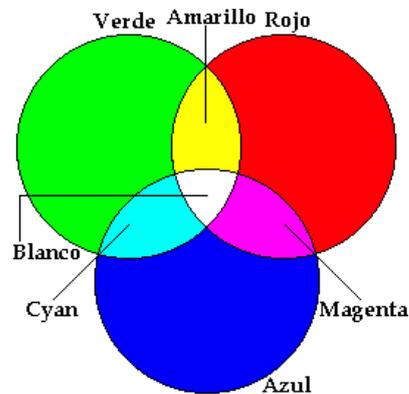


Figura. 2.10 . Mezcla aditiva de colores

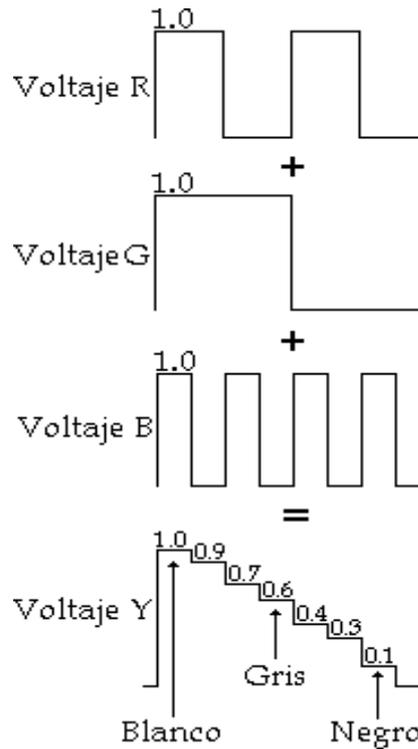
Señal de luminancia: Contiene solo variaciones de brillo de la información de la imagen, incluyendo los detalles finos, lo mismo que en una señal monocromática. La señal de luminancia se utiliza para reproducir la imagen en blanco y negro, o monocroma. La señal de luminancia o Y se forma combinando 30% de la señal de video roja (R), 59% de la señal de video verde (G) y 11% de la señal de video azul (B), y su expresión es:

$$Y = 0.30R + 0.59G + 0.11B$$

Los porcentajes que se muestran en la ecuación corresponden a la brillantez relativa de los tres colores primarios. En consecuencia, una escena reproducida en blanco y negro por la señal Y tiene exactamente la misma brillantez que la imagen original. La Figura muestra como el voltaje de la señal Y se compone de varios valores de R, G y B. La señal Y tiene una máxima amplitud relativa de unidad, la cual es 100% blanca. Para los máximos valores de R, G y B (1V cada uno), el valor de brillantez se determina de la siguiente manera:

$$Y = 0.30(1) + 0.59(1) + 0.11(1) = 1 \text{ lumen}$$

Los valores de voltaje para Y que se ilustran en la Figura estos indican los valores de luminancia relativos que corresponden a cada color.



$$Y = 0.30R + 0.59G + 0.11B$$

Figura. 2.11 . Obtención de la señal Y

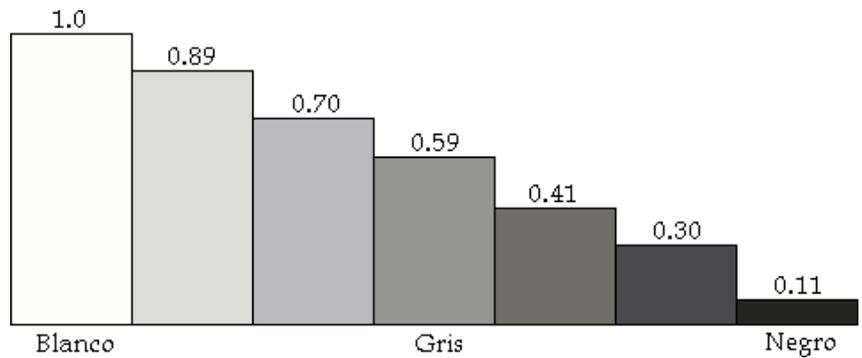


Figura. 2.12 . Valores de luminancia relativa

La Figura muestra la rueda de colores para la radiodifusión de televisión. Las señales \bar{R} Y y \bar{B} Y se utilizan en la mayor parte de los receptores de televisión a color para demodular las señales de video R, G y B. En el receptor, la señal C reproduce colores en proporción a las amplitudes de las señales I y Q. El matiz (o tono del color) se determina por la fase de la señal C y la profundidad o saturación es proporcional a la magnitud de la señal C. La parte exterior del círculo corresponde al valor relativo de 1.

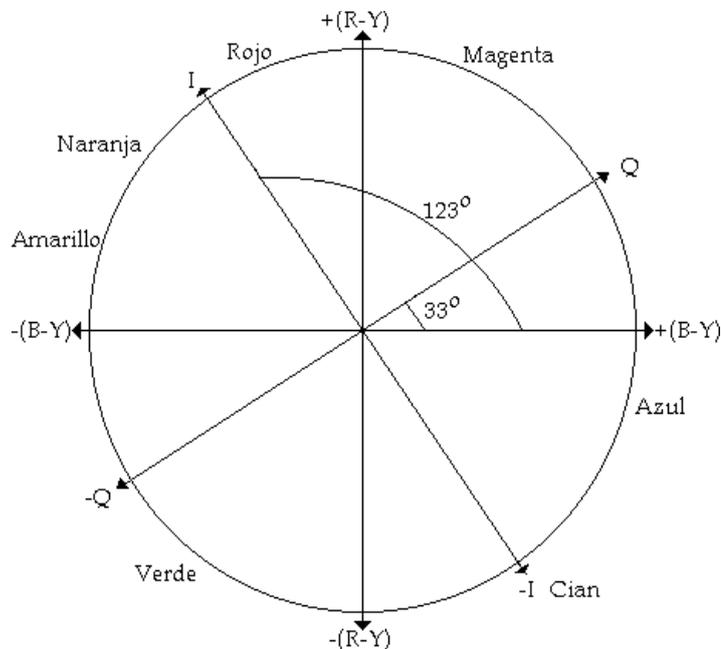


Figura. 2.13 . Representación de los colores en NTSC

Así se consigue que los sistemas de color y monocromáticos sean completamente compatibles.

2.4.3. DIGITALIZACIÓN DE UNA SEÑAL DE VIDEO

La digitalización de una señal de video tiene lugar en tres pasos:

- Muestreo
- Cuantificación
- Codificación

2.4.3.1 Muestreo de la señal

Sea una señal análoga $e(t)$ como la representada en la Figura. Se toman muestras breves de $e(t)$ cada 15 grados a partir de $t=0$. En 360 grados se habrán explorado 24 muestras. El resultado será una serie de impulsos cortos cuyas amplitudes siguen a la señal análoga. A este tren de impulsos modulados en amplitud por la señal análoga se le denomina señal PAM (Pulse Amplitude Modulation o Modulación por Amplitud de Pulsos).

Este representa por la multiplicación de la señal análoga $e(t)$ por un tren de impulsos $u(t)$, dando por resultado la señal de la parte inferior de la Figura.

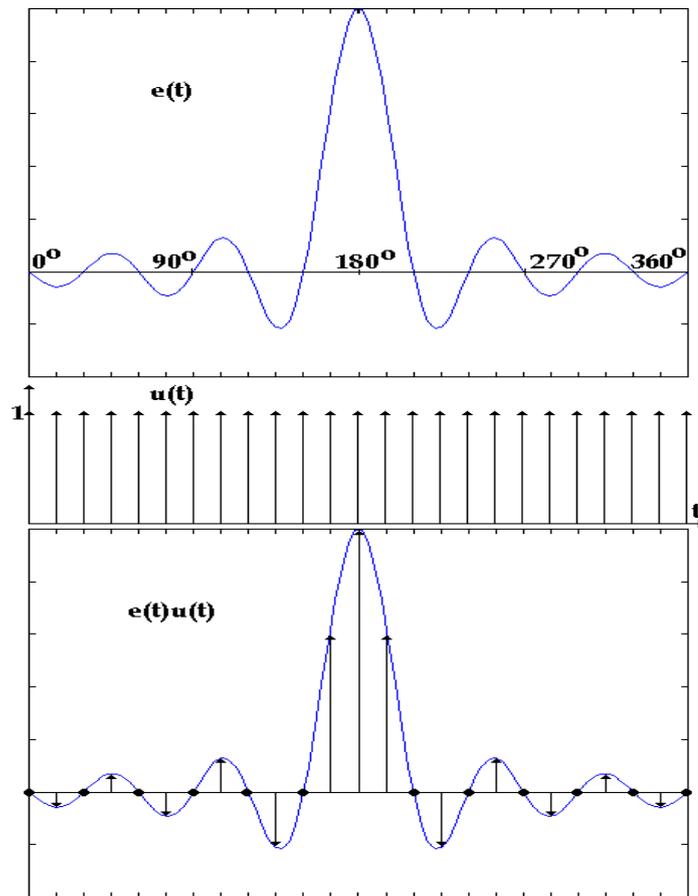


Figura. 2.14 Muestreo de una señal análoga $e(t)$ por un tren de impulsos $u(t)$.

Ahora bien, una señal de video está compuesta por un gran número de frecuencias formando un espectro continuo que va desde 0 a unos 5 MHz como se representa en la Figura

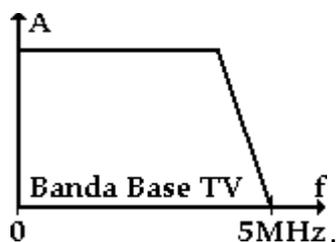


Figura. 2.15 . Banda base de la señal de video.

Al muestrear esta señal, cada frecuencia de video aparecerá en las bandas laterales superiores e inferiores de cada armónico de la frecuencia de

muestreo, incluyendo naturalmente la banda base, esto es, el armónico cero.

El espectro de la señal muestreada se presentará por tanto, como se ve en la Figura. De esta misma figura se deduce una condición elemental que debe cumplirse: que $f_0 > 2f_s$ para que la banda lateral inferior de la frecuencia de muestreo y la banda base no se superpongan.

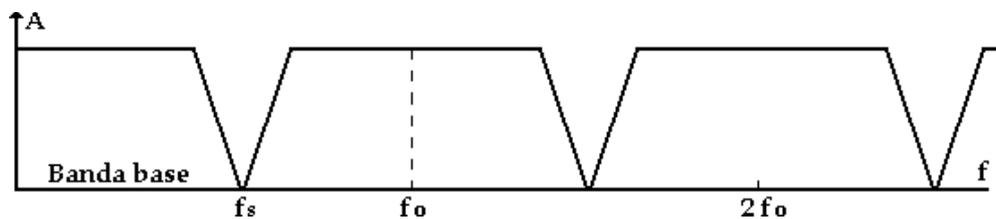


Figura. 2.16 . Espectro de una señal de video muestreada a la frecuencia f_0

Este razonamiento fue deducido por Nyquist-Shannon, al establecer que para conseguir un muestreo-recuperación sin distorsión, se requiere que la frecuencia de muestreo f_0 sea al menos dos veces más elevada que la frecuencia máxima presente en la señal análoga muestreada.

La recuperación de la banda base se realizaría con un filtro pasa bajo que corte todas las frecuencias superiores a $f_0/2$. De no cumplirse el teorema del muestreo de Nyquist, el filtro dejaría pasar frecuencias pertenecientes a la banda lateral inferior contaminantes de la banda base, que producirían solapamientos con las frecuencias más altas de la misma. Este efecto se denomina "aliasing" (ver la Figura).

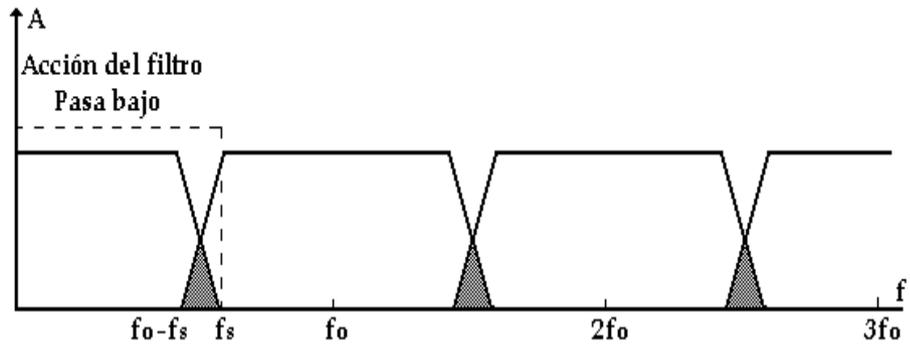


Figura. 2.17 . Cuando la frecuencia de muestreo es $f_o < 2f_s$

Otro motivo de "aliasing" se produce cuando el filtro no está bien calculado y permite el paso de frecuencias de la banda lateral inferior, aunque no estén solapadas con la banda base (ver la Figura).

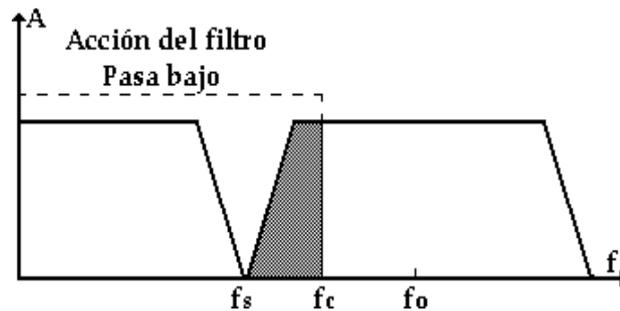


Figura. 2.18 . Cuando la frecuencia de corte del filtro PB es superior a $f_o - f_s$

2.4.3.2 Cuantificación de la señal

Así se denomina al proceso mediante el cual se atribuye a cada muestra un valor de amplitud dentro de un margen de niveles previamente fijado. Este valor se representa por un número que será convertido a un código de ceros y unos en el proceso de codificación.

Por razones de facilidad en los cálculos, el número de niveles se hace coincidir con una potencia de dos y los impulsos de la señal PAM se

redondean al valor superior o inferior según sobrepasen o no la mitad del ancho del nivel en que se encuentran.

El error que se produjo con estas aproximaciones equivale a sumar una señal errónea a los valores exactos de las muestras, como se ve en la Figura .

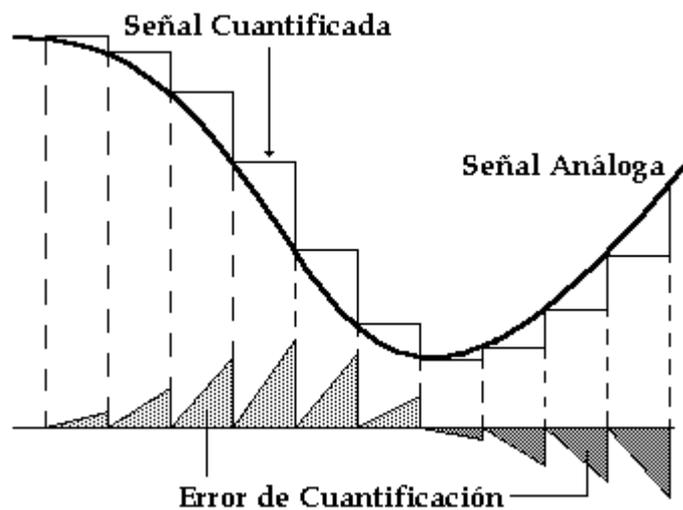


Figura. 2.19 . Error de cuantificación

Esta señal errónea aparecerá en el proceso de recuperación después de la decodificación digital-análoga, en forma de ruido visible. Se habla así de "ruido de cuantificación" que dependerá obviamente del número N de niveles empleados en el proceso. Cuantos más niveles existan menor será el ruido generado. La relación señal/ruido de cuantificación es:

$$\frac{S}{C} = (20 \text{Log} N + 10.8) \text{ dB}$$

de cuyo resultado se sacan las siguientes conclusiones:

- La relación señal/ruido de cuantificación depende únicamente del número de niveles N en que se subdivide la excursión completa de la señal.
-
- Existe un sumando constante 10.8 dB que tiene su origen en la misma definición de señal/ruido en televisión, donde se toma para la señal el valor pico a pico y para el ruido su valor eficaz.
-
- Es evidente que usando codificación binaria resulta $N=2^m$, donde m =número de bits, por tanto:

$$\frac{S}{C} = (6m + 10.8) dB$$

La anterior ecuación es válida para la digitalización de una señal monocroma o para cada componente de color.

Se adoptaron 8bits para la digitalización de la señal de video, por lo que la relación señal/ruido de cuantificación queda como:

$$\frac{S}{C} = 6(8) + 10.8 = 58.8 dB$$

2.4.3.3 Codificación y compresión de la señal

La codificación final de la señal de salida de un equipo depende de su aplicación. Puede usarse por ejemplo un código binario puro o un código de complemento a dos para aplicaciones locales. Pero cuando se trata de

aplicaciones específicas, la codificación se convierte en un tema trascendente. Dos planteamientos aparentemente contradictorios se mantienen aún hoy día acerca de la digitalización de la señal de televisión en color:

- La codificación de señales compuestas.
-
- La codificación de componentes.

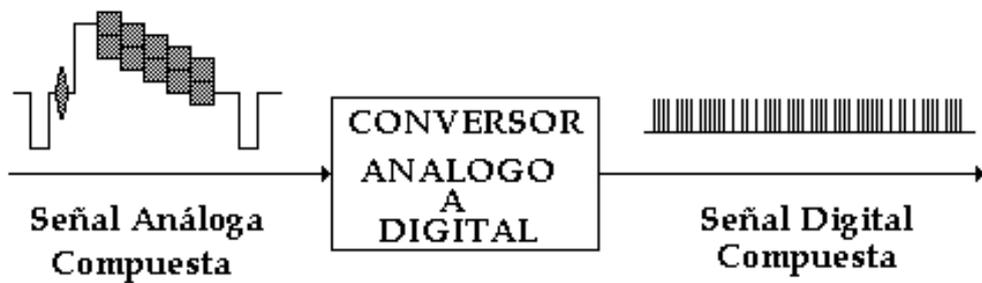


Figura. 2.20 . Codificación de la señal compuesta

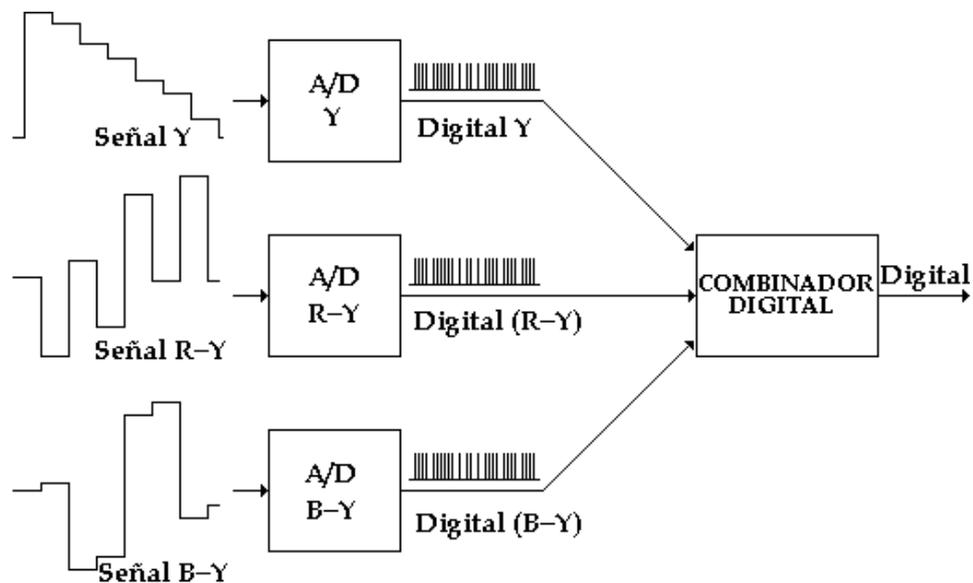


Figura. 2.21 . Codificación de componentes

Codificación de las señales compuestas.

Esta propuesta consiste en digitalizar directamente las señales compuestas existentes (NTSC, PAL, SECAM). Con ello persiste el problema de la incompatibilidad de las distintas normas internacionales, aun manteniendo la misma frecuencia de muestreo y codificación. La decodificación devolvería las señales NTSC, PAL o SECAM, respectivamente.

La ventaja fundamental de digitalizar la señal compuesta radica en que el equipo puede incluirse como una unidad mas en los Estudios análogos actualmente en servicio, sin necesidad de codificar o decodificar el NTSC, PAL o SECAM.

La figura muestra como opera el tratamiento de imágenes análogas durante la transición de la televisión análoga a digital, para el caso de codificación de señales compuestas.

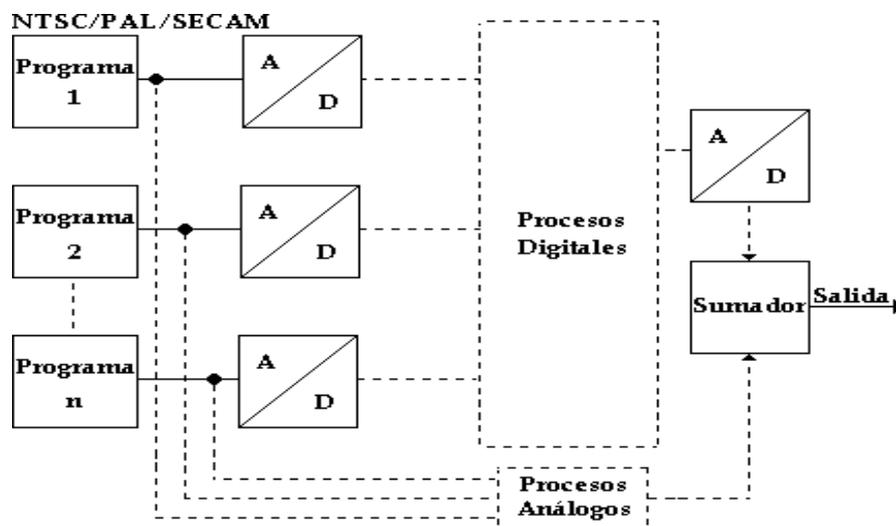


Figura. 2.22 . Transición de análogo a digital de las señales compuestas

Pasada la transición, la única ventaja que puede aportar la codificación de señales compuestas es el tratamiento de una señal única de video como

ocurre actualmente en los Estudios análogos. Para los casos NTSC y PAL que modulan en amplitud a la subportadora de color, el fundido, mezcla y encadenado corresponderá a una sencilla multiplicación de todas las muestras por un factor situado entre 0 y 1. Pero en el caso del SECAM, es necesario descomponer primero la señal de video en sus componentes Y, R-Y, B-Y antes de la mezcla. Este problema elimina esta ventaja para el SECAM.

Y en todo caso, cada fuente de video digital tendría que disponer de codificación y decodificación NTSC/PAL/SECAM, lo que representa una degradación de las imágenes por causa de los sucesivos procesos de codificación-decodificación.

Codificación en componentes

Por este método se digitalizan las tres señales Y, $K_1(R-Y)$, $K_2(B-Y)$ donde K_1 y K_2 son factores de ponderación que imponen el sistema digital. Estos factores no tienen los mismos valores que los coeficientes ponderados de NTSC, PAL o SECAM.

La primera y gran ventaja que se deriva de esta codificación es que siendo estas tres señales comunes a todos los sistemas, la compatibilidad puede alcanzarse por regulación internacional de los parámetros de muestreo, cuantificación y codificación. En tal sentido el CCIR (Comité Consultatif International des Radiocommunications o Comité Consultivo Internacional de Radio Comunicaciones) emitió en 1982 la norma 4:2:2 CCIR 601 de televisión digital en componentes.

La segunda ventaja de esta codificación es que una vez alcanzada la digitalización plena de la producción, sólo se requiere un paso final de

conversión D/A y una codificación NTSC, PAL o SECAM según el sistema adoptado de transmisión.

Se añade a las ventajas ya señaladas que el tratamiento digital en componentes elimina los efectos perturbadores mutuos de luminancia y crominancia a la vez que en edición electrónica desaparecen los problemas derivados de la estructura de 4 y 8 campos NTSC y PAL respectivamente. Sólo habría de tenerse en cuenta la estructura de dos campos entrelazados como en televisión en blanco y negro.

2.4.4. FORMATOS DE COMPRESIÓN DE VIDEO

La compresión de video surge de la necesidad de transmitir imágenes a través de un canal que contenga un ancho de banda aceptable. A continuación se examinarán cuales son los métodos más utilizados que permiten obtener este resultado, y las diferentes normas que se utilizan hoy día.

Estos métodos de compresión, recurren a los procedimientos generales de compresión de datos, aprovechando además la redundancia espacial de una imagen (áreas uniformes), la correlación entre puntos cercanos y la menor sensibilidad del ojo a los detalles finos de las imágenes fijas (JPEG) y, para imágenes animadas (MPEG), se saca provecho también de la redundancia temporal entre imágenes sucesivas.

Sistema	Compresión Espacial (DCT)	Compresión temporal	Complejidad compresión	Eficiencia	Retardo
M-JPEG	Sí	No	Media	Baja	Muy pequeño
H.261	Sí	Limitada (fotog. I y P)	Elevada	Media	Pequeño
MPEG-1/2	Sí	Extensa (fotog. I, P y B)	Muy elevada	Alta	Grande
H.263 MPEG-4	Sí	Extensa (fotog. I, P y B)	Enorme	Alta	Media Grande

Tabla. 2.2 S C I F

Estándar/Formato	Ancho de banda típico	Ratio de compresión
CCIR 601	170 Mb/s	1:1 (Referencia)
M-JPEG	10-20 Mb/s	7-27:1
H.261	64 Kb/s – 2000 Kb/s	24:1
H.263	28,8-768 Kb/s	50:1
MPEG-1	0,4-2,0 Mb/s	100:1
MPEG-2	1,5-60 Mb/s	30-100:1
MPEG-4	28,8-500 Kb/s	100-200:1

Tabla. 2.3 . Caudal requerido por los sistemas de compresión de vídeo más comunes

	Formato	SQCIF	QCIF	CIF	4CIF o SCIF	16CIF 4:3	16CIF 16:9
	Resolución	128x96	176x144	352x288	702x576 720x576	1408x1152 1440x1152	1920x1152
Estándar	H.261			Opc.			
	H.263				Opc.	Opc.	
	MPEG-4						
	MPEG-1						
	MPEG-2			Bajo	Princip.	Alto 1440	Alto

Tabla. 2.4 . Resoluciones estándar de vídeo comprimido

16CIF 16:9 16CIF 4:3 SCIF CIF QCIF SQCIF

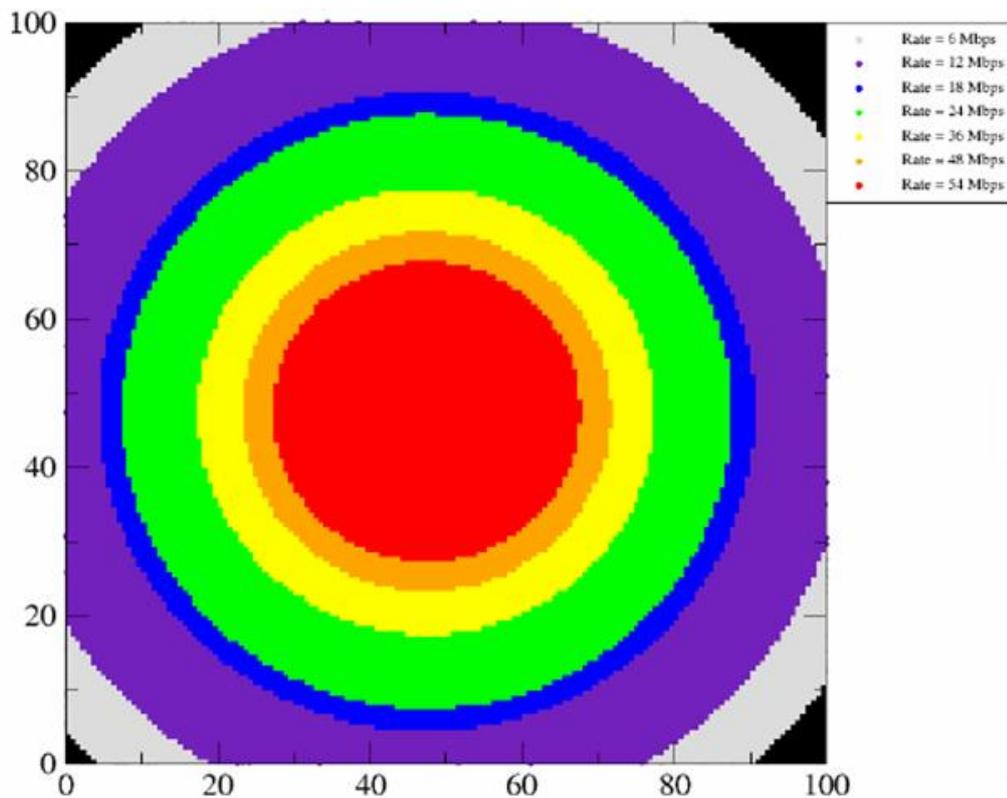


Figura. 2.23 Formatos de Compresión para Imágenes

2.4.4.1 Formato MJ-PEG

Es el estándar de imágenes empleado por los productos de vídeo Axis, este estándar generalmente refiere a imágenes JPEG mostradas a un ratio alto de imágenes por segundo (hasta 30). Proporciona vídeo de alta calidad aunque el comparativamente tamaño grande de los ficheros de las imágenes individuales precisa bastante ancho de banda para una transmisión adecuada.

La Figura muestra que cuando las imágenes individuales son comprimidas sin referencia a las demás, el eje del tiempo no entra en el proceso de compresión, esto por lo tanto se denomina codificación intra (intra=dentro) o codificación espacial. A medida que la codificación espacial trata cada imagen independientemente, esta puede emplear ciertas técnicas de compresión desarrolladas para las imágenes fijas. El estándar de compresión ISO (International Standards Organization) JPEG (Joint Photographic Experts Group), está en esta categoría. Donde una sucesión de imágenes codificadas en JPEG también se usan para la televisión, esto es llamado "JPEG en movimiento".

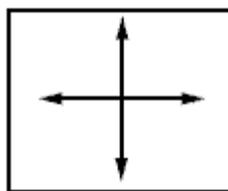


Figura. 2.24 . Codificación intra o espacial, explora la redundancia

Se pueden obtener grandes factores de compresión teniendo en cuenta la redundancia entre imágenes sucesivas. Esto involucra al eje del tiempo, la Figura. muestra esto. Este proceso se denomina codificación inter (inter=entre) o codificación temporal.

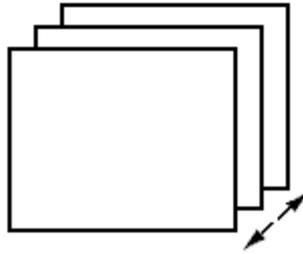


Figura. 2.25 . Codificación inter o temporal, explora la redundancia entre imágenes

La codificación temporal permite altos factores de compresión, pero con la desventaja de que una imagen individual existe en términos de la diferencia entre imágenes previas. Si una imagen previa es quitada en la edición, entonces los datos de diferencia pueden ser insuficientes para recrear la siguiente imagen. El estándar ISO MPEG (Motion Pictures Experts Group) utiliza esta técnica.

2.4.4.2 FORMATO MPEG ½

MPEG-1 se considera como un video solamente progresivo (no entrelazado), que alcanza un bitrate de 1.5 Mbps. La entrada de video es usualmente convertida primero al formato estándar de entrada MPEG SIF (Standard Input Format). El espacio de color adoptado es Y- Cr- Cb según la recomendación CCIR 601. En el MPEG-1 SIF el canal de luminancia es de 352 pixeles x 240 líneas y 30 cuadros/segundo.

Los componentes de luminancia y crominancia son representados por 8 bit/píxel, y el componente de crominancia es submuestreado por 2 en ambas direcciones tanto vertical como horizontal. Mientras tanto los parámetros de video, los cuales son el tamaño de la imagen y la razón temporal, se pueden especificar, y por lo tanto son arbitrarios.

El siguiente conjunto de consideraciones contiene los parámetros específicos que ayudan a la implementación del hardware.

- Máximo número de píxeles/línea: 720
- Máximo número de líneas/imágenes: 576
- Máximo número de imágenes/seg: 30
- Máximo número de macrobloques/imagen: 396
- Máximo número de macrobloques/seg: 9900
- Máximo bitrate: 1.86 Mbits/seg
- Máximo tamaño del buffer del decodificador: 376832 bits.

Tipos de Imagen MPEG

MPEG define tres tipos de imágenes que se encadenan según el esquema de la Figura. Los cuales son el soporte de la codificación diferencial y bidireccional, minimizando la propagación de errores.

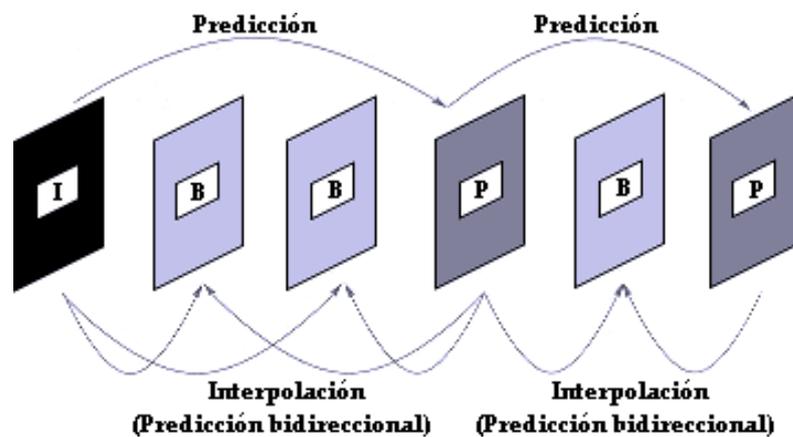


Figura. 2.26 . Encadenamiento de los 3 tipos de imágenes MPEG

MPEG-1 guarda una imagen, la compara con la siguiente y almacena sólo las diferencias. Se alcanzan así grados de compresión muy elevados. Define tres tipos de fotogramas:

- Fotogramas I o Intra-fotogramas, son los fotogramas normales o de imagen fija, proporcionando una compresión moderada, en JPEG.
- Fotogramas P o Predichos: son imágenes predichas a partir de la inmediatamente anterior. Se alcanza una tasa de compresión muy superior.
- Fotogramas B o bidireccionales: se calculan en base a los fotogramas inmediatamente anterior y posterior. Consigue el mayor grado de compresión a costa de un mayor tiempo de cálculo. Estándar escogido por Vídeo-CD: calidad VHS con sonido digital.

Con una calidad superior al MPEG-1, MPEG-2 fue universalmente aceptado para transmitir vídeo digital comprimido con velocidades mayores de 1Mb/s aproximadamente.

Con MPEG-2 pueden conseguirse elevados ratios de hasta 100:1, dependiendo de las características del propio vídeo. MPEG-2 normalmente define dos sistemas de capas, el flujo de programa y el flujo de transporte. Se usa uno u otro pero no los dos a la vez. El flujo de programa funcionalmente es similar al sistema MPEG-1.

La técnica de encapsulamiento y multiplexación de la capa de compresión produce paquetes grandes y de varios tamaños. Los paquetes grandes producen errores aislados e incrementan los requerimientos de buffering en el receptor/decodificador para demultiplexar los flujos de bits. En contraposición el flujo de transporte consiste en paquetes fijos de 188 bytes lo que decremanta el nivel de errores ocultos y los requerimientos del buffering receptor.

Los estándares MPEG fueron desarrollados para ser independientes de la red específica para proporcionar un punto de interoperabilidad en entornos de red heterogéneos.

2.4.4.3 FORMATO MPEG 4

Es un estándar relativamente nuevo orientado inicialmente a las videoconferencias, y para Internet. El objetivo es crear un contexto audiovisual en el cual existen unas primitivas llamadas AVO (objetos audiovisuales). Se definen métodos para codificar estas primitivas que podrían clasificarse en texto y gráficos.

La comunicación con los datos de cada primitiva se realiza mediante uno o varios "elementary streams" o flujos de datos, cuya característica principal es la calidad de servicio requerida para la transmisión.

Ha sido especialmente diseñado para distribuir videos con elevados ratios de compresión, sobre redes con bajo ancho de banda manteniendo una excelente calidad para usuarios con buen ancho de banda. Ofrece un ancho rango de velocidades desde usuarios con modems de 10kbps a usuarios con anchos de banda de 10Mbps.

Es rápido codificando el vídeo de alta calidad, para contenidos en tiempo real y bajo demanda.

2.4.4.4 FORMATO H.261

Este estándar H.261 es parte del grupo de estándares H.320 para comunicaciones audiovisuales.

Fue diseñado para una tasa de datos múltiplo de 64 Kbit/s. Lo cual coincide con las tasas de datos ofrecidas por los servicios ISDN.

Se pueden usar entre 1 y 30 canales ISDN (64 Kbit/s a 1920 Kbit/s). Aplicaciones que motivaron el diseño de este tipo de estándar son:

- videoconferencia
- vigilancia y monitoreo
- telemedicina, y
- otros servicios audiovisuales.

El estándar está dispuesto en una estructura jerárquica de cuatro capas:

- Imagen
- Grupo de bloques (GOB)
- Macrobloques (MB)
- Bloques

Para entender cada una de estas capas empezaremos dando una breve introducción al codec en sus aspectos más esenciales

Diagrama de bloques.

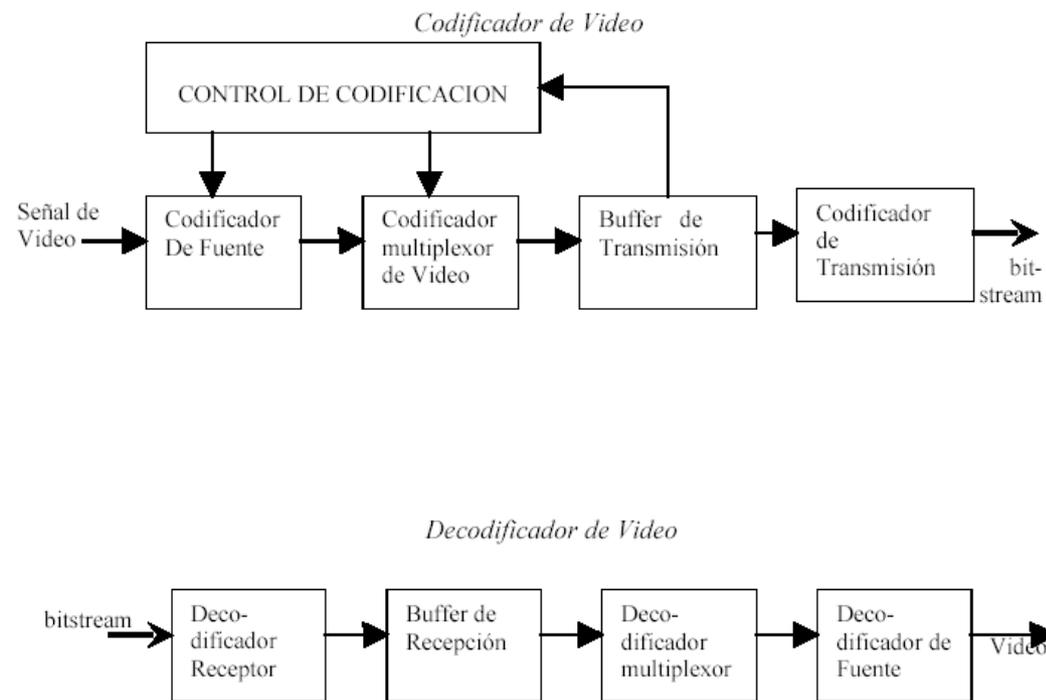


Figura. 2.27 .Codificar y Decodificador de vides

Entrada/Salida de video

H.261 soporta dos resoluciones CIF (Common Interchange Format, 352x288 pixels) y QCIF (Quarter Common Interchange Format, 176x144 pixels).

Entrada/Salida digital

El codificador provee un bitstream codificado cumpliendo con las recomendaciones de ITU-T H.261 con código de corrección de errores BCH opcional.

Frecuencia de muestreo

Las imágenes son muestreadas a una frecuencia múltiplo entero de la frecuencia de la línea de video. Tanto el reloj de muestreo como el de la red son asíncronos.

Algoritmo de codificación de la fuente

El algoritmo de codificación es un híbrido entre predicción inter-imagen, codificación mediante transformada y compensación de movimiento para aprovechar la redundancia temporal. El decodificador posee la capacidad opcional de implementar la compensación de movimiento.

Bit Rate

La recomendación esta orientada a obtener video a una tasa entre 64 Kbit/s y 2Mbit/s.

El Modelo de Compresión H.261

La figura es un diagrama que muestra el modelo del sistema PX64, el cual consiste básicamente de cinco etapas: una etapa de compensación del movimiento, una etapa de transformación, una etapa de cuantificación "lossy", (con pérdidas), y dos etapas de codificación del tipo "lossless", (sin pérdidas). La etapa de compensación del movimiento subtrae la imagen corriente de la vista cambiada de la imagen previa si ambas se asemejan. La etapa de transformación concentra la energía de la información en algunos de los primeros coeficientes de la transformada. Un cuantificador origina una pérdida controlada de información y las dos etapas de codificación proveen de compresión adicional de los datos. La figura. es un diagrama a bloques del algoritmo conceptual para la recomendación H.261.

Un cuantificador origina una pérdida controlada de información y las dos etapas de codificación proveen de compresión adicional de los datos. La figura. es un diagrama a bloques del algoritmo conceptual para la recomendación H.261.

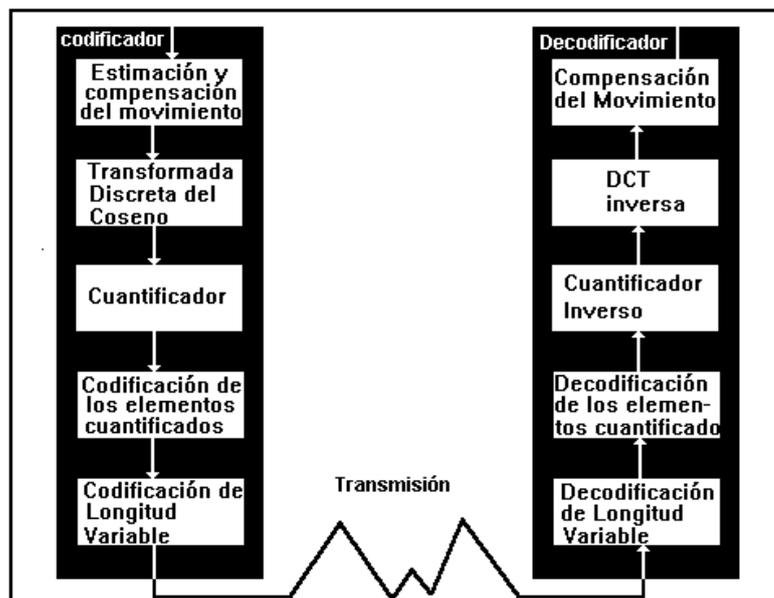


Figura. 2.28 . Modelo del Sistema PX64

El modelo PX64 es un considerado un compresor del tipo lossy, debido a que la imagen reconstruida no es idéntica a la original. Los codificadores lossless, los cuales crean imágenes idénticas a la original alcanzan muy

poca compresión debido a que los bits menos significativos de cada componente de color llegan a ser progresivamente mas fortítuos, lo que los hace mas difíciles de codificar.

2.4.4.5 FORMATO H.263

El objetivo para H.263 era proporcionar mejor calidad de imagen que el algoritmo de compresión de vídeo de ITU-T existente, H.261. Por motivos de tiempo, el H.263 esta basado en tecnología ya existente. Aún existe un método más novedoso, el H263/L (algoritmo long-term) que mejora considerablemente la calidad de imagen del H.263 y la silenciación de los errores. El H.263, además de utilizar nuevas técnicas de codificación, emplea técnicas conocidas como la transformada coseno discreta y la compensación de movimiento.

- H261/H263 son estándares de vídeo la ITU-T para videoconferencia: baja velocidad, poco movimiento menos acción que en el cine:
- H.261: Desarrollado a finales de los 80 para RDSI (caudal constante).
- H.263, H.263+, H.26L. Más modernos y eficientes, codificación de vídeo para comunicación a baja velocidad binaria.

Algoritmos de compresión MPEG simplificados:

- Vectores de movimiento más restringidos (menos acción)
- En H.261: No fotogramas B (excesiva latencia y complejidad)
- Menos intensivo de CPU. Factible codec software en tiempo real
- Submuestreo 4:1:1

Resoluciones:

- **CIF** (Common Interchange Format): 352 x 288

- **QCIF** (Quarter CIF): 176 x 144
- **SCIF** (Super CIF): 704 x 576
- **Audio independiente**: G.722 (calidad), G.723.1, G.728, G.729
- **Sincronización audio-vídeo** mediante H.320 (RDSI) y H.323 (Internet)

La recomendación de ITU-T H.261 describe una codificación de vídeo estándar para transmisión de audio y vídeo en dos direcciones. Tradicionalmente ha utilizado los enlaces de 64 Kbps ó 128 Kbps de RDSI. El H.261 utiliza buffers para moderar las variaciones en la tasa de emisión de bits (bit rate) del codificador de vídeo. Se puede conseguir una tasa de emisión de bits casi constante realimentando el estado del buffer al codificador. Cuando el buffer está casi lleno, el codificador puede ajustar la tasa de emisión de bits aumentando el tamaño del escalón de cuantificación. Esto disminuye la tasa de emisión de bits a expensas de perder cierta calidad de vídeo.

2.5. APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA MULTIMEDIA A UNA RED INALÁMBRICA DE SEGURIDAD BAJO PLATAFORMA IP.

Luego de los sucesos ocurridos el 11 de septiembre en USA, y de los atentados que continuamente se escuchan, el tema de la seguridad tanto para organizaciones como para empresas ha llegado a ser una prioridad.

En muchas circunstancias un rápido despliegue del sistema de seguridad es deseable. Sin embargo para muchas organizaciones implementar un sistema de seguridad representa un costo considerable, pues este no solo incluye el costo del equipamiento sino la instalación y mantenimiento de la misma, en el caso de que se utilice cable coaxial o fibra óptica.

En los últimos años las aplicaciones para la seguridad han ido evolucionando llegando a utilizar la tecnología digital en lugar de la análoga. Esto ha incrementado el interés en las redes bajo protocolo IP como posible solución al problema de seguridad. Esta tecnología unida a la inalámbrica ha hecho que el interés en la implementación de redes de seguridad que utilice estas dos tecnologías se incremente, debido a los bajos costos que su instalación y mantenimiento implica.

2.5.1. CONCEPTOS DE UNA RED INALÁMBRICA DE SEGURIDAD BAJO PLATAFORMA IP.

La seguridad inalámbrica utiliza dos tecnologías: inalámbrica y video sobre una red IP. De esta manera se obtiene una poderosa solución que supera muchos inconvenientes como distancia, instalación de infraestructura de red, precio y otros.

Una aplicación de Seguridad IP crea streams de video digitalizados, procedentes de cámaras de video instaladas, que son transferidos mediante una normal red IP de computadoras a un servidor de almacenamiento, permitiendo una monitorización remota tan lejos como lo permita la red. Así mismo se puede monitorizar desde cualquier locación remota utilizando la red de Internet.

Entre las ventajas que tiene este tipo de Sistema de Seguridad podemos mencionar las siguientes:

De fácil y rápido despliegue: No siempre es recomendable la instalación de redes a base de cable o fibra óptica, por los problemas que pudieran presentarse. Por otro lado las redes inalámbricas pueden ser desplegadas prácticamente en cualquier parte. Este tipo de redes pueden ser instaladas en horas, eliminando los largos periodos de instalación y problemas asociados con las redes alámbricas.

Flexibilidad.- Debido a que el último tramo de una red inalámbrica no es cableada, las cámaras no tienen que estar permanentemente en una sola locación, si es necesario tanto las cámaras como las unidades de suscriptor pueden ser colocadas en una nueva locación en cuestión de horas prácticamente.

Accesibilidad remota reduce costos.- Cualquier video proveniente de una cámara que trabaja bajo el protocolo TCP/IP, en tiempo real o grabado puede ser accedido desde cualquier locación en el mundo. El acceso mejorado ya sea desde una intranet o Internet permite la reducción de gastos por concepto de traslado a las locaciones que se monitorean.

Escalabilidad.- Los Sistemas de Seguridad basados sobre el protocolo TCP/IP permiten escalar de una sola cámara a miles en incrementos de 1 sola cámara basados en los mismos principios de operación de networking. Por medio del incremento de discos duros y servidores con mayor ancho de banda es factible incrementar considerablemente el número de cámaras.

Abierto e Interoperable.- A diferencia de los sistemas de seguridad que utilizan DVR, que son soluciones cerradas, es decir que deben trabajar con equipos de la misma marca, los sistemas basados en el protocolo TCP/IP utilizan estándares abiertos lo que permite utilizar productos de distintas marcas tales como switches, ruteadores, servidores, lo que reduce considerablemente los costos, pues se puede elegir lo más conveniente.

2.5.2. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA INSTALACIÓN DE UNA RED INALÁMBRICA DE SEGURIDAD BAJO PLATAFORMA IP.

Una Red Inalàmbrica de Seguridad bajo plataforma IP puede desempeñar 2 funciones: monitoreo y vigilancia. La màs simple de las 2 funciones es el monitoreo, que consiste en la visualizaciòn del video en àreas donde se encuentran instaladas las càmaras pero no es requerida la grabaciòn de los datos en servidores de almacenamiento. Ejemplo de monitoreo es el que se realiza cuando se quiere verificar la identidad de individuos para permitirsele el acceso.

La otra funciòn de vigilancia ademàs de la visualizaciòn tambièn incluye la grabaciòn de datos en los servidores de almacenamiento, lo que permitirà el anàlisis de diversos eventos para el esclarecimiento de ciertos episodios e identidades. Los diagramas mostrados abajo ilustran el esquema de conexiòn de los dispositivos para las dos funciones especificadas.

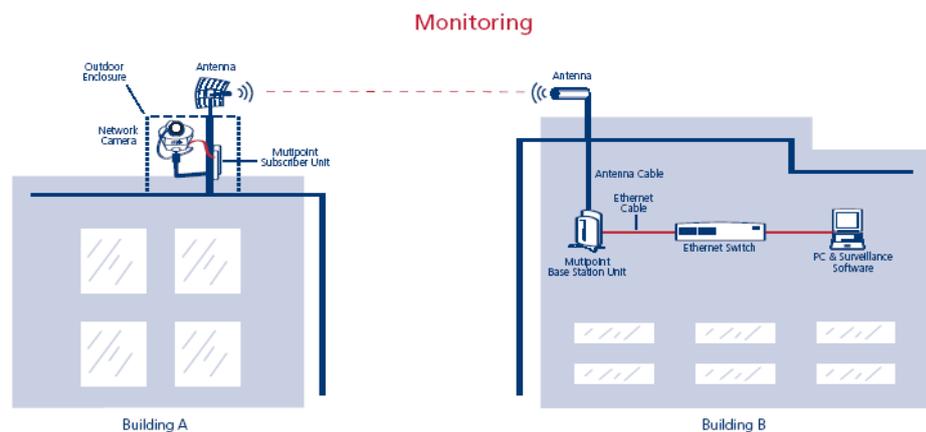


Figura. 2.29 . Red Inalàmbrica de Seguridad de Monitoreo

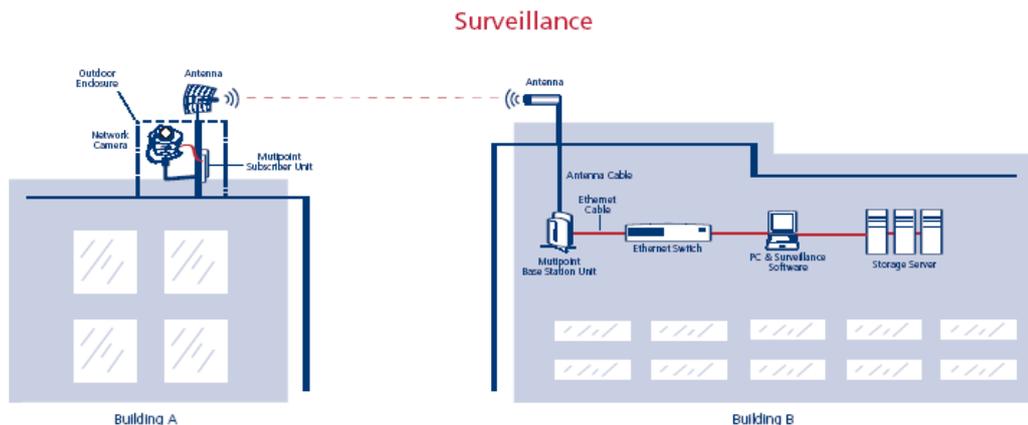


Figura. 2.30 . Red Inalàmbrica de Seguridad de Vigilancia

A continuaci3n se dar3 una explicaci3n de los componentes principales de estos dos sistemas para brindar una mejor compresi3n de c3mo funciona una Red Inalàmbrica de Seguridad bajo plataforma IP.

C3mara de Red IP.- La tecnolog3a de c3mara de Red IP hace posible tener una c3mara en un sitio y visualizar desde otro sitio el video en vivo a trav3s de la red de Internet. Si un edificio ya est3 equipado con una infraestructura de red bajo el protocolo TCP/IP entonces las c3maras pueden ser atachadas sin ning3n problema y directamente a la infraestructura existente. Una c3mara de red IP desempeña muchas de las funciones que realiza una c3mara an3loga, pero tiene m3s funcionalidades. Debido a que estas c3maras de red pueden ser f3cilmente conectadas a las redes existentes (las redes deber3n tener un m3nimo de ancho de banda, para la correcta visualizaci3n de video, dependiendo del tipo de c3mara que se use) las compaņias ahorran miles de d3lares pues se evita la instalaci3n de una nueva infraestructura exclusivamente para las c3maras.

Cuando ya se cuenta con computadoras, no se necesita equipo adicional para la visualizaci3n del video. Simplemente es requerido computadoras con web browsers o buscadores de Internet. En soluciones de seguridad m3s

complejas se puede utilizar programas especialmente diseñados para la visualización y almacenamiento de video.

En el caso de que cámaras análogas ya se encuentren instaladas, podría utilizarse servidores digitales para realizar la conversión de señal análoga a señal digital.

Una moderna cámara de red típicamente incluye lentes, filtros ópticos, imágenes digitalizadas, compresor de imágenes, servidores web, modernas interfaces telefónicas. Cámaras más avanzadas incluyen otras funciones atractivas como detectores de movimiento, entradas y salidas de alarmas y envío de e-mails.

Tecnología inalámbrica de networking.- redes inalámbricas ofrecen mayores capacidades y costos considerablemente más bajos que las redes de datos cableadas. Confiables y de fácil despliegue la tecnología inalámbrica viene principalmente en 2 variedades: a) punto – multipunto y b) punto – punto, siendo esta última el tipo de tecnología que se utilizará para el diseño de la Red propuesta.

a) Sistema inalámbrico punto – multipunto.- Usando radiotransmisores de paquetes IP, interfaces estándares ethernet y un rápido despliegue, estos sistemas permiten rápidas conexiones de red a múltiples switches ethernet, ruteadores, PCs desde una simple ubicación. El sistema consiste de múltiples wireless bridges, llamados unidades de suscriptor (SU), que se comunican con una estación base (BSU). Cámaras de red IP pueden ser conectadas a las unidades de suscriptor que pueden ser convenientemente colocadas en cualquier lugar que sea necesario. Las unidades de suscriptor se encargan de transmitir la información digital a la unidad centralizada BSU. El ancho de banda de la transmisión varía desde 11 Mbps hasta 60 Mbps y las distancias de transmisión pueden alcanzar hasta las 12 millas.

b) Sistema inalámbrico punto – punto.- Mientras los sistemas punto – multipunto proveen conexión desde una locación hacia múltiples locaciones, el sistema punto – punto conecta únicamente dos locaciones. Estos sistemas brindan mayores capacidades de transmisión y permiten alcanzar mayores distancias. Cuando es usado para cuestiones de seguridad y vigilancia este tipo de sistema es ideal para bajar información de video de una locación central donde está ubicado la estación base hacia un centro de control que puede encontrarse localizado a mucha distancia. También es ideal para conectarse a sitios remotos que necesiten vigilarse que se encuentren hasta 40 millas de distancia desde el centro. Las capacidades de transmisión disponibles en este tipo de sistemas varía desde 11 hasta 430 Mbps.

Servidores y software.- aunque las imágenes generadas por un sistema de seguridad pueden ser visualizadas en cualquier Web browser, el verdadero valor de estos productos de seguridad IP son explotados cuando se utiliza un programa de monitoreo y vigilancia que convierte un simple computador en un NVR (Network Video Recorder)

Mientras que el video proveniente de cámaras de red IP puede ser visualizado con cualquier Web browser es fuertemente recomendado la utilización de un software dedicado en conjunto con las cámaras. Este programa permite que el usuario tenga más opciones de visualización y más importante, la funcionalidad de almacenar y administrar el video como un NVR (Network video recorder) Programas dedicados para la visualización pueden ser instalados en una PC (Personal Computer) normal que permitirán la visualización, el almacenamiento y administración del video, lo que permite ofrecer un nivel de funcionalidad bastante superior a cualquier sistema análogo de video existente en el mercado. El programa de visualización del video puede ser una solución estándar instalable fácilmente

en una PC normal o una aplicación cliente-servidor que soporte el acceso de múltiples usuarios simultáneamente.

2.5.3. FORMATOS DE LAS IMÀGENES COMÚNMENTE UTILIZADOS EN LAS REDES INALÁMBRICAS DE SEGURIDAD BAJO PLATAFORMA IP.

Imàgenes digitales y video son a menudo comprimidos para ahorrar espacio en el disco duro o para permitir una transmisión más rápida. La mayoría de las cámaras digitales o videograbadoras utilizan comúnmente una o más de las siguientes técnicas de compresión:

Motion JPEG.- este estándar se refiere generalmente a imàgenes JPEG transmitidos a una alta velocidad que aproximadamente puede ser más de 30 frames por segundo. Esta técnica de compresión brinda una excelente calidad de video pero demanda un ancho de banda mayor para su transmisión.

Wavelet.- Optimizado para imàgenes que contengan poca información. La relativa inferior calidad de video es compensada con una baja demanda del medio de transmisión,. Poco ancho de banda es requerido.

JPEG 2000.- Basado en la misma tecnología que Wavelet, este estándar es utilizado para la transmisión de video que contenga poca información. La calidad inferior de video al igual que el anterior demanda poco ancho de banda.

H.261, H.263, H.321, H.324.- Esta técnica ofrece una alta de tasa de transmisión de frames, baja calidad en la imagen. Es comúnmente utilizada en las videoconferencias. La baja calidad de la imagen es particularmente notable cuando las imàgenes contienen objetos en movimiento.

MPEG-1.- Este estándar de video típicamente entrega una tasa de 30/25 imágenes por segundo. Con muchas variaciones, este formato provee imágenes de baja resolución pero utiliza un inferior ancho de banda.

MPEG-2.- Ofrece una alta resolución de imágenes con la misma tasa de transmisión que la técnica MPEG-1. Solamente computadores modernas con una alta capacidad pueden decodificar este formato.

MPEG-4.- Un estándar que ofrece una buena resolución en las imágenes pero demandando un bajo ancho de banda. Esta técnica es recomendable para aplicaciones de bajo ancho de banda, como por ejemplo teléfonos móviles.

Algunos factores hay que tomarse en cuenta para seleccionar el formato de compresión idóneo para la red que se desea implementar, como los que se indican a continuación.

- Velocidad del Frame necesitado.
- Tipo de eventos y horas específicas en los que se necesitará diferentes velocidades de frame.
- Calidad de la imagen necesaria.
- Resolución de la imagen necesaria.
- Ancho de banda disponible en la red para la transmisión.

Esta tabla muestran que los estándares H.261/H.263 requieren de un menor ancho de banda que las demás técnicas de compresión, pero esto es logrado a expensas de una calidad inferior de video. Por otro lado los estándares MPEG se caracterizan por una muy buena calidad de video, pero requieren de un mayor ancho de banda para su transmisión.

	MJPEG	MPEG-1	MPEG-2	H.263
Target bit rate	N/A*	About 1.5 Mbit/sec	2 – 15 Mbit/sec	64, 128, 192 kbit/sec up to approx 2 Mbit/sec
Supported frame rates (fps=frames per second)	Camera / Video Server dependent	25/30 fps	25/30 fps	Any, up to 30 fps
Resolution	Any	320 x 288 320 x 240	320 x 288 320 x 240 720 x 576	352 x 288
Image quality	Low to Very good	Good	Very good	Low
Target application	Still images	Digital video on CD (VCD)	DVD, HDTV	Tele-conference
Basic algorithm	Digital Cosine Transform (DCT)	DCT with motion vectors	DCT with motion vectors	DCT with motion vectors
Standard	ISO/IEC 10918	ISO/IEC 11172	ISO/IEC 13818	ITU-T H.263

Tabla. 2.5 . Analisis de Estándares para Resolucion de Imagenes

CAPITULO 3. DISEÑO DE LA RED INALAMBRICA BAJO PLATAFORMA IP PARA DAR SEGURIDAD AL CAMPUS GUSTAVO GALINDO DE LA ESPOL

En el presente capitulo se presentará el estado actual de la seguridad en el Campus Gustavo Galindo de la ESPOL, lo que permitirá determinar las necesidades que tiene la Universidad. Se realizará un análisis de las ventajas y desventajas de las distintas soluciones existentes en el mercado ventajas. Finalmente se presentará los detalles del diseño de la Red Inalámbrica de Seguridad para el Campus Gustavo Galindo de la ESPOL.

3.1. ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE SEGURIDAD DEL CAMPUS PROSPERINA DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

Actualmente el campus cuenta con poco personal y cierta infraestructura para brindar seguridad a las personas que trabajan y estudian en esta institución. Se detallará el equipamiento, el personal con el que se cuenta, así como los costos implicados.

3.1.1. INFRAESTRUCTURA ACTUAL EN EQUIPAMIENTO Y PERSONAL DE SEGURIDAD.

El equipamiento de seguridad con la que cuenta actualmente el campus incluye:

- Sensores de movimiento
- Alarmas sonoras colocados en los edificios de ciertas facultades.

- Hilos magnéticos en los libros de la Biblioteca General de Ingeniería para facilitar la detección de estos en caso de ser sustraídos.

Cabe resaltar que gran parte del equipamiento no se encuentra en funcionamiento, por el daño causado por los mismos estudiantes y empleados.

El personal de seguridad se encuentra clasificado de la siguiente manera:

De un total de 58 guardias, 26 son empleados que prestan servicios de conserjes-guardias y los 32 restantes son guardias pertenecientes a una empresa privada contratada.

El 90 % del personal de seguridad de la ESPOL pertenece a la 3ra edad y el 10 % tiene una edad comprendida entre los 30 y 50 años.

El 6 % del personal de la ESPOL ha recibido entrenamiento relacionado con la seguridad. El 94 % restante ha adquirido experiencia trabajando en la ESPOL.

3.1.2. ANALISIS DE CONFIABILIDAD Y COSTOS DEL MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE SEGURIDAD ACTUAL

El actual Sistema de Seguridad no se lo puede considerar confiable, por las siguientes razones:

- Faltan los dispositivos adecuados para el monitoreo y vigilancia. Y con los que se cuenta, en su mayoría no están en funcionamiento.

- La mayoría del personal de seguridad pertenecen a la 3ra edad, por lo que su vigilancia y reacción en caso de delitos cometidos no son las óptimas.
- Los costos para el mantenimiento del Sistema actual de Seguridad se muestran a continuación:

	No. Guardias	Sueldo \$ / Mensual	TOTAL
	40 guardias	\$ 330	\$ 13.200
	10 guardias	\$ 500	\$ 5.000
	8 guardias	\$ 1.200	\$ 9.600
TOTAL	58 Guardias		\$ 27.800

Tabla. 3.1. Los costos del mantenimiento del Sistema Seguridad actual

Los 40 guardias tienen un sueldo básico, y no han recibido entrenamiento sobre seguridad.

Los siguientes 10 guardias tienen un sueldo mayor debido al entrenamiento recibido.

Los 8 guardias restantes tienen entrenamiento especial y experiencia en seguridad.

Aproximadamente el gasto anual para el mantenimiento del Sistema actual de Seguridad es de \$350.000, pues también se debe contemplar los bonos, 13 y 14avo sueldo, aguinaldos y gastos administrativos.

3.2. ANÁLISIS DE DIVERSOS SISTEMAS DE SEGURIDAD COMO POSIBLES SOLUCIONES AL PROBLEMA DE SEGURIDAD EN EL CAMPUS GUSTAVO GALINDO DE LA ESPOL.

Actualmente en el mercado existen diversos Sistemas de Seguridad, los más comúnmente utilizados serán mencionados a continuación:

- Circuito cerrado de video analógico
- Solución híbrida de video analógico y servidor digital
- Solución video digital (Transmisión sobre redes IP)

3.2.1. SOLUCIÓN CIRCUITO CERRADO DE VIDEO ANALÓGICO.

Los sistemas de circuito cerrado de televisión están compuestos básicamente por cámaras analógicas fijas o con movimiento, ocultas o discretas y sus respectivos monitores.

Para una mejor gestión o manejo de las cámaras hacia los monitores se utilizan las Matrices de video, que son sistemas capaces de direccionar a través de microprocesadores las entradas (cámaras) hacia las salidas (monitores). Con las matrices de video se pueden programar las secuencias de cámaras en un monitor.

A continuación presentamos un diagrama básico de un sistema de circuito cerrado de TV .

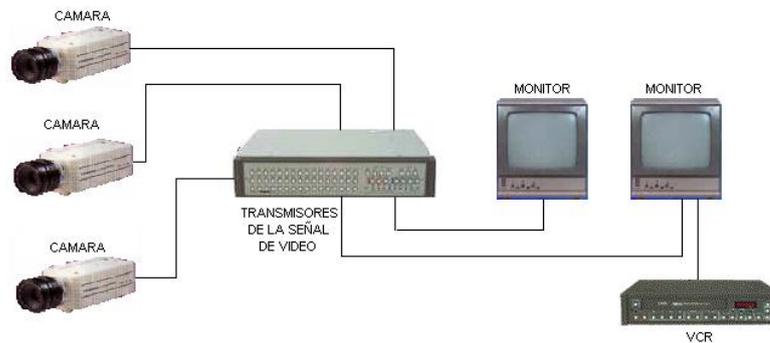


Figura.3.1.Solución Sistema de circuito cerrado de TV

Los sistemas modernos de CCTV permiten digitalizar las imágenes y comprimirlas para así mostrar en un solo monitor toda la información requerida. Estos sistemas son los llamados “Monitores Digiquad “. Con los respectivos sistemas de grabación que permiten grabar en tiempo real todas las cámaras comprimidas, y así tener una mejor secuencia de los hechos.

Elementos básicos de un circuito cerrado de TV:

- Elementos captadores de imagen (cámaras)
- Elementos reproductores de imagen (monitores)
- Elementos grabadores de imagen (VCR)
- Elementos transmisores de la señal de vídeo (Matrices de video)
- Elementos de control
- Videosensores (generan una alarma ante el movimiento registrado en el video)

Este tipo de sistema no es el más adecuado para el Campus Gustavo Galindo de la ESPOC por las siguientes razones:

Distancias.- Las distancias que habría entre las cámaras y los centros de monitoreo son considerablemente grandes lo que exigiría un cableado

extenso ya sea de cable coaxial o fibra óptica, lo que representaría un alto costo de implementación y mantenimiento.

Escalabilidad.- En un sistema de circuito cerrado de TV añadir una nueva cámara no sólo significa cablear hasta el centro de control, sino que también puede suponer la adquisición de nuevos equipos de grabación o multiplexación de X cámaras. Constantemente la ESPOI se ve en la necesidad de construir nuevos edificios, lo que exigiría el aumento de cámaras. Si la Universidad implementara este tipo de Sistema de Seguridad se vería constantemente en la necesidad de cambiar equipos de grabación y multiplexación lo que a la larga resultaría muy costoso.

3.2.2. SOLUCIÓN HÍBRIDA DE VIDEO ANALÓGICO SERVIDOR DIGITAL.

En este tipo de solución, las cámaras generan una señal analógica que es convertida en señal digital por medio de los dispositivos DVR, que realizan la grabación en formato digital facilitando la búsqueda de video.

Uno de los objetivos que se perseguía con la aparición de los DVR es reemplazar el video tape por el disco duro facilitando el almacenaje de la información, pero el DVR aún mantenía entradas para cables coaxiales y salidas analógicas.

La segunda generación de DVRs llegó con conexiones a red para poder utilizar una PC como central de monitoreo. En los últimos dos años, prácticamente todos los DVRs están siendo entregados con una conexión de red o módem para que las imágenes grabadas puedan ser monitoreadas remotamente, vía un software propietario de cada fabricante. Incluso en la actualidad, los DVRs más avanzados admiten la grabación de algunas cámaras IP del mismo fabricante.

Esta solución tampoco es la más conveniente para implementar en el campus Gustavo Galindo de la ESPO. Si bien tiene ventaja sobre la solución analógica por cuanto se realiza la conversión del video analógico al formato digital lo que facilita su almacenamiento, sin embargo la conexión con las cámaras es vía cable coaxial y además no es un sistema escalable, es decir para aumentar el número de cámaras requeriría la compra de un equipamiento con mayores entradas. Como se verá al explicar la siguiente solución es una seria desventaja.

3.2.3. SOLUCIÓN CON VIDEO DIGITAL (TRANSMISIÓN SOBRE IP)

La convergencia en redes IP ha alcanzado el mundo de los Circuitos Cerrados de Televisión CCTV. Tradicionalmente estos sistemas han estado basados en la transmisión analógica del vídeo y su posterior grabación en el clásico formato analógico de cinta mediante equipos VCR, a los cuales se conectan las cámaras empleando una infraestructura dedicada de cable coaxial o fibra óptica.

El siguiente paso lógico en la evolución de los sistemas CCTV era el empleo de grabadores digitales DVRs, capaces de almacenar el vídeo en formato digital, preservando así las grabaciones frente al paso del tiempo y facilitando su administración mediante herramientas de software.

La tendencia actual conduce a la digitalización del vídeo desde su transmisión, abandonando el esquema tradicional y adoptando un esquema totalmente distribuido que al mismo tiempo aprovecha las infraestructuras IP existentes, o las comparte con otras aplicaciones (redes multimedia). Esto es posible debido a la gran implantación de las redes IP y al desarrollo de mecanismos para soportar aplicaciones de tiempo real como la voz o el vídeo (a saber, técnicas de priorización de tráfico como ToS o DiffServ, protocolos

de reserva de recursos como el RSVP, o protocolos de control de tiempo como el RTP y el RTCP), así como al incremento sustancial de la capacidad de las redes locales con la generalización de los conmutadores, del Fast Ethernet y del Gigabit Ethernet..

Una Red Inalámbrica de Seguridad bajo el protocolo TCP/IP es una red normal de networking a la cual se enganchan cámaras de video IP que tienen incorporados servidores Web, lo que hace posible la visualización del video mediante Web browsers como el Internet Explorer. Se puede utilizar software especial para la visualización, almacenamiento y administración del video.

El vídeo IP está desplazando a los dispositivos analógicos como los VCRs, las matrices, multiplexores, y a los grabadores digitales o DVRs. Entre los principales motivos se encuentran:

- La escalabilidad de las redes bajo el protocolo TCP / IP.
- La posibilidad de acceder al sistema desde cualquier lugar del mundo.
- La calidad de las grabaciones inherente al procesado digital de la señal de vídeo.

La rentabilidad de un sistema de tele vigilancia IP con respecto al CCTV tradicional es mayor cuanto mayor es el número de cámaras involucradas. Es cierto que el coste inicial por cámara es mayor en los sistemas basados en IP, pero el coste de la infraestructura es menor y el coste de ampliación por cámara es plano y no exponencial. En el sistema analógico o basado en DVRs añadir una nueva cámara significa no sólo cablear hasta el centro de control, sino que también puede suponer adquirir nuevo equipamiento de grabación o multiplexación con capacidad de X cámaras. En el caso de un sistema basado en IP el coste de ampliación sólo sería el de la cámara.

En un Sistema de Seguridad, son imprescindibles ciertos requisitos como la fiabilidad y disponibilidad las 24 horas del día, alta calidad y máxima tasa de imágenes por segundo, esto es posible empleando técnicas de codificación de video basadas en movimiento.

Algunas de las ventajas que tiene un Sistema de Seguridad bajo el protocolo TCP/IP son las que se mencionan a continuación:

- El costo de almacenamiento digital es inferior al analógico.
- La calidad es mayor. Si la tele vigilancia es IP, la flexibilidad del sistema aumenta.
- El video se encapsula en paquetes IP desde su propio origen y los grabadores almacenan los flujos IP.
- En la transmisión una característica es resaltar el ancho de banda que consumen los servidores, este se puede optimizar empleando técnicas de Multicast de manera que el servidor transmita un solo flujo de video para todos los clientes y la red se encargue de distribuirlo en el segmento de red de cada receptor. Si la red no soporta Multicast, el servidor de video debe transmitir un flujo Unicast por cada cliente, multiplicándose la necesidad de ancho de banda.

Debido a lo anteriormente expuesto lo que más le conviene a la ESPOL es la implementación de un Sistema de Seguridad inalámbrico bajo el protocolo IP por múltiples razones:

- El uso de cámaras IP inalámbricas evita el cableado hacia los switches o hubs, lo que representa un considerable ahorro en los costos de instalación y mantenimiento, además los tiempos de puesta en funcionamiento del sistema son considerablemente menores con respecto a otras redes. En el Campus Gustavo Galindo las distancias

entre un sitio y otro son significativas por lo que esta característica del sistema es valiosa.

-
- Como ya se lo ha mencionado anteriormente otro punto fuerte de este tipo de sistema es la escalabilidad y esto es una característica deseable, puesto que con frecuencia se construyen en el Campus nuevos edificios y por lo tanto los puntos de vigilancia se incrementan.
-
- Los dispositivos que trabajan bajo el protocolo TCP/IP utilizan estándares abiertos por lo que no precisan trabajar con equipos de la misma marca. Esto permite la elección de dispositivos de distintos proveedores según la función que realicen y los costos que representen.

A continuación se presenta un esquema básico de una Red Inalámbrica de Seguridad bajo el protocolo TCP/ IP.

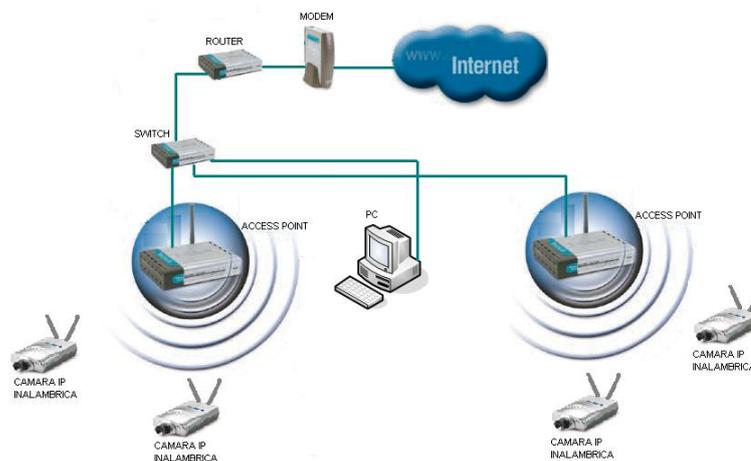


Figura.3.2. Solución con video digital

3.3. DISEÑO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD PROPUESTO PARA LA PARTE ESTRUCTURAL DEL CAMPUS GUSTAVO GALINDO DE LA ESPOL.

En este literal se indicarán las áreas de la parte estructural del Campus que serían vigiladas.

También se analizarán detalles relacionados con la Red de Seguridad propuesta, como el ancho de banda necesario para la visualización en tiempo real del video, la asignación de canales de frecuencia y direcciones IP a los elementos de la red, tecnología inalámbrica y protocolos de transmisión a utilizar entre otros puntos más.

3.3.1. DETERMINACIÓN DE LOS PUNTOS CRÍTICOS QUE NECESITAN SEGURIDAD.

La Red inalámbrica de Seguridad bajo el protocolo TCP/IP daría cobertura a las siguientes áreas principalmente:

- Parqueaderos
- Areas administrativas
- Laboratorio



Figura.3.3.Parqueaderos



Figura.3.4. Áreas Administrativas



Figura.3.5. Laboratorios

Consideramos que los sitios ya mencionados de cada facultad son los que mayor interés tienen por tema seguridad. Cada vez es mayor el número de hechos delictivos cometidos en los parqueaderos lo que justifica la ubicación de cámaras en dicha área. En las áreas administrativas se maneja considerables sumas de dinero y los laboratorios cuentan con equipos electrónicos costosos lo que hace necesario la colocación de cámaras en estas áreas también.

Una vez determinados los puntos que necesitan vigilancia del Campus Gustavo Galindo de la ESPOL, los siguientes ítems mostrarán los distintos aspectos de la Red inalámbrica de Seguridad propuesta. Por cada Facultad se instalaría una red LAN inalámbrica (independiente de la existente) a la cual estarán conectadas las cámaras IP inalámbricas, que transmitirán paquetes de video bajo el protocolo TCP/ IP. Se contempla adecuar un sitio en el edificio del Rectorado para la instalación de un sólo Centro de monitoreo de las imágenes de las cámaras IP inalámbricas, por lo que en los

siguientes ítems se explicará la tecnología y los respectivos protocolos que permitirán el transporte de las señales de video hasta el mencionado sitio.

3.3.2. TECNOLOGÍA DE TRANSMISIÓN INALÁMBRICA Y PROTOCOLOS DE TRANSMISIÓN A UTILIZAR.

Se ha elegido el edificio del Rectorado como punto convergente de la información, puesto que desde el edificio principal de cada Facultad (sitio desde el que se transmitirán las señales de video) incluyendo Tecnologías existe línea de vista con el Rectorado. El tipo de tecnología inalámbrica y los protocolos utilizados para transmisión de los datos hacia el mencionado sitio serán indicados a continuación.

3.3.2.1 Conectividad Inalámbrica

En cada facultad de la Universidad se instalaría una red LAN a la que estarían conectadas las cámaras IP inalámbricas por medio de un Access Point. El estándar para las redes inalámbricas que es utilizado por las cámaras IP y Access Point es el 802.11G, cuyo protocolo de acceso al medio es el CSMA/CA (Carrier sense multiple access / collision avoidance). La modulación utilizada por las cámaras IP y los Access Point es OFDM que permite alcanzar las velocidades descritas en la siguiente tabla:

SENSITIVIDAD RECEPTOR	BW (Mbps)	MODULACION OFDM
-65dBm	54	64 QAM
-66dBm	48	64 QAM
-70dBm	36	16 QAM
-74dBm	24	16 QAM

-77dBm	18	QPSK
-79dBm	12	QPSK
-81dBm	9	BPSK
-82dBm	6	BPSK

Tabla. 3.2. Descripción de la Velocidad de transmisión

La tasa de transmisión de datos depende de la intensidad de la potencia de recepción. En nuestro diseño se ha procurado que las cámaras IP inalámbricas se encuentren a una distancia del Access Point tal que la potencia de recepción permita la máxima tasa de transmisión de datos.

Los paquetes de video de las cámaras IP de cada una de las facultades serían transmitidas a una estación central de monitoreo ubicada en el edificio del Rectorado, a través de un Sistema Punto - Multipunto que está conformado con SU (unidades de suscriptor ubicados en cada facultad) y BSU (unidades de estación base localizados en el edificio del rectorado)

Un diagrama básico de este tipo de sistema es el que se muestra continuación.

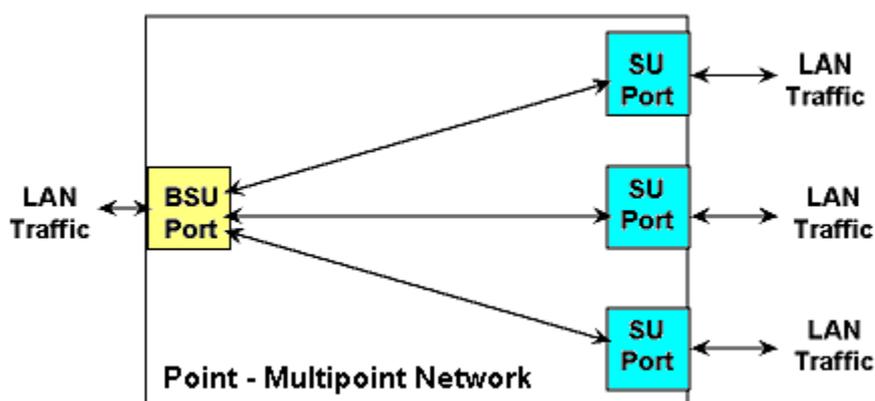


Figura.3.6. Esquema Punto – Multipunto

Las unidades de suscriptor configurados como routers inalámbricos en cada facultad permiten transmitir los paquetes IP de video por ondas de radio a la estación central de monitoreo. La técnica de modulación utilizada por los equipos integrantes de este sistema es OFDM. Tal como se lo explicó anteriormente la tasa de transmisión de datos depende de la potencia de recepción y como se mostrará más adelante en los cálculos de propagación de los enlaces radioeléctricos, la potencia de recepción de la señal en cada de las unidades de suscriptor de las facultades, permite tener la máxima tasa de transmisión de datos.

El protocolo de acceso al medio propio de este sistema es WERP (Wireless Outdoor Router Protocol).

En el área de Tecnologías se contempla implementar los siguientes enlaces de acuerdo al cuadro mostrado:

No	SITIO A	SITIO B	TIPO DE ENLACE	Distancia (m)
1	EDIF. 34 TALLER FUND	EDIF. GOB. TECNOL	PUNTO-PUNTO	268
2	CANCHA TECNOL	EDIF. GOB. TECNOL	PUNTO-PUNTO	186
3	EDIF. GOB TECNOL	EDIF. RECTORADO	PUNTO- MULTIPUNTO	900

Tabla. 3.3. Tipo de enlaces entre SITIOS

Por la ubicación geográfica se instalaría en el edificio 34, taller de fundición, el access point que permitiría el acceso de las cámaras IP que se ubicarían en el área de los talleres. También se proyecta colocar cámaras IP en el área de la piscina de tecnología y estas se conectarían, por medio del

enlace punto – punto nro. 2 al dispositivo que sería instalado en el edificio del Gobierno de Tecnología.

La unidad de suscriptor, configurado como router inalámbrico, que permitiría el transporte de los paquetes de video de las cámaras IP al Rectorado para su visualización, estaría ubicado en el edificio del Gobierno de tecnología. El enlace punto – punto nro 1 permitiría que la señal de video de las cámaras de los talleres y de la garita puedan llegar hasta la unidad de suscriptor SU para su respectiva transmisión.

La técnica de modulación utilizada en los enlaces punto a punto y en el multipunto es OFDM, llegando a obtenerse una máxima tasa de transmisión de datos de 54 Mbps dependiendo del nivel de la potencia de recepción, tal como se puede apreciar en la tabla 3.2.

3.3.2.2 Protocolos de transmisión

Tal como se indicó anteriormente, en cada Facultad se implementaría una Red Lan inalámbrica conformada por las cámaras IP inalámbricas y Punto de Acceso bajo el estándar 802.11G. El protocolo de acceso al medio es el **CSMA/CA**. Bajo este protocolo cada cámara que desee transmitir datos al Punto de Acceso primeramente escucha el medio para poder detectar si otro elemento está transmitiendo. Al constatar que el medio está libre, la cámara no empieza a transmitir inmediatamente, sino que luego de una cantidad de tiempo aleatoria determinada por el algoritmo de backoff implementado, la cámara emite la señal. En otras palabras cada cámara compete por el medio de transmisión.

En el Sistema Punto – Multipunto entre Facultades y Rectorado, el protocolo para el acceso al medio es el WORP (Wireless outdoor router protocol). En un sistema basado en WORP, la estación base actúa como

un controlador de tráfico. Inicialmente transmite broadcasts cada 150 ms lo que permitirá el registro y autenticación mutua de las estaciones de suscriptor con la estación base.

La BSU (Unidad de Estación Base) realiza un polling periódico de cada una de las unidades de suscriptor, a fin de permitir la transmisión de datos de la unidad que lo requiera. Dependiendo de la tasa de transmisión de datos configurada en las unidades de suscriptor, luego de un determinado período de inactividad, tal como se puede apreciar en la tabla abajo, la estación base sitúa a la unidad de suscriptor en el modo sleep.

DATA RATE (Mbps)	PERIODO (ms)
1	200
2	180
5.5	150
6	150
9	150
12	120
18	120
24	120
36	60
48	60
54	60
72	20
96	20
108	20

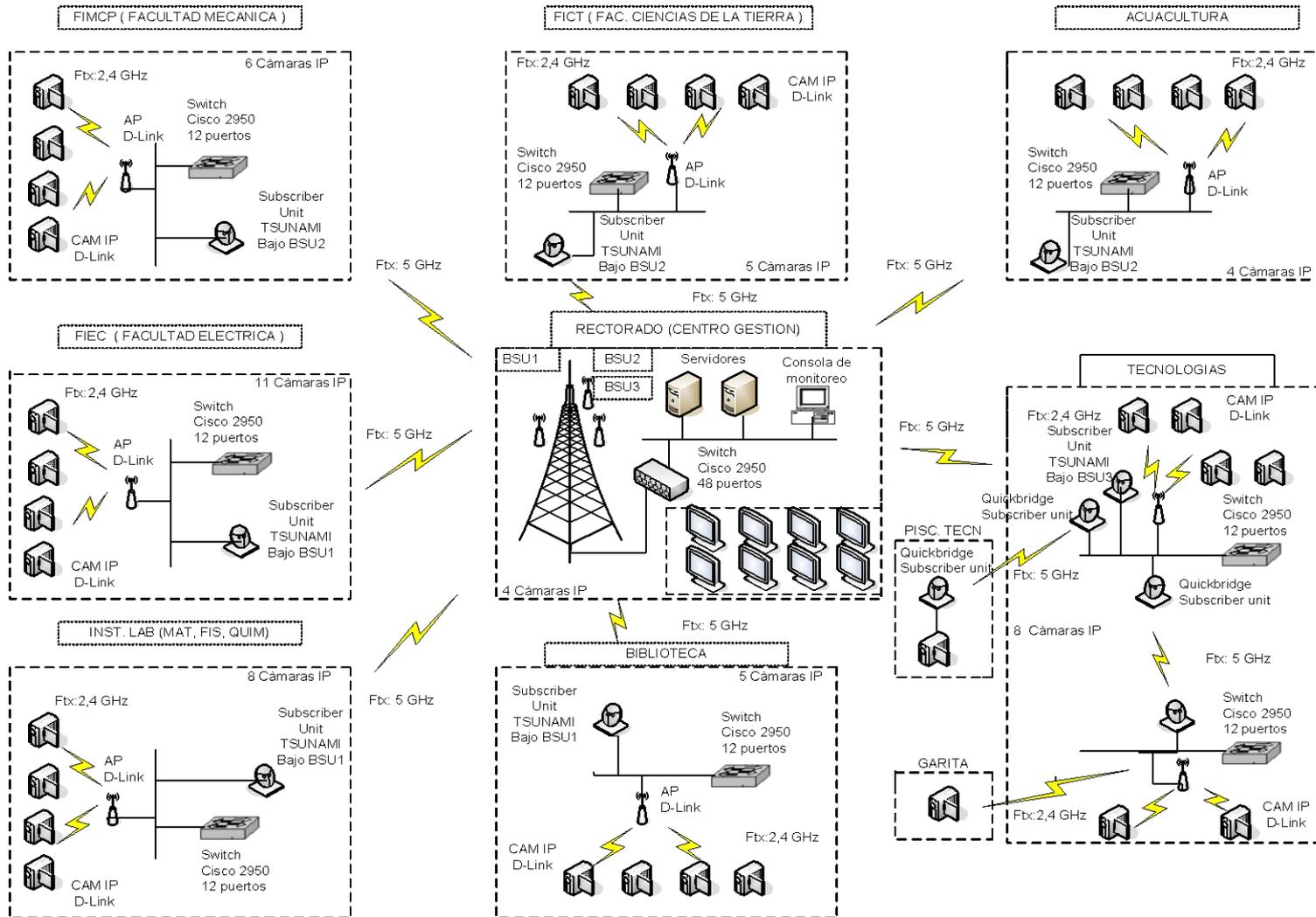
Tabla. 3.4. Tasa de transmisión de datos luego de periodo de inactividad

Esto significa que la unidad de estación base realizará esporádicos pollings cada 500 o 4000 ms. Cuando una unidad de suscriptor, en este modo

sleep, recibe una petición de transmisión de datos a través de la interface inalámbrica le puede tomar de 150 a 300 ms captar la atención de la BSU, lo cual puede causar serios problemas a Aplicaciones que necesiten retrasos menores. En nuestro diseño se ha considerado deshabilitar el modo “ No sleep “ es decir que, si algunas unidades de suscriptor registran inactividad por un período determinado de tiempo, la estación base los situará en el modo “ sleep “.

Es muy poco probable que alguna unidad de suscriptor llegue a estar en el estado “ sleep “ puesto que algunas cámaras IP inalámbricas en cada facultad, estarán transmitiendo datos todo el tiempo, lo que evitará que la unidad de suscriptor entre en un período de inactividad. Cada estación base puede manejar simultáneamente hasta 6 unidades de suscriptor, si estos están activos todo el tiempo realizando transmisiones.

3.3.3. DIAGRAMA GENERAL DE LA RED DE SEGURIDAD PROPUESTA



Tal como se puede apreciar en el diagrama mostrado, en cada una de las Facultades, incluyendo las Tecnologías se implementaría una red Lan inalámbrica de cámaras IP bajo el estándar 802.11g, que trabaja en el rango de frecuencias 2.4 GHz. En esta banda de frecuencia sólo se puede utilizar 3 canales sin solapamiento (1, 6, 11).

En el lugar que se adecúe en el edificio del Rectorado, se debe instalar un Centro de Monitoreo de las cámaras IP. El sistema que se propone implementar para la transmisión de las imágenes hasta el lugar en el Rectorado, es el Punto – Multipunto Tsunami MP11 5054. Consiste en instalar un SU (Unidad de suscriptor) en cada Facultad y que mediante enlaces de microonda, en el rango de frecuencias 5.7 GHz, se conecten a cada una de las 3 BSUs (Estaciones Base) que les corresponda, en el edificio del Rectorado.

En el área de Tecnología hay sectores alejados como la garita a la entrada de la Universidad y las canchas, donde se contempla instalar 1 sola cámara en cada sitio. La cámara de la garita se conectará al punto de acceso del taller de fundición. La cámara IP de la piscina se podrá conectar a la Red Lan inalámbrica de Tecnología mediante los dispositivos Tsunami Quickbridge (puentes inalámbricos).

En este sector se instalarían 3 Access Points, uno en el edificio de gobierno de Tecnología, otro en el lado exterior de una de las paredes del Taller de Fundición, y un último access point se instalaría en el área de la piscina.

Las 3 unidades de suscriptor de la FIEC, INSTITUT-LABORAT., Biblioteca se conectarían a la BSU1, las unidades de la FIMCP y Acuacultura se conectan a la BSU2 y finalmente la unidad instalada en el edificio de Gobierno de Tecnología se conecta a la BSU3. Cada BSU puede atender hasta un máximo de 7 SU activos.

3.3.3.1 Equipos en cada Facultad

En cada una de las facultades se debe instalar una red LAN inalámbrica a la cual se conectarían los dispositivos indicados en los cuadros adjuntos:

EQUIPO	MARCA MODELO	NUMERO DE EQUIPOS POR FACULTAD						
		FIEC	FIMCP	FICT	ACUACULTURA	BIBLIOT.	INST.MAT, FIS, QUIM, ECON.	TECNOL.
CAMARA IP INALAMBRICA, 2,4 GHz	DLINK DCS 2100G	11	6	6	4	5	8	8
ACCESS POINT, 2,4 GHz	DLINK DWLAG-700AP	1	1	1	1	1	1	3
SUBSCRIBER UNIT	TSUNAMI MP11 5054	1	1	1	1	1	1	1
SWITCH 12 PUERTOS	CISCO CATALYST 2950	1	1	1	1	1	1	3
ANTENA DIRECCIONAL, 23 dBi	TSUNAMI MP11 SU 5,7 GHz	1	1	1	1	1	1	1
WIRELESS BRIDGE,5,7GHz	TSUNAMI QUICKBRIDGE	0	0	0	0	0	0	4

Tabla. 3.5. Equipos de red Lan inalámbrica en cada Facultad

Tal como se puede apreciar en los cuadros adjuntos, en cada una de las facultades de ingeniería se instalarían la misma clase de equipos. En el área de Tecnología, hay ciertos sectores (garita, piscina de Tecnología) que serán monitoreados con sólo 1 cámara IP en cada lugar.

3.3.3.2 Equipos de la Estación Base

En el edificio del Rectorado se contempla instalar una red Lan inalámbrica a la cual se conectarán las cámaras IP que permitirán la vigilancia de algunos sectores de este edificio. Esta Red inalámbrica estará a su vez conectada a una Red alámbrica a la cual se engancharán la unidades BSU y consolas de monitoreo que permitirán recibir la transmisión de las señales de video de las distintas facultades y la respectiva visualización.

FACULTAD	EQUIPO	MARCA MODELO	CANTIDAD
EDIFICIO DEL RECTORADO	CAMARA IP INALAMBICA, 2,4 GHz	DLINK DCS 2100G	4
	ACCESS POINT, 2,4 GHz	DLINK DWLAG-700AP	1
	PERSONAL COMPUTER	PENTIUM 4	10
	SERVIDORES DE ALMACENAMIENTO DE DATOS Y GESTION DE RED	IBM	2
	SWITCH 48 PUERTOS	CISCO CATALYST 2950	1
	ROUTER	CISCO 3640	1
	BASE STATION UNIT	TSUNAMI MP 11 5054	3
	ANTENA SECTORIAL, 14 dBi, 120 GRADOS	TSUNAMI MP11 BSU 5,7 GHz	3

Tabla. 3.6. Equipos de red de la Estación Base

3.3.3.3 Ubicación de la estación base

Como se lo ha indicado anteriormente la estación base o Centro de Monitoreo deberá ser ubicado en un sitio del edificio del Rectorado, por cuanto existe línea de vista desde cada una de los edificios de gobierno de las facultades incluyendo tecnología con el mencionado lugar. En el techo, haciendo uso de las torres existentes o instalando una nueva, se deberán colocar las 3 antenas sectoriales de 120 grados correspondientes a las 3 BSU (Base station unit). El área de cobertura de cada una de estas estaciones base, se encuentra indicada en el ítem 3.3.5.

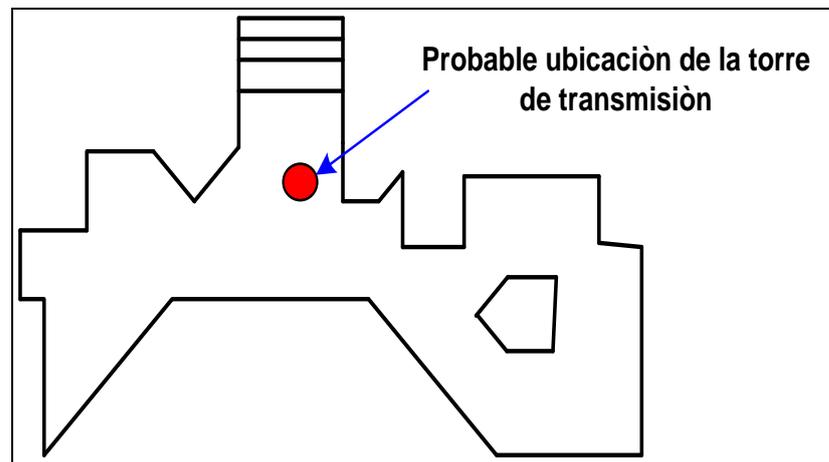


Figura.3.7.Edificio del Rectorado

3.3.4. ESTUDIO DE PROPAGACIÓN DE LOS ENLACES RADIOELÉCTRICOS DE LAS FACULTADES CON EL RECTORADO.

Como se indicó anteriormente en cada una de las facultades se instalaría una estación de subscriptor que se enlazaría vía microonda con las correspondientes estaciones base que se implementarían en el edificio del rectorado. En el siguiente literal se mostrarán los cálculos realizados sobre el esperado nivel de intensidad de la potencia de recepción, tanto en el

enlace de subida como en el de bajada, lo que permitirá tener una idea de la tasa de transmisión de datos que habrá en los mencionados enlaces.

POTENCIA RX (dBm)	BW (Mbps)
-69	54
-72	48
-77	36
-80	24
-83	18
-86	12
-87	9
-88	6

Tabla. 3.7. Cálculos de Intensidad de la potencia de recepción,

3.3.4.1 Cálculos de Propagación de los Enlaces Radioeléctricos

Existe línea de vista en cada uno de los enlaces, que se implementarían entre facultades y el sitio sobre el edificio del Rectorado. La única obstrucción que se presenta en estos enlaces es la vegetación, lo que causaría cierta pérdida en la señal, que es considerada en los cálculos realizados. El modelo de propagación utilizado para calcular pérdidas por trayectoria es el de Okumura-Hata, que es el más comúnmente usado.

A) ENLACE FACULTAD DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN – EDIFICIO DEL RECTORADO

$$Pr = Pt + G1 + G2 - Pto$$

D =	0,4 Km		
F =	5,8 GHz		
Pt =	16 dBm	Potencia de Recepciòn	BSU
Pt =	15 dBm	Potencia de Recepciòn	SU
G1 =	14 dBi	Ganancia de antena	
G2 =	23 dBi	Ganancia de antena	
Pto =	119 dB	Pèrdidas totales	
Pco=	0,2 dB/conector	Pèrdidas por conector	
Plt =	1,725 lt	Pèrdidas de lineas de transmisiòn	
Po =	99,75 dB	Pèrdidas en el espacio vaciò	
Pveg	10 dB	Pèrdidas por vegetaciòn	
Pv =	1 dB	Pèrdidas por lluvia	
M =	4 dB	Margen de Seguridad	
Pr =	Potencia de recepciòn		
Min. Sensitividad Receptor	= - 88 dBm	BSU	SU
Pr = -65,6 dBm	SU		
Pr = -66,6 dBm	BSU		

$$Po = 92,44 + 20 \times \log D(\text{km}) + 20 \times \log F(\text{Ghz})$$

$$Pto = Pco + Plt + Po + v\epsilon + Pv + M$$

BSU: Base Station Unit

SU: Subscriber Unit

Tabla. 3.8. Calculo del valor minimo de sensibilidad entre FIEC-Rectorado

La potencia de transmisiòn tanto de la unidad de suscriptor como de la estaciòn base difieren: Pt SU (unidad de suscriptor) = 15 dBm; Pt BSU (Unidad de estaciòn base) = 16 dBm. El valor mìnimo de sensibilidad en el receptor en ambos lados del enlace es de -88 dBm.

Como indican los càculos mostrados en la tabla adjunta, la potencia calculada de recepciòn en la unidad de suscriptor es -65,6 dBm, y en la estaciòn base es -66,6 dBm. Comparando los valores calculados con el valor mìnimo de sensibilidad se concluye que el enlace tanto de subida como de bajada tienen una alta confiabilidad, puesto que los resultados

obtenidos no alcanzan el valor mínimo de sensibilidad. La tasa teórica de transmisión de datos que habrá en este enlace será de 54 Mbps tal como se observa en la tabla 3.8.

En el trayecto del enlace no hay montículos que obstaculicen la 1ra zona fresnel de la señal. La 1ra zona Fresnel es uno de los elipsoides concéntricos que definen el patrón de radiación electromagnética de la señal. A continuación se muestra la fórmula para calcular el radio de la 1ra zona Fresnel según la distancia y una tabla comparativa de la altura de la 1ra zona Fresnel vs altura del terreno.

$$h(m) = 17,3 \sqrt{\frac{d_1(km) * d_2(km)}{f(Ghz) (d_1(km) + d_2(km))}}$$

h = radio de la 1ra zona Fresnel medidos desde la línea de vista.

d1 = distancia medida desde el sitio que emite la señal hasta el punto en que se desea saber el radio de la 1ra zona Fresnel.

d2 = distancia medida desde el punto que se desea saber el radio de la 1ra zona Fresnel hasta el punto de recepción de señal.

f = frecuencia de la señal transmitida.

DISTANCIA (m)	ALTURA TERRENO (m)	ALTURA 1ER ELIPSOIDE (m)	LÍNEA DE VISTA (m)	RADIO 1RA ZONA FRESNEL (m)
0.00	80.00	80.00	80.00	0
20.00	75.00	80.41	81.40	0.99
40.00	75.00	81.44	82.80	1.36
60.00	75.00	82.58	84.20	1.62
80.00	74.00	83.78	85.60	1.82
100.00	76.00	85.03	87.00	1.97
120.00	80.00	86.32	88.40	2.08
140.00	81.00	87.63	89.80	2.17
160.00	83.00	88.97	91.20	2.23
180.00	83.00	90.34	92.60	2.26
200.00	85.00	91.73	94.00	2.27
220.00	86.00	93.14	95.40	2.26
240.00	90.00	94.57	96.80	2.23
260.00	90.00	96.03	98.20	2.17
280.00	91.00	97.52	99.60	2.08
300.00	92.00	99.03	101.00	1.97
320.00	94.00	100.58	102.40	1.82
340.00	94.00	102.18	103.80	1.62
360.00	95.00	103.84	105.20	1.36
380.00	95.00	105.61	106.60	0.99
400.00	108.00	108.00	108.00	0

Tabla. 3.9. Cuadro comparativo de Elipsoide y Terreno entre Eléctrica, Computación-Rectorado

En la tabla 3.9 al comparar los valores de 2 columnas (Altura de Terreno y Altura 1er elipsoide) notamos que los valores de altura del 1er elipsoide siempre son mayores a los de la altura del terreno, lo que nos permite concluir que el 1er elipsoide Fresnel está 100 % libre de obstáculos, lo cual puede ser también fácilmente notado en el siguiente gráfico.

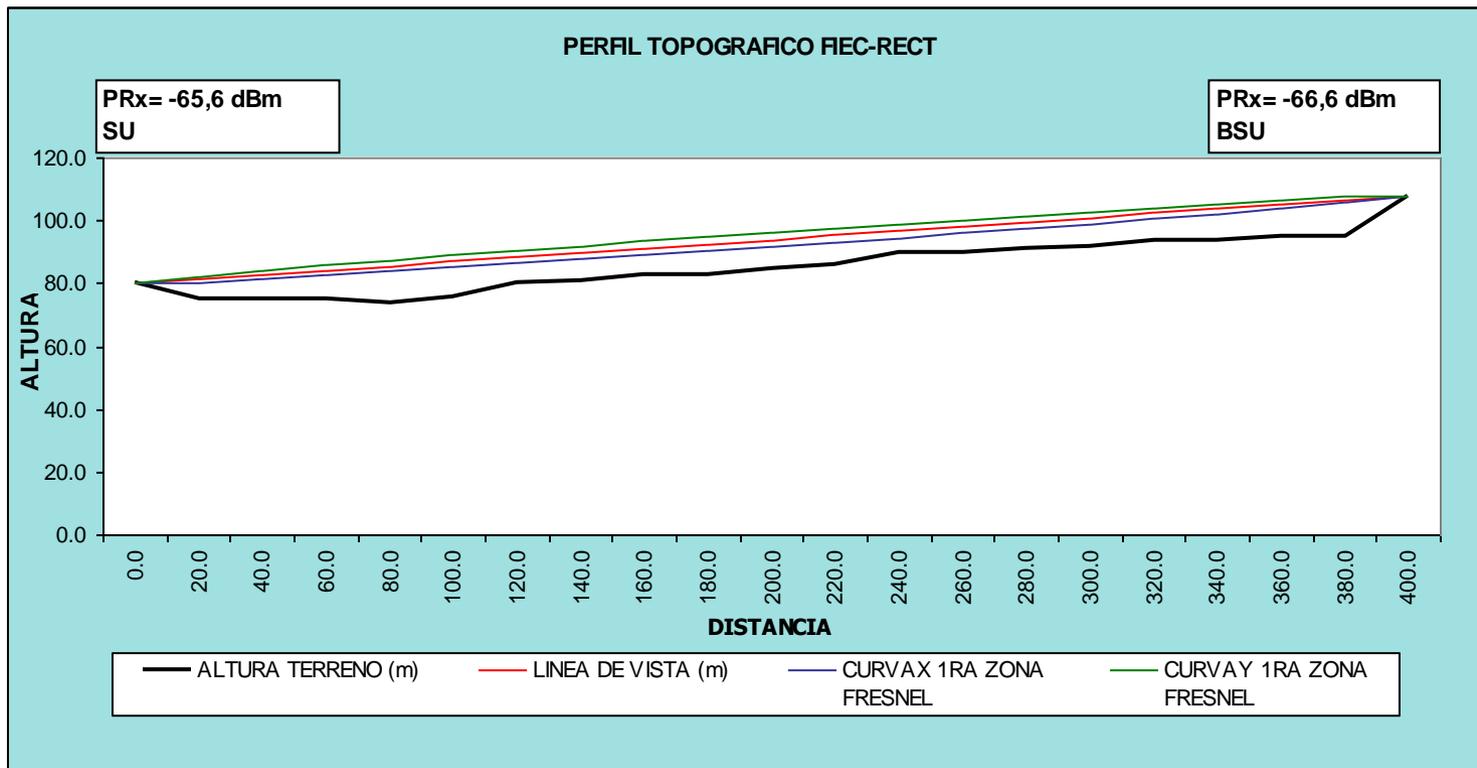


Figura.3.8. Perfil Topografico entre Electrica Computacion Y Rectorado

B) ENLACE FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA – EDIFICIO DEL RECTORADO.

Pr = Pt + G1 + G2 - Pto	
D =	0,36 Km
F =	5,8 GHz
Pt =	16 dBm Potencia de Transmisión BSU
Pt =	15 dBm Potencia de Transmisión SU
G1 =	14 dBi Ganancia de antena
G2 =	23 dBi Ganancia de antena
Pto =	118 Pèrdenes totales
Pco=	0,2 dB/conector Pèrdenes por conector
Plt =	1,725 lt Pèrdenes de lineas de transmissiòn
Po =	98,89 dB Pèrdenes en el espacio vacio
Pveg =	10 dB Pèrdenes por vegetaciòn
Pv =	1 dB Pèrdenes por lluvia
M =	4 dB Margen de Seguridad
Pr =	Potencia de recepciòn
Min. Sensitividad Receptor	= -88 dBm BSU SU
Pr =	-64,7 dBm SU
Pr =	-65,7 dBm BSU
Po=	92,44+20xlogD(km)+20xlogF(Ghz)
Pto =	Pco + Plt + Po + Pveg + Pv + M
BSU:	Unidad de Estaciòn Base
SU:	Unidad de suscriptor

Figura.3.9. Calculo del valor minimo de sensitividad entre Mecanica-Rectorado

Como indican los càculos mostrados en la tabla 3.11, la potencia de recepciòn en la unidad de suscriptor es -64.7 dBm, y en la estaciòn base es -65.7 dBm. Comparando los valores calculados con el valor mìnimo de sensitividad -88 dBm se concluye que el enlace tanto de subida como de bajada tienen una alta confiabilidad. La tasa teòrica de transmissiòn de datos que habrà en este enlace serà de 54 Mbps tal como se puede concluir observando la tabla 3.8.

DISTANCIA (m)	ALTURA TERRENO (m)	ALTURA 1ER ELIPSOIDE (m)	LINEA DE VISTA (m)	RADIO 1RA ZONA FRESNEL (m)
0.00	80.00	80.00	80.00	0.00
18.13	75.00	80.46	81.40	0.94
36.25	75.00	81.50	82.80	1.30
54.38	77.00	82.66	84.20	1.54
72.50	77.00	83.87	85.60	1.73
90.63	78.00	85.13	87.00	1.87
108.75	78.00	86.42	88.40	1.98
126.88	78.00	87.74	89.80	2.06
145.00	79.00	89.08	91.20	2.12
163.13	79.00	90.45	92.60	2.15
181.25	79.00	91.84	94.00	2.16
199.38	85.00	93.25	95.40	2.15
217.50	90.00	94.68	96.80	2.12
235.63	91.00	96.14	98.20	2.06
253.75	91.00	97.62	99.60	1.98
271.88	91.00	99.13	101.00	1.87
290.00	93.00	100.67	102.40	1.73
308.13	95.00	102.26	103.80	1.54
326.25	98.00	103.90	105.20	1.30
344.38	100.00	105.66	106.60	0.94
362.50	108.00	108.00	108.00	0.00

Tabla. 3.10. Cuadro comparativo de Elipsoide y Terreno entre Mecanica-Rectorado

En la tabla 3.11 al comparar los valores de 2 columnas (Altura de Terreno y Altura 1er elipsoide) notamos que los valores de altura del 1er elipsoide siempre son mayores a los de la altura del terreno, lo que nos permite concluir que el 1er elipsoide Fresnel está 100 % libre de obstáculos, lo cual puede también ser notado observando el siguiente gráfico.

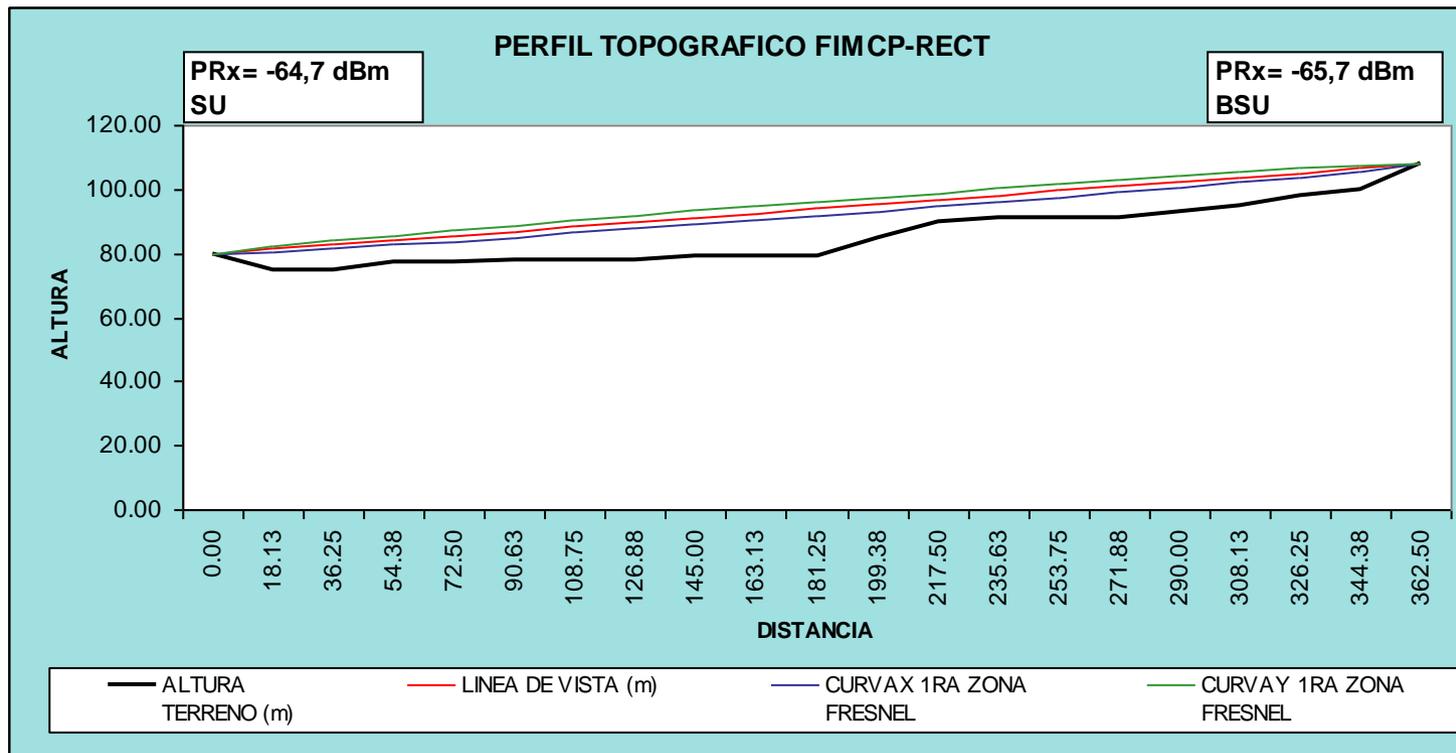


Figura.3.10. Perfil Topografico entre Facultad De Mecanica Y Rectorado

C) ENLACE FACULTAD INGENIERIA CIENCIAS DE LA TIERRA – EDIFICIO DEL RECTORADO.

Pr = Pt + G1 + G2 - Pto	
D =	0,25 Km
F =	5,8 GHz
Pt =	16 dBm Potencia de Transmisión BSU
Pt =	15 dBm Potencia de Transmisión SU
G1 =	14 dBi Ganancia de antena
G2 =	23 dBi Ganancia de antena
Pto =	115 Pèrdis total
Pco=	0,2 dB/conector Pèrdis por conector
Plt =	1,725 lt Pèrdis de línies de transmissió
Po =	95,67 dB Pèrdis en el espai buit
Pveg =	10 dB Pèrdis per vegetació
Pv =	1 dB Pèrdis per pluja
M =	4 dB Margen de Seguretat
Pr =	Potencia de recepció
Sensitivitat Receptor	= -88 dBm BSU SU
Pr =	-61,5 dBm SU
Pr =	-62,5 dBm BSU
Po=	92,44+20xlogD(km)+20xlogF(Ghz)
Pto =	Pco + Plt + Po + Pveg + Pv + M
BSU:	Unidad de Estación Base
SU:	Unidad de suscriptor

Tabla. 3.11. Calculo del valor minimo de sensibilidad entre Ciencias de la Tierra -Rectorado

En la tabla 3.12, la potencia de recepció en la unidad de suscriptor es 61.5 dBm, y en la estació base es -62.5 dBm. Comparando los valores calculados con el valor mínimo de sensibilidad -88 dBm se concluye que el enlace tanto de subida como de bajada tienen una alta confiabilidad. La tasa teórica de transmisión de datos que habrá en este enlace será de 54 Mbps tal como se puede concluir observando la tabla 3.8.

DISTANCIA (m)	ALTURA TERRENO (m)	ALTURA 1ER ELIPSOIDE (m)	LINEA DE VISTA (m)	RADIO 1RA ZONA FRESNEL (m)
0.00	78.00	83.00	83.00	0.00
12.50	78.00	83.47	84.25	0.78
25.00	78.00	84.42	85.50	1.08
37.50	78.00	85.47	86.75	1.28
50.00	80.00	86.56	88.00	1.44
62.50	81.00	87.69	89.25	1.56
75.00	81.00	88.85	90.50	1.65
87.50	81.00	90.04	91.75	1.71
100.00	83.00	91.24	93.00	1.76
112.50	83.00	92.46	94.25	1.79
125.00	83.00	93.70	95.50	1.80
137.50	83.00	94.96	96.75	1.79
150.00	89.00	96.24	98.00	1.76
162.50	89.00	97.54	99.25	1.71
175.00	89.00	98.85	100.50	1.65
187.50	90.00	100.19	101.75	1.56
200.00	93.00	101.56	103.00	1.44
212.50	95.00	102.97	104.25	1.28
225.00	98.00	104.42	105.50	1.08
237.50	100.00	105.97	106.75	0.78
250.00	108.00	108.00	108.00	0.00

Tabla. 3.12. Cuadro comparativo de Elipsoide y Terreno entre Ciencias de la Tierra -Rectorado

En la tabla 3.14 al comparar los valores de 2 columnas (Altura de Terreno y Altura 1er elipsoide) notamos que los valores de altura del 1er elipsoide siempre son mayores a los de la altura del terreno, lo que permite concluir que el 1er elipsoide Fresnel está 100 % libre de obstáculos, lo cual puede también ser notado en el siguiente gráfico.

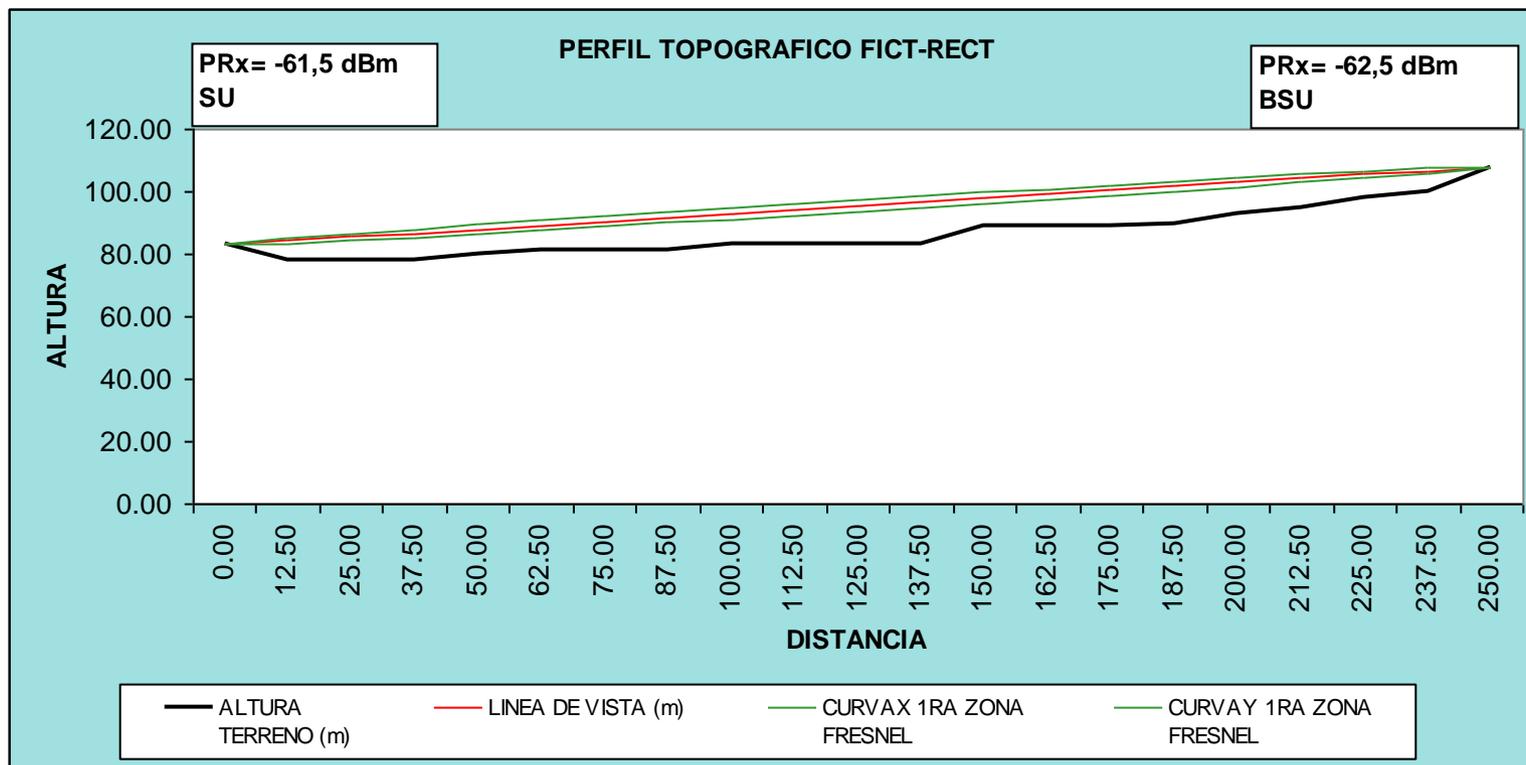


Figura.3.11. Perfil Topografico entre INGENIERIA Ciencias de la Tierra -Rectorado

D) ENLACE LABORATORIOS INSTITUTOS MATEMATICAS, FISICA,QUIMICA, ECONOMIA – EDIFICIO DEL RECTORADO.

Pr = Pt + G1 + G2 - Pto	
D =	0,36 Km
F =	5,8 GHz
Pt =	16 dBm Potencia de Transmisión BSU
Pt =	15 dBm Potencia de Transmisión SU
G1 =	14 dBi Ganancia de antena
G2 =	23 dBi Ganancia de antena
Pto =	118 Pèrdenes totales
Pco=	0,2 dB/conector Pèrdenes por conector
Plt =	1,725 lt Pèrdenes de lineas de transmisiòn
Po =	98,8 dB Pèrdenes en el espacio vacio
Pveg :	10 dB Pèrdenes por vegetaciòn
Pv =	1 dB Pèrdenes por lluvia
M =	4 dB Margen de Seguridad
Pr =	Potencia de recepciòn
Sensitividad Receptor	= -88 dBm BSU SU
Pr =	-65,6 dBm BSU
Pr =	-64,6 dBm SU
Po=	92,44+20xlogD(km)+20xlogF(Ghz)
Pto =	Pco + Plt + Po + Pveg + Pv + M
BSU:	Unidad de Estaciòn Base
SU:	Unidad de suscriptor

Tabla. 3.13. Calculo del valor minimo de sensibilidad entre INSTS.,ICHE, LABS,- Rectorado

En la tabla 3.15, la potencia de recepciòn en la unidad de suscriptor es -64.6 dBm, y en la estaciòn base es -65.6 dBm. Comparando los valores calculados con el valor mìnimo de sensibilidad -88 dBm se concluye que el enlace tanto de subida como de bajada, tienen una alta confiabilidad. La tasa teòrica de transmisiòn de datos que habrà en este enlace serà de 54 Mbps tal como se puede concluir observando la tabla 3.15.

DISTANCIA (m)	ALTURA TERRENO (m)	ALTURA 1ER ELIPSOIDE (m)	LINEA DE VISTA (m)	RADIO 1RA ZONA FRESNEL (m)
0.00	85.00	85.00	85.00	0.00
17.88	75.00	85.21	86.15	0.94
35.75	75.00	86.01	87.30	1.29
53.63	75.00	86.92	88.45	1.53
71.50	78.00	87.88	89.60	1.72
89.38	80.00	88.89	90.75	1.86
107.25	81.00	89.93	91.90	1.97
125.13	85.00	91.00	93.05	2.05
143.00	90.00	92.10	94.20	2.10
160.88	90.00	93.21	95.35	2.14
178.75	91.00	94.35	96.50	2.15
196.63	93.00	95.51	97.65	2.14
214.50	93.00	96.70	98.80	2.10
232.38	94.00	97.90	99.95	2.05
250.25	95.00	99.13	101.10	1.97
268.13	95.00	100.39	102.25	1.86
286.00	97.00	101.68	103.40	1.72
303.88	97.00	103.02	104.55	1.53
321.75	98.00	104.41	105.70	1.29
339.63	100.00	105.91	106.85	0.94
357.50	108.00	108.00	108.00	0.00

Tabla. 3.14. Cuadro comparativo de Elipsoide y Terreno entre INSTS., ICHE, LABS,- Rectorado

Al comparar los valores de 2 columnas (Altura de Terreno y Altura 1er elipsoide) de la tabla 3.15 notamos que los valores de altura del 1er elipsoide siempre son mayores a los de la altura del terreno, lo que permite concluir que el 1er elipsoide Fresnel está 100 % libre de obstáculos, lo que también puede notarse en el siguiente gráfico.

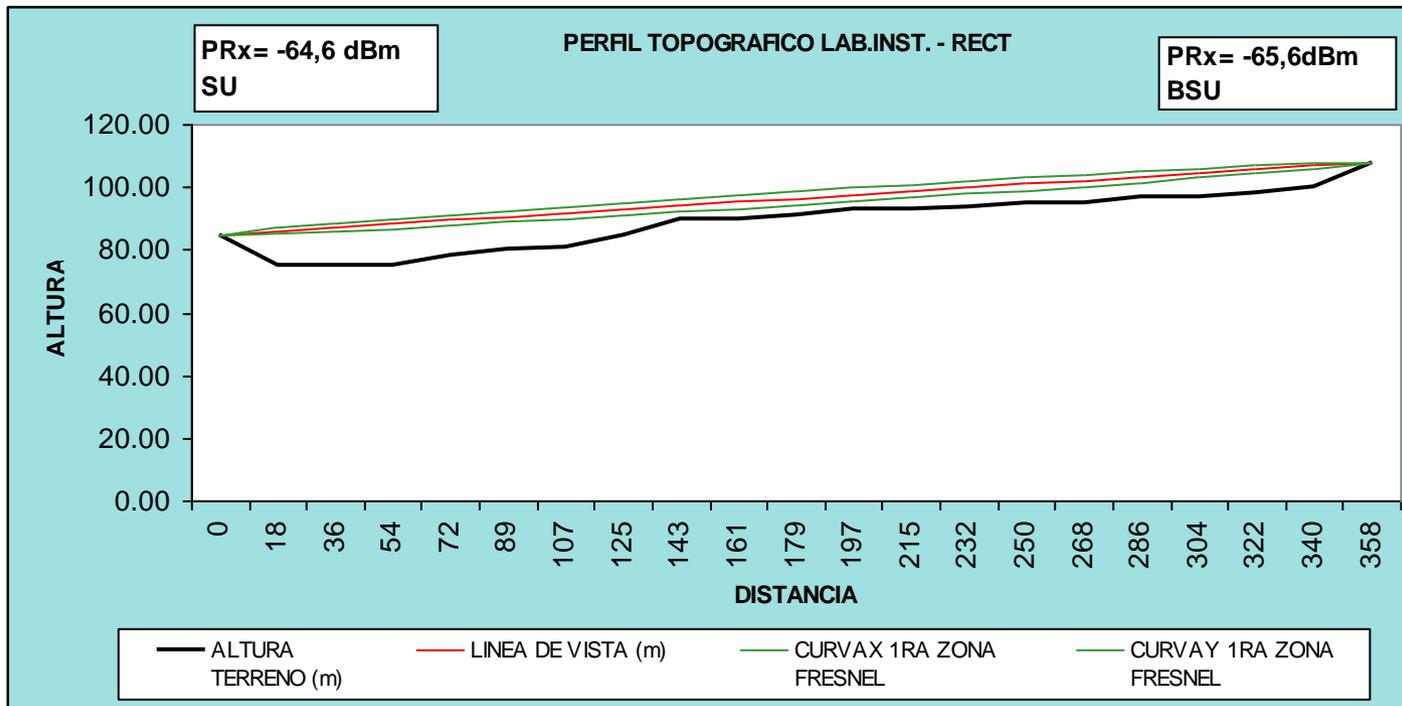


Figura.3.12. Perfil Topografico entre INSTS.,ICHE, LABORATORIOS y Rectorado

E) ENLACE ACUACULTURA – EDIFICIO DEL RECTORADO

Pr =	Pt + G1 + G2 - Pto
D =	0,17 Km
F =	5,8 GHz
Pt =	16 dBm Potencia de Transmissiòn BSU
Pt =	15 dBm Potencia de Transmissiòn SU
G1 =	14 dBi Ganancia de antena
G2 =	23 dBi Ganancia de antena
Pto =	111 dB Pèrdidas totales
Pco=	0,2 dB/conector Pèrdidas por conector
Plt =	1,725 lt Pèrdidas de línneas de transmissiòn
Po =	92,318 dB Pèrdidas en el espacio vaciò
Pveg =	10 dB Pèrdidas por vegetaciòn
Pv =	1 dB Pèrdidas por lluvia
M =	4 dB Margen de Seguridad
Pr =	Potencia de recepciòn
Sensitividad Receptor	= - 88 dBm
Pr =	-58,2 dBm SU
Pr =	-59,2 dBm BSU
Po=	92,44+20xlogD(km)+20xlogF(Ghz)
Pto =	Pco + Plt + Po + 've + Pv + M
BSU:	Base Station Unit
SU:	Subscriber Unit

Tabla. 3.15. Calculo del valor minimo de sensibilidad entre Acuacultura- Rectorado

En la tabla 3.16, la potencia de recepciòn en la unidad de suscriptor es - 58.2 dBm, y en la estaciòn base es -59.2 dBm. Comparando los valores calculados con el valor minimo de sensibilidad -88 dBm se concluye que el enlace tanto de subida como de bajada tienen una alta confiabilidad. La tasa teòrica de transmissiòn de datos que habrà en este enlace serà de 54 Mbps tal como se puede concluir observando la tabla 3.16

DISTANCIA (m)	ALTURA TERRENO (m)	ALTURA 1ER ELIPSOIDE (m)	LINEA DE VISTA (m)	RADIO 1RA ZONA FRESNEL (m)
0.00	94.00	94.00	94.00	0.00
8.10	89.00	94.04	94.67	0.63
16.19	89.00	94.46	95.33	0.87
24.29	89.00	94.96	96.00	1.04
32.38	89.00	95.50	96.67	1.16
40.48	90.00	96.07	97.33	1.26
48.57	90.00	96.66	98.00	1.34
56.67	90.00	97.27	98.67	1.40
64.76	90.00	97.90	99.33	1.44
72.86	91.00	98.53	100.00	1.47
80.95	91.00	99.19	100.67	1.48
89.05	92.00	99.85	101.33	1.48
97.14	92.00	100.53	102.00	1.47
105.24	93.00	101.23	102.67	1.44
113.33	93.00	101.94	103.33	1.40
121.43	94.00	102.66	104.00	1.34
129.52	94.00	103.41	104.67	1.26
137.62	95.00	104.17	105.33	1.16
145.71	95.00	104.96	106.00	1.04
153.81	97.00	105.80	106.67	0.87
161.90	98.00	106.70	107.33	0.63
170.00	108.00	108.00	108.00	0.00

Tabla. 3.16. Cuadro comparativo de Elipsoide y Terreno entre Acuacultura- Rectorado.

Al comparar los valores de 2 columnas (Altura de Terreno y Altura 1er elipsoide) de la tabla 3.18 notamos que los valores de altura del 1er elipsoide siempre son mayores a los de la altura del terreno, lo que permite concluir que el 1er elipsoide Fresnel está 100 % libre de obstáculos, lo que también puede notarse en el siguiente gráfico

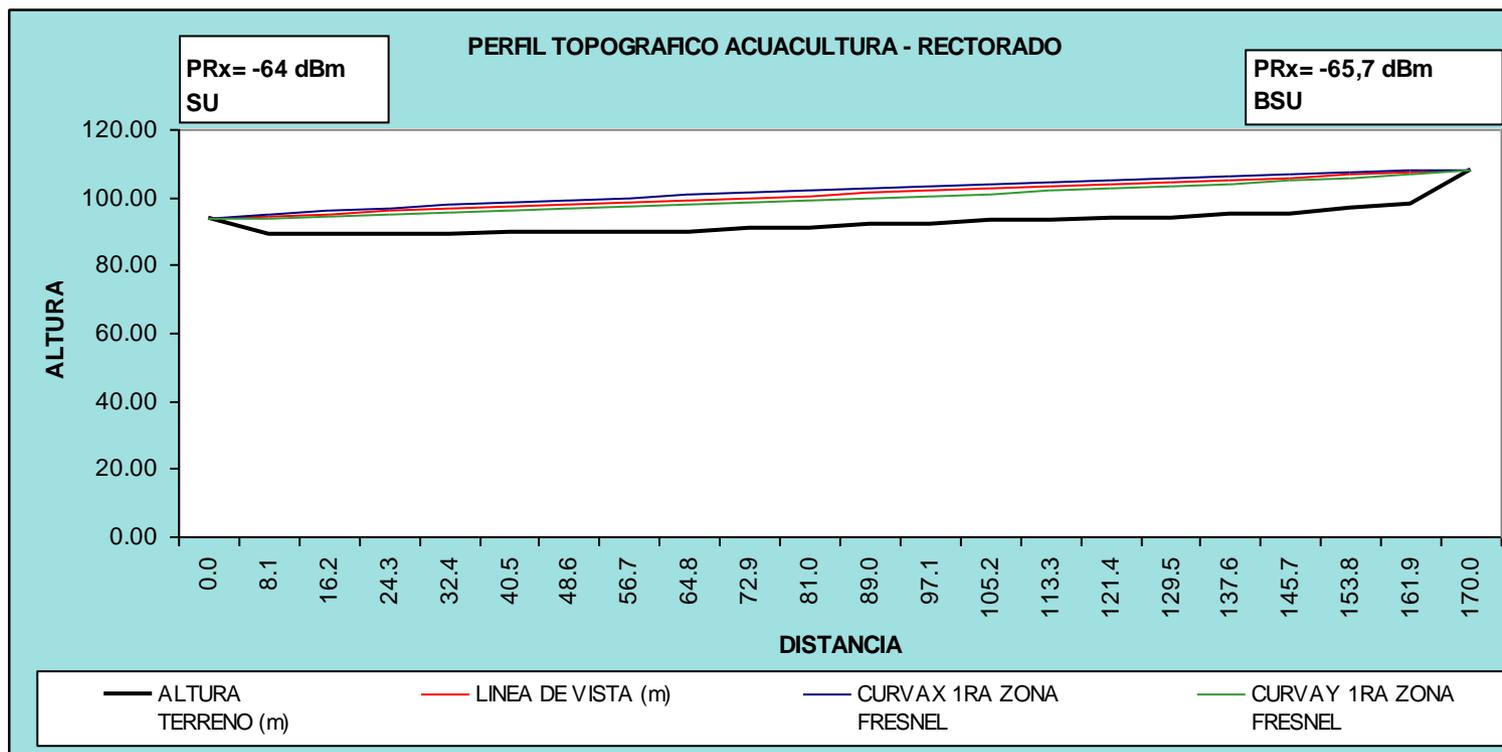


Figura.3.13. Perfil Topografico Acuacultura- Rectorado

F) ENLACE EDIF. TECNOLOGIA – EDIFICIO RECTORADO

Pr =	Pt + G1 + G2 - Pto	
D =	0,9 Km	
F =	5,8 GHz	
Pt =	16 dBm	Potencia de Transmisiòn BSU
Pt =	15 dBm	Potencia de Transmisiòn SU
G1 =	14 dBi	Ganancia de antena
G2 =	23 dBi	Ganancia de antena
Pto =	126 dB	Pèrdidas totales
Pco=	0,2 dB/conector	Pèrdidas por conector
Plt =	1,725 lt	Pèrdidas de lineas de transmisiòn
Po =	106,8 dB	Pèrdidas en el espacio vacio
Pveg =	10 dB	Pèrdidas por vegetaciòn
Pv =	1 dB	Pèrdidas por lluvia
M =	4 dB	Margen de Seguridad
Pr =	Potencia de recepciòn	
Sensitividad Receptor	=	- 88 dBm
Pr =	-72,6 dBm	SU
Pr =	-73,6 dBm	BSU
Po=	92,44+20xlogD(km)+20xlogF(Ghz)	
Pto =	Pco + Plt + Po + Pveg + Pv + M	
BSU:	Base Station Unit	
SU:	Subscriber Unit	

Tabla. 3.17. Calculo del valor minimo de sensibilidad entre Tecnología-Rectorado

En la tabla 3.18, la potencia de recepciòn en la unidad de suscriptor es -72.6 dBm, y en la estaciòn base es -73.6 dBm. Comparando los valores calculados con el valor minimo de sensibilidad -88 dBm se concluye que el enlace tanto de subida como de bajada tienen una alta confiabilidad. La tasa teòrica de transmisiòn de datos que habrà en este enlace serà de 48 Mbps tal como se puede concluir observando la tabla 3.18.

DISTANCIA (m)	ALTURA TERRENO (m)	ALTURA 1ER ELIPSOIDE(m)	LINEA DE VISTA (m)	RADIO 1RA ZONA FRESNEL (m)
0,00	95,00	96,90	96,90	0,00
45,00	87,00	95,25	96,74	1,49
90,00	88,00	94,72	96,76	2,04
135,00	86,00	94,29	96,72	2,43
180,00	85,00	93,97	96,70	2,73
225,00	84,00	93,73	96,68	2,95
270,00	83,00	93,54	96,66	3,12
315,00	84,00	93,43	96,68	3,25
360,00	84,00	93,34	96,68	3,34
405,00	80,00	93,21	96,60	3,39
450,00	80,00	93,19	96,60	3,41
495,00	80,00	93,21	96,60	3,39
540,00	83,00	93,32	96,66	3,34
585,00	85,00	93,45	96,70	3,25
630,00	87,00	93,62	96,74	3,12
675,00	89,00	93,83	96,78	2,95
720,00	90,00	94,07	96,80	2,73
765,00	95,00	94,47	96,90	2,43
810,00	100,00	94,96	97,00	2,04
855,00	100,00	95,51	97,00	1,49
900,00	113,00	97,26	97,26	0,00

Tabla. 3.18. Cuadro comparativo de Elipsoide y Terreno entre Tecnología-Rectorado

Comparando los valores de 2 columnas (Altura de Terreno y Altura 1er elipsoide) de la tabla 3.20 notamos que los valores de altura del 1er elipsoide siempre son mayores a los de la altura del terreno, lo que permite concluir que el 1er elipsoide Fresnel está 100 % libre de obstáculos, lo que también puede observarse en el siguiente gráfico.

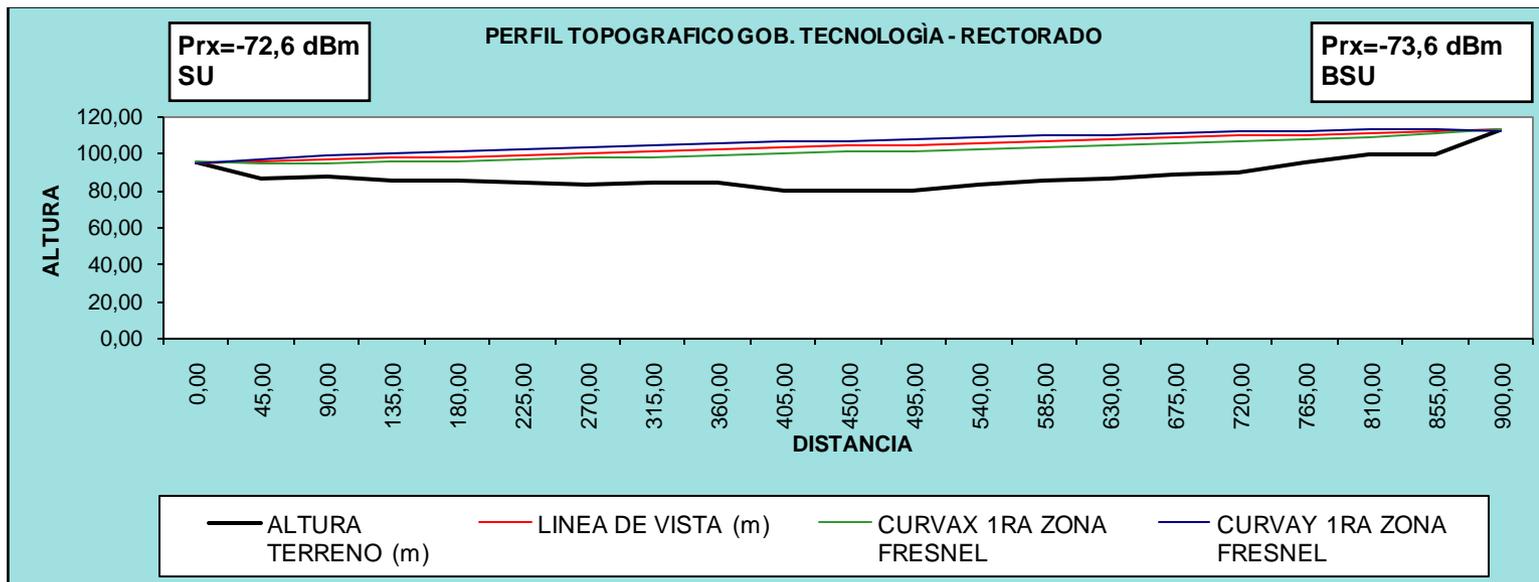


Figura.3.14. Perfil Topografico entre Tecnología-Rectorado

En el àrea de Tecnologías se contempla instalar 2 Access Points, uno en el edificio de gobierno de Tecnología, y un segundo en el Taller de fundición., los cuales se comunicarian por medio de un enlace punto – punto, utilizando los equipos Tsunami modelo Quickbridge configurados como puentes inalámbricos. A continuación se muestra los valores calculados para este enlace:

ENLACE GOB 36 - TALLER 34 ->		268 m	0,27 Km	Channel 5
Pr = Pt + G1 + G2 - Pto				
D =	0,27 Km			
F =	5,7 GHz			
Pt =	11 dBm	Potencia de Recepciò AP		
G1 =	23 dBi	Ganancia de antena		
G2 =	23 dBi	Ganancia de antena		
Pto =	109 dB	Pèrdidas totales		
Pco=	0,2 dB/conector	Pèrdidas por conector		
Plt =	1,725 lt	Pèrdidas de lineas de transmisiòn		
Po =	96,12 dB	Pèrdidas en el espacio vacio libre		
Pveg :	4 dB	Pèrdidas por vegetaciòn		
Pv =	1 dB	Pèrdidas por lluvia		
M =	4 dB	Margen de Seguridad		
Pr =	Potencia de recepciòn			
Sensitividad Receptor	=	- 88 dBm	BSU	SU
Pr = -52 dBm	Potencia Rx en Gob36 y Taller 34. Through->54Mbps			
Po= 92,44+20xlogD(km)+20xlogF(Ghz)				
Pto = Pco + Plt + Po + Pveg + Pv + M				

Tabla. 3.19. calculos para Enlace

Tal como se puede apreciar en la tabla 3.20 la potencia de recepciòn, tanto del lado del edificio de gobierno de tecnología como del taller de fundición es -52 dBm. Comparando este valor con el mínimo permitido de -88 dBm concluimos que el enlace tiene una alta confiabilidad y la tasa de transmisiòn de datos es 54 Mbps.

G) ENLACE EDIF. BIBLIOTECA – EDIFICIO RECTORADO

Pr = Pt + G1 + G2 - Pto	
D =	0,18 Km
F =	5,8 GHz
Pt =	16 dbm Potencia de Transmisiòn BSU
Pt =	15 dbm Potencia de Transmisiòn SU
G1 =	14 dBi Ganancia de antena
G2 =	23 dBi Ganancia de antena
Pto =	111 Pèrdidas totales
Pco=	0,20 dB/conector Pèrdidas por conector
Plt =	1,73 lt Pèrdidas de líneas de transmisiòn
Po =	92,57 dB Pèrdidas en el espacio vaciò
Pveg :	10 dB Pèrdidas por vegetaciòn
Pv =	1 dB Pèrdidas por lluvia
M =	4 dB Margen de Seguridad
Pr =	Potencia de recepciòn
Sensitividad Receptor	= - 88 dBm
Pr =	-58 dBm SU
Pr =	-59,4 dBm BSU
Po=	92,44+20xlogD(km)+20xlogF(Ghz)
Pto =	Pco + Plt + Po + Pveg + Pv + M
BSU:	Base Station Unit
SU:	Subscriber Unit

Tabla. 3.20. Calculo del valor minimo de sensibilidad entre Biblioteca-Rectorado

En la tabla 3.21, la potencia de recepciòn en la unidad de suscriptor es -58 dBm, y en la estaciòn base es -59.4 dBm. Comparando los valores calculados con el valor m nimo de sensibilidad -88 dBm se concluye que el enlace tanto de subida como de bajada tienen una alta confiabilidad. La tasa teòrica de transmisiòn de datos que habrà en este enlace serà de 54 Mbps tal como se puede observar en la tabla .

DISTANCIA (m)	ALTURA TERRENO (m)	ALTURA 1ER ELIPSOIDE (m)	LINEA DE VISTA (m)	RADIO 1RA ZONA FRESNEL (m)
0.00	100.00	100.00	100.00	0.00
8.75	95.00	99.75	100.40	0.65
17.50	95.00	99.90	100.80	0.90
26.25	95.00	100.13	101.20	1.07
35.00	95.00	100.40	101.60	1.20
43.75	95.00	100.70	102.00	1.30
52.50	95.00	101.02	102.40	1.38
61.25	95.00	101.37	102.80	1.43
70.00	95.00	101.73	103.20	1.47
78.75	96.00	102.11	103.60	1.49
87.50	97.00	102.50	104.00	1.50
96.25	98.00	102.91	104.40	1.49
105.00	99.00	103.33	104.80	1.47
113.75	100.00	103.77	105.20	1.43
122.50	100.00	104.22	105.60	1.38
131.25	100.00	104.70	106.00	1.30
140.00	100.00	105.20	106.40	1.20
148.75	100.00	105.73	106.80	1.07
157.50	100.00	106.30	107.20	0.90
166.25	100.00	106.95	107.60	0.65
175.00	108.00	108.00	108.00	0.00

Tabla. 3.21. Cuadro comparativo de Elipsoide y Terreno entre Biblioteca-Rectorado

Al comparar los valores de 2 columnas (Altura de Terreno y Altura 1er elipsoide) de la tabla 3.27 notamos que los valores de altura del 1er elipsoide siempre son mayores a los de la altura del terreno, lo que nos permite concluir que el 1er elipsoide Fresnel está 100 % libre de obstáculos, lo que puede corroborarse observando el siguiente gráfico.

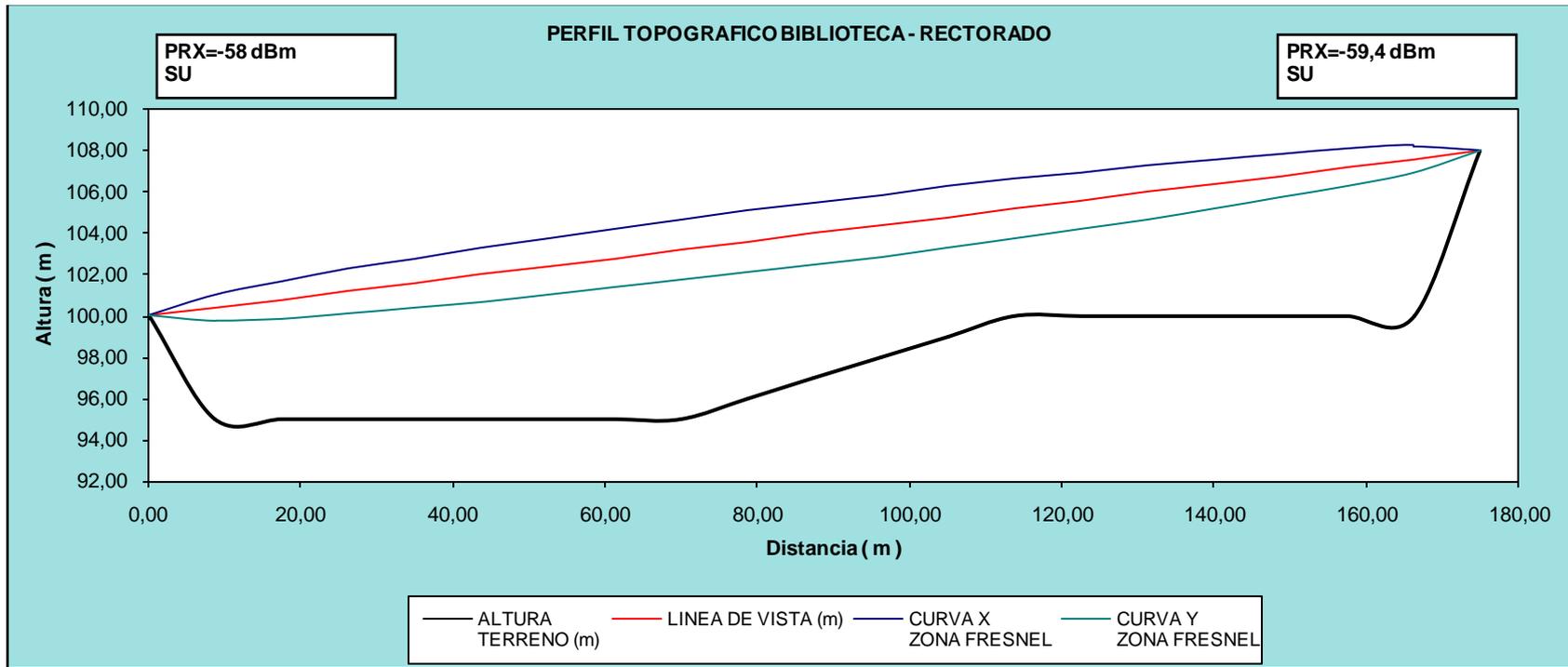


Figura.3.15. Perfil Topografico entre Biblioteca-Rectorado

3.3.5. ASIGNACIÓN DE CANALES DE FRECUENCIA.

Se contempla instalar en cada Facultad una Red Lan inalámbrica integrada por cámaras IP, Access Points que trabajarán en el rango de frecuencias de 2.4 GHz. El sistema Punto - Multipunto que permitirá el transporte de las señales de video desde las cámaras IP hasta la estación base, trabajará en el rango de frecuencias 5 GHz. El motivo por el cual se eligió rangos distintos para el funcionamiento de los equipos fue para evitar interferencias.

3.3.5.1 Canales de frecuencia asignados a las cámaras IP y Puntos de acceso.

Las frecuencias de operación asignadas a los Access Points y cámaras IP están en el rango de 2.4 GHz. Esta banda sólo cuenta con 3 canales de frecuencias sin solapamiento.

CHANNEL	FTx (GHz) 22 MHz
1	2,412
6	2,437
11	2,462

Tabla. 3.22.

Por tal razón fue necesario aplicar el concepto de reutilización, para lo cual se realizaron cálculos con el fin de determinar la distancia mínima a la que se puede reusar la frecuencia. A continuación se presentan las fórmulas utilizadas para los cálculos:

$$D = (3N)^{1/2} * R$$

$$D = (N)^{1/2} * d$$

D = Mínima distancia entre los centros de las celdas que utilizan la misma frecuencia.

R = Radio de la celda

N = número de canales disponibles

d = Distancia entre las celdas adyacentes

El radio promedio de las “ celdas “ (área de cobertura de los Access Points) es de 72 metros y el número de canales de frecuencias disponibles son 3. Con estos valores se obtuvieron los siguientes resultados:

$$\mathbf{D = 216 \text{ m}}$$

$$\mathbf{d = 124,71 \text{ m}}$$

Esto significa que celdas que usen la misma frecuencia, mínimo deben estar separadas 216 m de distancia para que el nivel de la señal interferente sea lo suficientemente baja, y entre celdas que utilicen frecuencias adyacentes debe haber una distancia mínima de 124,71 m. Tomando en cuenta los cálculos mostrados se realizó la siguiente asignación de canales de frecuencia por Access Point en cada facultad:

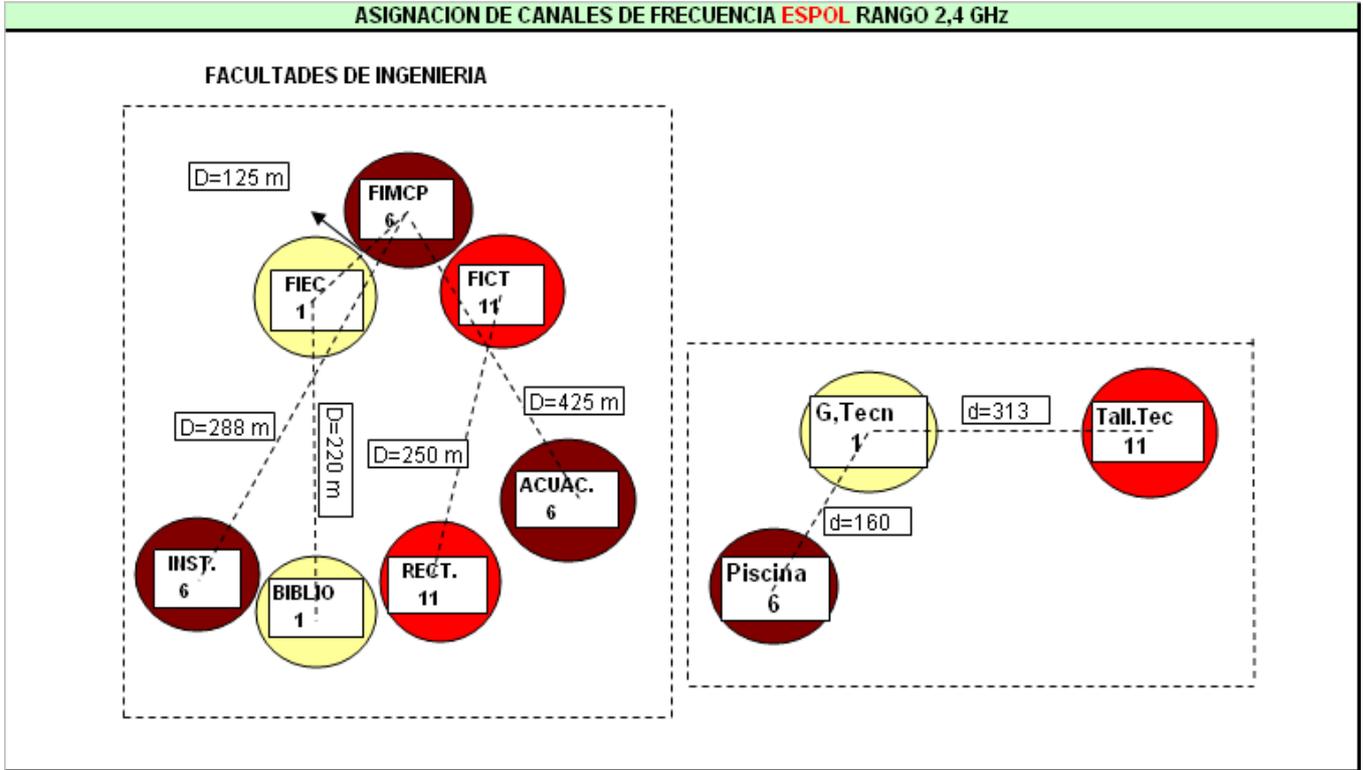


Figura.3.16. Asignación Geografica de los canales de frecuencia por Facultad

El gráfico anterior muestra geográficamente la asignación de los canales de frecuencia por Facultad, en el que se ha tomado en cuenta las distancias mínimas calculadas para el reuso de frecuencias, lo que también puede ser apreciado en los siguientes cuadros:

Equipo	Marca Modelo	Canal Asignado x Facultad								
		FIEC	FIMCP	FICT	INST,MAT FIS,QUI,ECO	BIBLT	RECTORADO	ACUACULT	TECNOLGIA	TALLER TEC
Cámara IP Inalambrica 2.4 Ghz	DLink DSC 210 G	1	6	11	6	1	11	6	1	11
Access Point 2.4 Ghz	DLink DW LAG-700AP	1	6	11	6	1	11	6	1	11

Tabla. 3.23. Calculo de Distancias Minimias

3.3.5.2 Canales de frecuencia asignados a los enlaces punto multipunto entre cada Facultad y Centro de Gestión.

El rango de frecuencias en el cual operan estos enlaces es 5 GHz. Se eligió esta banda para la operación de los equipos, para evitar interferencias con las cámaras IP inalámbricas y Access Points. En este rango se cuenta con 5 canales de frecuencias sin solapamientos, con un ancho de banda de 40 MHz tal como se puede apreciar en el siguiente cuadro:

CHANNEL	FTx (GHz)	BANDA DE FRECUENCIA
1	5,27	5,25-5,35 GHz 40 MHz
2	5,31	
3	5,74	5,725-5,850 GHz 40 MHz
4	5,78	
5	5,82	

Tabla. 3.24. Banda de Frecuencia de Canales

En cada Facultad se instalaría 1 unidad de suscriptor SU (Tsunami), y en el edificio del Rectorado se instalarían 3 estaciones base BSU (Tsunami) a las cuales se conectarían las mencionadas unidades. La distribución de unidades de suscriptor SUs por estación base BSU se muestra en el siguiente diagrama:

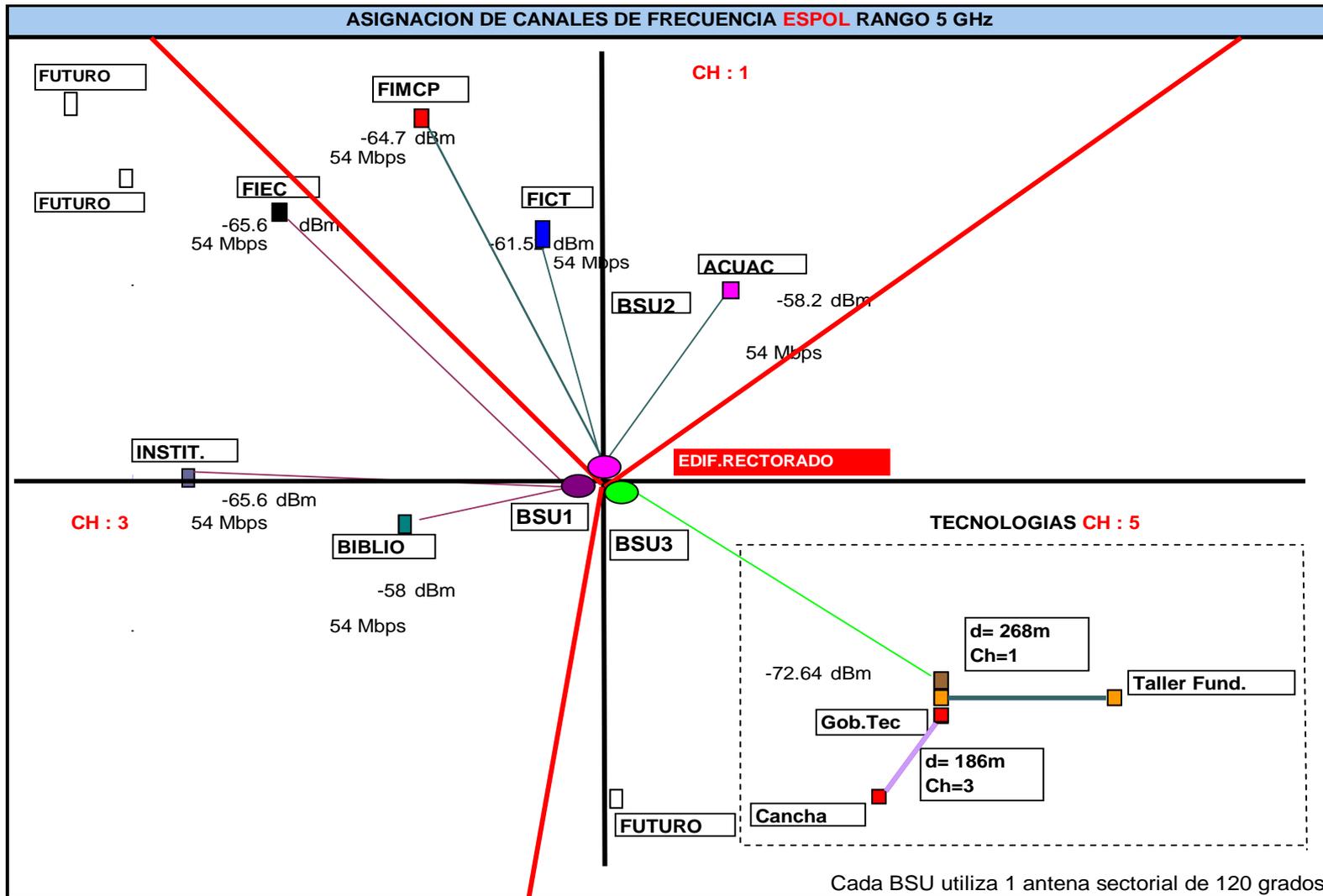


Figura.3.17.Grafica de Instalaciones de Sus BSUs

Tal como se puede apreciar en el gráfico arriba, en el edificio del Rectorado se instalarían 3 estaciones base BSUs. Cada una de ellas darà cobertura al àrea que delimite la antena sectorial de 120 grados. Tambièn se puede apreciar que se configurarán determinados SUs de algunas facultades para que se conecten a especificos BSUs. El criterio para determinar el número de SUs que se pueden conectar a 1 BSU serà indicado en el item 3.3.7 “Determinación del ancho de banda “ Cada BSU con los SUs que controla deben ser configurados para que operen en la misma banda de frecuencias. A continuación se muestra cuadro resumen de los enlaces radioelèctricos en la banda de 5 GHz:

ENLACES			
ELEMENTO A	ELEMENTO B	DISTANCIA (m)	CANAL DE FRECUENCIA (GHz)
SU FIEC	BSU 1 RECT.	400.0	3
SU INSTIT.	BSU 1 RECT.	357.5	3
SU BIBLIOT.	BSU 1 RECT.	175.0	3
SU FIMCP	BSU 2 RECT.	362.5	1
SU FICT	BSU 2 RECT.	250.0	1
SU ACUAC.	BSU 2 RECT.	170.0	1
SU TECNOL.	BSU 3 RECT.	900.0	5
SU TALLER FUND.	SU GOB. TECNOL.	268.0	1
SU TECNOL. CANCHA	SU GOB. TECNOL.	186.0	3

Tabla. 3.25. Enlaces

Se ha procurado asignar canales de frecuencia diferentes a los enlaces radioelèctricos, para que no se produzca interferencia de canal adyacente.

3.3.6. ASIGNACIÓN DE DIRECCIONES IP

En cada una de las Facultades y Tecnologías, como se lo ha comentado anteriormente, se implementarían Redes Lan inalámbricas distintas. La unidad de suscriptor SU en cada Facultad deberá ser configurado como un ruteador, para que de esta manera se “ aisle “ cada Red inalámbrica.

Con esto evitamos que paquetes de mantenimiento, enviados con dirección destino de broadcast, se propaguen por toda la Red, lo que perjudicaría el desempeño de ella. En total se contarían con 11 Redes Lan, 8 por las Facultades y 3 por las redes que se deben formar con las 3 BSUs y SUs respectivas. Esto puede ser observado en el siguiente esquema de las Redes Lan:

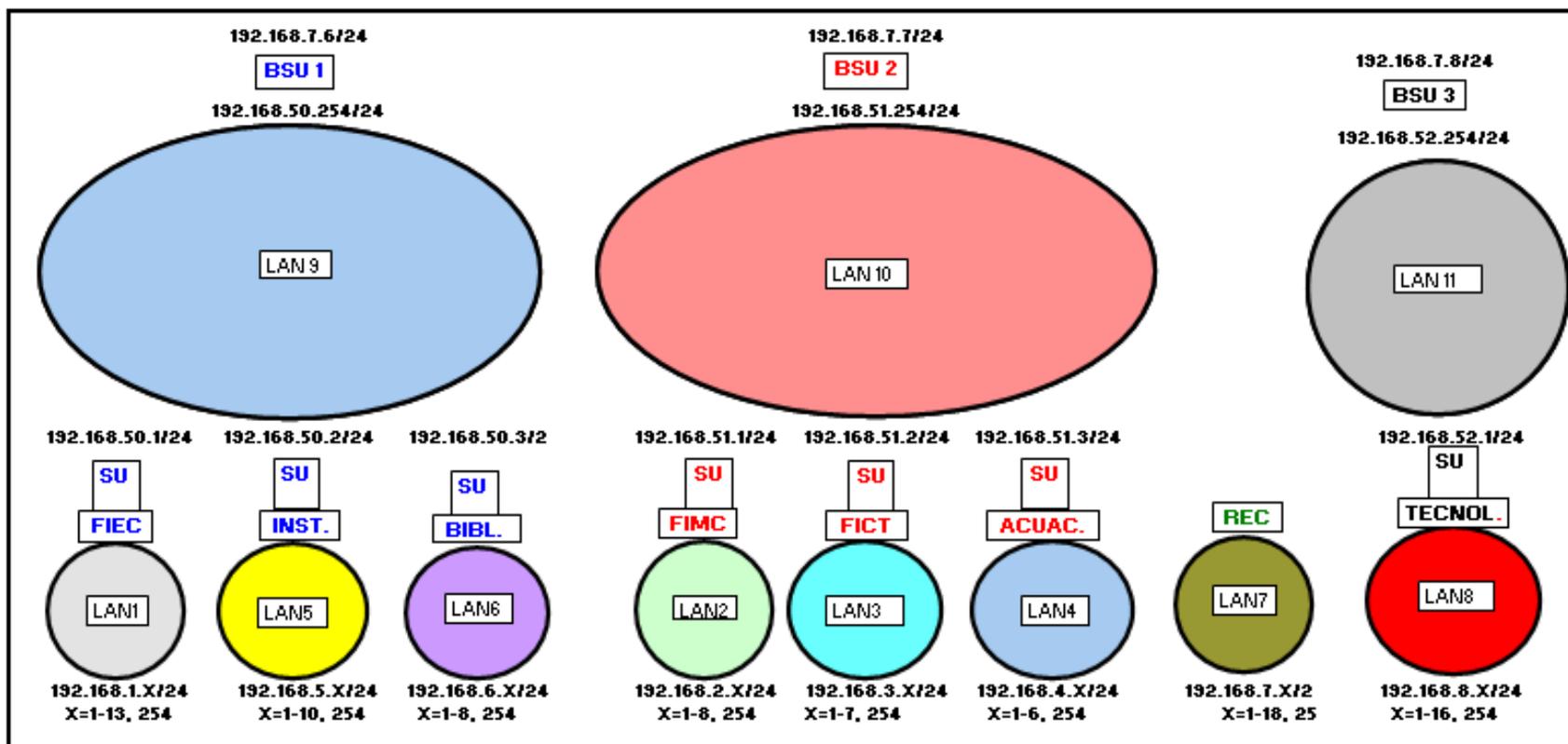


Tabla. 3.26. Esquema de direcciones IP de las Redes Lan

FIEC

	1ER OCTETO	2DO OCTETO	3ER OCTETO-RED	4TO OCTETO	
RED LAN1	192	168	.1	.1	IPCAM
FIEC				.2	IPCAM
				.3	IPCAM
				.4	IPCAM
				.5	IPCAM
				.6	IPCAM
				.7	IPCAM
				.8	IPCAM
				.9	IPCAM
				.10	IPCAM
				.11	IPCAM
				.12	ACCESS POINT
				.13	PC
			.254	SU FIEC	ROUTER GW

Figura.3.18. Direcciones IP asignadas a los dispositivos que integran en la FIEC

FIMCP

	1ER OCTETO	2DO OCTETO	3ER OCTETO - RED	4TO OCTETO	
RED LAN2	192	168	.2	.1	IPCAM
FIMCP				.2	IPCAM
				.3	IPCAM
				.4	IPCAM
				.5	IPCAM
				.6	IPCAM
				.7	ACCESS POINT
				.8	PC
			.254	SU FIMCP	ROUTER GW

Figura.3.19. Direcciones IP asignadas a los dispositivos que integran en la FIMCP

FICT

	1ER OCTETO	2DO OCTETO	3ER OCTETO - RED	4TO OCTETO	
RED LAN 3	192	168	.3	.1	IPCAM
FICT				.2	IPCAM
				.3	IPCAM
				.4	IPCAM
				.5	IPCAM
				.6	ACCESS POINT
				.7	PC
				.254	SU FICT ROUTER GW

Figura.3.20. Direcciones IP asignadas a los dispositivos que integran en la FICT

ACUACULTURA

	1ER OCTETO	2DO OCTETO	3ER OCTETO - RED	4TO OCTETO	
RED LAN 4	192	.168	.4	.1	IPCAM
ACUACULTURA				.2	IPCAM
				.3	IPCAM
				.4	IPCAM
				.5	ACCESS POINT
				.6	PC
				.254	SU ACUACULTURA ROUTER GW

Figura.3.21. Direcciones IP asignadas a los dispositivos que integran en Acuicultura

INSTITUTOS Y LABORATORIOS

	1ER OCTETO	2DO OCTETO	3ER OCTETO - RED	4TO OCTETO	
RED LAN 5	192	168	.5	.1	IPCAM
INSTITUTOS				.2	IPCAM
				.3	IPCAM
				.4	IPCAM
				.5	IPCAM
				.6	IPCAM
				.7	IPCAM
				.8	IPCAM
				.9	ACCESS POINT
				.10	PC
				.254	SU INSTITUTOS ROUTER GW

Figura.3.22.Fig. Direcciones IP asignadas a los dispositivos que integran en Institutos y Laboratorios

BIBLIOTECA

	1ER OCTETO	2DO OCTETO	3ER OCTETO - RED	4TO OCTETO	
RED LAN 6	192	168	.6	.1	IPCAM
BIBLIOTECA				.2	IPCAM
				.3	IPCAM
				.4	IPCAM
				.5	IPCAM
				.6	ACCESS POINT
				.7	PC
				.8	IPCAM
				.254	SU BIBLIOTECA ROUTER GW

Figura.3.23. Direcciones IP asignadas a los dispositivos que integran en Biblioteca

RECTORADO

	1ER OCTETO	2DO OCTETO	3ER OCTETO - RED	4TO OCTETO	
RED LAN 7	192	168	.7	.1	IPCAM
RECTORADO				.2	IPCAM
				.3	IPCAM
				.4	IPCAM
				.5	ACCESS POINT
				.6	BSU 1
				.7	BSU 2
				.8	BSU 3
				.9	PC
				.10	PC
				.11	PC
				.12	PC
				.13	PC
				.14	PC
				.15	PC
				.16	PC
				.17	PC
				.18	PC
				.19	SERVER
				.20	SERVER
				.254	ROUTER
					ROUTER GW

Figura.3.24. Direcciones IP asignadas a los dispositivos que integran Rectorado

TECNOLOGIAS

	1ER OCTETO	2DO OCTETO	3ER OCTETO - RED	4TO OCTETO	
RED LAN 8	192	168	.8	.1	IPCAM
TECNOLOGIAS				.2	IPCAM
				.3	IPCAM
				.4	IPCAM
				.5	IPCAM
				.6	IPCAM
				.7	IPCAM
				.8	IPCAM
				.9	QUICKBRIDGE
				.10	QUICKBRIDGE
				.11	QUICKBRIDGE
				.12	QUICKBRIDGE
				.13	ACCESS POINT
				.14	ACCESS POINT
				.15	ACCESS POINT
				.254	SU TECNOLOGIAS
					ROUTER GW

Figura.3.25. Direcciones IP asignadas a los dispositivos que integran Tecnologías

RED BSU 1

	1ER OCTETO	2DO OCTETO	3ER OCTETO - RED	4TO OCTETO	
RED LAN 9	192	168	.50	.1	SU FIEC
RED BSU1 - SU				.2	SU INSTITUTOS
				.3	SU BIBLIOTECA

Figura.3.26. Direcciones IP asignadas a los dispositivos que integran en RED BSU 1

RED BSU 2

	1ER OCTETO	2DO OCTETO	3ER OCTETO - RED	4TO OCTETO	
RED LAN 10	192	168	.51	.1	SU FIMCP
RED BSU2- SU				.2	SU FICT
				.3	SU ACUAC

Figura.3.27. Direcciones IP asignadas a los dispositivos que integran en RED BSU 2

RED BSU 3

	1ER OCTETO	2DO OCTETO	3ER OCTETO - RED	4TO OCTETO	
RED LAN 11	192	168	.52	.1	SU TECNOLOGIAS
RED BSU3- SU				.254	BSU 3

Figura.3.28. Direcciones IP asignadas a los dispositivos que integran en RED BSU 3

3.3.7. DETERMINACIÓN DEL ANCHO DE BANDA PARA LA VISUALIZACIÓN EN TIEMPO REAL DEL VIDEO SOBRE LA RED IP.

Para poder determinar el ancho de banda necesario para la transmisión adecuada de las señales de video, primero debe conocerse el ancho de banda mínimo para la transmisión de una sola cámara IP. A continuación se presentan los datos y cálculos realizados que nos permitirán estimar este ancho de banda:

8	12	4	128	152 bytes
UDP Header 8 bytes	RTP header 12 bytes	RTP-H263 Header 4 bytes	H263 Data 84bytes	

Figura.3.29.Paquete de video de cámara IP Dlink

Arriba podemos observar la estructura y los campos del paquete de video que producen las cámaras IP Dlink. El paquete completo tiene un tamaño de 152 bytes. La resolución de video de las cámaras será configurada en el modo CIF, lo que implica una transmisión de 975 paquetes de video por segundo. Realizando la multiplicación respectiva entre el tamaño de cada paquete y la cantidad que produce por segundo, obtenemos un ancho de banda de 1,18 Mbps.

Esto sumado al del audio, 0,024 Mbps obtenemos que el ancho de banda mínimo para la correcta transmisión de 1 sola cámara IP es 1,21 Mbps.

El siguiente cuadro nos mostrará el número inicial de cámaras que se contempla instalar en cada una de las Facultades y Tecnología, el correspondiente ancho de banda mínimo para una buena visualización del video, que se ha calculado multiplicando el número de cámaras por el ancho

de banda utilizado por cada una, y el respectivo porcentaje uso de la capacidad de las Redes Lan 802.11g por Facultad:

FACULTAD	NRO CAMARAS IP	BW REQUERIDO (Mbps)	% DE USO DE CAPACIDAD DEL SISTEMA -21Mbps
FIEC	11	13,31	63,36%
FIMCP	6	7,26	34,56%
FICT	5	6,05	28,80%
ACUACULTURA	4	4,84	23,04%
INSTITUTOS	8	9,68	46,08%
BIBLIOTECA	5	6,05	28,80%
RECTORADO	4	4,84	23,04%
TECNOLOGÍAS	8	9,68	46,08%

Tabla. 3.27. Porcentaje de uso de la capacidad de l sistema de 21 Mbps

En cada una de las Facultades las Redes Lan inalámbricas que se contemplan instalar, siguen el estándar 802.11g, que manejan una capacidad teórica de transmisión de datos de 54 Mbps. En la práctica la capacidad disponible para la transmisión (throughput) es aproximadamente 21 Mbps, dependiendo del tamaño del paquete, por cuanto gran parte del ancho de banda es utilizado para transmisión de paquetes de mantenimiento de la red, o para la transmisión de cabeceras (véase fig.) que acompañan a los datos, que permitirán que los paquetes lleguen a su destino.

Como se puede observar en la tabla 3.33 arriba, en la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación se prevé el máximo uso de la capacidad del sistema, que es alrededor del 63,36 %, por cuanto se contempla la instalación de 11 cámaras IP inalámbricas, y el menor uso se prevé en las Redes Lan inalámbricas de Acuicultura y del Rectorado con un 23,04 % cada una.

Se planifica instalar 3 sistemas punto – multipunto. La capacidad teórica de transmisión de datos de cada uno de estos sistemas es 108 Mbps, pero en la práctica la capacidad real es alrededor de 97.93 Mbps, por cuanto parte del

ancho de banda se utiliza para transmitir cabeceras que permitirán que los paquetes lleguen a su destino. A continuación se podrán observar 3 cuadros que muestran el ancho de banda requerido por cada uno de los SUs y el correspondiente % de uso de las capacidades de los 3 BSUs.

SIST. PUNTO-MULTIP1	BW (Mbps)	% de USO
BSU 1	97,93	100%
SU FIEC	13,31	13,6%
SU INST.-LABOR.	9,68	9,9%
SU BIBLIOTECA	6,05	6,2%
TOTAL % DE USO	de 3 SUs	29,64%

Tabla. 3.28. Porcentaje de uso de la capacidad del Sistema P-MP 1

SIST. PUNTO-MULTIP2	BW (Mbps)	% de USO
BSU 2	97,93	100%
SU FICT	6,05	6,18%
SU FIMCP	7,26	7,41%
SU ACUACULT.	4,84	4,94%
TOTAL % DE USO	de 3 SUs	18,53%

Tabla. 3.29. Porcentaje de uso de la capacidad del Sistema P-MP 2

SIST. PUNTO-MULTIP3	BW (Mbps)	% de USO
BSU 3	97,93	100%
SU TECNOLOGIA	9,68	9,88%

Tabla. 3.30. Porcentaje de uso de la capacidad del Sistema P-MP 3

Las tablas arriba indicadas, nos muestran que en el 1er sistema punto – multipunto, las 3 SUs asociadas utilizan el 29.64 % del ancho de banda disponible, las 3 SUs del sistema punto – multipunto 2 el 18,53 % y finalmente en el 3er sistema se ocupa el 9,88 % de los 97.75 Mbps disponibles.

Como la estación base o Centro de Monitoreo se va a encontrar en el rectorado, se estima que el tráfico IP de video de cada facultad tendrá como

destino final las PCs de la estación que se usarán para monitorear las imágenes. Por tal razón el ancho de banda utilizado por cada uno de los SUs (inicialmente 1 por facultad), es la suma de los anchos de banda usados por las cámaras IP inalámbricas, que tienen configurado como Default Gateway el SU respectivo. Este es el criterio que se ha utilizado para determinar el ancho de banda mínimo necesario para las unidades de suscriptor.

3.3.8. . SENSIBILIDAD DE LA RED INALÁMBRICA A LAS INTERFERENCIAS

En este literal se va a tratar sobre las interferencias que se puedan experimentar en las Redes LAN inalámbricas de cada Facultad y en los 3 sistemas Punto – Multipunto que se contemplan instalar.

3.3.8.1 Posibles interferencias a la Red diseñada

- Redes LAN inalámbricas de cámaras IP y Access Point en cada Facultad.

En la FIEC se ha instalado recientemente 4 Access Points para brindar el servicio de Internet inalámbrico. 2 Access Points se han instalado en las plantas alta y baja del edificio administrativo y 2 más en el nuevo edificio de los laboratorios de computación. En la facultad de Mecánica se tiene instalado un access point, en los institutos de Matemáticas, Física y Economía según información proporcionada por directivos también se han instalado recientemente un número de más de 6 puntos de acceso.

Con el fin de implementar la Red de Seguridad se tendría que instalar un Access Point más en cada Facultad, para recoger las señales de video de las cámaras IP inalámbricas, por lo que es necesario elaborar un plan de

asignación de frecuencias a fin de evitar que los Puntos de acceso se interfieran.

Para la elaboración e implementación del plan de asignación de frecuencias se debe tomar en cuenta que la capacidad de un sistema no se lo mide por la altura a la que se encuentra la antena del transmisor o por la potencia empleada. Más bien la capacidad está relacionada directamente con el número de canales de frecuencia disponibles para el acceso al sistema.

Es por esto que se recomienda que los puntos de acceso, que permiten la conexión al Internet, actualmente instalados en un área donde se encuentra una gran cantidad de personas, estén a baja altura y con poca potencia de transmisión. Esto resultará en que el área de la celda sea pequeña, lo que permitirá que sean instalados más puntos de acceso y así obtener una mayor capacidad. A su vez esto permitirá un mayor reuso de frecuencias y así evitar interferencias.

3.3.9. . ESCALABILIDAD DE LA RED

El término escalabilidad hace referencia al hecho de poder incrementar cámaras IP y Suscriber Units (Tsunami) en la Red inalámbrica de Seguridad.

Escalabilidad de las Redes Lan en cada Facultad

Las redes Lan de cada Facultad, se basan en el estándar 802.11g ,cuyo protocolo de acceso al medio es el CSMA / CA, y en el algoritmo de backoff. En este tipo de redes cada uno de sus respectivos elementos “ compiten por el medio “, no hay un equipo que haga las veces de controlador de tráfico.

Como se habia comentado anteriormente si un elemento quiere transmitir, primero determina si el medio està siendo usado, si no lo està, esperarà un cantidad de tiempo aleatorio, determinado por el algoritmo de backoff, puesto que puede haber otro elemento que desee transmitir al mismo tiempo. Lógicamente el que espere menos tiempo es el que comenzará primero la transmisión.

En este tipo de sistema, Red LAN inalámbrica 802.11g, hasta 16 cámaras IP pueden ser instaladas sin ningún tipo de problema de pérdida de paquetes de video. Si se instalan 17 o más, habrá cámaras cuyos paquetes de video no se transmitan

A continuación se indican los valores y cálculos realizados a fin de determinar, la cantidad recomendable de 16 cámaras que deben instalarse por Red Lan, para un óptimo desempeño de la Red.

Todas las cámaras van a ser configuradas en el modo CIF, lo que implica una transmisión de 975 paquetes por segundo. El codec de compresión de video es el H.263, por lo que el paquete de video tendrá 152 bytes.

Con la cantidad de paquetes por segundo transmitidos por la cámara, establecemos que cada 1,025 milisegundos la cámara transmite un paquete (intervalo de paquetización). El tiempo que toma la transmisión del paquete de 152 bytes, tomando en cuenta que las cámaras trabajan con una tasa de 54 Mbps, resulta de la siguiente fórmula:

$$\mathbf{T(total) = t1 + t2 + t3}$$

t1 = tiempo de transmisión del paquete de 152 bytes.

t2 = tiempo de transmisión de la cabecera OFDM (20 microsec)

t3 = tiempo aleatorio establecido por el algoritmo de backoff (múltiplos de 9 microsec. En nuestros cálculos se ha considerado 2 time slots)

Una tasa de transmisión de 54 Mbps, implica que cada bit será transmitido en 0,018 microsegundos. Entonces los 152 bytes ($152 \times 8 = 1216$ bits) serán transmitidos en 22,518 microsegundos. El tiempo total de transmisión del paquete y las respectivas cabeceras es de 60,518 microsegundos. El próximo paquete será producido por la cámara luego de 1025 microsegundos, lo que quiere decir durante 964,482 microsegundos el medio va a estar libre y disponible para la transmisión, hasta que la cámara produzca y transmita un segundo paquete.

Si dividimos el intervalo de paquetización para el tiempo que toma la transmisión de un sólo paquete, obtenemos que 16,94 paquetes pueden ser transmitidos durante ese intervalo. Esto a su vez significa que si 16 cámaras IP inalámbricas en una misma Red Lan, compiten por el medio para la transmisión de sus paquetes, el 100 % de las cámaras lograrán transmitir.

Si 17 cámaras o más son instaladas, la competencia por el medio será mayor y probablemente algunos paquetes de video, procedentes de distintas cámaras cada vez, se pierdan, lo que se traducirá en una incorrecta visualización del video, como por ejemplo escenas cortadas. A continuación se presenta un cuadro en el que, de acuerdo a la cantidad de cámaras instaladas, se muestra la probabilidad de ganar el medio para transmisión de los paquetes de video.

NRO CAM.IP EN RED LAN	PROBABILIDAD DE ACCESO AL MEDIO
14	100%
15	100%
16	100%
17	94%
18	89%
19	84%
20	80%
21	76%
22	73%
23	70%
24	67%
26	62%
27	59%
28	57%

Tabla. 3.31. Probabilidad de medios para transmisión de paquetes de video

En el siguiente cuadro se indica la cantidad de cámaras IP que se pueden seguir poniendo por Facultad:

FACULTAD	NRO CAM IP
FIEC	5
FIMCP	10
FICT	11
ACUACULTURA	12
INSTITUTOS	8
BIBLIOTECA	11
RECTORADO	12
TECNOLOGIAS	8

Tabla. 3.32. Numero de cámaras por facultad que se puede aumentar

Si en una misma facultad se desean implementar más de 16 cámaras, y se requiere que transmitan el 100% de sus paquetes de video, entonces se debe instalar 2 Access Points con carga balanceada, para lo cual previamente se debe realizar un estudio sobre la asignación de canales de frecuencias para evitar interferencias, puesto que en las Redes Lan inalámbricas bajo el estándar 802.11g sólo se cuenta con 3 canales de frecuencias sin solapamiento.

El criterio para poder reutilizar las frecuencias es que el área de cobertura de cada Access Point sea lo menor posible, lo cual es factible reduciendo la Potencia de transmisión (lo que implica que las cámaras IP deben estar más cerca) o colocando el Access Point a una altura menor. Luego de esto hay que realizar los cálculos de distancia mínima, utilizando la fórmula indicada en el literal 3.3.5.1.

La capacidad de cada uno de los 3 Sistemas Punto – Multipunto es de 108 Mbps. Se ha contemplado instalar 1 SU (suscriber unit) en cada Facultad, lo cual puede ser apreciado en el siguiente cuadro:

	Nro CAMARAS - Nro ACCESS POINT Cap:54 Mbps	SUBSCRIBER UNIT Cap.:108 Mbps	% DE USO DE CAP SIS PMP	BSU 108 Mbps
SISTEMA PMP 1	11 CAMIP - 1 ACCESS POINT	SU FIEC	13,6%	BSU1
	8 CAMIP - 1 ACCESS POINT	SU INSTITUTOS-LABOR.	9,9%	
	5 CAMIP - 1 ACCESS POINT	SU BIBLIOTECA	6,2%	
SISTEMA PMP 2	5 CAMIP - 1 ACCESS POINT	SU FICT	6,2%	BSU2
	6 CAMIP - 1 ACCESS POINT	SU FIMCP	7,4%	
	4 CAMIP - 1 ACCESS POINT	SU ACUACULTURA	4,9%	
SISTEMA PMP 3	8 CAMIP - 1 ACCESS POINT	SU TECNOLOGIA	9,9%	BSU3

Tabla. 3.33. Analisis por Sistema Punto-Multipunto de Subscriptores por Facultad

De manera inicial bajo cada Subscriber Unit habrá un Access Point . La recomendación es que cada Access Point maneje un número máximo de 16 cámaras. Se pueden implementar más, pero como se había indicado antes esto significaría que cierta cantidad de paquetes de video comenzarán a perderse.

En la tabla 3.39 se muestra el porcentaje de ocupancia en la capacidad de los Sistemas Punto Multipunto, debido al número indicado de cámaras. Si se instalan 16 cámaras por Access Point, que es el máximo recomendado, el porcentaje de ocupancia llegará al 23.06 %.

Si se tiene el criterio de que cada Subscriber Unit maneja sólo 1 Access Point, entonces cada Sistema Punto Multipunto puede manejar hasta un número máximo de 4 subscriber units, lo cual puede ser corroborado con los cálculos que se presentan a continuación:

Subscriber unit:

Paquetización = 650 packets / sec

Tamaño del paquete = 4345,5 bytes (con 16 cámaras)

Multiplicando el número de paquetes en 1 segundo, por el tamaño de cada paquete nos da un resultado de 22,60 Mbps, que es precisamente el ancho de banda que ocupa cada subscriber unit, que controla 1 Access Point con 16 cámaras. Cada sistema Punto Multipunto, tal como se lo había comentado anteriormente, maneja una capacidad de 97,93 Mbps. Bajo estas condiciones cada estación base (BSU) puede manejar hasta un número máximo de 4 SUs.

Si en un futuro llega a haber la necesidad de más estaciones base (BSUs) se tendrá que realizar un análisis de los canales de frecuencia disponibles,

para implementar la ampliación requerida. Al momento, en el rango de los 5 Ghz, se están utilizando 3 de los 5 canales de frecuencia disponibles.

3.3.10. SEGURIDAD DE LA RED DE VIGILANCIA

El rápido crecimiento y despliegue de las redes inalámbricas nos conduce a la necesidad de implementar soluciones de seguridad. La seguridad inalámbrica puede ser dividida en 2 partes:

Seguridad en la transmisión de los datos (encriptación)

Seguridad en el acceso a la red (autenticación)

3.3.10.1 Seguridad en la transmisión de la información

En este literal trataremos sobre la encriptación (codificación) de los datos transmitidos. Las Redes inalámbricas 802.11g y los Sistemas Tsunami Punto – Multipunto utilizan la encriptación WEP (Wired Equivalent Privacy) y sólo las Redes inalámbricas utilizan el estándar WPA (Wi-Fi protected Access) .

WEP

La especificación 802.11 MAC describe el protocolo de encriptación WEP. El objetivo principal de este protocolo es hacer las comunicaciones inalámbricas tan seguras como las alámbricas. WEP provee 2 piezas fundamentales a la arquitectura de seguridad inalámbrica: autenticación y confidencialidad. Esta encriptación utiliza un mecanismo de llave compartida con un cifrado simétrico llamado RC4. La llave que un cliente usa para la autenticación y encriptación de un stream de datos debe ser la misma que usa el Access point. El estándar 802.11 especifica un tamaño

de 40 bits para la llave, sin embargo muchos fabricantes han implementado una llave de 104 bits para mayor seguridad.

La encriptación provee confidencialidad a los datos transmitidos entre 2 dispositivos inalámbricos. El mecanismo de encriptación utilizado en WEP es un cifrado simétrico, esto significa que la llave usada para encriptar los datos, es la misma llave que se usará para decodificar. Si dos dispositivos inalámbricos no utilizan la misma llave de encriptación, la transferencia de los datos falla.

WPA

Es una especificación de estándares que incrementa considerablemente los niveles de protección de datos y control de acceso para las redes inalámbricas existentes y futuros sistemas.

Diseñado para ser implementado en los elementos inalámbricos como upgrade de software, WPA ha sido diseñado para que sea compatible con los estándares que están por venir. Cuando es instalado apropiadamente, proveerá a los usuarios un alto nivel de aseguramiento de los datos y sólo permitirá el acceso a la red a los clientes autorizados.

Para mejorar la encriptación de los datos, WPA, utiliza el TKIP (temporal key integrity protocol). TKIP introduce importantes mejoras a la encriptación de los datos:

- Llave por paquete
- Check integrity message (MIC)
- Extended initialization vector (IV)
- Reglas de secuencia y mecanismo de re-keying.

WORP

A diferencia de los estándares 802.11 a, b y g donde los estándares de comunicación son abiertos, los sistemas Tsunami Punto-Multipunto utilizan un protocolo de señalización y enlace de datos propietario, que no ha sido publicado. A menos que el cliente utilice una estación base o estación de suscriptor Tsunami, es imposible interceptar o esnifear las ráfagas de datos.

3.3.10.2 Seguridad en el acceso a la Red

Tanto el punto de Acceso en las redes Lan inalámbricas 802.11g, como la estación base BSU del sistema Tsunami realizan autenticación de los equipos en base a las direcciones MAC de los dispositivos inalámbricos. En los equipos Tsunami la estación base mantiene actualizada una tabla de contraseñas de las unidades de suscriptor autorizadas. Estos dispositivos no pueden acceder a la red a menos que la estación base autentique su dirección MAC.

Las unidades de suscriptor de los sistemas Tsunami pueden ser configuradas para filtrar el tráfico de bajada, para evitar que este dispositivo reciba tráfico destinado a otra unidad de suscriptor. Las reglas de filtrado pueden ser configuradas en base a las direcciones de VLAN o IP. Esto previene los accesos no autorizados a datos de otras unidades de suscriptor.

La estación base de los sistemas Tsunami, miden la distancia de conexión hacia cada unidad de suscriptor. Si uno de estos dispositivos es físicamente movido hacia otra locación, la estación base detectará que la

distancia es diferente y disparará una alarma hacia el administrador de la red. Esto protege contra alguien que robe la unidad de suscriptor y use su dirección MAC para acceder a la Red.

3.3.11. GESTIÓN DE LA RED

En este literal se van a indicar los programas que serán utilizados para gestionar la Red inalámbrica de Seguridad.

Para gestionar las cámaras IP alámbricas de las Redes Lan 802.11g se utilizará el programa IP Surveillance software que permitirá realizar las siguientes acciones:

- Monitoreo en tiempo real
- Grabación de video en el disco duro.
- Despliegue simultáneo de imágenes de hasta 16 cámaras en 1 sola pantalla.
- Configuración del disparo automático de alarmas
- Protección con contraseña
- Programación de grabado de video por cada cámara
- Configuración del disparo de alarmas por detección de movimiento

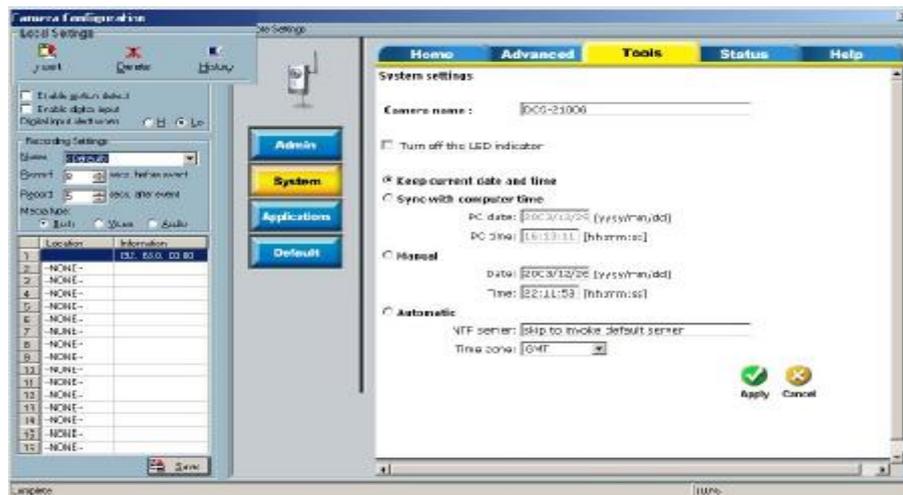


Figura.3.30. Programa IP Surveillance software (Ventana 1 gestión de cámaras)

Para gestionar los elementos que componen la Red Tsunami Punto-Multipunto, no se dispone de 1 sólo programa que permita administrar todos los equipos, más bien las unidades de suscriptor y unidades de estación base tienen servidores Web incorporados, los cuales pueden ser accedidos, previa configuración de las direcciones IP en los elementos, utilizando WEB browsers tales como el Internet Explorer.

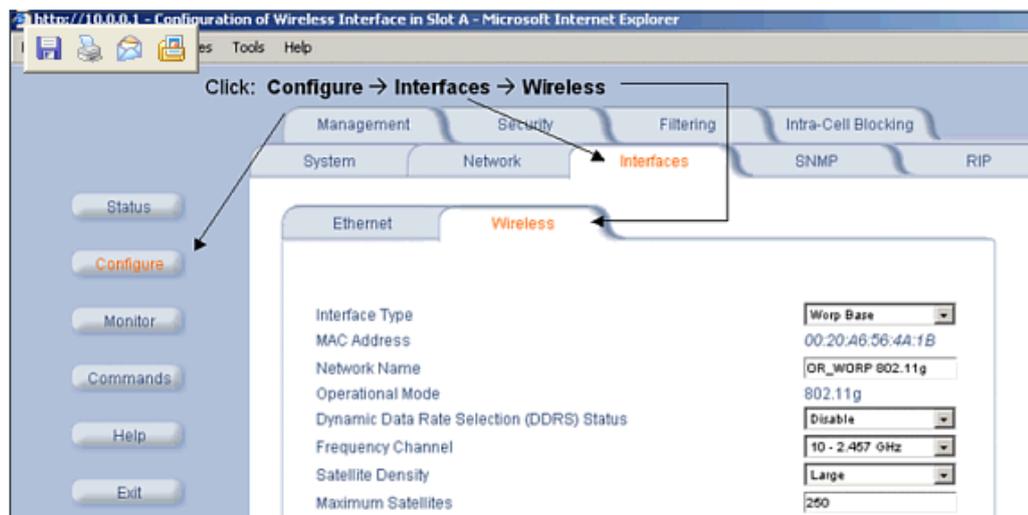


Figura.3.31. WEB browsers (Ventana 1 configuración de direcciones IP)

El programa embebido en los elementos que componen el sistema Punto – Multipunto permite realizar de manera general las siguientes acciones:

- Configuración de la dirección IP del elemento
- Configuración de las rutas IP
- Configuración de las interfaces alámbricas e inalámbricas
- Configuración de los parámetros de seguridad

CAPITULO 4. DESCRIPCION GENERAL DEL EQUIPAMIENTO Y PROGRAMAS A UTILIZARSE EN LA RED

En el presente capítulo se dará una descripción de los programas y equipos que deben integrar la Red inalámbrica de Seguridad en el Campus Gustavo Galindo de la ESPOL.

4.1. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO EN CADA FACULTAD DE INGENIERÍA.

En cada facultad se propone instalar una Red inalámbrica que permita recibir la señal de video de las cámaras inalámbricas que transmitan. A continuación se detallan las principales características de los equipos que integran este diseño.

4.1.1. CÁMARA IP INALÁMBRICA (D-LINK DCS – 2100G)

La cámara IP inalámbrica es un dispositivo que se conecta a la red LAN utilizando como medio de transmisión el aire y transmite paquetes de video en tiempo real. El modelo que se incluye en el diseño es el D-Link Securecam Network DCS –2100G Internet Cámara.



Figura.4.1. Camara IP D-Link DCS-2100G

La cámara DCS-2100G tiene un lente sensible a la luz, llamado Lux 1.0 lo que le permite capturar imágenes en áreas de mínima luminosidad.

Su principal característica es tener detector de movimiento. Tiene un zoom digital que permite la ampliación de las imágenes hasta 4 veces su tamaño normal sin distorsión.

La cámara tiene incorporado un servidor Web, lo que permite que sea conectada directamente al puerto del hub o switch, y al asignarle una dirección IP válida, este elemento puede ser monitoreado desde cualquier lugar que tenga acceso a la internet, simplemente se requiere de un computador que cuente con un buscador en Internet como el Netscape Navigator o el Internet Explorer.

La cámara DCS-2100G, es fácil de instalar y manejar y se adapta fácilmente a la red que utilizamos. Soporta una variedad de protocolos como **TCP/IP**, **SMTP e-mail**, **HTTP** y otros protocolos de internet relacionados.

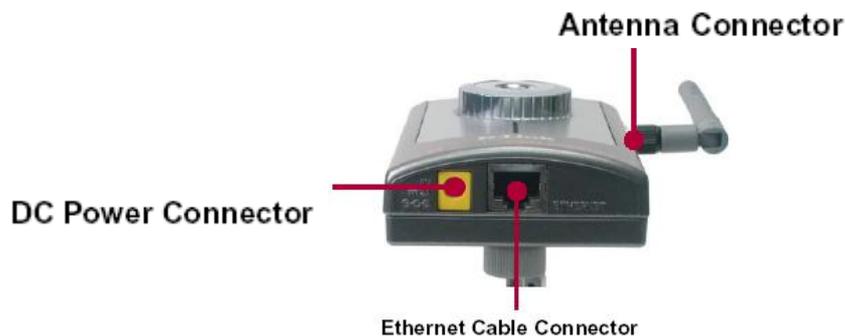


Figura.4.2.Camara IP D-Link DCS-2100G

La figura anterior muestra la parte posterior de la cámara DCS-2100G en el que se indica sus características.

Antena.- La cámara cuenta con una antena que debe ser colocada en el orificio a un lado de la cámara la que permitirá la conexión inalámbrica a la red LAN.

Conector de cable Ethernet.- Permite conectar un cable UTP categoría 5 con un conector RJ-45 a conexiones de ETHERNET 10 BASE-T o 100 BASE-TX de FAST ETHERNET. Este puerto de red soporta el protocolo NWAY que permite que la cámara IP automáticamente detecte o negocie la velocidad de transmisión de la red.



Figura.4.3.Camara IP D-Link DCS-2100G

Reset Button (Boton de Reset).- Cuando el botón de reset es presionado, el LED de inicio se pondrá intermitente durante 10 segundos. Este botón anula

cualquier configuración realizada por el administrador y revierte a la cámara la configuración original de la fábrica.

Conector de Poder DC.- El conector de poder provee energía a la cámara inalámbrica, para esto utilizamos un adaptador que convierte el voltaje AC de la red pública en 5 VDC.

Led de Poder. - El led de poder esta ubicado en el centro, debajo del lente de la cámara. Tan pronto como es conectado el adaptador de poder, el led parpadeará entre los colores verde y rojo lo que significa que esta realizando un auto test. Una vez realizado el test el led de poder cambiara a verde, indicando que existe conexión.

Principales características

- Protocolos de red soportados: TCP/IP, HTTP, SMTP, FTP, NTP, DNS, DHCP.
- Interfaz Ethernet 10BaseT, 100BaseT Fast Ethernet con autonegociación.
- Frecuencia de operación del dispositivo: 2.4 GHz.
- Tasa de transmisión de datos: 54/22/11/5.5/ 1 Mbps
- Seguridad: encriptación de datos WEP de 128 bits.
- Protocolo de acceso al medio: CSMA / CA
- Antena monopolo
- Ganancia: 2 dBi
- Estándar de video soportado: H.263, MPEG-4
- Fuente de poder: 5 VDC, 2 A
- Sensor CMOS, 1.0 lux

4.1.2. PUNTO DE ACCESO INALÁMBRICO (D-LINK DWLAG - 700AP)

Los puntos de Acceso Inalámbricos, permite la conexión de dispositivos inalámbricos con la red alámbrica Ethernet. El modelo que se utilizará en el diseño es el D-Link Air Plus DWL-G700AP



Figura.4.4. Access Point D-Link DWLAG-700

La tasa teórica de transmisión de datos es de 54 Mbps. Soporta 64/128 bits de encriptación WEP para dar seguridad a los datos transmitidos.

Puede asignar automáticamente direcciones IP para clientes inalámbricos de la red local, pero en nuestro diseño no desempeñará esta función.



Figura.4.5. Access Point D-Link DWLAG-700

Poder.- Una luz verde continua, indica una correcta conexión hacia la fuente de energía.

Lan.- Una luz verde intermitente indica actividad, es decir transferencia de datos.

Wlan.- La luz verde intermitente muestra que hay actividad inalámbrica, es decir se están transmitiendo datos. La luz verde continua muestra que hay conexión.

El uso de WLAN tiene muchos beneficios y es usado por muchas personas por su bajo costo, movilidad, instalación, fácil expansión de la red, escalabilidad y su competencia en precios bajos con dispositivos de una red ETHERNET convencional.

Antena.- elemento por medio del cual se enlazan al punto de acceso los equipos inalámbricos.

Conector de cable Ethernet.- Permite conectar un cable par trenzado a fin de enlazarlo a la red Ethernet.

Conector de poder DC.- Permite proveer energía al Punto de Acceso por medio de un adaptador que convierte el voltaje AC en 5 voltios DC.

Principales características:

- - Estándares soportados: 802.11 a, b, g; 802.3, 802.3U, 802.3x
- - Seguridad: encriptación de datos WEP, 64 – 128 -152 bits.
- - Control de acceso mediante listas de direcciones MAC.
- - Rango de frecuencias de operación: 2.4 GHz, 5.1 GHz.
- - Modulación utilizada:

For 802.11b:	
DSSS:	
DBPSK	1Mbps
DQPSK	2Mbps
CCK	5.5 y 11Mbps
For 802.11a/g:	
OFDM:	
BPSK	6 y 9Mbps
QPSK	12 y 18Mbps
16QAM	24 y 36Mbps
64QAM	48, 54 y 108Mbps

Tabla 4.1. Modulaci3n

- - Sensitividad del receptor

For 802.11g:	For 802.11a:	For 802.11b:
• 6Mbps: -87dBm	• 6Mbps: -87dBm	• 1Mbps: -92dBm
• 9Mbps: -86dBm	• 9Mbps: -86dBm	• 2Mbps: -89dBm
• 12Mbps: -85dBm	• 12Mbps: -85dBm	• 5.5Mbps: -88dBm
• 18Mbps: -83dBm	• 18Mbps: -83dBm	• 11Mbps: -83dBm
• 24Mbps: -80dBm	• 24Mbps: -80dBm	
• 36Mbps: -76dBm	• 36Mbps: -76dBm	
• 48Mbps: -71dBm	• 48Mbps: -71dBm	
• 54Mbps: -66dBm	• 54Mbps: -71dBm	

Tabla 4.2. Sensitividad

- Fuente energa: 5 Vdc.
- Temperatura de operaci3n: de 0 a 40 grados Celsius.
- Humedad: del 10% al 90%.

4.1.3. SWITCH 12 PUERTOS (CISCO CATALYST 2950)

El modelo que se utilizar3 en el diseo es el Cisco Catalyst 2950 de 12 puertos el cual permitir3 la conectividad de los distintos elementos que integren la Red en cada Facultad y Tecnologas.



Figura.4.6.Switch Cisco Catalyst 2950

El protocolo de sincronización de la red (NTP) proporciona una fecha y hora exacta y constante a todos los switches dentro de la Red.

Condiciones ambientales requeridas.

- Temperatura de funcionamiento : de 0 a 45 grados celsius
- Máxima humedad: 10 a 85 %
- Altitud de funcionamiento: hasta 3000 m

Requerimientos de poder

- Consumo de energía: 30 watst máximo
- Voltaje entrada AC: 100 a 127, 200 a 240 VAC
- Frecuencia de entrada AC: 47 a 63 Hz
- Voltaje de entrada DC: +12V con 4.5 A

4.1.4. EQUIPO DEL SUScriptor (TSUNAMI MULTIPPOINT MP11-5054)

Este elemento permite la transmisión de los paquetes de IP de video desde las cámaras inalámbricas hasta la Red que se propone instalar en el edificio del Rectorado, para que las imágenes transmitidas puedan ser visualizadas en las computadoras de la Red mencionada.



* SUI Model

Figura.4.7.Unidad de suscriptor MP-11 5054

Características principales

- Rango de frecuencias de operación: 5.725 a 5.850 GHz
- **Modulación RF:** BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM
- **Protocolo del acceso al medio:** WORP (Wireless outdoor router protocol)
- **Tasa de transmisión de datos:** 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 y 54 Mbps. En turbo mode alcanza una tasa de 108 Mbps.
- **Interface alámbrica:** Ethernet, autosensing 10/100BASE –Tx Ethernet.
- Potencia máxima de transmisión: 16 dBm.
- **Seguridad:** **WORP** es un protocolo propietario. Filtro de paquetes en base a la dirección IP o MAC. Encriptación de los datos transmitidos mediante WEP.
- **Configuración remota:** Esto puede ser realizado vía Telnet, http, TFTP y SNMP.
- **Condiciones ambientales requeridas:** Temperatura de 0 a 55 grados Celsius y humedad de 5 al 95 %.
- Sensitividad del receptor:

Modulaciòn	40 MHz Channels	
	Turbo Mode	
64 QAM $\frac{3}{4}$	-66 dBm	108 Mbps
64 QAM $\frac{1}{2}$	-68 dBm	96 Mbps
16 QAM $\frac{3}{4}$	-75 dBm	72 Mbps
16 QAM $\frac{1}{2}$	-78 dBm	48 Mbps
QPSK $\frac{3}{4}$	-81 dBm	36 Mbps
QPSK $\frac{1}{2}$	-83 dBm	24 Mbps
BPSK $\frac{3}{4}$	-84 dBm	18 Mbps
BPSK $\frac{1}{2}$	-85 dBm	12 Mbps

Tabla 4.3. Sensitividad del receptor

- Procesador motorola 8241, 166 MHz.
- 16 Mbytes de memoria RAM
- 8 Mbytes de memoria Flash
- Requerimientos de energí: de 100 a 240 VAC, consumo de 0.4 Watts

4.1.5. CARACTERÍSTICAS DE LAS ANTENAS DE LOS SUSCRIPTORES.



Figura.4.8. Antena direccional

Las antenas de las unidades de suscriptor en cada Facultad son direccionales, a continuación se indican las principales características:

- Rango de frecuencias: 5.25 – 5.785 GHz
- Ganancia: 23 dBi

- Ancho del lóbulo: 10.5 grados
- Polarización: Vertical
- **Temperatura de funcionamiento:** Desde -40 hasta +75 grados Celsius.

4.2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO EN LA ESTACIÓN BASE (EDIF. RECTORADO)

En este literal se indican las principales características de los equipos propuestos para integrar la Red inalámbrica en el edificio del Rectorado.

4.2.1. SWITCH 48 PUERTOS (CISCO 2950 CATALYST)



Figura.4.9.Switch Cisco catalyst 2950, 48 puertos

Este elemento permite dar conectividad a los diferentes dispositivos que integran la Red inalámbrica del Rectorado como: 3 estaciones base BSU Tsunami, 1 router Cisco 3640, Puntos de acceso D-Link, Computadores. A continuación se indican las principales características:

Condiciones ambientales requeridas.

- Temperatura de funcionamiento : de 0 a 45 grados celsius
- Màmima humedad: 10 a 85 %
- Altitud de funcionamiento: hasta 3000 m

Requerimientos de poder

- Consumo de energía: 30 watts máximo
- **Voltaje entrada AC:** 100 a 127, 200 a 240 VAC
- Frecuencia de entrada AC: 47 a 63 Hz
- **Voltaje de entrada DC:** +12V con 4.5 A

4.2.2. RUTEADOR (CISCO 3640)

Este dispositivo permite aislar la Red de Seguridad inalámbrica de la ESPOL de la Internet. Una interfaz ethernet está conectada a la Red LAN que se propone instalar en el edificio del Rectorado y una interfaz serial se utiliza en un enlace WAN con el proveedor de servicios de Internet.

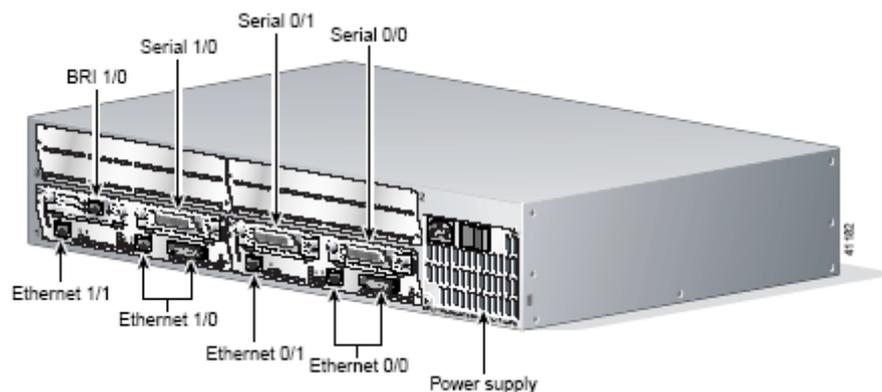


Figura.4.10.Router Cisco 3640

Principales características:

- Voltaje y amperaje de entrada alterna: 15 A, 120 VAC o 10 A, 240 VAC
- Interfaz Ethernet para conectores RJ-45 de cables UTP categoría 5 normales.
- Interfaz serial con puertos de 60 pines.
- Interfaz BRI para cables con conectores RJ-48.

Este dispositivo cuenta con 4 interfaces ethernet, 3 interfaces seriales y 1 interfaz BRI.

Condiciones ambientales requeridas.

- Temperatura de funcionamiento : de 0 a 45 grados celsius
- Máxima humedad: 10 a 85 %
- Altitud de funcionamiento: hasta 3000 m.

4.2.3. RADIO BASE (TSUNAMI MULTIPPOINT MP11-5054)



Figura.4.11.BSU Tsunami MP11 5054

Estos dispositivos integrantes de la Red de Seguridad inalbrica, se contemplan instalar en la habitación que se adecue en el edificio del Rectorado. Dentro de los sistemas Tsunami punto-multipunto este dispositivo controla el tráfico proveniente de las unidades de suscriptor que estn bajo él. Realiza un chequeo continuo de las unidades de suscriptor por unidad de suscriptor con el fin de permitir la transmisión de datos.

Principales características:

- Rangos de frecuencia de operación: 5.725 – 5.850 GHz

- **Modulación RF:** BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM
- **Protocolo del acceso al medio:** WERP (Wireless outdoor router protocol)
- **Tasa de transmisión de datos:** 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 y 54 Mbps. En turbo mode alcanza una tasa de 108 Mbps.
- **Interfase alámbrica:** Ethernet, autosensing 10/100BASE –Tx Ethernet.
- Potencia máxima de transmisión: 16 dBm.
- **Seguridad:** *WERP* Es un protocolo propietario. Filtro de paquetes en base a la dirección IP o MAC. Encriptación de los datos transmitidos mediante WEP.
- **Configuración remota:** Esto puede ser realizado via Telnet, http, TFTP y SNMP.
- **Condiciones ambientales requeridas:** Temperatura de 0 a 55 grados Celsius y humedad de 5 al 95 %.
- **Sensitividad del receptor:** Son los mismos valores indicados en la tabla del literal 4.1.4.
- Procesador motorola 8241, 166 MHz.
- 16 Mbytes de memoria RAM
- 8 Mbytes de memoria Flash
- **Requerimientos de energía:** De 100 a 240 VAC, consumo de 0.4 Watts

4.2.4. ESTACIONES DE MONITOREO.

Las estaciones de monitoreo son computadores que permiten la visualización de las imágenes de video enviadas por las cámaras IP inalámbricas. Deben tener las siguientes características como mínimo:

- Debe tener instalado un browser : Internet Explorer 6.0

- **El CPU** : Pentium IV, 800 GHz
- **Memoria** : RAM de 256 MB
- Disco duro : de 40 GB
- **Tarjeta de Video** : GeForce con 32 MB de memoria.

4.2.5. CARACTERÍSTICAS DE LAS ANTENAS DE LA ESTACIÓN BASE.



Figura.4.12. Antena sectorial 120 grados

Las antenas de cada una de las estaciones base son sectoriales y a continuación se indican las principales características:

- Rango de frecuencias de operación: de 5.15 GHz a 5.875 GHz
- Ganancia :13.5 dBi
- Ancho del lóbulo horizontal: 120 grados
- Ancho del lóbulo vertical: 6 grados
- Polarización: vertical
- Máxima velocidad del viento que puede resistir: 216 Km/ h
- Temperatura a la que puede operar: de -40 a 80 grados Celsius
- Humedad : 95 %

4.2.6. SERVIDORES DE ALMACENAMIENTO DE VIDEO Y GESTIÓN DE LA RED.



Figura.4.13.Servidores IBM

Es recomendable tener los servidores de almacenamiento del video y de Red en equipos separados y totalmente independientes de tal manera que si uno registra una falla, el otro puede seguir trabajando.

Existen numerosas marcas que proporcionan hardware adecuado para servidores entre ellos la marca IBM, HP, SUN y DELL. Se recomienda la marca IBM por su garantía y soporte técnico. A continuación se indican las mínimas características que deben tener estos dos servidores:

Servidor de Gestión de Red

Este servidor permitirá al administrador de la Red, la configuración de políticas de seguridad tales como cuentas de usuario, privilegios de acceso diferenciados, restricciones en el acceso, así como la habilitación del uso compartido de elementos de Red como impresoras, servidores de almacenamiento de datos.

A continuación se detallan las mínimas características del servidor de gestión de red:

COMPONENTE	REQUERIMIENTO
Marca	IBM
Procesador	133 MHz de procesamiento, 550 MHz o más. El Windows 2003 server edición estándar soporta hasta 4 procesadores.
Memoria	256 MB de memoria RAM, 512 MB, 4 GB máximo
Disco duro con capacidad de hot swap. Escalabilidad	2 unidades con capacidad de 40 GB de 10000 rpm
Drive	Unidad de CD-ROM o DVD-ROM
Puertos seriales	1
Puertos USB	4
Interfaces de Red	2 interfaces LAN 100/1000 BASE -TX, conector RJ-45
Fuentes de poder con Hot swap	2
Sistema Operativo	Windows 2003 server
Monitor	VGA, Super VGA que soporte 800 x 600 o una mayor resolución

Tabla 4.4. Características Servidor de Red

Servidor de almacenamiento de video

Este equipo permitirá la grabación de las imágenes de video de las cámaras inalámbricas IP. En nuestro diseño de manera inicial se plantea la implementación del siguiente número de cámaras por Facultad:

FACULTAD	NRO CAMIP
FIEC	11
FIMCP	6
FICT	5
ACUACULTURA	4
INSTITUTOS	8
BIBLIOTECA	5
RECTORADO	4
TECNOLOGÍAS	8

Tabla 4.5. Total de cámaras por Facultad

Se contempla instalar un total de 51 cámaras en todo el Campus Prosperina de la ESPOL. Pero se planifica la grabación de las imágenes de video de un número menor tal como lo muestra el siguiente cuadro:

FACULTAD	NRO CAMIP
FIEC	8
FIMCP	3
FICT	3
ACUACULTURA	3
INSTITUTOS	5
BIBLIOTECA	4
RECTORADO	3
TECNOLOGÍAS	4

Tabla 4.6. Total de cámaras a grabar

En nuestro diseño se planifica configurar, para que cuando 33 cámaras detecten movimiento, la grabación de las imágenes se realice.

Se estima que el 50 % de las 24 horas se estarán grabando imágenes de video con una resolución de 320x240 hasta 30 frames por segundo. Según los cálculos mostrados en el capítulo 3, literal 3.3.7 cada cámara tiene una tasa de transmisión de datos de 1,2 Mbps. A continuación se muestran los cálculos realizados para determinar la capacidad de almacenamiento del servidor.

12 horas de grabación = 43200 segundos

1,2 Mbits x 43200 secs = 51840 Mbits

51840 Mbits / 8 = 6480 Mbytes = 6,480 Gbytes -> 1 cámara en 1 día

40 cámaras = 40 x 6,480 Gbytes = 259,2 Gbytes -> 40 cámaras en 1 día

259,2 Gbytes x 7 = 1814,4 Gbytes = 1,814 Tbytes (capacidad de almacenamiento requerida para 40 cámaras durante 7 días)

COMPONENTE	REQUERIMIENTO
Marca	IBM
Procesador	133 MHz de procesamiento, 550 MHz o más. El

	Windows 2003 server edición estándar soporta hasta 4 procesadores.
Memoria	256 MB de memoria RAM, 512 MB, 4 GB máximo
Disco duro con capacidad de hot swap. Escalabilidad	2 unidades con capacidad de 1,8 Tbytes.
Drive	Unidad de CD-ROM o DVD-ROM
Puertos seriales	1
Puertos USB	4
Interfaces de Red	2 interfaces LAN 100/1000 BASE –TX, conector RJ-45
Fuentes de poder con Hot swap	2
Sistema Operativo	Windows 2003 server
Software de grabación de video	IP surveillance D-Link
Monitor	VGA, Super VGA que soporte 800 x 600 o una mayor resolución

Tabla 4.7. Características de Servidor de almacenamiento de video

4.3. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO EN EL AREA DE TECNOLOGÍA

En este literal se dará una descripción de los equipos integrantes de la Red que se propone instalar en el área de Tecnologías. Aquí se propone la utilización de equipos Tsunami Quickbridge 5054 para los enlaces punto a punto en la garita y en el sector de la piscina de las canchas de Tecnología.

4.3.1. CÁMARA IP INALÁMBRICA (D-LINK DCS – 2100G)

Se propone instalar el mismo modelo de cámara que se ha indicado en el literal 4.1.1. Las especificaciones son las mismas.

4.3.2. PUNTO DE ACCESO INALÁMBRICO (D-LINK DWLAG - 700AP)

En el área de tecnologías se propone la utilización del mismo modelo de Punto de acceso que se ha indicado en el literal 4.1.2.

4.3.3. SWITCH CISCO CATALYST 2950, 12 PUERTOS

Se propone instalar la marca y modelo de switch indicado en el literal 4.1.3.

4.3.4. EQUIPO DEL SUSCRIPTOR (TSUNAMI MULTIPPOINT MP11-5054)

A fin de realizar la transmisión de los paquetes de video desde las cámaras IP inalámbricas instaladas en el área de las Tecnologías, garita y sector de la piscina se va a utilizar la misma unidad de suscriptor Tsunami MP11-54 que se ha indicado en el literal 4.1.4.

4.3.5. TSUNAMI QUICKBRIDGE



Figura.4.14.Tsunami Quickbridge

Se propone instalar estos dispositivos en el área de Tecnologías para implementar los enlaces punto – punto en la garita y en el sector de la piscina de las canchas de tecnología. Se planifica su instalación para que los

paquetes de video de las cámaras en los sectores mencionados pueden ser transportados a la unidad de suscriptor correspondiente y a su vez al Centro de gestión en el edificio del Rectorado. A continuación se indican las principales características de este dispositivo:

- Rango de frecuencias de operación: 5.47 – 5.85 GHz
- Modulación: canales de 20 MHz

MODULACION	THROUGHPUT (Mbps)
BPSK	de 6 a 9
QPSK	de 12 a 18
16-QAM	de 24 a 36
64 QAM ½	de 48 a 54

Tabla 4.8. Modulación, ancho de banda

- Máximo tamaño del paquete IP: 1522 bytes
- Puesto que es un dispositivo para un enlace punto a punto, no se utiliza protocolo de acceso al medio.
- 1 Interfaz ethernet: auto negociación 10/100BASE – Tx Ethernet.
- Sensitividad del receptor:

MODULACION	CANALES DE 20 MHz
	SENSITIVIDAD DEL RECEPTOR
64QAM ¾	-69 dBm -54Mbps
64QAM ½	-72 dBm -48Mbps
16QAM ¾	-77 dBm -36Mbps
16QAM ½	-80 dBm -24Mbps
QPSK ¾	-83 dBm -18Mbps
QPSK ½	-86 dBm -12Mbps
BPSK ¾	-87 dBm -9Mbps
BPSK ½	-88 dBm -6Mbps

Tabla 4.9. Sensitividad

- Potencia de transmisión: 11 dBm
- **Procesador** : Motorola 8241 166 MHz

- Memoria RAM : 16 Mbytes
- **Modo bridging o routing.:** En nuestro diseño se va a configurar en modo bridging.
- Filtrado en base a las direcciones IP o MAC. Filtrado de los protocolos de broadcast.
- **Encriptación :** WEP, WEP+, AES de los datos transmitidos.
- **Voltaje de entrada :** De 110 a 250 VAC (47-63 Hz)
- Rango de temperatura de funcionamiento: -33 a 60 grados Celsius.
- Máxima humedad: 100%
- Máxima velocidad del viento soportada: 125 mph

4.3.6. CARACTERÍSTICAS DE LAS ANTENAS UTILIZADAS.

Las antenas de los dispositivos Quickbridge Tsunami vienen integradas al equipo y tienen las siguientes características:

- Rango de frecuencias de operación: de 5.25 a 5.87 MHz
- Ganancia : 23 dBi
- Ancho del lóbulo vertical: 9 grados
- Ancho del lóbulo horizontal: 9 grados

4.4. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE GESTIÓN

El programa que se usará para la gestión de las cámaras IP inalámbricas es el IP Surveillance y tiene las siguientes características principales:

- Monitoreo y grabación simultánea en tiempo real del audio y video de las cámaras.
- Visualización simultánea de las imágenes de hasta 16 cámaras.
- Múltiples modos de grabación del video.

- Detección de movimiento

Para poder monitorear las cámaras, primeramente se debe insertar las cámaras en el siguiente listado del programa IP Surveillance.

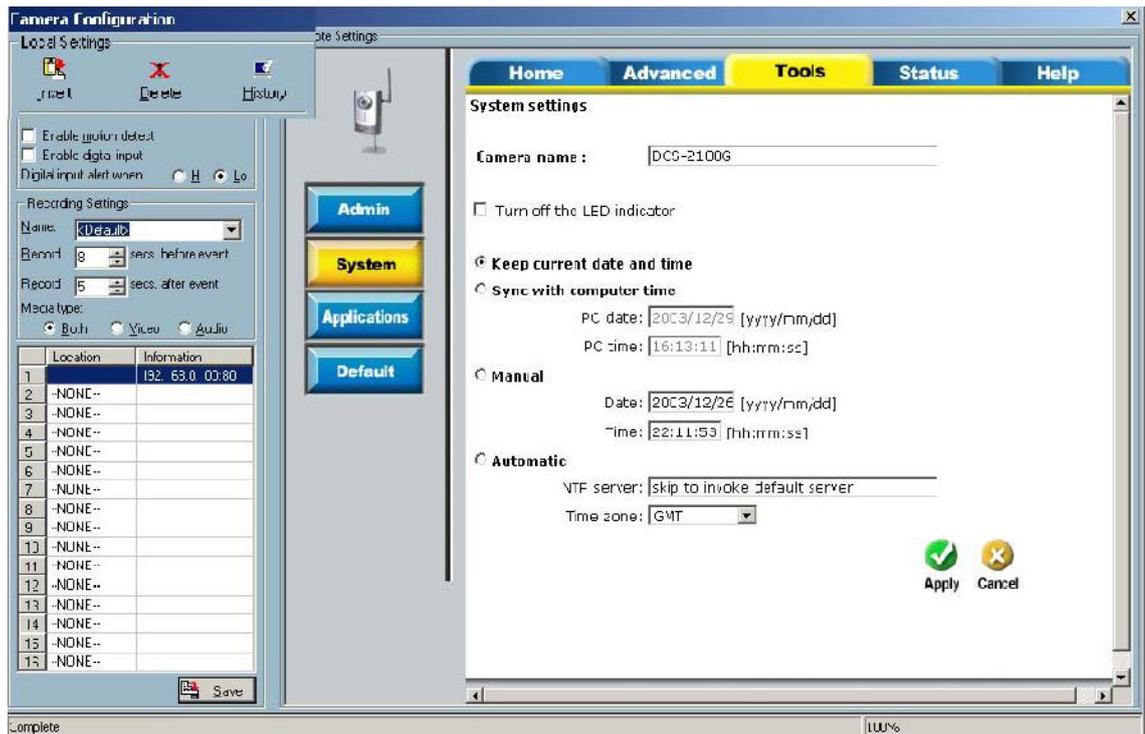


Figura.4.15.Insert IP Surveillance

A la izquierda de la ventana en la parte inferior, se puede observar un listado vacío, que es donde se mostrarán las cámaras ingresadas. Se debe escoger insert a lo cual se desplegará una ventana en donde se deberá ingresar la respectiva dirección IP.

Este programa permite la visualización simultánea de hasta 16 cámaras. La configuración respectiva se la hace en la siguiente ventana.

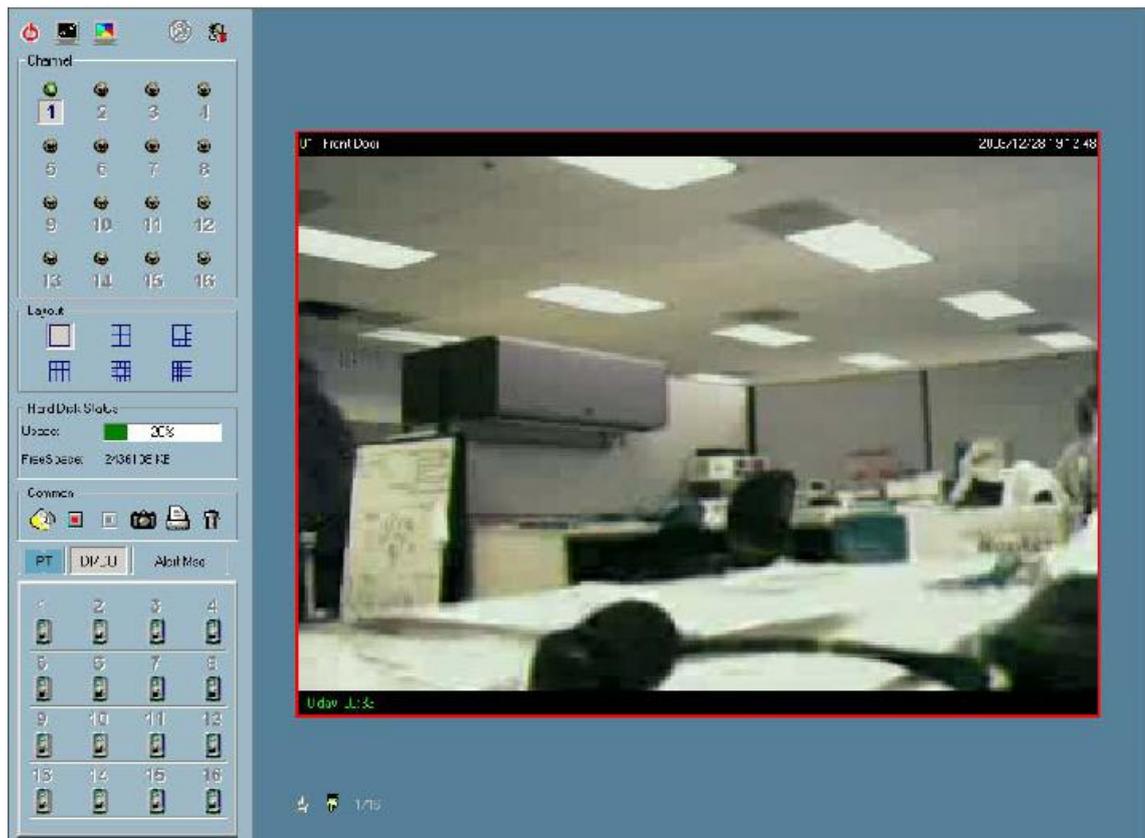


Figura.4.16. Layout IP Surveillance

En el campo Layout se escoge el número de divisiones que se desea que tenga la pantalla y se arrastra hasta el área de video de la ventana. La mencionada área se subdividirá en el número indicado.

Este programa permite configurar de diferentes maneras el grabado de imágenes de video. A continuación se presenta la ventana del software que permite realizar las programaciones.

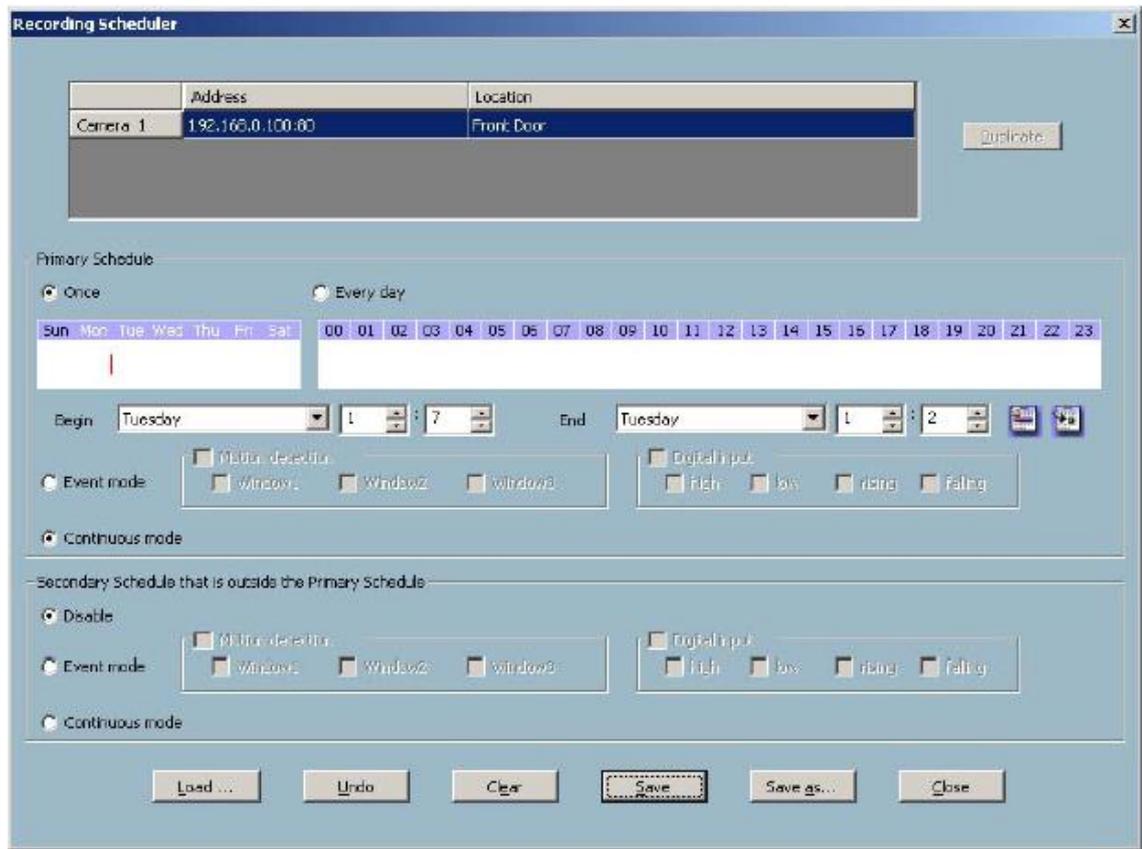


Figura.4.17. Programar grabación

Se puede elegir la grabación en base a eventos o en modo continuo. Modo continuo quiere decir que en todo momento se va a realizar la grabación de las imágenes. También se puede configurar que la grabación empiece en base a ciertos eventos como: detección de movimiento o señales eléctricas recibidas de detectores de movimiento.

CAPITULO 5. CONSIDERACIONES TECNICAS EN LA INSTALACION Y CONFIGURACION DE LOS EQUIPOS

El presente capítulo tiene el objetivo de indicar las consideraciones técnicas a tomarse en cuenta en la instalación de los equipos de la Red inalámbrica de Seguridad y los parámetros principales a configurarse en los diversos elementos de Red.

5.1. INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS Y PROGRAMAS DE ADMINISTRACIÓN DE LA RED

5.1.1. INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA EN CADA FACULTAD DE INGENIERÍA

En cada Facultad se planifica instalar los siguientes elementos:

- Cámara IP inalámbrica
- Punto de acceso inalámbrico
- Switch Cisco catalyst 2950, 12 puertos
- Unidad del suscriptor
- Antena de la unidad de suscriptor

5.1.1.1 Cámara IP inalámbrica (D-Link DCS – 2100G)

Cuando se instale este equipo en cada una de las facultades se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Existencia de elementos focos de interferencia como: otros sistemas RF, motores eléctricos, obstáculos naturales o artificiales.
- Suficiente elevación de la cámara inalámbrica sobre el nivel suelo, para una mayor cobertura del campo visual de la cámara y para dificultar la manipulación no autorizada del elemento.
- Definición de elementos de protección que contrarresten el ambiente en el cual se encuentren las cámaras. Debe considerarse la instalación de protectores ambientales en todas las cámaras inalámbricas.

Si se está conectando una cámara IP inalámbrica a una Red Lan inalámbrica 802.11g, conectar la antena al conector respectivo a un lado del elemento.



Figura. 5.1 Conexión de antena

Conectar la fuente de poder a la entrada de voltaje DC del elemento, localizado en la parte inferior de la cámara, y a su vez conectar esta fuente a la toma de la pared. Entonces el led de poder se encenderá.



Figura. 5.2 Conexión del adaptador de poder

Estas cámaras deben ser instaladas en la parte superior de las paredes.

A continuación se presenta cuadro que indica las principales áreas donde serán instaladas las cámaras inalámbricas.

ELEMENTO	FACULTAD	AREAS A INSTALAR
CAMARA IP	FIEC	LABORATORIOS, NUEVO Y VIEJO EDIFICIO ADM., PARQUEO
	FIMCP	LABORATORIOS, EDIF. GOBIERNO, PARQUEO
	FICT	LABORATORIOS, EDIF. GOBIERNO, PARQUEO
	INSTITUTOS	LABORATORIOS, EDIF. INSTITUTOS, PARQUEO
	BIBLIOTECA	LABORATORIOS, ENTRADA A LA BIBLIOTECA
	ACUACULTURA	LABORATORIOS, EDIF. GOBIERNO, PARQUEO
	RECTORADO	PARQUEO, TESORERIA, OFIC. RECTORADO.

Tabla 5.1. Principales áreas donde se Instalaran Cámaras

5.1.1.2 Punto de Acceso inalámbrico (D-Link DWLAG - 700AP)

Cuando se instale este equipo en cada una de las facultades se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

Instalar los puntos de acceso lejos de elementos focos de interferencia tales como: Otros sistemas RF, motores eléctricos, obstáculos naturales o artificiales)

Mantener el mínimo número de paredes y tumbados entre el punto de acceso y los demás elementos que se conectan a él. Cada pared o tumbado reduce de 1 a 30 metros el área de cobertura del Punto de Acceso. En nuestro diseño se ha considerado que el número máximo de

obstáculos sea 1. En la mayoría de las facultades las posiciones elegidas para los elementos permite que se vean sin obstáculo alguno.

En nuestro diseño se planifica instalar los Puntos de Acceso en la parte exterior superior de las paredes, para así mejorar la comunicación entre elementos evitando que la señal inalámbrica pase por paredes u otros elementos.

Si se está conectando un Punto de acceso a una Red Lan inalámbrica 802.11g, conectar la antena al conector respectivo en la parte posterior del elemento.

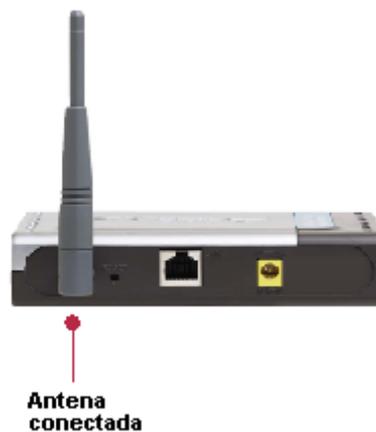


Figura. 5.3 Acces Point DLINK, conexión de antena

Conectar la externa fuente de poder a la entrada de voltaje DC del elemento, localizado en la parte posterior, y a su vez conectar esta fuente a la toma de la pared. Si hay una correcta conexión, el led de poder se encenderá.



Receptor del adaptador de poder

Figura. 5.4 Access Point conexión del adaptador de poder



Led de Poder

Figura. 5.5 Led de poder del Access Point

5.1.1.3 Switch Cisco Catalyst 2950, 12 puertos

En cada una de las facultades se planifica instalar una Red Lan inalámbrica en la que los elementos principales punto de acceso y unidad de suscriptor podrán estar comunicados a través de un Switch Cisco Catalyst 2950 de 12 puertos.



Figura. 5.6 Switch Cisco Catalyst 2950, 12 puertos

Cuando se instale este equipo en cada una de las facultades se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Durante y después de la instalación mantener el chasis siempre libre de polvo.
-
- En nuestro diseño en cada una de las facultades se planifica montar el Switch sobre una pared o sobre un rack previamente existente. Evitar instalar los equipos muy cerca de otros, lo que puede originar una inadecuada ventilación e inaccesibilidad. En caso de daños o regular mantenimiento la falta de espacio es un problema para el personal que realiza el trabajo.
- La habitación donde vaya a ser instalado el Switch debe tener una adecuada ventilación, pues estos equipos electrónicos despiden calor. Por tal razón el cuarto debe estar bien ventilado para cumplir con los estándares de temperatura requeridos.
-
- El chasis del Switch debe tener conexión a tierra, para evitar cualquier daño a los circuitos por picos de voltaje que pudiera haber.
-
- El personal que esté realizando la instalación, mantenimiento o reparación del elemento debe estar aterrizado, ya sea con una pulsera conectada al chasis o utilizando cualquier otro procedimiento, para evitar daño por electrostática.

5.1.1.4 Equipo del suscriptor (Tsunami Multipoint MP11-5054)

Se contempla instalar inicialmente 1 unidad de suscriptor por cada Facultad en donde se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- En nuestro diseño en cada una de las facultades se planifica montar la unidad de suscriptor sobre una pared o sobre un rack previamente existente. Evitar instalar los equipos muy cerca de otros, lo que puede originar una inadecuada ventilación e inaccesibilidad. En caso de daños o regular mantenimiento la falta de espacio es un problema para el personal que realiza el trabajo.
-
- La habitación donde vaya a ser instalado la unidad de suscriptor debe tener una adecuada ventilación, pues estos equipos electrónicos despiden calor. Por tal razón el cuarto debe estar bien ventilado para cumplir con los estándares de temperatura requeridos.

Pasos a seguir para la instalación del equipo en una pared:

- Desconectar la fuente de poder
- Retirar la base metálica de la unidad
- Presionar hacia abajo en el protector del cable para liberarlo.

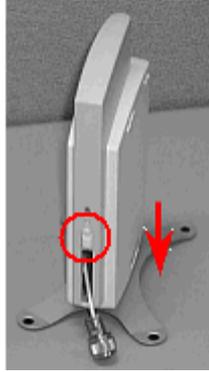


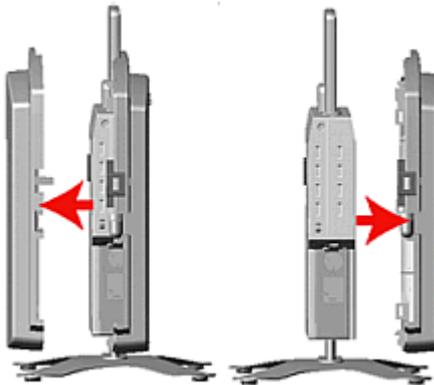
Figura. 5.7 Retirar protector de cable del suscriptor.

- Remover el protector del cable de la unidad



Figura. 5.8 Remover el protector frontal del suscriptor

- Remover el protector frontal y posterior de la unidad



- Posiciones de los tornillos en la pared del suscriptor

- Ubicar el protector posterior de la unidad en el sitio de la pared que se haya elegido para su instalación y marcar las posiciones de los tornillos en la pared.



Figura. 5.9 Perforaciones del suscriptor

- Realizar las perforaciones respectivas en la pared. Colocar el protector posterior y atornillarla a la pared.
- Colocar los cables de poder, el cable de la antena y la cubierta frontal.

5.1.1.5 Antenas de cada Facultad de Ingeniería.

Como se lo había comentado anteriormente, en cada Facultad se planifica instalar 1 unidad de suscriptor al cual debe conectar una antena externa direccional con las siguientes especificaciones:

- Rango de frecuencias: 5.25 – 5.85 GHz
- La señal que se emite con esta antena tiene 18 grados de radiación.
- Ganancia de 23 dBi

Previo a la instalación de esta antena se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Debe tomarse en cuenta la elevación de las antenas sobre el nivel del suelo para asegurar que la primera zona de fresnel esté libre de obstáculos.
-
- Evitar elementos cercanos focos de interferencia tales como motores eléctricos, otros sistemas RF que operen en la misma frecuencia.
-
- Garantizar que los puntos en donde se coloquen las antenas no existan objetos, especialmente metálicos, a menos de 3 metros que puedan obstaculizar la radiación electromagnética.
-
- Elección adecuada de los mástiles en donde serán montadas las antenas.
-
- Evaluar los niveles de velocidad del viento y tener un buen sistema de fijación, para asegurar posición de las antenas direccionales, ya que en este tipo de sistemas, el desplazamiento de las antenas puede ocasionar la pérdida de conectividad y por ende de información.
-
- Una vez instaladas las antenas se debe realizar un mantenimiento periódico que de manera general debe incluir: limpieza y re-hermetización de conectores, ajuste de posición de las antenas

En muchas de las facultades ya existen torres, las cuales pueden ser utilizadas para montar las antenas direccionales previa inspección, en la que se debe tomar en cuenta los aspectos mencionados.

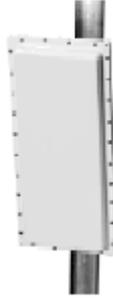


Figura. 5.10 Antena direccional

5.1.2. INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA EN EL ÁREA DE TECNOLOGÍAS.

En esta área se planifica instalar además de los equipos ya indicados en el literal 5.1.1, los elementos Tsunami Quickbridge para los enlaces Punto – Punto.

5.1.2.1 Cámara IP inalámbrica (D-Link DCS – 2100G)

Este es el mismo tipo de cámara que se contempla instalar en las Facultades, por lo que las consideraciones técnicas ya expuestas son aplicables también a esta área. Las principales consideraciones que se deben tener en cuenta en la instalación son las siguientes:

Existencia de elementos focos de interferencia como: otros sistemas RF, motores eléctricos, obstáculos naturales o artificiales.

Definición de elementos de protección que contrarresten el ambiente en el cual se encuentren las cámaras. Debe considerarse la instalación de protectores ambientales en todas las cámaras inalámbricas.

Las cámaras deben ser instaladas en la parte superior de las paredes.

5.1.2.2 Punto de Acceso inalámbrico (D-Link DWLAG - 700AP)

Este dispositivo es el mismo que se planifica instalar en las Facultades y las observaciones ya indicadas también son aplicables a esta área:

Mantener el mínimo número de paredes y tumbados entre el punto de acceso y los demás elementos que se conectan a él. Cada pared o tumbado reduce de 1 a 30 metros el área de cobertura del Punto de Acceso. En nuestro diseño se ha considerado que el número máximo de obstáculos sea En la mayoría de las facultades las posiciones elegidas para los elementos permite que se vean sin obstáculo alguno.

En nuestro diseño se planifica instalar los Puntos de Acceso en la parte exterior superior de las paredes, para así mejorar la comunicación entre elementos evitando que la señal inalámbrica pase por muchas paredes u otros elementos.



Figura. 5.11 Access Point DLINK

5.1.2.3 Equipo del suscriptor(Tsunami Multipoint MP11-5054)

En el área de Tecnologías, en los edificios que se han designado, debe elegirse un cuarto adecuado para la instalación de este equipo. El procedimiento para instalarlo es el mismo que se indicó en el literal 5.1.1.4.



Figura. 5.12 Unidad del suscriptor

5.1.2.4 Switch Cisco Catalyst 2950, 12 puertos

En esta Área se planifica instalar 2 switches Cisco catalyst 2950, uno en el edificio del Gobierno de Tecnología y el otro en el taller de Fundición. Las consideraciones que deben tomarse en cuenta son las mismas indicadas en el literal 5.1.1.3.

- -La habitación donde vaya a ser instalado el Switch debe tener una adecuada ventilación, pues estos equipos electrónicos despiden calor. Por tal razón el cuarto debe estar bien ventilado para cumplir con los estándares de temperatura requeridos.
- -El personal que esté realizando la instalación, mantenimiento o reparación del elemento debe estar aterrizado, ya sea con una pulsera conectada al chasis o utilizando cualquier otro procedimiento, para evitar daño por electrostática.

5.1.2.5 Tsunami Quickbridge

Sólo en el área de Tecnologías se ha planificado instalar las unidades Tsunami Quickbridge, que permiten implementar enlaces Punto – Punto. Estos enlaces permitirán tener las imágenes de video de las cámaras que se planifican instalar: en la garita y la piscina de las canchas de Tecnología.

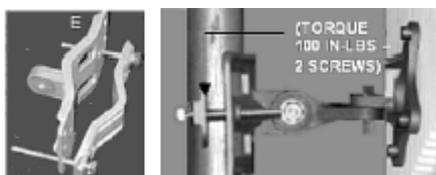
Estos equipos Tsunami pueden ser instalados en el exterior y tienen la antena incorporada. Debe tenerse en cuenta los siguientes aspectos antes de su instalación:

- Mantener alejado el equipo de elementos focos de interferencia tales como motores eléctricos, otros sistemas RF.
- Procurar que el elemento tenga protección en vista de que estará expuesto al ambiente.
- El sistema de fijación y el tipo de mástil deben garantizar la máxima rigidez de las antenas, dado que en estos sistemas direccionales el desplazamiento de las antenas por acción del viento es crítico, se pueden desalinear las antenas y causar pérdida de información.

En la garita, en la piscina, en el taller de fundición y en el edificio de Gobierno de Tecnología, los equipos Tsunami Quickbridge deben ser instalados en una torre o en un polo de acuerdo a la siguiente instrucción:



Figura. 5.13 Insertar los tornillos en el bracket F.



Montar la Unidad utilizando el bracket E

El bracket E permitirá al instalador colocar la antena de tal manera que tenga polarización vertical u horizontal.

5.1.2.6 Antenas utilizadas.

Las antenas en los equipos Tsunami Quickbridge se encuentran incorporadas. Las consideraciones expuestas en el literal anterior son válidas para este literal.

5.1.3. INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS DE LA ESTACIÓN BASE.

Se planifica instalar la estación base en una habitación del edificio del Rectorado, la cual debe ser climatizada adecuadamente para la instalación de los equipos.

5.1.3.1 Switch 48 puertos (Cisco 2950 Catalyst)

Se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos para la instalación del equipo:

- El switch puede ser instalado en un rack estándar de 19 pulgadas. La ubicación del rack es importante, pues si es ubicado cerca de otros equipos va a haber una inadecuada ventilación, y el acceso a ella para mantenimiento o solución de problemas va a verse obstaculizada.
- El cuarto donde serán instalados los equipos debe tener una adecuada ventilación, puesto que el switch genera calor durante su funcionamiento.

A continuación se muestra figura que indica la manera de instalar el Switch en un rack estándar de 19 pulgadas.

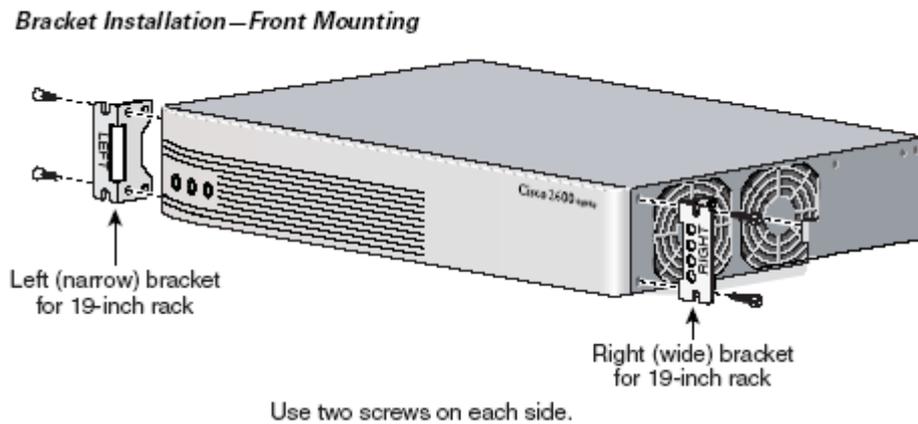


Figura. 5.14 Switch Cisco Catalyst 1950

5.1.3.2 Ruteador (Cisco 3640)

Tomar en cuenta las recomendaciones indicadas en los anteriores literales referente a la instalación de los switches.

Este equipo debe ser instalado en un rack estándar de 19 pulgadas, así como lo muestra la figura en la parte superior.

5.1.3.3 Radio Base (Tsunami Multipoint MP11-5054)

Como se indicó en el capítulo 3 “ Diseño de la Red de Seguridad.... “ inicialmente se contempla instalar 3 radio bases en la habitación del edificio del rectorado que se elija.

Estos equipos deben ser montados en la pared de la misma manera como se indicó en el literal 5.1.1.4.

5.1.3.4 Antena de la Estación Base.

Las antenas de las estaciones base no están incorporadas al equipo son externas y sectoriales, abarcando cada una de ellas un ángulo de 120 grados. A continuación se indican aspectos a tenerse en cuenta durante la instalación de las antenas en la torre o mástil sobre el techo del edificio del rectorado:

- Verificar que la torre donde van a ser colocadas las 3 antenas ha sido aterrizada.
- Los conectores metálicos de una antena que quedaran expuestos deben ser aterrizados.
- Si se va a montar múltiples antenas sobre un mismo mástil, hay que tratar de ubicar las antenas lo más alejadas posible la una de la otra y alternar las polarizaciones de las antenas.
- Conectar el cable a la antena y al “ surge arrestor “ que es una protección contra los relámpagos.
- Conectar el “ surge arrestor “ a la unidad de radio.
- Una vez instalados las unidades, las antenas y los conectores respectivos se pueden correr los distintos tests de diagnóstico mediante la utilización de las herramientas de administración propios de la unidad de radio. Estos tests permitirán determinar si las antenas están correctamente posicionadas.
- Una vez que se concluye que las antenas están bien ubicadas asegurar todas las conexiones y utilizar cinta protectora para los conectores.

5.1.4. PROGRAMAS DE ADMINISTRACIÓN DE LA RED.

Se cuenta con programas de administración tanto para las Redes Lan inalámbricas en cada Facultad como para el sistema Tsunami Punto – Multipunto.

5.1.4.1 Seguridad IP.

Tal como se lo había comentado en el capítulo 3, el programa “ IP surveillance “ nos permite administrar todas las cámaras IP inalámbricas que se planifique instalar. Cuando se instale esta aplicación debe tomarse en cuenta primeramente que el computador donde se lo vaya a instalar debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- Debe tener instalado un browser como Internet Explorer 6.0
- El CPU debe ser Pentium IV, 800 GHz
- Memoria RAM de 256 MB
- Disco duro de 40 GB
- Tarjeta de video GeForce con 32 MB de memoria.

A continuación se indican los pasos para la instalación del software:

1 . Colocar el disco de instalación en unidad de CD-ROM del computador. Aparecerá la pantalla de instalación y hay que hacer clic en el icono de instalar software.

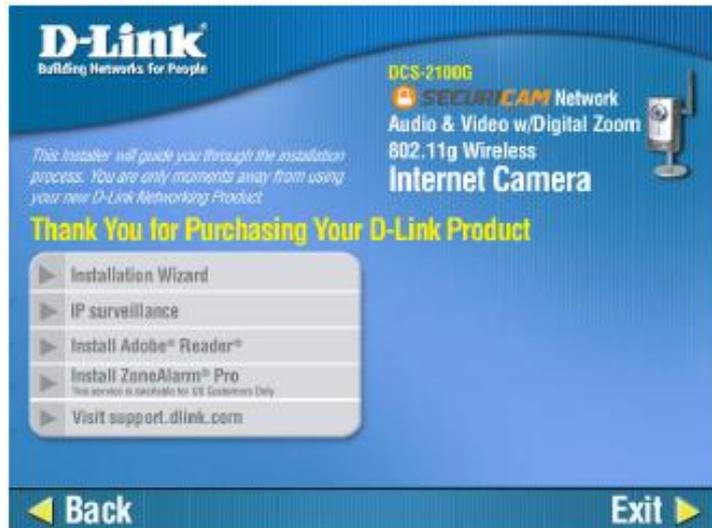


Figura. 5.15 Ventana (1) de instalación Seguridad IP

2 . Aparecerá otra pantalla en el que se da la bienvenida para la instalación. Hay que hacer clic en NEXT.

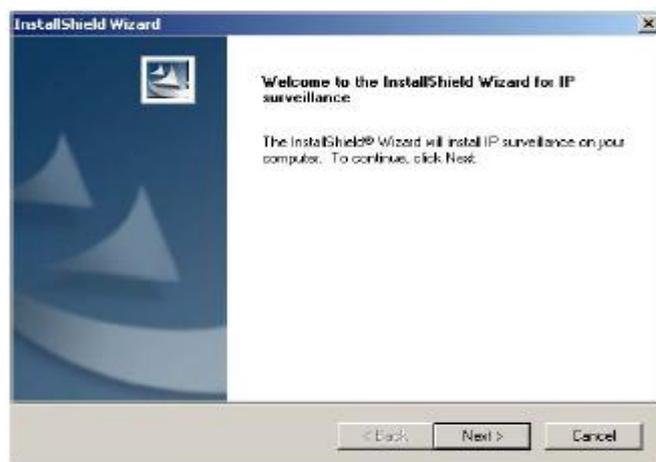


Figura. 5.16 Ventana (2) de Instalación Seguridad IP

3 . La pantalla de la licencia aparecerá, la cual debe ser leída. Clic en YES para mostrar que estamos de acuerdo y proseguir con la instalación.



Figura. 5.17 Ventana (Licencia) de instalación Seguridad IP

4 . Aparecerá la ventana “ *USER INFORMATION* “ en donde uno tendrá que ingresar el username y el nombre de la compañía. Luego de esto hay que hacer clic en *NEXT*, para proseguir con la instalación.

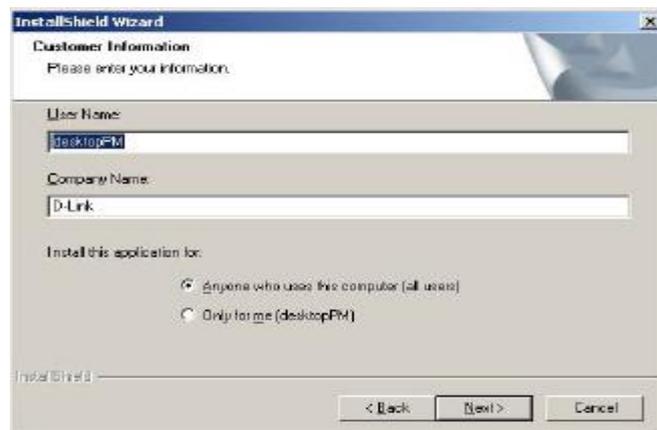


Figura. 5.18 Ventana (4) de instalación Seguridad IP

5 . Luego una ventana nos indicará que debemos introducir el *password*.

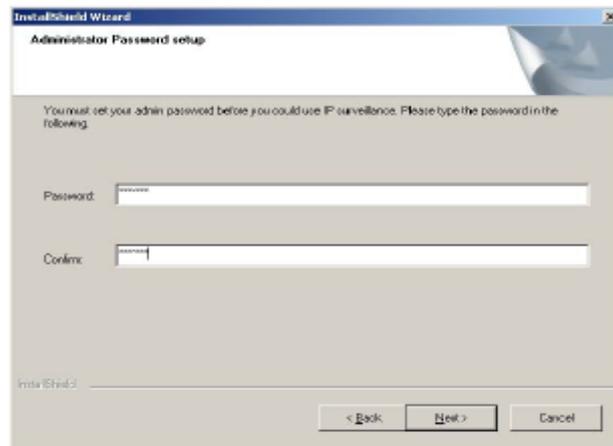


Figura. 5.19 Ventana (Password) de instalación Seguridad IP.

6 . Después tenemos que seleccionar el directorio y la carpeta donde se instalara el programa.



Figura. 5.20 Ventana (6) de instalación Seguridad IP



Figura. 5.21 Ventana (7) de instalación Seguridad IP

7 . Luego de esto aparecerá una ventana en la que se muestran los datos que hemos configurado.



Figura. 5.22 Ventana (8) de instalación Seguridad IP

8 . Finalmente aparecerá la pantalla final

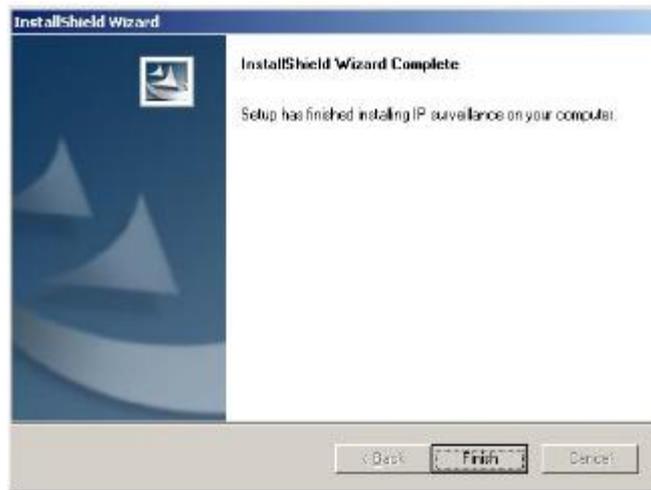


Figura. 5.23 Ventana (Final) de instalación Seguridad IP

5.1.4.2 Windows 2003 server.

En nuestro diseño se ha considerado instalar el programa Windows 2003 server edición estándar. Los pasos para su instalación son los siguientes:

- 1 . Insertar *el Windows 2003 server CD* en la unidad de CD-ROM.
- 2 . Reiniciar el computador. En este instante la instalación del *Windows 2003 server* comenzará.
- 3 . Aparecerá la ventana *Welcome to setup* screen, presionar enter.
- 4 . Presionar Aceptar en la ventana de la Licencia.
- 5 . Seguir las instrucciones referentes al borrado de las particiones en el disco duro. Continuar hasta que aparezca el siguiente mensaje *Unpartitioned space*.

6 . Una vez que aparezca el mensaje antedicho presionar C, para crear una partición en el disco duro.

7 . Se va a crear 2 particiones en el disco duro con la mitad de la capacidad total cada uno. Por lo tanto una vez que ha presionado “ C “ se tiene que especificar en el *Create partition of size (in MB)*, la mitad de la capacidad total (si solamente se cuenta con 1 sólo disco duro, como es nuestro caso).

8 . Seleccionar *Format the partition using the NTFS file system* y presionar *Enter*.

9 . *Windows 2003 server* formatea la partición e instala los archivos del CD. La computadora se reinicia y el programa de instalación continúa.

10 . Para formatear la segunda partición se debe presionar Ctrl+Alt+Del e ingresar al servidor como *administrator*. Dejar el campo de *password* en blanco.

11 . Activar el *Administrative Tools*, y luego elegir el *Computer Management*.

12 . Para formatear la segunda partición escoger el *Disk management*.

13 . Escoger el disco que se quiere particionar y formatear.

14 . Elegir *New partition* y luego presionar *next*.

15 . En el campo *Partition size in MB*, escribir la mitad de la capacidad del disco duro.

16 . Seleccionar *Format the partition using the NTFS file system* y presionar *Enter*.

En este momento tenemos 2 particiones con igual capacidad, en una partición están copiados los archivos del Windows 2003 server CD.

5.2. CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS Y PROGRAMAS DE ADMINISTRACIÓN DE LA RED

Los siguientes literales nos indicarán los parámetros básicos que deben configurarse en los equipos para su correcto funcionamiento. Todos los elementos integrantes de las Redes Lan inalámbricas 802.11g y de los sistemas Tsunami Punto – Multipunto, deben ser previamente configurados con la dirección IP asignada e indicada en el capítulo 3, literal 3.3.6.

Esta configuración puede ser realizada accediendo al puerto serial de estos dispositivos y utilizando el programa *Hyperterminal* o accediendo vía telnet. Una vez configurados pueden ser accedidos remotamente para la configuración del resto de parámetros accediendo a los servidores Web embebidos.

5.2.1. CÁMARA IP INALÁMBRICA (D-LINK DCS – 2100G)

La configuración de los parámetros pueden ser realizados utilizando el programa embebido de cada cámara, accediéndolo por medio del Internet Explorer o utilizando el programa “ IP surveillance “.

5.2.1.1 Asignación inicial de parámetros de red.

Primero deben configurarse los parámetros relevantes de las interfaces alámbricas e inalámbricas de las cámaras IP, tal como se indica a continuación:

Utilizando el programa embebido de cada cámara tenemos la siguiente pantalla.



Figura. 5.24 Ventana(1) de Software Instalación Cámara

En esta ventana se le asigna un nombre a la cámara y se configura la contraseña para el acceso. También se configura la hora y la fecha respectiva.



Figura. 5.25 Ventana (2 Asignacion de Cámara) Software Instalación de cámara

Una vez asignado el nombre debemos configurar el tipo de conexión haciendo clic en “ *connection type* “. Luego de lo cual se desplegará la siguiente ventana.



Figura. 5.26 Ventana(3Tipo de conexión)de Software Instalación Cámara

Se puede elegir 3 tipos de conexiones usando los protocolos: TCP, UDP y http. Se elige el protocolo TCP para el transporte de los paquetes de video, por cuanto es el que menor ancho de banda ocupa.

A continuación se debe acceder al botón de configuración, luego de lo cual se desplegará la siguiente ventana:

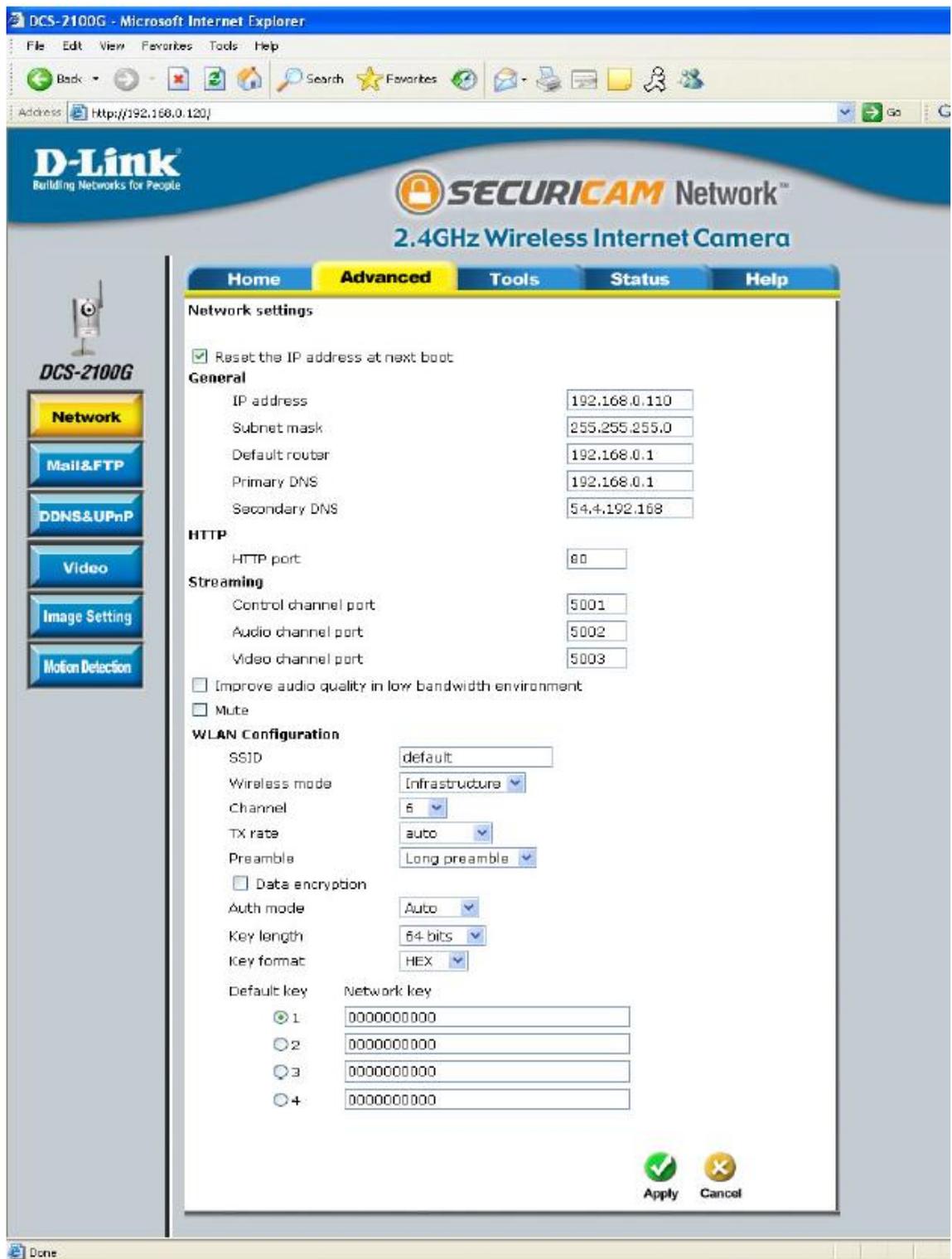


Figura. 5.27 Ventana (4 Configuración de parámetros) de Software Instalación Cámara

La ventana arriba permite configurar los parámetros de las interfaces alámbricas e inalámbricas. La dirección IP, submáscara de red fue configurada de manera inicial.

Es necesario configurar los aspectos importantes de la interfaz inalámbrica tales como:

SSID: es el nombre que se le asigna a la Red inalámbrica y que debe ser configurado tanto en las cámaras correspondientes como en los Puntos de Acceso.

Wireless Mode: aquí se tiene dos opciones: infraestructura y AD-HOC. Se elige infraestructura puesto que no es un enlace punto – punto entre la cámara y el punto de acceso.

Channel: se configura el canal de frecuencias asignado e indicado en el literal 3.3.5.

Tx rate: se elige la máxima tasa de transmisión de datos.

Finalmente se habilita la encriptación de los datos.

5.2.1.2 Acceso remoto a la cámara IP inalámbrica.

Esta configuración es necesaria si se accede a cámaras IP que están bajo una Red Lan con un ruteador. En nuestro diseño cada unidad de suscriptor en las Facultades es configurada como ruteadores, por lo que se debe realizar la siguiente configuración:

En las unidades de suscriptor se deben abrir los siguientes puertos: 80, 5001, 5002 y 5003 ligándolos a las direcciones IP de las computadoras del

centro de monitoreo. Esto permitirá el acceso a las cámaras desde otras redes.

5.2.2. PUNTO DE ACCESO INALÀMBRICO (D-LINK DWLAG - 700AP)

La configuración de los parámetros básicos de este elemento pueden ser realizados accedendo al servidor web de este dispositivo, utilizando el Internet Explorer.

5.2.2.1 Modo de Operación.

En este elemento se debe configurar el modo de operación infraestructura, lo que significa que el elemento va a trabajar en conjunto con las cámaras IP como un sistema punto – multipunto.

5.2.2.2 Parámetros de la conexión inalámbrica

A continuación se presenta la ventana que indica los parámetros de la interfaz inalámbrica.



Figura. 5.28 Ventana (1) Parámetros de la Interfaz Inalámbrica

- **SSID:** es el nombre de la Red Lan inalámbrica que debe ser configurado tanto en los Puntos de Acceso como en las cámaras IP inalámbricas.
- **Channel:** se configura el canal de frecuencias asignado e indicado en el literal 3.3.5.1.
- **Authentication:** se escoge shared key pues limita la comunicación con sólo los dispositivos que tienen las mismas configuraciones WEP.
- **Chipper type:** se elige TKIP, porque introduce mejoras a la encriptación de los datos.

- **Wep Type:** se lo habilita.
- **Key type:** se escoge el hexadecimal.
- **Key size:** se escoge 64 bits.
- **Valid Key:** de las 4 posibles se escoge la primera.

5.2.2.3 Parámetros de Red.



Figura. 5.29 Software Ventana (1) Configuración de la Dirección IP del Ruteador

En esta ventana se realiza la configuración de la dirección IP, máscara de subred y el default gateway, que es la dirección IP del ruteador.

5.2.2.4 Características Avanzadas.

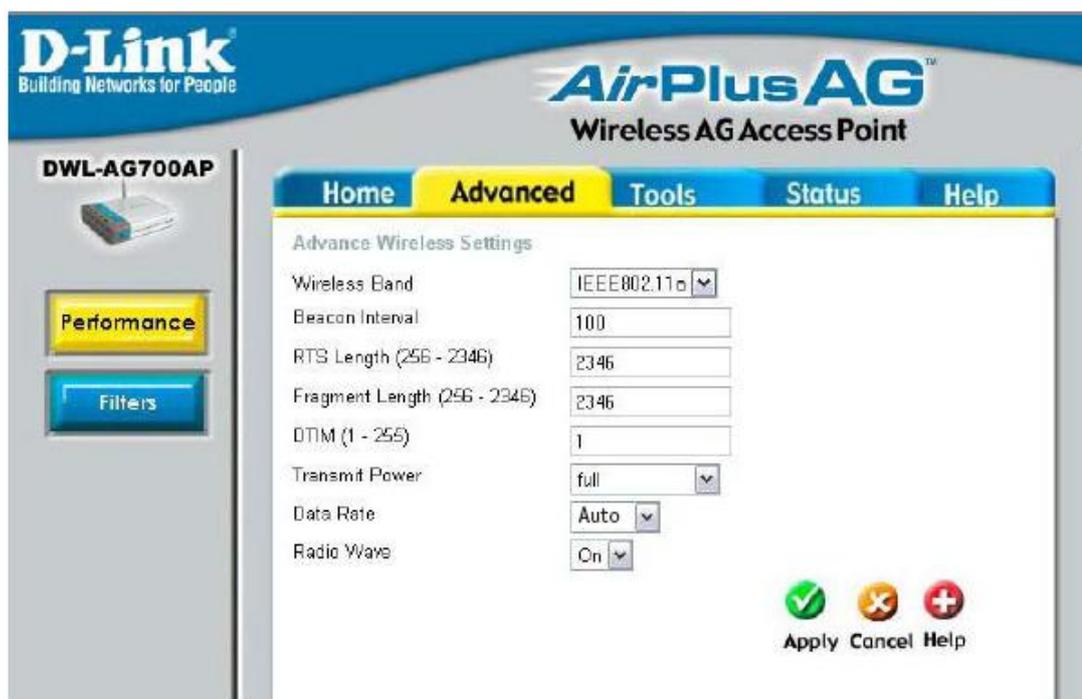


Figura. 5.30 Software Ventana (2) configuraciones Avanzadas del Ruteador

La configuración de los parámetros en esta ventana, permiten mejorar el desempeño de la Red.

- **Beacon Interval** : Aquí se especifica el intervalo de tiempo que será tomado en cuenta por el Punto de Acceso para enviar paquetes de sincronización de Red. El valor por defecto es 100 ms. No se recomienda un valor menor pues se degradaría el performance de la Red.
- **Fragment length** : Es un valor límite que determina si un paquete de datos es fragmentado o no. Se recomienda configurar este parámetro en el valor más alto, 2346 bytes, puesto que permite que se ocupe eficientemente el ancho de banda de la Red.

- **Trasmit power** : Se escoge la máxima potencia de transmisión.
- **Data Rate**: Se debe configurar la máxima tasa de transmisión de datos.

5.2.3. RADIO BASE (TSUNAMI MULTIPOINT MP11-5054)

Este elemento puede ser configurado accedendo al servidor Web del elemento utilizando el Web browser, Internet Explorer.

5.2.3.1 Asignación de la dirección IP.

Para la configuración de la dirección IP se utiliza el programa Scan Tool, que puede estar instalado en una PC portátil. La computadora portátil debe estar conectada al elemento por medio de una cable UTP cruzado.

Los pasos para la configuración son los siguientes:

- Ejecutar el Scan Tool, programa que desplegará en una ventana los elementos conectados a la Red, en este caso como solamente dos elementos integran la Red, sólo se desplegará un elemento.

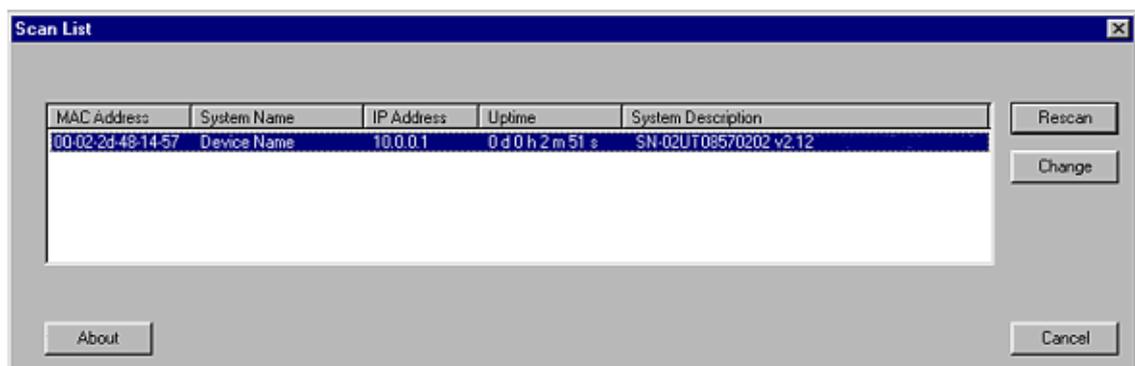


Figura. 5.31 Software SCAN de Análisis de Elementos Conectados a la Red Ventana (1)

Se selecciona la unidad a la que se le va a configurar la dirección IP y luego se selecciona “ Change “. Aparecerá la siguiente ventana:



Figura. 5.32 Software SCAN Ventana (2) CHANGE

Se selecciona “static” lo que provocará que los demás campos se habiliten. Esto significa que se podrán realizar las configuraciones respectivas como la “ dirección IP “, “ máscara de subred “

5.2.3.2 Modo de operación del GPS.

Debido a que se están instalando varias unidades de estaciones base en un mismo sitio, es necesario instalar en cada BSU la antena GPS y configurar la unidad en el modo “ *Multisector* “

Este modo de operación tiene que ser configurado vía CLI, es decir con la introducción de los siguientes comandos:

setFrameSync command (**setFrameSync <0 (MultiSector with auto-restart | 1 (independent – NOT multisector) | 2 (MultiSector with auto-resync).**

5.2.3.3 Asignación de la tasa de datos.

Las estaciones base deben ser configurados en “turbo mode” para que la tasa de transmisión de datos sea 108 Mbps.

The screenshot shows a configuration window for a wireless interface. The window has a top navigation bar with tabs for Management, Security, Filtering, NAT, System, Network, Interfaces, SNMP, and RIP. The 'Interfaces' tab is selected, and the 'Wireless' sub-tab is active. The configuration fields are as follows:

Interface Type	Worp Satellite
MAC Address	00:10:C6:3D:44:B8
Base Station System Name	Wireless Router
<i>Note: Base Station System Name is the System Name found on the system page of the Base Station this satellite is connecting to, if blank satellite can connect to any Base Station</i>	
Network Name	OR_WORP 802.11a
Dynamic Data Rate Selection (DDRS) Status	Disabled
Transmit Power Control (TPC)	-0 dB
<i>NOTE: Changes to TPC will take effect immediately after clicking OK Button.</i>	
Enable Turbo Mode	<input type="checkbox"/>
Frequency Channel	56 - 5.26 GHz
Multicast Rate	36 Mbps
Satellite Density	Large
RegistrationTimeout	5
Network Secret	xxxxxx
Input bandwidth limit (in kbits/s)	108032
Output bandwidth limit (in kbits/s)	108032

At the bottom of the window are 'OK' and 'Cancel' buttons.

Figura. 5.33 Software de Configuración de transmisión de Estación Base

5.2.3.4 Selección del rango de frecuencias operativas.

En la ventana de la figura superior también se debe configurar los canales de frecuencia asignados e indicados en el literal 3.3.5.2.

5.2.3.5 Asignación de la potencia de transmisión.

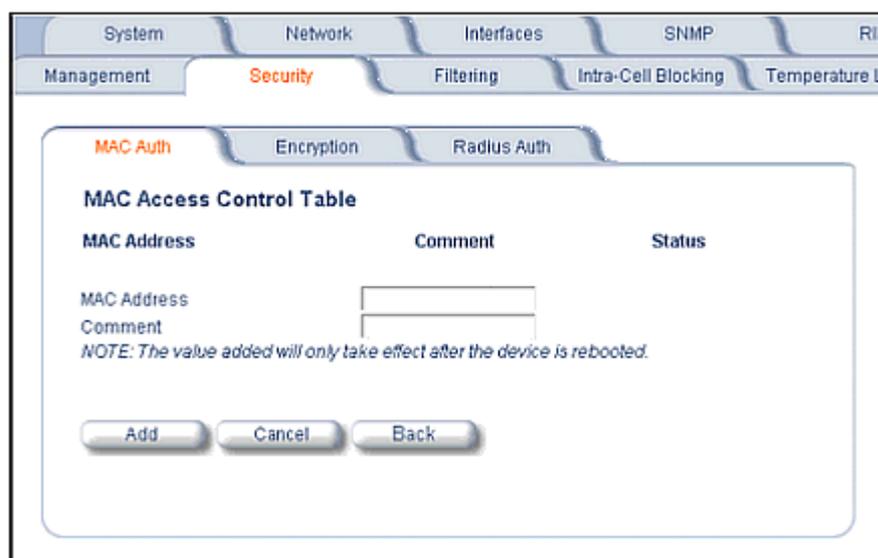
La potencia de transmisión debe ser configurada en la ventana superior al valor de 16 dBm. Este valor asegurará que el nivel de la señal en el receptor permita tener la máxima tasa de transmisión de datos, 108 Mbps.

5.2.3.6 Selección del modo de operación.

Las estaciones base deben ser configuradas en el modo “ *WGRP base* “ , como puede ver en la ventana superior.

5.2.3.7 Adición de unidades de Suscriptor.

Cuando se instala una nueva unidad de suscriptor, en la estación base tiene que realizarse la siguiente configuración para permitirle el acceso.



The screenshot shows a web-based configuration interface for a network device. The top navigation bar includes tabs for System, Network, Interfaces, SNMP, and RIF. Below this, a secondary navigation bar has tabs for Management, Security (highlighted in red), Filtering, Intra-Cell Blocking, and Temperature L. Under the Security tab, there are sub-tabs for MAC Auth (highlighted in orange), Encryption, and Radius Auth. The main content area is titled "MAC Access Control Table" and contains a table with three columns: "MAC Address", "Comment", and "Status". Below the table, there are input fields for "MAC Address" and "Comment", and a "NOTE: The value added will only take effect after the device is rebooted." At the bottom of the form, there are three buttons: "Add", "Cancel", and "Back".

Figura. 5.34 Software de Configuración de Acceso de Estación Base

En la ventana de configuración tiene que registrarse la dirección MAC de la unidad de suscriptor.

5.2.4. EQUIPO DEL SUSCRIPTOR (TSUNAMI MULTIPPOINT MP11-5054)

De manera inicial se planifica instalar una unidad de suscriptor por cada Facultad

5.2.4.1 Asignación de la dirección IP.

Se conecta una computadora a la unidad de suscriptor utilizando un cable UTP cruzado categoría 5E, y se utiliza un software llamada Scan tool, que al ejecutarlo despliega en una ventana los elementos que se encuentren en la misma red, tal como lo muestra la siguiente figura:

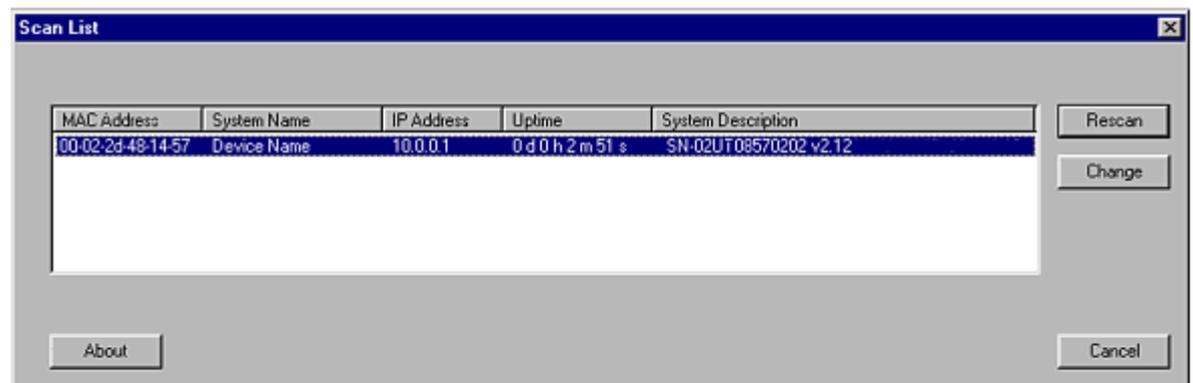


Figura. 5.35 Software SCAN de Análisis de Tsunami Ventana (1)

Al escoger el botón “ change “ se despliega esta otra ventana:



Figura. 5.36 Software SCAN de Análisis de Tsunami Ventana (2)

Se escoge la opción "Static", porque se desea configurar una dirección IP fija. Se habilitan las demás ventanas y se configura la dirección IP, la máscara de subred y la dirección del ruteador por defecto.

5.2.4.2 Selección del rango de frecuencias operativas.

Utilizando el Web Browser, Internet Explorer se puede acceder al Servidor web de la unidad de suscriptor, digitando la respectiva dirección IP para la configuración de las frecuencias de operación. Al acceder se despliega la siguiente ventana:

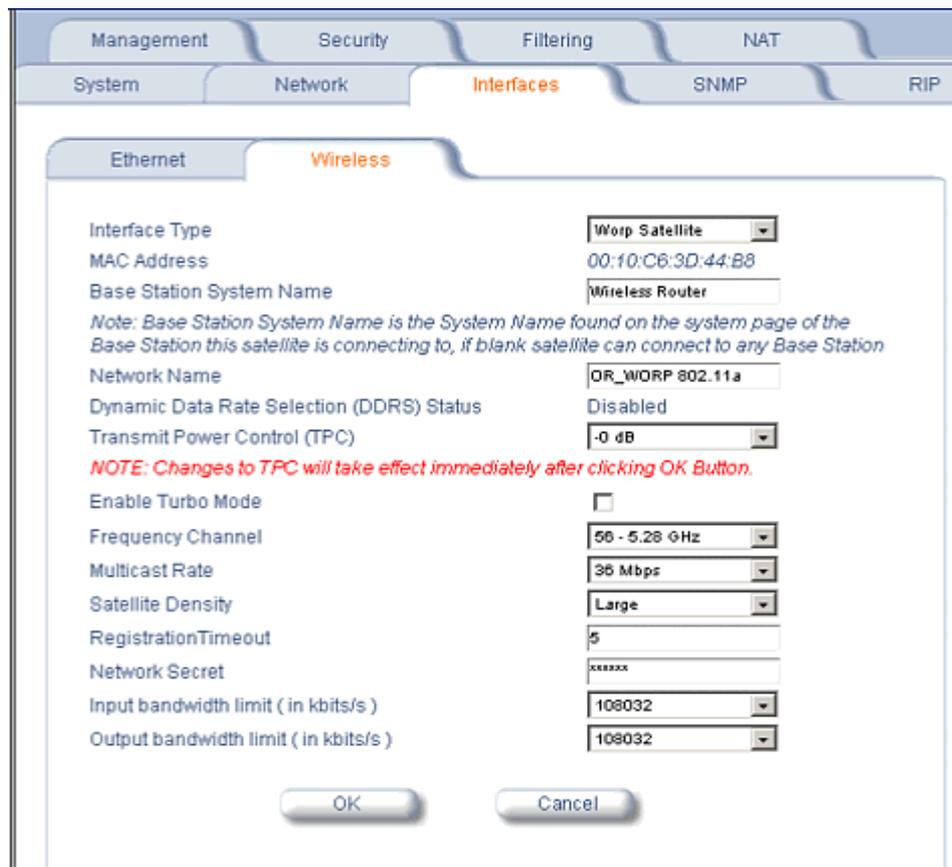


Figura. 5.37 Software de Configuración de transmisión de Tsunami

En el campo “ Frequency Channel “, se configura la frecuencia de acuerdo a la asignación indicada en el capítulo 3, literal 3.3.5.2.

5.2.4.3 Selección de la tasa de datos.

Estas estaciones deben ser configuradas en el modo “ turbo mode “ para permitir una máxima tasa de transmisión de datos de 108 Mbps, tal como se puede apreciar en la figura anterior.

5.2.4.4 Posicionamiento del equipo.

Este literal se refiere al proceso de alineación de la antena de la unidad de suscriptor con respecto a la antena de la estación base, logrando de esta

manera el mejor enlace posible, entendiéndose que esto se refiere al enlace cuyos niveles de señal en sus receptores son los mejores.

Para este proceso se utiliza la herramienta embebida en la unidad de suscriptor llamada " antenna alignment tool ". Como se indicó, la unidad de suscriptor puede ser accesada, vía web utilizando el Internet Explorer o cualquier otro Web browser, o por el puerto serial utilizando los comandos respectivos. Para hacer uso de la herramienta " antenna alignment tool " se debe acceder por el puerto serial utilizando los siguientes comandos:

set aad enable local Habilita la visualización de la relación SNR en el receptor local

set aad enable remote Habilita la visualización de la relación SNR en el receptor remoto.

set aad enable average Habilita la visualización la relación SNR en el receptor local y remoto.

set aad disable Deshabilita la visualización de la herramienta " antenna alignment tool "

Este proceso de alineación de la antena consiste en que la unidad de suscriptor emitirá cortos sonidos beeps durante intervalos variables y reflejará valores en la pantalla entre 00 y 99. Estos intervalos de sonido cambian dependiendo del nivel de intensidad de la relación SNR, lo que permitirá un reajuste en el posicionamiento de la antena.

Si durante este proceso se recibe un alto nivel de SNR (significa que la señal deseada es mucho mayor que la señal de ruido), el intervalo de sonido es más corto. Si se recibe un bajo nivel de SNR (señal de ruido es

mucho mayor que la señal deseada) el período entre beeps es mucho más largo. La posición se determina escuchando en qué dirección el período entre los sonidos beeps es más corto y observando el mayor valor de la relación SNR en la pantalla.

5.2.5. EQUIPO TSUNAMI QUICKBRIDGE

Estos dispositivos serán utilizados solamente para enlaces punto – punto, los cuales se planifica instalar en el área de tecnologías.

5.2.5.1 Asignación de la dirección IP.

Para la configuración de la dirección IP de estos dispositivos se debe conectar un computador directamente al elemento utilizando un cable UTP cruzado. También se utiliza la herramienta “ scan tool “ previamente instalado en el computador que va a utilizarse. Se lo ejecuta y realiza la búsqueda de los elementos que estén en la misma subred, desplegando en una ventana los resultados. Se escoge el elemento deseado y se configura la dirección IP, la máscara de subred y el ruteador por defecto. Las ventanas del Scan tool pueden ser observadas en el literal 5.2.4.1.

5.2.5.2 Selección del canal de frecuencia operativa.

Se configura el canal de frecuencia en la unidad de acuerdo a lo especificado en el capítulo 3 literal 3.3.5.2. La ventana que contiene el campo de frecuencia es la siguiente. Esta ventana puede ser accesada utilizando el Internet Explorer, digitando la respectiva dirección IP.

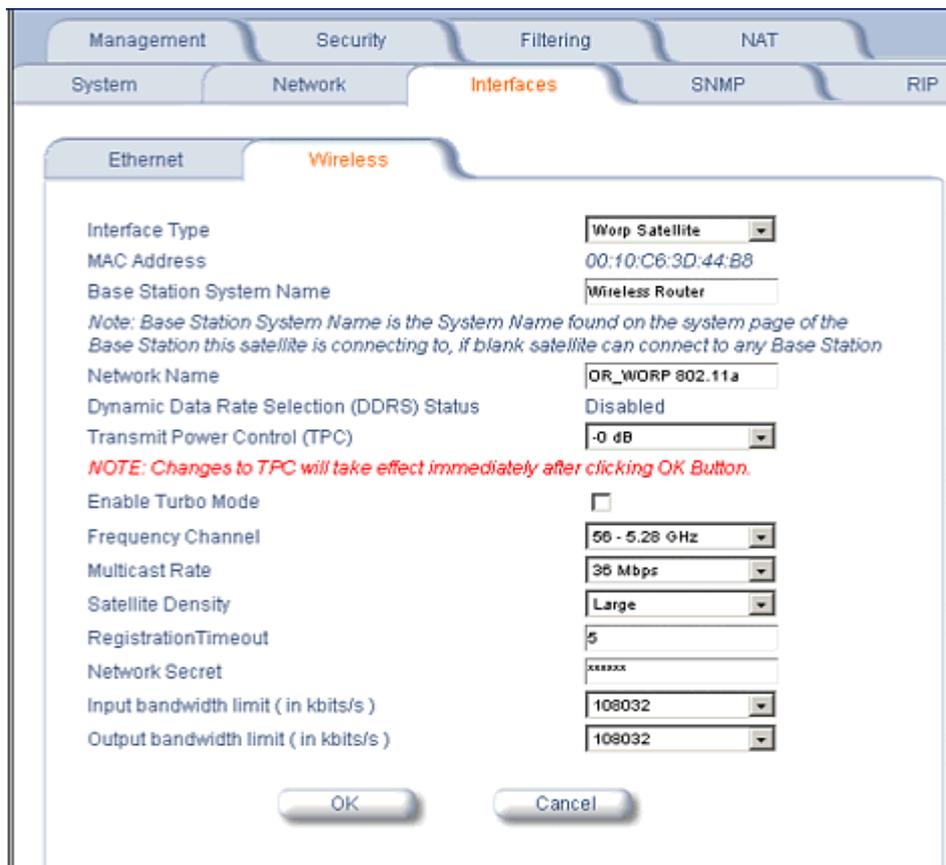


Figura. 5.38 Software de Configuración de transmisión Operativa

5.2.5.3 Selección de la tasa de datos.

La tasa de transmisión de datos que debe configurarse es 54 Mbps. La ventana en el anterior literal, en el campo Multicast rate, nos permite realizar esta configuración.

5.2.6. RUTEADOR (CISCO 3640)

La configuración de este elemento se la puede dividir en 2 fases: configuración de las políticas de seguridad y configuración básica en la que se incluyen interfaces y las listas de acceso. Debe accesarse al puerto de consola del elemento mencionado a fin de realizar las respectivas configuraciones.

5.2.6.1 Listas de Acceso.

Antes de indicar el procedimiento para la configuración de las listas de acceso se indicarán los parámetros de seguridad que deben ser configurados:

- **Enter host name [Router]:** Espol (Aquí se configura el nombre que se le desee dar al ruteador)
- **Enter enable secret:** xxxx (Se configura una contraseña para proteger el acceso al modo “ configuración “. Esta contraseña es encriptada en la configuración)
- **Enter enable password:** xxxx (Se configura este campo cuando no se especifica el “ enable secret “ , con versiones de software más antiguas)
- **Enter virtual terminal password:** xxxx (Esta contraseña evitarà accesos no autenticados a través de puertos que no son el de consola.

A continuación se debe proceder con la configuración de las interfaces. Se debe configurar la interfaz fast ethernet 0/0 del ruteador cisco 3640 para conectarse con la Red alamburada que se ha diseñado, y que sería instalada en el edificio del Rectorado, para lo cual se deben utilizar los siguientes comandos:

First, would you like to see the current interface summary? [yes]:
 Any interface listed with OK? value "NO" does not have a valid
 configuration

Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	Protocol
BRI0/0	unassigned	NO	unset	up	up
Fast Ethernet0/0	unassigned	NO	unset	up	down
Fast Ethernet0/1	unassigned	NO	unset	up	down
Fast Ethernet1/0	unassigned	NO	unset	up	down
Fast Ethernet1/1	unassigned	NO	unset	up	down
Serial0/0	unassigned	NO	unset	down	down
Serial0/1	unassigned	NO	unset	down	down
Serial1/0	unassigned	NO	unset	down	down
TokenRing0/0	unassigned	NO	unset	reset	down

Figura. 5.39 Protocolos de la Capa de Aplicación

La Tabla anterior muestra un sumario del estado de los distintos tipos de interfaces con las que cuenta el Ruteador. A continuación se indican los pasos para configurar la interfaz LAN Fast Ethernet:

Configuring interface FastEth0/0:

Is this interface in use? [yes]: yes

Configure IP on this interface? [yes]:

IP address for this interface: 192.168.7.254

Number of bits in subnet field [8]: 12

**Class C network is 192.168.7.0, 12 subnet bits; mask is
255.255.255.0**

Configure AppleTalk on this interface? [no]: no

Extended AppleTalk network? [no]: no

AppleTalk starting cable range [0]:

AppleTalk ending cable range [1]:

AppleTalk zone name [myzone]:

AppleTalk additional zone name:

AppleTalk additional zone name:

Configure IPX on this interface? [no]: no

IPX network number [1]:

En caso de más interfaces LAN que necesiten configurarse, sólo hay que repetir las pasos indicados arriba.

Se debe configurar una interfase serial, como DTE para conexión con el proveedor de Internet . A continuación se indican los pasos para la respectiva configuración:

Configuring interface Serial0/0:

Is this interface in use? [yes]:yes

Configure IP on this interface? [yes]:yes

Configure IP unnumbered on this interface? [no]:no

IP address for this interface: 172.16.74.1

Number of bits in subnet field [8]:16

Class B network is 172.16.0.0, mask is 255.255.0.0

Configure AppleTalk on this interface? [no]: no

Extended AppleTalk network? [yes]:

AppleTalk starting cable range [2]:

AppleTalk ending cable range [3]:

AppleTalk zone name [myzone]:

AppleTalk additional zone name:

Configure IPX on this interface? [no]:

IPX network number [2]:

Con los comandos indicados arriba se configura la dirección IP proporcionada por el Proveedor de servicios de Internet. Luego se conecta a este puerto un cable serial DTE. Cuando el ruteador detecta esto, automáticamente se configurará para tomar la señal de clock externo.

En el ruteador cisco se debe configurar la siguiente ruta estática por defecto:

Espol(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.16.74.1

Esto significa que cuando el ruteador recibe paquetes de datos con dirección de red destino diferente a la red 192.168.7.0, dichos paquetes serán enviados por la interfase serial cuya dirección IP es 172.16.74.1 .

5.2.7. CONFIGURACIÓN DEL PROGRAMA DE SEGURIDAD IP.

Se planifica instalar este programa en los computadores de la estación base, diseñada para que se implemente en el edificio del Rectorado. Este programa permite la visualización simultánea de video de hasta 16 cámaras. Se muestra a continuación la configuración respectiva.

5.2.7.1 Visualización de las cámaras IP inalámbricas.

Primero las cámaras deben ser insertadas utilizando la siguiente ventana de configuración:

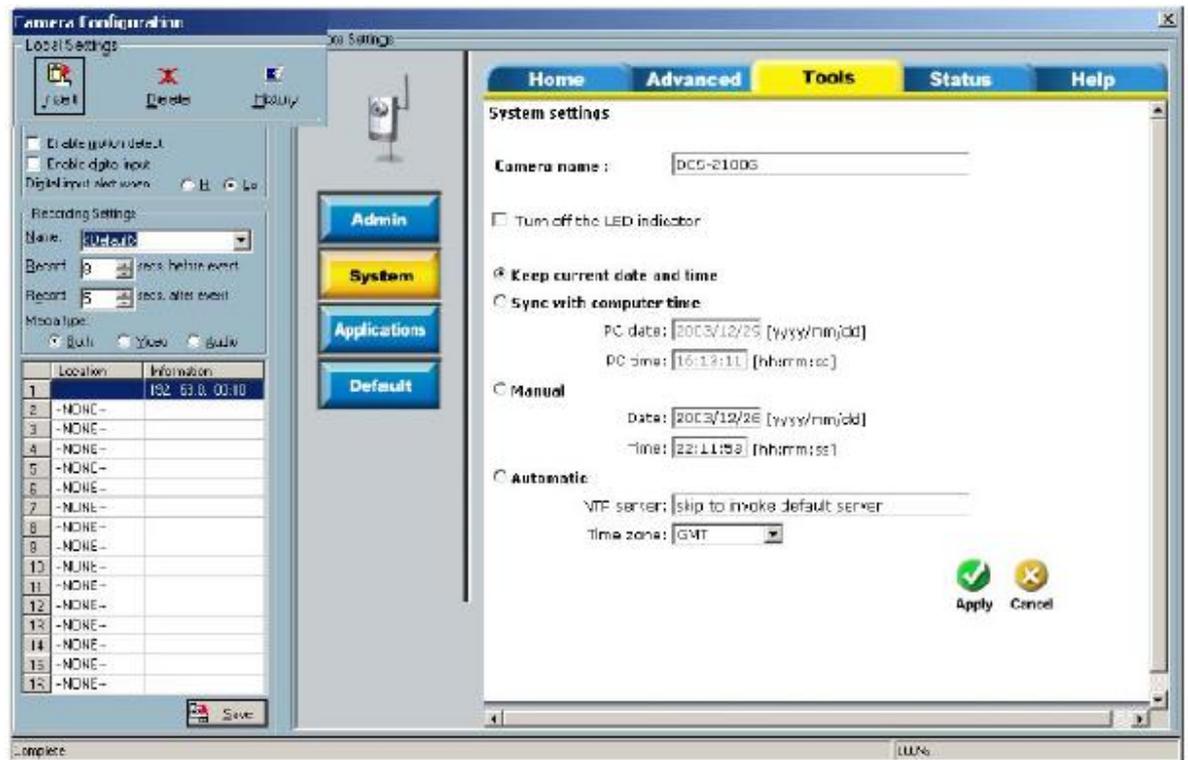


Figura. 5.40 Software de Configuración de cámara

En el área de “ local settings “ se escoge la opción “ insert “, luego de lo cual se despliega la siguiente ventana:



Figura. 5.41 Software de Configuración de canal de las cámaras.

Se ingresa en la ventana la dirección IP de la cámara que se quiere insertar y se especifica la apertura del puerto 80. Una vez añadida la cámara, los datos respectivos podrán visualizarse en la siguiente ventana:

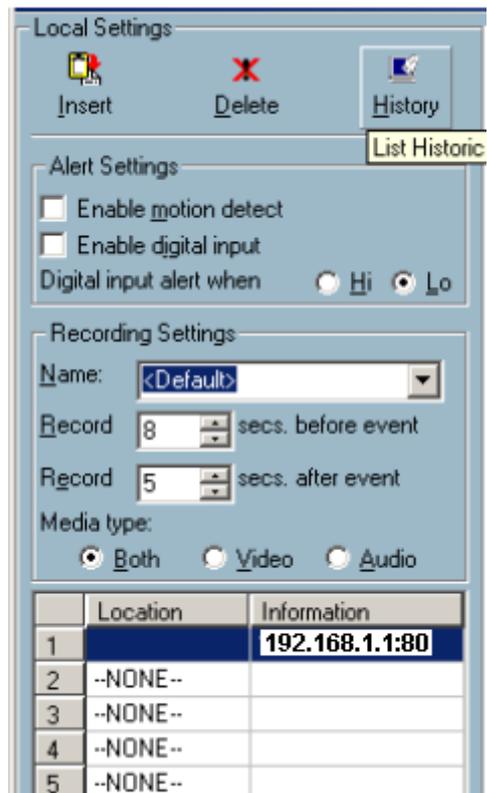
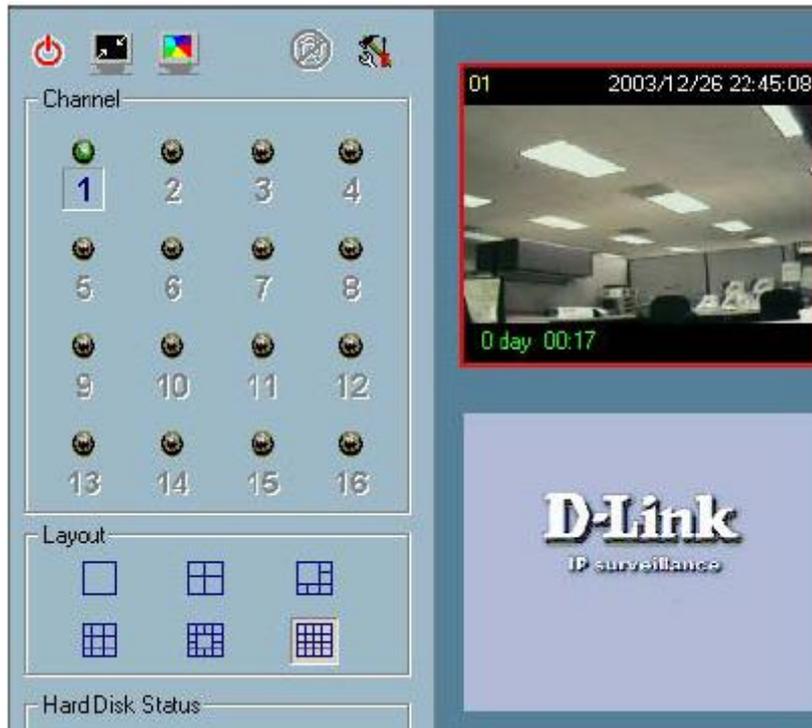


Figura. 5.42 Software de Visualización de cámaras con registro de seteo

Para visualizar simultáneamente varias cámaras IP se debe realizar la siguiente configuración:



Software para Configuración Visualización de varias cámaras

En el área de Layout se elige el número de cámaras que se desea observar simultáneamente. Se puede visualizar 1 cámara, 4, 6, 9, 13 y 16 cámaras al mismo tiempo. Luego se mueve el cursor hasta el área "channel" y se lo posiciona en la cámara que se desea visualizar. Presionando el botón izquierdo se arrastra el ratón hasta el área de visualización de video a la derecha de la pantalla y se lo libera en el área escogida.

5.2.8. CONFIGURACIÓN DEL ANALIZADOR DE TRÁFICO DE RED IRIS.

El analizador de tráfico IRIS es una herramienta que permite al administrador de la Red, monitorear el tráfico entrante y saliente a la Red. Para obtener datos estadísticos de toda la Red, el dispositivo que tenga instalada esta herramienta debe estar conectado al puerto span del switch cisco que se planifica instalar en el edificio del Rectorado.

Por este puerto se debe replicar todo el tráfico que cursa por las demás interfaces. Se considera que este es el mejor punto para la captura del tráfico, pues los computadores desde los cuales se va a realizar el monitoreo están en la Red que se planifica implementar en el edificio del Rectorado.

5.2.8.1 Creación de filtros.

Esta herramienta nos permite la creación de filtros en base a varios criterios como puertos, direcciones IP destino y fuente, direcciones MAC entre otros.

En nuestro diseño se ha considerado configurar filtros en base a las direcciones IP destino y fuente utilizando la siguiente ventana del programa:

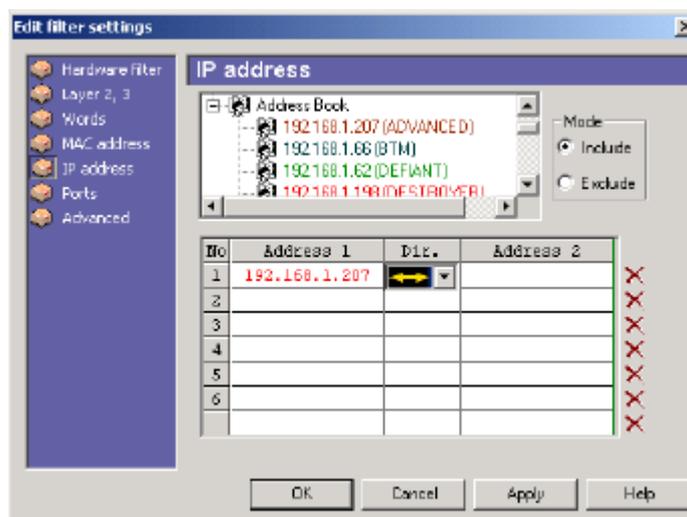


Figura. 5.43 Software de creación de Filtros

Se debe ingresar las direcciones de todas las cámaras IP inalámbricas, como direcciones fuente. Luego de lo cual se deben armar cuadro estadísticos, que muestren el tráfico generado por cada una de las cámaras, o el tráfico que genera toda una red Lan inalámbrica o como se prefiera visualizar los datos estadísticos.

Para esto se debe utilizar el “ decode engine “, que procesa los paquetes capturados.

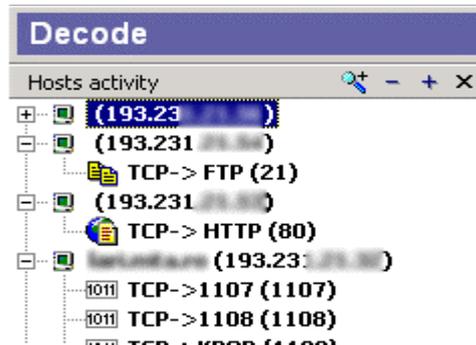


Figura. 5.44 Software decodificador

Para la generación de los reportes de tráfico, en base a un grupo de direcciones IP, se debe utilizar “ traffic report “.

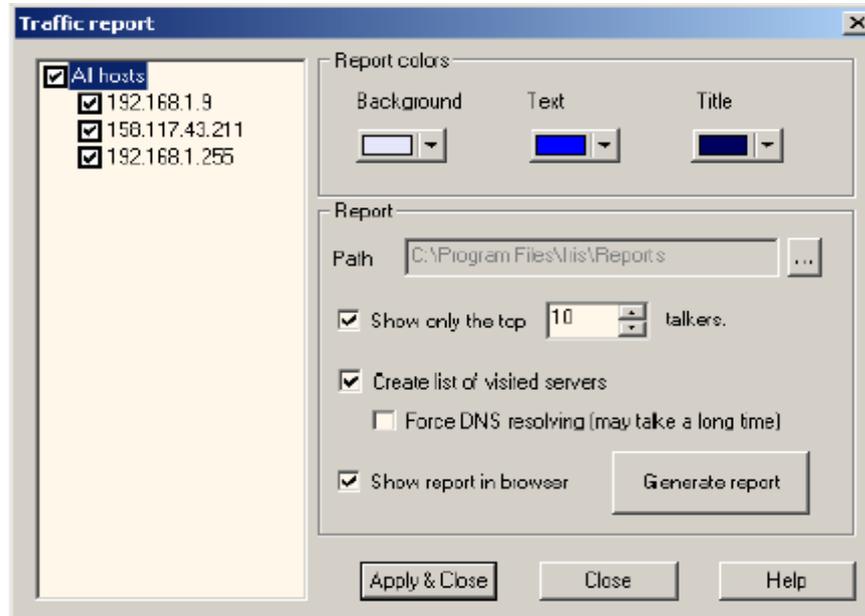


Figura. 5.45 Software de Administración de tráfico

En esta ventana se debe escoger las direcciones IP de las cuales se desea visualizar un reporte de tráfico y el formato en que se generará el reporte.

5.2.9. CONFIGURACIÓN DEL WINDOWS 2003 SERVER.

La herramienta Windows 2003 server nos permite crear grupos de usuarios a los que se les puede asignar privilegios diferenciados. Previa a la creación de estos grupos se debe configurar el servidor como “ Controlador de Dominio “ lo que requiere que se programe el DNS y el *Active directory*, a través *Windows Server 2003 Manager Your Server Wizard*. A continuación se indican los pasos:

1. Se escoge start, se digita DC PROMO y se presiona OK.
2. Aparecerà la ventana *Active Directory Installation Wizard*, presionar *Next*.
3. Seleccionar *Domain Controller* para crear un nuevo dominio y luego Presionar *Next*.
4. Seleccionar *Domain in a new forest*, y presionar *Next*.
5. Para escoger FULL DNS name, digitar ESPOL.com
6. Presionar next para aceptar el *Domain Netbios name* of ESPOL.
7. En la pantalla de la base de datos y la carpeta de los logs, indicar la siguiente ruta para la carpeta de los logs del *Active Directory*:
L:\Windows\WTDS y luego presionar next.
8. En la pantalla *DNS Registration Diagnostics* escoger la opción *Install and configure the DNS server on this computer*, y presionar *Next*.

9 Seleccionar *Permissions compatible only with Windows 2000 or Windows Server 2003*.

10. Digitar password para restaurar el modo *password*, y luego confirmar el *password*.

11. Presionar next y empezará la instalación del *Active Directory*

12. Seleccionar 10.0.0.0 network interface, de la ventana de *Choose connection* y escoger propiedades.

13. Seleccionar *Internet Protocol (TCP/IP)*, y luego escoger propiedades.

14. Seleccionar *Use the following IP address* y digitar 192.168.7.19

15. Seleccionar Tab, y luego digitar 192.168.7.254 como *default gateway*.

16. Digitar 127.0.0.1 para escoger el preferido DNS server.

17. Presionar finish una vez que el *Active Directory Installation Wizard* ha finalizado.

18. Se reinicia la computadora.

En este punto tanto el DNS Server como el Active directory han sido instalados y configurados. A continuación se indican los pasos para la creación de las cuentas de los usuarios:

1. Seleccionar *Administrative Tools* y luego escoger *Active Directory Users and Computers*.

2. Escoger ESPOL.com para que despliegue su contenido en la parte derecha.
3. Seleccionar *File* y escoger *New*, luego de esto se debe escoger *Organizational Unit*.
4. Digitar *accounts* como el nombre y presionar OK.
5. Repetir los pasos 3 y 4 para crear Grupos y recursos
6. Escoger *accounts*, al hacer esto se desplegará el contenido, pero por ser esta la configuración inicial no se desplegará nada.
7. Una vez escogido *accounts* hacer clic con el botón derecho del ratón y escoger *new* y después hacer clic en *Organizational Unit*.
8. Digitar *Administrador* y presionar OK.
9. Repetir los pasos 7 y 8 para crear *Invitados*, como unidad organizacional dentro de *accounts*.
10. Seleccionar *Accounts*. Se desplegarán las carpetas *Administrador* *invitados*.
11. Seleccionar *Administrador*, presionar el botón derecho y escoger *New* y luego presionar *User*. Aparecerá la siguiente ventana:



Figura. 5.46 Software de Administrador de de Usuario

12. Digitar el nombre y apellido completos, y presionar next.

13. Digitar el password y luego presionar finis.

14. En la parte derecha de la pantalla se desplegará el nombre digitado.

15. Se debe repetir los pasos del 11 al 14 e introducir todos los usuarios requeridos.

La siguiente ventana muestra cómo queda finalmente la información ingresada.

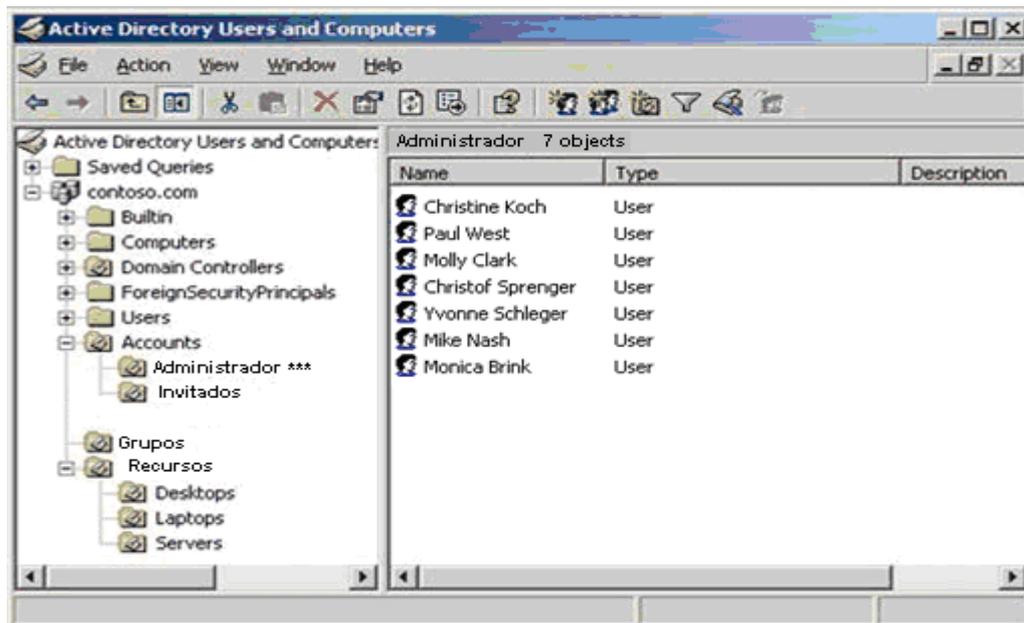


Figura. 5.47 Software Directorio Activo de Usuarios en Windowsw

En este punto se ha configurado el DNS Server, las cuentas y los respectivos usuarios. Con esto aseguramos accesos autorizados a la Red para la utilización de los recursos respectivos.

CAPITULO 6. ANALISIS DE COSTOS DEL DISEÑO PROPUESTO

En este capítulo se mostrarán los costos del Sistema actual de Seguridad con el que cuenta la ESPOL, el costo del sistema propuesto y finalmente se hará un comparativo de los valores implicados en el mantenimiento de los 2 Sistemas de seguridad lo que permitirá visualizar la opción más recomendable.

6.1. COSTO ACTUAL DE LA SEGURIDAD DEL CAMPUS GUSTAVO GALINDO DE LA ESPOL.

A continuación se muestran los valores que actualmente se gastan por concepto de seguridad del Campus Gustavo Galindo y de una manera breve también se indicará los robos que se han cometido en la Universidad. No se dispone de la frecuencia con la que se han cometido los robos, ni los valores reportados por cuanto los encargados de la seguridad no tuvieron la apertura necesaria para compartir estos registros.

6.1.1. COSTO ACTUAL DEL PERSONAL DE SEGURIDAD DEL CAMPUS GUSTAVO DE LA ESPOL.

Del análisis realizado en el capítulo tres se toman los costos de mantenimiento del Sistema actual de Seguridad, los cuales servirán para realizar el análisis comparativo con la inversión propuesta. En el siguiente cuadro se muestran los valores:

No. Guardias	Sueldo \$ / Mensual	TOTAL
40 guardias	\$ 330	\$ 13.200

	10 guardias	\$ 500	\$ 5.000
	8 guardias	\$ 1.200	\$ 9.600
TOTAL	58 Guardias		\$ 27.800

Tabla 6.1. Descripción de los costos actuales

Los 40 guardias tienen un sueldo básico, y no han recibido entrenamiento sobre seguridad.

Los siguientes 10 guardias tienen un sueldo mayor debido al entrenamiento recibido.

Los 8 guardias restantes tienen entrenamiento especial y experiencia en seguridad.

Aproximadamente el gasto anual para el mantenimiento del Sistema actual de Seguridad es de \$350.000, pues también se debe contemplar los bonos, 13 y 14avo sueldo, aguinaldos y gastos administrativos.

6.1.2. COSTOS DE LAS PÉRDIDAS OCASIONADAS POR ROBOS.

Por parte de los encargados de la Seguridad del Campus Gustavo Galindo no hubo la apertura necesaria para compartir el registro de robos cometidos en la Universidad, por lo que a continuación se indican los robos más comúnmente cometidos:

- Robo de calculadoras
- Robo de computadores portátiles
- Robos de equipos o accesorios de los laboratorios.
- Robos de autos

6.2. COSTO DEL DISEÑO PROPUESTO PARA LA SEGURIDAD DEL CAMPUS GUSTAVO GALINDO DE LA ESPOL.

En este literal se presentarán los diversos costos implicados para la implementación del Sistema de Seguridad propuesto.

6.2.1. COSTO DEL EQUIPAMIENTO POR FACULTAD.

En este literal se mostrarán los valores que se deben invertir en cada Facultad para la implementación de las Redes inalámbricas.

FACULTAD	EQUIPOS	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	TOTAL POR FACULTAD
FIEC	CAMARA IP DLINK DCS-2100G	11	230,0	2530,00	
	AP DWLG-700AP	1	120,0	120,00	
	SWITCH CISCO 12 PUERTOS	1	650,0	650,00	
	CABLE 20 m UTP CAT. 5	20	1,0	20,00	
	CONSUMO DE ENERGIA	1	158,4	158,37	
	INSTALACION, CONFI GURACION DE EQUIPOS.	1	1000,0	1000,00	
	TORRE PARA 1 SU (5 m)	5	3,0	15,00	
	SU TSUNAMI	1	470,0	470,00	\$ 4.963,37

Tabla 6.2. Costos de equipamiento en la FIEC

FACULTAD	EQUIPOS	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	TOTAL PO FACULTAD
FIMCP	CAMARA IP DLINK DCS-2100+	6	230,0	1380,00	\$ 3.757
	AP DWLG-700AP	1	120,0	120,00	
	SWITCH CISCO 12 PUERTOS	1	650,0	650,00	
	CABLE 20 m UTP CAT. 5	20	1,0	20,00	
	CONSUMO DE ENERGIA	1	102,0	102,01	
	INSTALACION, CONFIGURACION DE EQUIPOS.	1	1000,0	1000,00	
	TORRE PARA 1 SU (5 m)	5	3,0	15,00	
	SU TSUNAMI	1	470,0	470,00	

Tabla 6.3. Costos de equipamiento en la FIMCP

FACULTAD	EQUIPOS	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	TOTAL PO FACULTAD
FICT	CAMARA IP DLINK DCS-2100G	5	230.0	1150.00	\$ 3,511
	AP DWLG-700AP	1	120.0	120.00	
	SWITCH CISCO 12 PUERTOS	1	650.0	650.00	
	CABLE 20 m UTP CAT. 5	20	1.0	20.00	
	CONSUMO DE ENERGIA	1	90.7	90.74	
	INSTALACION, CONFI GURACION DE EQUIPOS.	1	1000.0	1000.00	
	TORRE PARA 1 SU (5 m)	5	3.0	15.00	
	SU TSUNAMI	1	470.0	470.00	

Tabla 6.4. Costos de equipamiento en la FIMCP

FACULTAD	EQUIPOS	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	TOTAL PO FACULTAD
ACUACULTURA	CAMARA IP DLINK DCS-2100G	4	230,0	920,00	
	AP DWLG-700AP	1	120,0	120,00	
	SWITCH CISCO 12 PUERTOS	1	650,0	650,00	
	CABLE 20 m UTP CAT. 5	20	1,0	20,00	
	CONSUMO DE ENERGIA	1	79,5	79,47	
	INSTALACION, CONFIGURACION DE EQUIPOS.	1	1000,0	1000,00	
	TORRE PARA 1 SU (5 m)	5	3,0	15,00	
	SU TSUNAMI	1	470,0	470,00	\$ 3.274,00

Tabla 6.5. Costos de equipamiento en Acuicultura

FACULTAD	EQUIPOS	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	TOTAL PO FACULTAD
INSTITUTOS	CAMARA IP DLINK DCS-2100G	8	230,0	1840,00	
	AP DWLG-700AP	1	120,0	120,00	
	SWITCH CISCO 12 PUERTOS	1	650,0	650,00	
	CABLE 20 m UTP CAT. 5	20	1,0	20,00	
	CONSUMO DE ENERGIA	1	124,6	124,56	
	INSTALACION, CONFIGURACION DE EQUIPOS.	1	1000,0	1000,00	
	TORRE PARA 1 SU (5 m)	5	3,0	15,00	
	SU TSUNAMI	1	470,0	470,00	\$ 4.239,56

Tabla 6.6. Costos de equipamiento en los Institutos

	EQUIPOS	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	TOTAL POR FACULTAD
BIBLIOTECA	CAMARA IP DLINK DCS-2100G	4	230,0	920,00	
	AP DWLG-700AP	1	120,0	120,00	
	SWITCH CISCO 12 PUERTOS	1	650,0	650,00	
	CABLE 20 m UTP CAT. 5	20	1,0	20,00	
	CONSUMO DE ENERGIA	1	79,5	79,47	
	INSTALACION, CONFIGURACION DE EQUIPOS.	1	1000,0	1000,00	
	TORRE PARA 1 SU (5 m)	5	3,0	15,00	
	SU TSUNAMI	1	470,0	470,00	
					\$ 3.274,00

Tabla 6.7. Costos de equipamiento en la Biblioteca

	EQUIPOS	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	TOTAL TECNOLOGIA
TECNOLOGIA	CAMARA IP DLINK DCS-2100G	8	230,0	1840,00	
	AP DWLG-700AP	2	120,0	240,00	
	SWITCH CISCO 12 PUERTOS	3	650,0	1950,00	
	SU TSUNAMI	1	470,0	470,00	
	CABLE 20 m UTP CAT. 5	40	1,0	40,00	
	CONSUMO DE ENERGIA	1	176,4	176,41	
	INSTALACION, CONFIGURACION DE EQUIPOS.	1	1000,0	1000,00	
	TORRE PARA 3 SU (15 m)	15	3,0	45,00	
	TSUNAMI QUICKBRIDGE Point to Point	4	1983,0	7932,00	
					\$ 13.693,41

Tabla 6.8. Costos de equipamiento en Tecnologia

6.2.2. COSTO DEL EQUIPAMIENTO DEL CENTRO DE GESTIÓN.

El costo de los equipos que se contemplan a instalar en el edificio del Rectorado incluyen los de la Red inalámbrica y del Centro de Monitoreo, los cuales son detallados en el siguiente cuadro:

EDIFICIO	EQUIPOS	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	TOTAL RECTORADO
RECTORADO	CAMARA IP DLINK DCS-2100G	4	230,0	920,00	
	AP DWLG-700AP	1	120,0	120,00	
	SWITCH CISCO 48 PUERTOS	1	1500,0	1500,00	
	PC	10	600,0	6000,00	
	CISCO ROUTER	1	1500,0	1500,00	
	LICENCIA WINDOWS 2003 SERVER	1	1000,0	1000,00	
	SERVIDOR DE RED	1	1050,0	1050,00	
	SERVIDOR DE ALMACENAMIENTO DE VIDEO	1	2000,0	2000,00	
	CABLEADO ESTRUCTURADO	1	800,0	800,00	
	CONSUMO DE ENERGIA	1	1122,7	1122,69	
	INSTALACION, CONFIGURACION DE EQUIPOS.	1	1750,0	1750,00	
	TORRE PARA 3 BSU (5 METROS)	5	3,0	15,00	
	COSTO DE CONEXION A INTERNET 2 Mbps	2	5775,0	11550,00	
	BSU TSUNAMI ANTENA SECTORIAL	3	1350,0	4050,00	\$ 33.377

Tabla 6.9. Costos de equipamiento en el Edif. Rectorado

6.2.3. COSTO TOTAL DEL EQUIPAMIENTO

A continuación se muestra cuadro resumen de la inversión total que se debe realizar para la implementación de la Red de Seguridad inalámbrica para el Campus Gustavo Galindo de la ESPOL.

INVERSION TOTAL PARA IMPLEMENTAR DISEÑO	
INVERSION POR FACULTAD	
FIEC	4.963,37
FIMCP	3.757,01
FICT	3.515,74
ACUACULTURA	3.274,47
INSTITUTOS	4.239,56
BIBLIOTECA	3.274,47
RECTORADO	33.377,69
TECNOLOGIA	13.693,41
INVERSION Y COSTOS TOTALES USD	70.095,72

Tabla 6.10. Costos de inversión total

6.2.4. COSTO DE LA CONEXIÓN A INTERNET.

El objetivo de configurar una salida hacia el Internet desde la Red de Seguridad Inalámbrica, es poder permitir el acceso de manera remota a ciertas cámaras IP o al programa de administración. Como mínimo se recomienda contratar un ancho de banda de 2 Mbps, por cuanto el mínimo throughput que permitirá una buena visualización es 1,2 Mbps y con 2 Mbps se podrán acceder a 2 cámaras. Se pidió cotización del servicio a Espolnet, siendo esta compañía propiedad de la ESPOL.

El costo mensual aproximado de este ancho de banda es \$11.550,00. Sin embargo siendo esta una compañía propiedad de la ESPOL es factible pedir una considerable reducción del costo o que lo facturen con valor 0.

Cabe recordar que cada cámara IP y el programa de administración tiene sus propias seguridades como perfiles de usuarios creados con determinados privilegios. Esto nos da seguridad a nivel de elemento.

6.2.5. COSTO DE MANTENIMIENTO DEL DISEÑO DE SEGURIDAD PROPUESTO.

COSTOS DEL MANTENIMIENTO DE LA RED DE SEGURIDAD					
FACULTAD	1 año	2 año	3 año	4 año	5 año
FIEC					
FIMCP					
FICT					
ACUACULTURA					
INSTITUTOS					
BIBLIOTECA					
RECTORADO					
TECNOLOGIA					
CONSUMO DE ENERGIA TOTAL USD*	22,485.60	22,485.60	22,485.60	22,485.60	22,485.60
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS TOTAL USD*	8,400.00	8,400.00	8,400.00	8,400.00	8,400.00
GASTO ANUAL PERSONAL DE SEGURIDAD*	50,280.00	50,280.00	50,280.00	50,280.00	50,280.00
COSTOS TOTALES USD	81,165.60	81,165.60	81,165.60	81,165.60	81,165.60

* Se asumen precios constantes según la Teoría de precios fijos para simplificar cálculos.

Tabla 6.11. Costos de mantenimiento de la Red

GASTO MENSUAL EN PERSONAL DE SEGURIDAD			
FACULTAD	VALOR USD MENSUAL	PERSONAL DE MONITOREO	TOTAL VALOR USD MENSUAL
FIEC	330.00		
FIMCP	330.00		
FICT	330.00		
ACUACULTURA	330.00		
INSTITUTOS	330.00		
BIBLIOTECA	330.00		
RECTORADO	330.00	5	350.00
TECNOLOGIA	330.00		
GUARDIAS ESPECIALIZADOS	1,200.00		
TOTAL MENSUAL	3,840.00		350.00
			\$ 4,190.00

Tabla 6.12. Gastos mensuales del personal

El costo total anual del mantenimiento del diseño de la Red de Seguridad inalámbrica del Campus Prosperina Gustavo Galindo es \$ 81.165,60 el cual incluye los gastos por concepto de: consumo total de energía, mantenimiento de los equipos de toda la Red y el gasto anual del personal de seguridad.

6.3. ANALISIS COMPARATIVO DE LA INVERSION EN EL DISEÑO DE SEGURIDAD VERSUS

En la tabla abajo se muestran los costos del mantenimiento del actual Sistema de Seguridad los cuales ascienden a \$ 350.000,00 anuales versus un reducido costo anual del Diseño del Sistema de Seguridad propuesto, para el cual se requiere de un menor número de guardias por facultades así como de guardias especializados.

Análisis comparativo de la Inversión en el Diseño de Seguridad versus Costo Actual de la Seguridad del Campus Gustavo Galindo de la ESPOL.						
AÑOS	0	1	2	3	4	5
Valor Mantenimiento del Sistema actual de Seguridad	350,000.00	350,000.00	350,000.00	350,000.00	350,000.00	350,000.00
DETALLE DISEÑO DE SEGURIDAD	0	1	2	3	4	5
INVERSION POR FACULTAD						
FIEC	4,963.37					
FIMCP	3,757.01					
FICT	3,515.74					
ACUACULTURA	3,274.47					
INSTITUTOS	4,239.56					
BIBLIOTECA	3,274.47					
RECTORADO	33,377.69					
TECNOLOGIA	13,693.41					
CONSUMO DE ENERGIA TOTAL USD*		22,485.60	22,485.60	22,485.60	22,485.60	22,485.60
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS TOTAL		8,400.00	8,400.00	8,400.00	8,400.00	8,400.00
GASTO ANUAL PERSONAL DE		50,280.00	50,280.00	50,280.00	50,280.00	50,280.00
INVERSION Y COSTOS TOTALES USD	70,095.72	81,165.60	81,165.60	81,165.60	81,165.60	81,165.60

* Se asumen precios constantes según la Teoría de precios fijos para simplificar cálculos.

GASTO MENSUAL EN MANTENIMIENTO EQUIPOS	
FACULTADES	\$ 500.00
RECTORADO / CENTRO DE GESTION	\$ 700.00

Tabla 6.13. Análisis comparativo entre el Diseño propuesto y el actual Sistema de Seguridad

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- En la presente tesis se ha analizado que el actual Sistema de Seguridad con el que cuenta la ESPOL genera un alto costo por concepto de mantenimiento de la misma, lo cual no se ve traducido en beneficios, pues con frecuencia se cometen robos dentro de esta institución.
- Debido a esta situación es necesario la implementación de una red de cámaras de vigilancia en puntos estratégicos, que disuada a los malhechores de cometer delitos, o que permita la identificación de las personas que cometen los robos u otras fechorías. Se analizaron varias tecnologías para la implementación de esta Red, encontrándose que la Red basada en el protocolo TCP/IP combinándose con la tecnología inalámbrica es la más adecuada para nuestras necesidades, pues es de rápida instalación y despliegue y además representa costos reducidos por ser una tecnología ampliamente difundida en nuestros días. Aunque la implementación de este diseño requiere una inversión inicial de \$ 70.095,72 el mantenimiento de la misma requiere \$ 81.165,60 anuales lo que representa un 23 % del valor que actualmente se paga por concepto de Seguridad. Es decir que el sistema propuesto, por concepto de mantenimiento, representa un 77 % de reducción en presupuesto con respecto al actualmente establecido.
- Cuando se comenzó el diseño, prácticamente en el Campus de la ESPOL no había tanta interferencia como lo hay actualmente. En el último año en todas las Facultades e Institutos se han instalado un gran número de Puntos de Acceso para poder brindar a estudiantes y profesores el servicio de Internet inalámbrico. Lo más preocupante es que al pedir información, acerca de los canales de frecuencia utilizados, a los respectivos administradores de los dispositivos se ha notado que no hay un registro actualizado de frecuencias

utilizadas. Se ha notado que no existe una planeación para la asignación de los canales de frecuencia, lo que puede originar problemas en el futuro cuando se desee implementar más equipo inalámbrico. Por tal razón si se contempla implementar una Red de cámaras de vigilancia basada en el protocolo TCP/IP es necesario realizar un adecuado site survey, en cada sitio que se planifique instalar cámaras inalámbricas, para efectuar mediciones de los niveles de interferencia existentes. Además en la presente tesis se ha incluido fórmulas que permiten calcular la distancia mínima de reuso de frecuencias, lo que permitirá la instalación de puntos de acceso a distancias que permitan reducir al mínimo las interferencias.

-

GLOSARIO DE TERMINOS

BSU : Base station unit. Elemento controlador de tráfico en los sistemas Punto – Multipunto Tsunami.

CSMA / CA : Carrier sense multiple access – collision avoidance. Procolo de LAN inalámbricas para el acceso coordinado a la Red.

DSSS : Direct sequence. Método de modulación de espectro ensanchado de secuencia directa.

Escalabilidad: término que se refiere a las capacidades de crecimiento de la Red.

FHSS : Frequency hopping. Método de modulación de espectro ensanchado de saltos de frecuencia.

FICT : Facultad de Ingeniería de Ciencias de la Tierra.

FIEC : Facultad de Ingeniería en electricidad y computación.

FIMCP : Facultad de Ingeniería de Ciencias de la producción.

H.263/H.261 : son estándares de vídeo la ITU-T para videoconferencia: baja velocidad, poco movimiento, menos acción que en el cine.

MPEG-4 : estándar de video de la ITU-T para videoconferencias.

RTP :..Protocolo de transporte en tiempo real.

RTCP : Protocolo de control

WEP : Wireless equivalent privacy. Protocolo de encriptación de los equipos Tsunami.

WLAN : Wireless LAN. Redes LAN inalámbricas.

WORP : Wireless Outdoor router protocol. Protocolo de acceso al medio en los sistemas Tsunami Punto – Multipunto.

802.11b : estándar de redes Lan inalámbricas que opera en el rango de 2.4 GHz, con una tasa de transmisión de datos máximo de 11 Mbps.

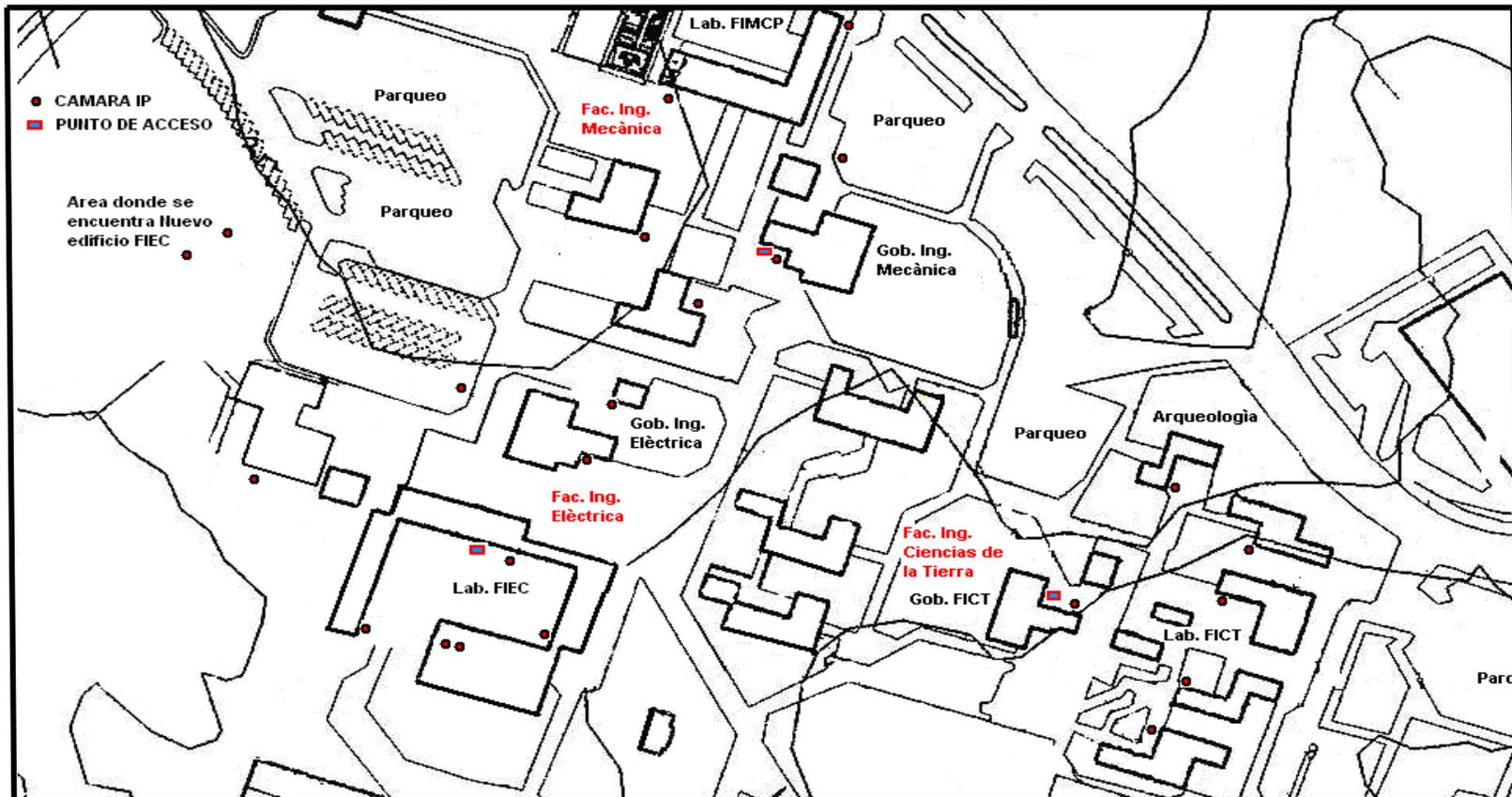
802.11g : estándar de redes Lan inalámbricas que opera en el rango de 2.4 GHz, con una tasa de transmisión de datos máximo de 54 Mbps.

BIBLIOGRAFIA

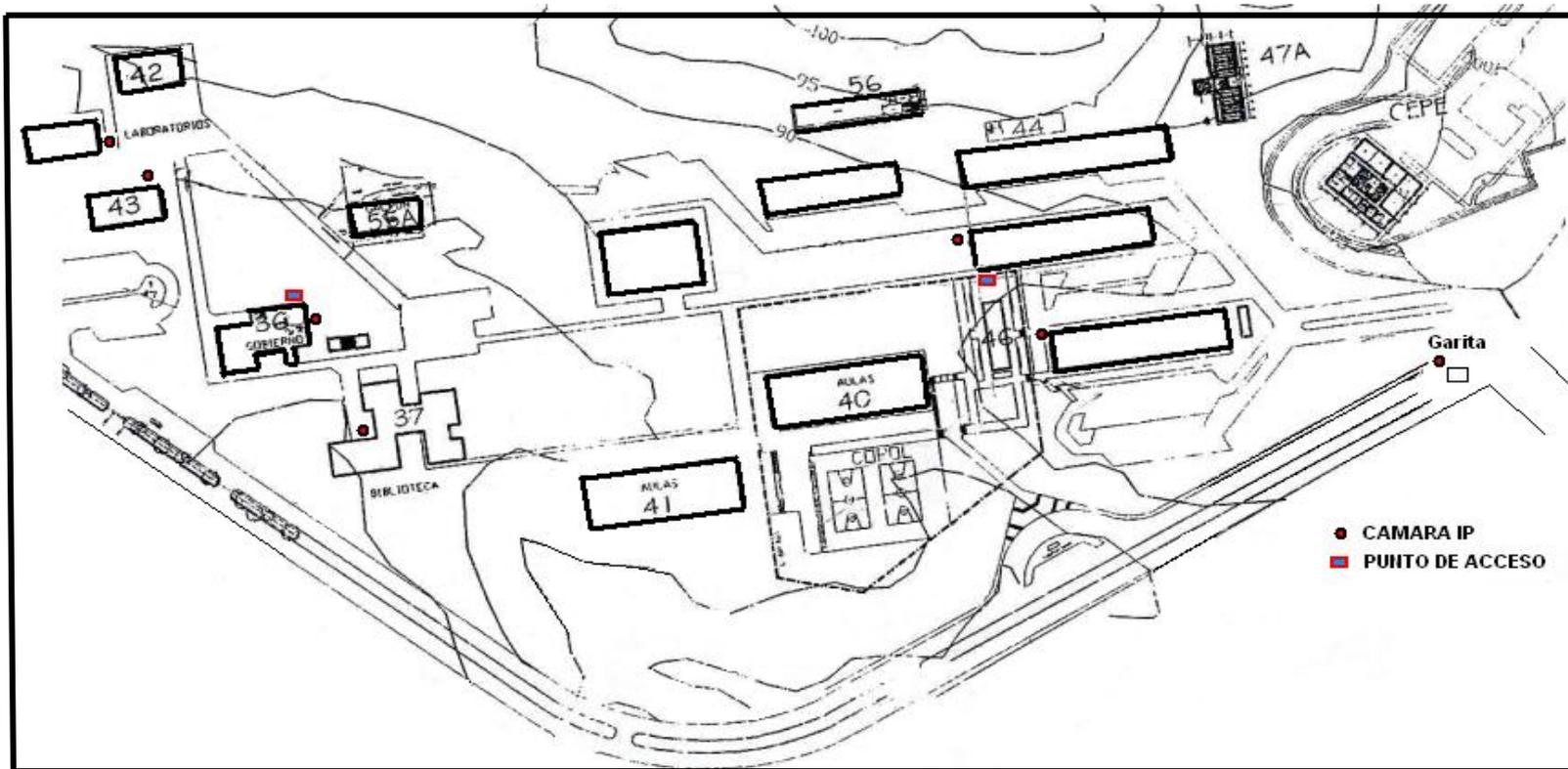
- Departamento de Seguridad de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.
-
- White paper, a detailed examination of the environmental and protocol parameters that affect 802.11G network performance.
-
- White paper, Trapeze networks, planning and managing wireless Lans
-
- Artículo de la Universidad de Southampton, Orthogonal frequency division multiplex of H.263 encoded video.
-
- White paper, Proxim, Voice over wi-fi capacity planning.
-
- IEEE, 802.11 Wireless Lan security performance, using multiple clients.
-
- White paper, Proxim, Technology overview.
-
- Artículo, Proxim, packet size in a WOPR system.
-
- RFC, RTP payload format for H.263 video streams.
-
- Artículo, Smartbridge, Improve performance by designing for wireless coverage.
-
- Artículo, D-Link, DWLAG700AP, manual del punto de Acceso
-
- Artículo, D-Link, DCS-2100G, manual de la cámara IP inalámbrica.

- Artículo, Cisco catalyst 2950 series switches.
-
- Artículo, Cisco 3620 y 3640 modular access routers.
-
- Artículo , Proxim, Tsunami MP.11 recommended antennas, version 2.5.
-
- Artículo, Proxim, Tsunami Quickbridge model 2454-R and 5054-R
-
- Artículo, Proxim, Tsunami Quickbridge.11, models 5054-R and 2454-R installation and management.
-
- Tsunami MP.11 version 2.2.5 model 5054 Online Help.
-
- White paper, Proxim and Wi-Fi protected access (WPA)
-
- Artículo, technology overview of Wireless Outdoor Router Protocol.
-
- Artículo, Smartbridge, Frequency reuse and channel planning.
-
- Artículo, technology overview, Tsunami Multipoint System security capabilities.
-
- Manual del usuario, Analizador de tráfico de Red Iris.
-
- Documento http, Managing a Mricosoft Windows Server 2003 environment.
-
- Wite paper, Enterasys Networks, Planificaciòn para diseño y montaje de una conexiòn inalámbrica con equipamiento en exteriores.

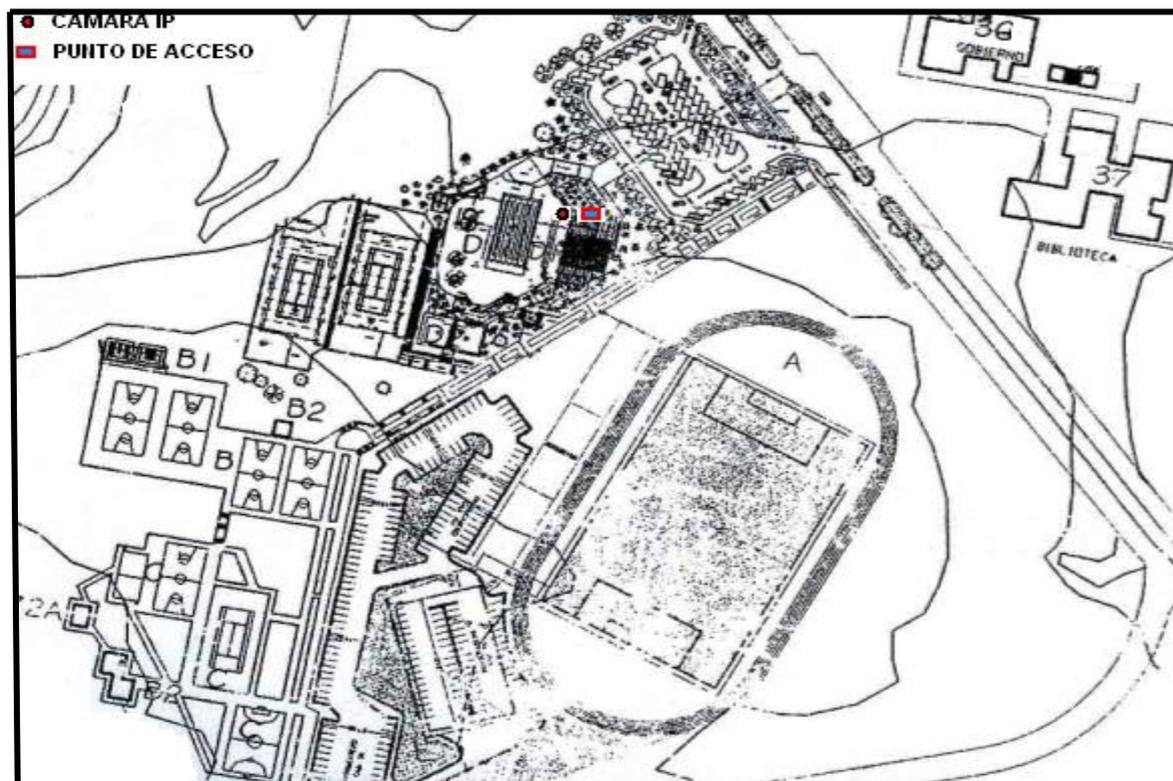
ANEXO 1. UBICACIONES DE LAS CAMARAS IP Y PUNTOS DE ACCESO EN FIEC, FIMCP Y FICT.



ANEXO 2. UBICACIONES DE LAS CAMARAS IP Y PUNTOS DE ACCESO EN TECNOLOGIA.



ANEXO 3. UBICACIONES DE LAS CAMARAS IP Y PUNTOS DE ACCESO EN CANCHA DE TECNOLOGIA.



ANEXO 4. UBICACIONES DE LAS CAMARAS IP Y PUNTOS DE ACCESO EN BIBLIOTECA, RECTORADO Y ACUACULTURA.

