

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

### **REDISEÑO DE LA RED DEL INSTITUTO NACIONAL MEJÍA**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN  
ELECTRÓNICA Y REDES DE INFORMACIÓN**

**GRANDA ANILEMA ANGÉLICA MARÍA**  
anghe-19-@hotmail.com

**MONTOYA TROYA OSCAR VINICIO**  
oscar.montoyat@hotmail.com

**Director: ING. MÓNICA VINUEZA RHOR**  
monica.vinueza@epn.edu.ec

**Quito, Marzo 2013**

## DECLARACIÓN

Nosotros, **Angélica María Granda Anilema** y **Oscar Vinicio Montoya Troya**, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**Angélica María Granda Anilema**

---

**Oscar Vinicio Montoya Troya**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por **Angélica María Granda Anilema** y **Oscar Vinicio Montoya Troya**, bajo mi supervisión.

---

**Ing. Mónica Vinueza Rhor MSc.**

**DIRECTORA DEL PROYECTO**

## AGRADECIMIENTO

*Nuestro más sincero agradecimiento a Dios, por ser la fuente inspiradora para alcanzar una meta más en nuestra vida y, en especial a nuestra directora de proyecto de titulación Ing. Mónica Vinuesa, por habernos apoyado y asesorado durante todo este proceso, culminando con éxito uno de nuestros sueños, ser ingenieros.*

*A nuestros padres, hermanos, hermanas, familiares y amistades por su confianza y apoyo incondicional.*

*Oscar Montoya*

*Angélica Granda*



## DEDICATORIA

*A mi madre Julia por haber cumplido dos papeles importantes en mi vida, ser padre y madre a la vez; sobre todo por la confianza y apoyo incondicional que ha depositado en mí en todo momento. A mi hermano Daniel, por ser yo su ejemplo a seguir, y como no olvidar a mi segunda madre Luisa y mi tío Ángel por ser la familia que siempre estuvo conmigo cuando más los necesite.*

*Angélica*

## DEDICATORIA

*A mi madre Rosa y mi padre Oscar por haberme inculcado los mejores valores de respeto, fortaleza y trabajo, apoyándome siempre a pesar de cualquier adversidad y confiando siempre en mí. A mi hermana Mireya que brindándome siempre su apoyo actuó también como amiga y madre en todo momento. A mi familia entera y amigos de universidad y trabajo por su incondicional ayuda y compañerismo.*

*Oscar*

# CONTENIDO

ÍNDICE GENERAL.....	i
RESUMEN.....	xviii
PRESENTACIÓN.....	xx
CONTENIDO.....	i

## CAPÍTULO I

FUNDAMENTOS TEÓRICOS .....	1
1.1 SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO .....	1
1.1.1 MEDIOS DE TRANSMISIÓN .....	1
1.1.1.1 Par Trenzado.....	1
1.1.1.2 Fibra Óptica .....	3
1.1.2 NORMAS PARA CABLEADO ESTRUCTURADO .....	4
1.1.2.1 ANSI/TIA 568-C .....	5
1.1.2.1.1 <i>ANSI/TIA 568-C.0</i> .....	5
1.1.2.1.2 <i>ANSI/TIA 568-C.1</i> .....	5
1.1.2.1.3 <i>ANSI/TIA 568-C.2</i> .....	10
1.1.2.1.4 <i>ANSI/TIA 568-C.3</i> .....	10
1.1.2.2 ANSI/TIA/EIA 569 A.....	10
1.1.2.3 TIA/EIA 606 A .....	12
1.1.2.4 TIA/EIA 607 B .....	14
1.1.2.5 TIA 568.....	15
1.1.3 ELEMENTOS PASIVOS DEL CABLEADO ESTRUCTURADO .....	16
1.1.3.1 <i>Rack</i> .....	16
1.1.3.2 Gabinete .....	16
1.1.3.3 <i>Patch panel</i> .....	17
1.1.3.4 <i>Faceplate</i> .....	18
1.1.3.5 Distribuidor de fibra óptica (ODF) .....	18
1.1.3.6 Organizador de cables.....	19
1.1.3.7 <i>Patch cord</i> .....	19
1.1.3.8 <i>Jack RJ 45</i> .....	19
1.1.3.9 Regleta de tomas eléctricas.....	20
1.1.3.10 Conector RJ 45 .....	20
1.1.3.11 Ventiladores.....	20
1.2 MODELO DE REFERENCIA ISO/OSI .....	21
1.2.1 CAPA FÍSICA .....	22
1.2.2 CAPA ENLACE .....	22

1.2.3	CAPA RED.....	22
1.2.4	CAPA TRANSPORTE .....	22
1.2.5	CAPA SESIÓN.....	22
1.2.6	CAPA PRESENTACIÓN.....	22
1.2.7	CAPA APLICACIÓN .....	23
1.3	ARQUITECTURA TCP/IP .....	23
1.3.1	CAPA DE ACCESO A LA RED .....	23
1.3.2	CAPA INTERNET .....	23
1.3.2.1	Direccionamiento IP .....	24
1.3.3	CAPA TRANSPORTE .....	25
1.3.4	CAPA APLICACIÓN .....	26
1.4	MODELO JERÁRQUICO DE CISCO .....	27
1.4.1	CAPA DE ACCESO.....	27
1.4.2	CAPA DE DISTRIBUCIÓN .....	28
1.4.3	CAPA NÚCLEO .....	28
1.4.4	DÍAMETRO DE LA RED.....	28
1.5	REDES DE ÁREA LOCAL .....	29
1.5.1	TOPOLOGÍAS DE RED .....	29
1.5.1.1	Topología en Estrella.....	29
1.5.1.2	Topología en Árbol.....	29
1.5.1.3	Topología en Bus .....	30
1.5.1.4	Topología en Anillo .....	30
1.5.2	DISPOSITIVOS DE INTERCONECTIVIDAD .....	30
1.5.2.1	<i>Proxy</i> .....	30
1.5.2.2	Módem.....	31
1.5.2.3	<i>Router</i> .....	31
1.5.2.4	<i>Switch</i> .....	31
1.5.3	SERVIDORES.....	32
1.5.3.1	Servicios de red.....	33
1.5.3.1.1	<i>Servicio de Internet</i> .....	33
1.5.3.1.2	<i>Servicios de Intranet</i> .....	34
1.5.4	ESTÁNDARES DE LA RED LAN .....	45
1.5.5	ELEMENTOS DE UNA RED LAN .....	46
1.5.5.1	<i>FastEthernet</i> .....	46
1.5.5.2	Tráfico de Red .....	46
1.5.5.3	Ancho de Banda.....	46
1.5.5.4	Velocidad de Transmisión .....	46
1.5.5.5	Puerto SFP “ <i>Small Form Factor Pluggable</i> ” .....	46
1.5.5.6	Tipos de transmisión.....	46

1.6	REDES DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICA .....	47
1.6.1	REDES DE INFRAESTRUCTURA .....	47
1.6.2	REDES <i>AD-HOC</i> ( <i>PEER TO PEER</i> ) .....	47
1.6.3	PUNTOS DE ACCESO.....	48
1.6.3.1	Sistemas de Distribución inalámbrico (WDS).....	48
1.6.3.2	Identificadores de red (SSID) .....	48
1.6.4	ESTÁNDARES DE REDES INALÁMBRICAS .....	49
1.6.5	SEGURIDAD EN REDES INALÁMBRICAS .....	49
1.6.5.1	WEP ( <i>Wired Equivalent Privacy</i> ).....	49
1.6.5.2	WPA ( <i>Wifi Protect Access</i> ) .....	50
1.6.5.3	WPA2 .....	50
1.6.6	WiFi .....	50
1.7	SEGURIDAD DE RED .....	51
1.7.1	POLÍTICAS DE SEGURIDAD .....	51
1.7.1.1	Aspectos Organizativos de la Seguridad de la Información.....	51
1.7.2	ANTIVIRUS .....	52
1.7.3	<i>FIREWALL</i> .....	53
1.7.4	DMZ .....	53

## CAPÍTULO II

	ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL DE LA RED DE COMUNICACIONES DEL INSTITUTO NACIONAL MEJÍA.....	54
2.1	ANTECEDENTES .....	54
2.2	UBICACIÓN DEL INSTITUTO NACIONAL MEJÍA.....	55
2.3	ESTRUCTURA FÍSICA DEL INSTITUTO NACIONAL MEJÍA .....	56
2.3.1	EDIFICIO CENTRAL.....	56
2.3.2	EDIFICIO SUR .....	60
2.3.3	EDIFICIO INTERNADO .....	60
2.4	ANÁLISIS DE LA RED DE COMUNICACIONES ACTUAL.....	65
2.4.1	FUNCIONAMIENTO ACTUAL DE LA RED DE COMUNICACIONES DEL INSTITUTO NACIONAL MEJÍA.....	69
2.4.2	RED FÍSICA.....	70
2.4.3	RED LÓGICA .....	91
2.4.3.1	Direccionamiento IP .....	91
2.4.3.2	Enrutamiento lógico.....	92
2.4.3.3	Configuración del direccionamiento IP .....	92
2.4.3.4	Aplicaciones .....	92
2.4.3.5	Servicios .....	94

2.4.3.6	Seguridad .....	95
2.4.3.7	Análisis de tráfico .....	95
2.5	ANÁLISIS DE LA RED DE TELEFONÍA ACTUAL .....	101
2.5.1	TRÁFICO DE VOZ.....	103
2.6	ANÁLISIS FINAL DEL ESTADO ACTUAL DE LA RED DE COMUNICACIONES DEL INSTITUTO NACIONAL MEJÍA.....	104

### CAPÍTULO III

	REDISEÑO DE LA RED DE COMUNICACIONES DEL INSTITUTO NACIONAL MEJÍA.....	109
3.1	VISIÓN GENERAL .....	109
3.2	REQUERIMIENTOS PARA LA SOLUCIÓN DEL ANÁLISIS .....	109
3.3	REDISEÑO DEL CABLEADO ESTRUCTURADO .....	112
3.4	DISTRIBUCIÓN DE LOS PUNTOS DE RED .....	113
3.4.1	EDIFICIO CENTRAL.....	127
3.4.1.1	Primer Piso.....	127
3.4.1.2	Segundo Piso .....	129
3.4.1.3	Tercer Piso .....	130
3.4.2	EDIFICIO SUR .....	131
3.4.2.1	Bloque Aulas .....	131
3.4.2.2	Bloque Talleres.....	133
3.4.3	EDIFICIO INTERNADO.....	135
3.4.3.1	Primer Piso.....	135
3.4.3.2	Segundo Piso .....	136
3.4.3.3	Tercer Piso .....	137
3.4.3.4	Cuarto Piso.....	138
3.5	DISEÑO FÍSICO DE LA RED .....	140
3.5.1	CABLEADO HORIZONTAL.....	140
3.5.2	CANALIZACIÓN Y ENRUTAMIENTO DEL CABLEADO .....	141
3.5.3	CABLEADO VERTICAL.....	142
3.5.4	CUARTO DE TELECOMUNICACIONES.....	149
3.5.4.1	Elementos activos y pasivos de los Gabinetes.....	151
3.5.5	SALA DE EQUIPOS.....	153
3.5.6	CONSIDERACIONES GENERALES.....	154
3.5.6.1	Iluminación.....	155
3.5.6.2	Sistemas de Potencia.....	155

3.5.6.3	Aterrizaje para protección de los equipos.....	157
3.5.7	AREA DE TRABAJO .....	159
3.5.8	ETIQUETACIÓN.....	159
3.6	DIMENSIONAMIENTO DEL TRÁFICO.....	160
3.6.1.1	Cálculo del Ancho de Banda para Internet.....	163
3.6.1.2	Cálculo de Ancho de Banda para la Intranet .....	164
3.7	DISEÑO LÓGICO DE LA RED .....	169
3.7.1	PLANEAMIENTO DE DIRECCIONAMIENTO IP .....	171
3.7.2	REDES LAN VIRTUALES (VLANS) .....	172
3.7.3	ZONA DESMILITARIZADA.....	173
3.8	PUNTOS DE ACCESO INALÁMBRICO DENTRO DEL INSTITUTO NACIONAL MEJÍA.....	174
3.8.1	VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN .....	175
3.8.2	FRECUENCIA DE OPERACIÓN .....	176
3.8.3	TIPO DE APLICACIONES QUE SE VAN A EJECUTAR.....	176
3.8.4	NÚMERO MÁXIMO DE USUARIOS.....	177
3.8.5	ÁREA DE COBERTURA .....	177
3.8.5.1	Edificio Central.....	177
3.8.5.2	Edificio Sur.....	180
3.8.5.3	Edificio Sur - Talleres.....	180
3.8.5.4	Edificio Internado .....	181
3.8.6	MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LOS EDIFICIOS .....	181
3.8.7	CONEXIÓN DE LA RED INALÁMBRICA CON LA RED CABLEADA.....	182
3.8.8	IDENTIFICADORES DE LA RED (SSID).....	182
3.8.9	SEGURIDAD .....	183
3.9	ENLACE WiFi ENTRE LOS EDIFICIOS DEL INSTITUTO NACIONAL MEJÍA.....	184
3.9.1	CONFIGURACIÓN RÁPIDA DE LOS EQUIPOS UBIQUITI NANOSTATION M2 .....	188
3.10	DISEÑO DE LA RED ACTIVA.....	188
3.10.1	<i>SWITCHES</i> DE NÚCLEO.....	190
3.10.2	<i>SWITCHES</i> DE DISTRIBUCIÓN – ACCESO .....	192
3.10.3	<i>ACCESS POINT</i> .....	193
3.11	TELEFONÍA IP EN EL INSTITUTO NACIONAL MEJÍA.....	194
3.11.1	DEMANDA TELEFÓNICA EN EL INSTITUTO NACIONAL MEJÍA .....	201
3.11.2	TIPO DE CODEC Y PROTOCOLO A UTILIZAR .....	202

3.12	AULA VIRTUAL MOODLE PARA EL INSTITUTO NACIONAL MEJÍA.....	203
3.13	DIMENSIONAMIENTO DE LOS SERVIDORES.....	203
3.13.1	HARDWARE Y SOFTWARE PARA LOS SERVIDORES.....	205
3.13.1.1	Servidor 1 – Windows Server 2008.....	206
3.13.1.1.1	<i>Requerimientos de software</i> .....	206
3.13.1.1.2	<i>Requerimientos de hardware</i> .....	207
3.13.1.2	Servidor 2 – Telefonía IP (Trixbox).....	208
3.13.1.2.1	<i>Requerimientos de software</i> .....	208
3.13.1.2.2	<i>Requerimientos de hardware</i> .....	208
3.13.1.3	Servidor 3 – MOODLE (Ubuntu).....	209
3.13.1.3.1	<i>Requerimientos de software</i> .....	209
3.13.1.3.2	<i>Requerimientos de hardware</i> .....	209
3.14	POLÍTICAS DE SEGURIDAD.....	210
3.14.1	CUENTAS DE USUARIOS.....	211
3.14.2	NOMBRES DE EQUIPOS.....	213
3.14.3	INTERNET.....	213
3.14.4	CORREO ELECTRÓNICO.....	214
3.14.5	RED INTERNA.....	216
3.14.6	POLÍTICAS DE USO DE COMPUTADORES, IMPRESORAS Y PERIFÉRICOS.....	217
3.14.7	OTRAS POLÍTICAS.....	219
3.15	PROTOTIPO DE PRUEBAS DE LOS SERVIDORES.....	219
3.15.1	ELEMENTOS UTILIZADOS PARA EL PROTOTIPO DE PRUEBAS.....	220
3.15.1.1	Servidor Windows Server 2008.....	220
3.15.1.2	Servidor Asterisk - Trixbox.....	221
3.15.1.3	Servidor Ubuntu - MOODLE.....	222
3.15.1.4	PC de Usuario.....	222
3.15.1.5	<i>Switch Central</i> .....	223
3.15.1.6	<i>AccessPoint</i> .....	223
3.15.2	FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO DE PRUEBAS.....	224

## CAPÍTULO IV

	ANÁLISIS ECONÓMICO DEL REDISEÑO DE LA RED DEL INSTITUTO NACIONAL MEJÍA.....	230
4.1	ANTECEDENTES.....	230
4.2	COSTOS REFERENCIALES DE LA RED ACTIVA.....	230
4.2.1	SERVIDORES.....	231



4.2.1.1	Marca comercial DELL .....	231
4.2.1.2	Marca comercial HP .....	232
4.2.1.3	Marca comercial D-LINK.....	232
4.2.2	<i>SWITCH DE CORE</i> .....	233
4.2.2.1	Marca comercial DELL .....	234
4.2.2.2	Marca comercial CISCO.....	235
4.2.2.3	Marca comercial D-LINK.....	236
4.2.3	<i>SWITCH DE DISTRIBUCIÓN / ACCESO</i> .....	237
4.2.3.1	Marca comercial DELL .....	238
4.2.3.2	Marca comercial CISCO.....	239
4.2.3.3	Marca comercial D-LINK.....	240
4.2.4	<i>SWITCH DE ACCESO</i> .....	241
4.2.4.1	Marca comercial DELL .....	242
4.2.4.2	Marca comercial CISCO.....	243
4.2.4.3	Marca comercial D-LINK.....	244
4.2.5	EQUIPOS INALÁMBRICOS .....	245
4.2.5.1	Punto de acceso inalámbrico (AP).....	246
4.2.5.1.1	<i>Marca comercial TREDNET</i> .....	246
4.2.5.1.2	<i>Marca comercial HP</i> .....	247
4.2.5.1.3	<i>Marca comercial D-LINK</i> .....	248
4.2.5.2	Punto de acceso inalámbrico para enlace WiFi .....	249
4.2.5.2.1	<i>Marca comercial UBIQUITI</i> .....	250
4.2.5.2.2	<i>Marca comercial CANOPY</i> .....	251
4.2.6	EQUIPOS DE TELEFONÍA IP.....	252
4.2.6.1	Marca comercial HP .....	252
4.2.6.2	Marca comercial D-LINK.....	253
4.2.7	DISPOSITIVOS UPS .....	254
4.2.7.1	Marca comercial EATON DX <sup>[B91]</sup> .....	255
4.2.7.2	Marca comercial Computer Power-PVGD <sup>[B92]</sup> .....	255
4.2.8	FIREWALL .....	257
4.2.8.1	Marca comercial JUNIPER .....	257
4.2.8.2	Marca comercial HP .....	257
4.2.9	RESUMEN TOTAL DEL COSTO DE LA RED ACTIVA .....	259
4.3	COSTOS REFERENCIALES DE LA RED PASIVA .....	259
4.3.1	CÁLCULO PARA ROLLOS DE CABLE UTP .....	259
4.3.1.1	Edificio Central.....	261
4.3.1.2	Edificio sur – aulas .....	262
4.3.1.3	Edificio sur – talleres .....	263
4.3.1.4	Edificio internado .....	264
4.3.2	RESUMEN TOTAL DEL COSTO DE LA RED PASIVA .....	265
4.3.3	COSTO TOTAL DEL PROYECTO .....	265

4.4	ESTUDIO ECONÓMICO DEL PROYECTO .....	266
-----	--------------------------------------	-----

## **CAPÍTULO V**

	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	271
--	--------------------------------------	-----

5.1	CONCLUSIONES .....	271
-----	--------------------	-----

5.2	RECOMENDACIONES.....	274
-----	----------------------	-----

	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	276
--	---------------------------	-----

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Cable UTP.....	2
Figura 1.2	Cable FTP.....	3
Figura 1.3	Cable de Fibra óptica Dual.....	3
Figura 1.4	Fibra óptica Monomodo.....	4
Figura 1.5	Fibra óptica Multimodo.....	4
Figura 1.6	Área de trabajo .....	6
Figura 1.7	Distancias máximas en cableado estructurado .....	6
Figura 1.8	Subsistemas de Cableado Estructurado.....	9
Figura 1.9	Canaleta plástica decorativa.....	12
Figura 1.10	Tubería Conduit .....	12
Figura 1.11	Barra Principal de Tierra para Telecomunicaciones (TMGB).....	15
Figura 1.12	Cableado RJ-45 (T568A/B) .....	16
Figura 1.13	Estructura de un rack anclado al piso.....	17
Figura 1.14	Estructura de un gabinete.....	17
Figura 1.15	Patch panel .....	18
Figura 1.16	Tipos de faceplate .....	18
Figura 1.17	Distribuidor de fibra óptica (ODF) .....	18
Figura 1.18	Organizador de cables.....	19
Figura 1.19	Patch Cord.....	19
Figura 1.20	Jack RJ 45 .....	19
Figura 1.21	Regleta de tomas eléctricas .....	20
Figura 1.22	Conector RJ 45.....	20
Figura 1.23	Capas del Modelo OSI con sus PDU .....	21
Figura 1.24	Cinco clases de Direcciones IP .....	24
Figura 1.25	Estructura de datos TCP y UDP.....	26
Figura 1.26	Protocolos de las capas del Modelo TCP/IP .....	26
Figura 1.27	Modelo Jerárquico de Cisco.....	27
Figura 1.28	Diagrama de la topología en estrella.....	29
Figura 1.29	Diagrama de la topología en árbol .....	29
Figura 1.30	Diagrama de la topología en bus .....	30
Figura 1.31	Diagrama de la topología en anillo .....	30
Figura 1.32	Esquema básico con convertor analógico – digital.....	31

Figura 1.33	Ejemplo de Servidores .....	33
Figura 1.34	Representación de Internet.....	33
Figura 1.35	Funcionamiento del servicio de correo electrónico .....	34
Figura 1.36	Funcionamiento del servicio DHCP.....	35
Figura 1.37	Logo de MOODLE .....	37
Figura 1.38	Parámetros de CODECS de voz.....	41
Figura 1.39	Teléfono IP (CISCO) .....	42
Figura 1.40	Puertos FXS / FXO .....	43
Figura 1.41	Softphone XLITE.....	43
Figura 1.42	Red de Infraestructura .....	47
Figura 1.43	Red Ad hoc.....	48
Figura 1.44	Zona desmilitarizada (DMZ).....	53
Figura 2.1	Ubicación geográfica del Instituto Nacional Mejía .....	56
Figura 2.2	Dependencias del 1er Piso Edificio Central INM.....	57
Figura 2.3	Dependencias del 2do Piso Edificio Central INM .....	58
Figura 2.4	Dependencias del 3er Piso Edificio Central INM.....	59
Figura 2.5	Fachada del Edificio Central.....	60
Figura 2.6	Fachada del Edificio Sur .....	60
Figura 2.7	Dependencias del 1er Piso Edificio Sur INM .....	61
Figura 2.8	Dependencias del 2do Piso Edificio Sur INM .....	62
Figura 2.9	Dependencias del 3er Piso Edificio Sur INM .....	63
Figura 2.10	Dependencias del 1er Piso Edificio Talleres - Sur INM.....	64
Figura 2.11	Dependencias del 2do Piso Edificio Talleres - Sur INM .....	64
Figura 2.12	Dependencias del Edificio Talleres - Sur INM.....	64
Figura 2.13	Fachada del Edificio Internado .....	65
Figura 2.14	Esquema representativo de la distribución de la red de voz y datos.....	65
Figura 2.15	Dependencias del 1er Piso Edificio Internado INM .....	66
Figura 2.16	Dependencias del 2do Piso Edificio Internado INM.....	66
Figura 2.17	Dependencias del 3er Piso Edificio Internado INM .....	67
Figura 2.18	Dependencias del 4to Piso Edificio Internado INM .....	67
Figura 2.19	Esquema Completo de la Red del Edificio Central del INM.....	68
Figura 2.20	Caso crítico de conexión a Internet.....	69
Figura 2.21	Router Linksys y switch 3com de 8 puertos oficina Colecturía.....	71

Figura 2.22	Punto Simple da datos del Museo de Ciencias Naturales .....	72
Figura 2.23	Punto Simple da datos del Departamento Médico .....	72
Figura 2.24	Área de trabajo en aula de 3er año de bachillerato .....	73
Figura 2.25	Conexiones físicas al área de trabajo de un aula de bachillerato .....	73
Figura 2.26	Área de trabajo en los laboratorios de informática .....	74
Figura 2.27	Tomas de corriente del laboratorio de informática .....	74
Figura 2.28	Esquema de la red de los Laboratorios de Informática .....	75
Figura 2.29	Ejemplo de cableado horizontal o vertical sin identificación .....	78
Figura 2.30	Switch 3com 24P y Nexxt 16P en Secretaría.....	78
Figura 2.31	Switch genérico de 8 puertos en la Biblioteca .....	79
Figura 2.32	Switch Advantek de 8 puertos oficina Ciencias.....	79
Figura 2.33	Switch D-LINK y Router TP-LINK del laboratorio de informática.....	80
Figura 2.34	Switch D-LINK DES1016D del laboratorio de informática.....	80
Figura 2.35	Elementos activos y pasivos ubicados en el rack de la sala de equipos.....	81
Figura 2.36	Acometida del servicio de Internet. ....	82
Figura 2.37	Canalización y enrutamiento actual en el INM – Vicerrectorado.....	83
Figura 2.38	Canalización con canaletas plásticas decorativas – Lab. de Informática.....	84
Figura 2.39	Regulador de voltaje para máquina del laboratorio – Edificio central.....	85
Figura 2.40	Rack del cuarto de equipos del Edificio Central del INM .....	87
Figura 2.41	Servidor de notas web y switch 3com.....	87
Figura 2.42	Router Cisco inalámbrico y switch Advantek de la oficina rectorado.....	88
Figura 2.43	Tráfico en velocidad por día [Kbits/s] .....	97
Figura 2.44	Tráfico en velocidad por semana [Kbits/s] .....	99
Figura 2.45	Roseta de telefonía mal ubicada.....	101
Figura 2.46	Roseta para conexión de fax y teléfono .....	102
Figura 3.1	Ubicación de los tres edificios del Instituto Nacional Mejía .....	110
Figura 3.2	Distribución de Puntos de red del 1er piso Edificio Central INM .....	114
Figura 3.3	Distribución de Puntos de red del 2do piso Edificio Central INM .....	115
Figura 3.4	Distribución de Puntos de red del 3er piso Edificio Central INM .....	116
Figura 3.5	Distribución de Puntos de red del 1er piso Edificio Sur INM .....	117
Figura 3.6	Distribución de Puntos de red del 2do piso Edificio Sur INM .....	118
Figura 3.7	Distribución de Puntos de red del 3er piso Edificio Sur INM .....	119
Figura 3.8	Distribución de Puntos de red del 1er piso Edificio Sur - Talleres INM .....	120

Figura 3.9	Distribución de Puntos de red del 2do piso Edificio Sur - Talleres INM ....	121
Figura 3.10	Distribución de Puntos de red del 3er piso Edificio Sur - Talleres INM .....	122
Figura 3.11	Distribución de Puntos de red del 1er piso Edificio Internado INM.....	123
Figura 3.12	Distribución de Puntos de red del 2do piso Edificio Internado INM.....	124
Figura 3.13	Distribución de Puntos de red del 3er piso Edificio Internado INM.....	125
Figura 3.14	Distribución de Puntos de red del 4to piso Edificio Internado INM.....	126
Figura 3.15	Cableado horizontal y vertical en el edificio Central - lado sur.....	143
Figura 3.16	Cableado horizontal y vertical en el edificio Central - lado norte .....	144
Figura 3.17	Cableado horizontal y vertical en el edificio Sur - Aulas .....	145
Figura 3.18	Cableado horizontal y vertical en el edificio Sur - Talleres.....	146
Figura 3.19	Cableado horizontal y vertical en el edificio Internado .....	147
Figura 3.20	Enlaces de fibra óptica entre los edificios del I.N.M .....	148
Figura 3.21	Gabinete de 19” de dos cuerpos .....	150
Figura 3.22	Ventiladores de gabinetes de Telecomunicaciones.....	151
Figura 3.23	Gabinete de 20 UR para los cuartos de Telecomunicaciones .....	152
Figura 3.24	Gabinete de 12 UR para Laboratorios de Informática .....	152
Figura 3.25	Rack de 40 UR ubicado en el Departamento de Sistemas .....	153
Figura 3.26	Ejemplo de las Divisiones Modulares para la Sala de Equipos .....	154
Figura 3.27	Sistema de aterrizaje genérico para el Instituto Nacional Mejía.....	158
Figura 3.28	Ejemplo de Etiquetado .....	160
Figura 3.29	Diagrama de la red del Instituto Nacional Mejía .....	170
Figura 3.30	Rango de Cobertura según la frecuencia.....	176
Figura 3.31	Ubiquiti NanoStation M2.....	186
Figura 3.32	Enlace WiFi sin admitir clientes .....	187
Figura 3.33	Conexiones de Red entre teléfono IP y PC .....	196
Figura 3.34	Puertos de conexión Ethernet en un teléfono IP .....	197
Figura 3.35	Tarjeta PCI de 4 puertos con módulos FXO .....	208
Figura 3.36	Diagrama del prototipo de pruebas para servidor .....	220
Figura 3.37	Servidor 1 Windows Server 2008 .....	220
Figura 3.38	Servidor 2 Asterisk - Trixbox .....	221
Figura 3.39	Servidor 3 Ubuntu - MOODLE.....	222
Figura 3.40	Switch de 8 puertos para prototipo de pruebas .....	223
Figura 3.41	Access Point para prototipo de pruebas .....	223

Figura 4.1	Servidor DELL <i>PowerEdge</i> R310 .....	231
Figura 4.2	Servidor HP ProLiant DL360.....	232
Figura 4.3	Servidor D-Link DNS-1550-04.....	232
Figura 4.4	DELL <i>Switch de Core The PowerConnect 6224F</i> .....	234
Figura 4.5	CISCO Core WS-C3750G-12S-S .....	235
Figura 4.6	D-Link Switch de Core DGS-3612G .....	236
Figura 4.7	Switch DELL PowerConnect 2848.....	238
Figura 4.8	Cisco Catalyst 2960-48TC-S.....	239
Figura 4.9	Switch DES-3120-48PC.....	240
Figura 4.10	<i>Switch DELL PowerConnect 2824</i> .....	242
Figura 4.11	CISCO Access WS-C2960-24LC-S.....	243
Figura 4.12	Switch D-Link DGS-3120-24SC-SI .....	244
Figura 4.13	Access Point TEW-639PAP.....	246
Figura 4.14	Access Point MSM430 Dual Radio 802.11n .....	247
Figura 4.15	Access Point DAP – 1353 .....	248
Figura 4.16	Equipo Ubiquiti Nano M2.....	250
Figura 4.17	Equipo Inalámbrico Canopy .....	251
Figura 4.18	Teléfono HP 3101 SP .....	252
Figura 4.19	Teléfono D-Link DHP – 150 SE.....	253
Figura 4.20	UPS Eaton DX .....	255
Figura 4.21	UPS Computer Power .....	256
Figura 4.22	Firewall Juniper SSG5 .....	257
Figura 4.23	Firewall HP F1000-E VPN .....	257

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Tamaño recomendado para el cuarto de Telecomunicaciones .....	8
Tabla 1.2	Estándares de la red LAN .....	45
Tabla 1.3	Estándares de redes inalámbricas .....	49
Tabla 2.1	Sistema Operativo y memoria RAM de los computadores .....	77
Tabla 2.2	Marcas, modelos y número de puertos de los dispositivos de red del INM ....	86
Tabla 2.3	Número de Usuarios por departamento Edificio Central .....	88
Tabla 2.4	Número de Usuarios por departamento Edificio Internado.....	89
Tabla 2.5	Número de Usuarios por departamento Edificio Sur .....	89
Tabla 2.6	Número total de usuarios del INM .....	89
Tabla 2.7	Número de máquinas con aplicación instalada en el edificio Central.....	93
Tabla 2.8	Tráfico del día de mayor consumo en el mes de Octubre .....	98
Tabla 2.9	Semana de consumo máximo en el mes de Octubre. ....	100
Tabla 2.10	Número de llamadas telefónicas por departamento.....	103
Tabla 3.1	Detalle de puntos de red totales del 1er. Piso Edificio Central INM .....	128
Tabla 3.2	Detalle de puntos de red totales del 2do. Piso Edificio Central INM.....	129
Tabla 3.3	Detalle de puntos de red totales del 3er. Piso Edificio Central INM .....	130
Tabla 3.4	Detalle de puntos de red totales del Edificio Central INM .....	131
Tabla 3.5	Detalle de puntos de red totales del 1er. Piso Edificio Sur INM.....	132
Tabla 3.6	Detalle de puntos de red totales del 2do. Piso Edificio Sur INM.....	132
Tabla 3.7	Detalle de puntos de red totales del 3er. Piso Edificio Sur INM.....	133
Tabla 3.8	Detalle de puntos de red totales del Edificio Sur INM.....	133
Tabla 3.9	Detalle de puntos de red totales del Edificio Sur Bloque Talleres .....	134
Tabla 3.10	Detalle de puntos de red del Edificio Sur Bloque Talleres .....	135
Tabla 3.11	Detalle de puntos de red del Edificio Sur Bloque Talleres .....	135
Tabla 3.12	Detalle de puntos de red totales del 1er. Piso Edificio Internado INM.....	136
Tabla 3.13	Detalle de puntos de red totales del 2do. Piso Edificio Internado INM .....	137
Tabla 3.14	Detalle de puntos de red totales 3er. Piso Edificio Internado INM.....	138
Tabla 3.15	Detalle de puntos de red totales 4to. Piso Edificio Internado INM.....	139
Tabla 3.16	Detalle de puntos de red totales del Edificio Internado INM .....	139
Tabla 3.17	Detalle total de puntos de red en el INM.....	139
Tabla 3.18	Capacidad de Canaleta PVC .....	141



Tabla 3.19	Ubicación de los RACKS en cada edificio del I.N.M.....	150
Tabla 3.20	Número de usuarios en los distintos departamentos y áreas del INM.....	156
Tabla 3.21	Número de UPS necesarios para el Instituto Nacional Mejía .....	157
Tabla 3.22	Identificadores para etiquetado según el área.....	160
Tabla 3.23	Usuarios potenciales y reales.....	162
Tabla 3.24	Índices de simultaneidad .....	163
Tabla 3.25	Ancho de Banda para descarga en Internet .....	163
Tabla 3.26	Ancho de Banda para la navegación en Internet .....	164
Tabla 3.27	Ancho de Banda para aplicación MOODLE en Intranet.....	166
Tabla 3.28	Ancho de Banda para el servicio de correo electrónico en Intranet .....	167
Tabla 3.29	Ancho de Banda para el servicio de Telefonía IP en la Intranet .....	168
Tabla 3.30	Ancho de Banda para Internet e Intranet .....	169
Tabla 3.31	Número de direcciones IP para usuarios .....	171
Tabla 3.32	Número de direcciones IP para servicios de red .....	172
Tabla 3.33	Direcciones IP para cada tipo de usuario y servicio .....	172
Tabla 3.34	Distribución de VLANS para el INM .....	173
Tabla 3.35	Comparación de los diferentes Estándares de la familia 802.11 .....	175
Tabla 3.36	Niveles de atenuación de los materiales de construcción .....	182
Tabla 3.37	Características Mínimas De Los Equipos Access Point.....	184
Tabla 3.38	Parámetros de configuración de red de equipos Ubiquiti.....	188
Tabla 3.39	Requerimientos mínimos de los switches de Core .....	191
Tabla 3.40	Requerimientos mínimos de los switches de Distribución - Acceso.....	193
Tabla 3.41	Contabilización de switches de Core, Distribución y Acceso del INM .....	195
Tabla 3.42	Comparación entre marcas de softphone .....	197
Tabla 3.43	Detalle de extensiones telefónicas Edificio Central .....	200
Tabla 3.44	Detalle de extensiones telefónicas Edificios Internado y Sur .....	201
Tabla 3.45	Características de equipos para Windows y Linux .....	205
Tabla 3.46	Resumen de las características para los Sistemas Operativos .....	205
Tabla 4.1	Cuadro comparativo, características mínimas de los servidores .....	233
Tabla 4.2	Cuadro comparativo, características mínimas del switch de Core .....	237
Tabla 4.3	Cuadro comparativo, características mínimas de sw Distribución -Acceso..	241
Tabla 4.4	Cuadro comparativo de las características mínimas de switch de Acceso ....	245
Tabla 4.5	Cuadro comparativo de las características mínimas de los Access Point .....	249

Tabla 4.6	Cuadro comparativo de las marcas Ubiquiti y Canopy para equipos WiFi ..	252
Tabla 4.7	Cuadro comparativo de las características mínimas de los teléfonos IP .....	254
Tabla 4.8	Cuadro comparativo de las características mínimas de los UPS .....	256
Tabla 4.9	Cuadro comparativo de las características mínimas de los UPS .....	258
Tabla 4.10	Resumen total del costo de la red activa .....	259
Tabla 4.11	Puntos de red en el I.N.M.....	260
Tabla 4.12	Cantidad de rollos de cable UTP Cat. 6 para el Edificio Central .....	261
Tabla 4.13	Cantidad de accesorios de red pasiva para el Edificio Central.....	262
Tabla 4.14	Cantidad de rollos de cable UTP Cat. 6 para el Edificio Sur – Aulas.....	262
Tabla 4.15	Cantidad de accesorios de red pasiva para el Edificio Sur - Aulas .....	263
Tabla 4.16	Cantidad de rollos de cable UTP Cat. 6 para el Edificio Sur – Talleres .....	263
Tabla 4.17	Cantidad de accesorios de red pasiva para el Edificio Sur - Talleres.....	264
Tabla 4.18	Cantidad de rollos de cable UTP Cat. 6 para el Edificio Internado .....	264
Tabla 4.19	Cantidad de accesorios de red pasiva para el Edificio Internado .....	265
Tabla 4.20	Resumen total del costo de la red pasiva.....	265
Tabla 4.21	Costo total de la instalación de la red activa y pasiva .....	265
Tabla 4.22	Costo total de servicios para la red de comunicaciones instalada a 10 años .	266
Tabla 4.23	Costos referenciales de los servicios para el mantenimiento de la red.....	267
Tabla 4.24	Sumatoria de valores de VAN por año.....	270
Tabla 4.25	Flujo neto del sistema.....	268

## RESUMEN

El Instituto Nacional Mejía siendo una institución educativa de gran trayectoria, se ve en la necesidad de forjar una infraestructura tecnológica acorde a las necesidades de la educación actual. El presente proyecto de titulación, tiene por objeto el rediseño de la red de comunicaciones, con el fin de ofrecer una convergencia de servicios de voz y datos, el cual será un beneficio para el personal docente y estudiantil que podrán interactuar libremente con las nuevas tecnologías.

A continuación se describe la solución teórica que servirá como guía de mejoramiento acompañada de un prototipo de implementación a baja escala para la comprobación de la misma.

En el capítulo I, se realiza una breve descripción de los fundamentos teóricos donde se abarca temas como dispositivos de interconectividad para la transmisión de datos, funciones de los servidores, estándares de la telefonía IP, así como también conceptos de redes LAN, TCP/IP, WLAN; sistemas de cableado estructurado, plataformas para educación virtual, mecanismos de administración y seguridad de la red. Estos conceptos permitirán tener una mejor perspectiva en el diseño de la red para la institución.

El capítulo II, presenta un análisis del estado de la red de comunicaciones con la que actualmente cuenta el Instituto Nacional Mejía; se toma como referencia los tópicos del capítulo I, permitiendo obtener una visión general de la red a nivel físico y lógico en cada uno de los edificios de la institución focalizando problemas para ser resueltos en el capítulo III.

En cuanto a la parte física, se describe la topología existente de la red, la conectividad de los equipos, servidores, el sistema de cableado con el que actualmente están trabajando y la interconexión entre los edificios. En lo que respecta a la parte lógica de la red, se detallan las aplicaciones, servicios, direccionamiento IP, el vulnerable sistema de seguridad con el que cuenta la

Institución y se realiza un análisis de tráfico de voz y datos para determinar el rendimiento de cada uno de ellos.

En el capítulo III, se realiza un rediseño teórico de la red de datos del Instituto Nacional Mejía dando una proyección a futuro de 10 años, para lo cual se considera como factor principal el crecimiento de los usuarios en todo el establecimiento, además de los requerimientos que fueron analizados en el anterior capítulo.

Se aplica estándares vigentes para los subsistemas de cableado estructurado, la interconexión entre edificios se realiza mediante enlaces inalámbricos y por fibra óptica, se realiza una segmentación de la red mediante VLAN para una mejor administración. Adicionalmente se presenta un dimensionamiento de servidores permitiendo una mejor integración de las aplicaciones y servicios que ofrecerá la intranet de la institución. En lo concerniente a la educación siendo el ente fundamental para el establecimiento se presenta la solución de la plataforma virtual Moodle en su manera más general. Todo el desarrollo se aplica con lineamientos de seguridad que permitan generar una administración de la red confiable.

Como solución práctica para comprobar el funcionamiento de los servicios que ofrece la red, se implementa un prototipo a baja escala, el cual permite verificar el funcionamiento de directorio activo, correo electrónico, telefonía IP y aula virtual.

El capítulo IV, se basa en la solución económica del diseño de la red del INM, en el cual se realiza un análisis comparativo de los equipos y costos existentes en el mercado, procediendo a seleccionar la mejor alternativa para el diseño de la red.

Para finalizar en el capítulo V, se indica las conclusiones y recomendaciones de acuerdo a los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto.

Con respecto a los anexos, se detallan reportes de tráfico de datos y voz, el levantamiento de información del establecimiento, información de direccionamiento IP, configuraciones de equipos y manuales de la implementación del prototipo de pruebas.

## PRESENTACIÓN

El avance tecnológico que se está experimentando y sin olvidar el auge de nuevas formas de comunicación hace que la educación tenga gran impacto ante las nuevas herramientas de información global, por ende nuevos procesos de enseñanza y aprendizaje posibilitan a que el estudiante y profesor interactúen de mejor manera.

Por tal motivo el Instituto Nacional Mejía juega un papel importante en la integración y participación del desarrollo de nuevas tecnologías en el Ecuador, siendo necesario contar con un sistema de comunicaciones que permita la convergencia de servicios sobre una misma infraestructura de red.

La telefonía IP es una tecnología moderna en el área de las Telecomunicaciones, que permite la optimización de recursos ya que tiene los mismos servicios que la telefonía tradicional pero sobre una misma red de datos, priorizando en tiempo real la voz. Para la interacción entre el estudiante, profesor y padre de familia, se emplea la herramienta tecnológica de educación virtual MOODLE dentro de una modalidad de enseñanza – aprendizaje.

Con los parámetros mencionados se conseguirá un funcionamiento eficiente de la red de datos del Instituto Nacional Mejía donde se contemplan elementos nuevos para la interconexión de distintas áreas permitiendo la facilidad y el manejo de información y recursos compartidos en la intranet.

Al finalizar este proyecto se crea una cultura para que el personal estudiantil, docente y administrativo utilice los recursos y servicios de la red de manera responsable y cumpliendo los objetivos de la institución.

# CAPÍTULO I

## FUNDAMENTOS TEÓRICOS

El presente proyecto tiene por objetivo realizar el rediseño de la red de comunicaciones del Instituto Nacional Mejía incluyendo en este a los elementos activos y pasivos para la transmisión de información de manera eficiente, para tener un mejor entendimiento del tema, en este capítulo se describirán los conceptos teóricos de redes LAN, redes TCP/IP, comunicaciones inalámbricas, sistemas de cableado estructurado, redes intranet y plataformas para educación virtual que serán utilizados en el proyecto.

### 1.1 SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO

Un Sistema de Cableado Estructurado consiste en una infraestructura que sea flexible bajo un procedimiento colectivo que se basa en cables, canalizaciones, conectores, etiquetas, y demás dispositivos que cumplan con estándares que califiquen como tal un cableado estructurado dentro de un edificio o campus; esto con la finalidad de que las señales de cualquier servicio de red que contenga voz, datos o video estén disponibles y se proporcione al usuario confiabilidad, velocidad y eficiencia.

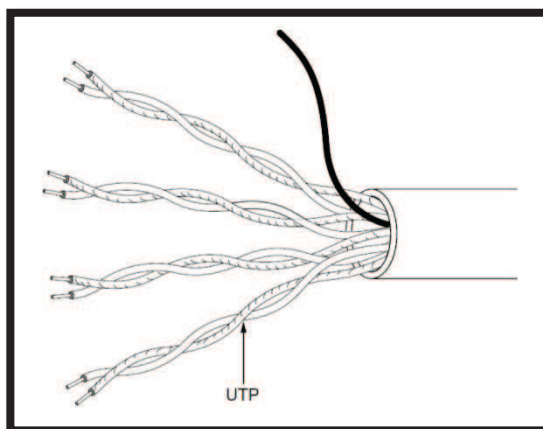
#### 1.1.1 MEDIOS DE TRANSMISIÓN

Son cualquier medio físico o inalámbrico que se utiliza para la transmisión de datos o señal desde un punto de origen hasta un punto de destino. Se dividen en Medios Guiados y Medios No Guiados. Los medios Guiados permiten la transmisión de datos o señal a través de cables como par trenzado de cobre o fibra óptica.

##### 1.1.1.1 Par Trenzado

Formado por dos conductores de cobre, cada hilo provisto de su cubierta plástica para aislarlo del otro. La trenza que presenta sirve para evitar que la interferencia externa afecte la calidad de la señal que por el hilo se transmite.

La EIA<sup>1</sup> dividió en 7 categorías a los pares trenzados según sus características y velocidad de transmisión.



**Figura 0.1 Cable UTP** [B1]

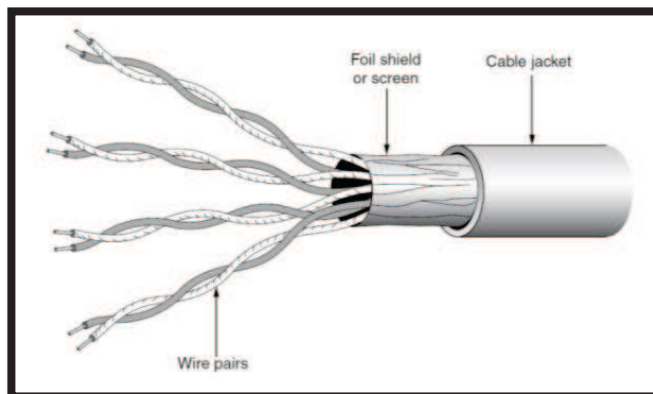
*Categoría 6.*- Reconocida oficialmente en la publicación de junio de 2002 ANSI/TIA/EIA-568-B. Mejora a la categoría anterior (Cat. 5e), brindando ahora un ancho de banda de 200 MHz. Utilizada para *Gigabit Ethernet* y más altas tasas de velocidad de transmisión, proporciona mejoras como mayor SNR (cociente de señal a ruido), confiabilidad para las aplicaciones.

*Categoría 6a.*-Trabaja con un ancho de banda de 500 MHz, permitiendo una mejor transmisión por cobre a distancias no mayor a 100 metros; es recomendada para soportar mayor cantidad de aplicaciones actuales y futuras dentro de la vida útil del cableado, con velocidades de hasta 10 *Gigabit Ethernet*. Como desventaja la categoría 6a no es compatible con sus antecesores ya que se requiere de conectores y accesorios propios

*Cable FTP.*-Es un par trenzado pero con blindaje que proporciona alto nivel de protección contra el ruido. La impedancia con la que trabaja es de 120 OHMIOS; las propiedades de transmisión son parecidas a las del UTP; siendo así que se puede utilizar los mismos conectores RJ45.

La utilización de este tipo de cable requiere de accesorios propios que cumplan con un buen sistema de aterrizaje.

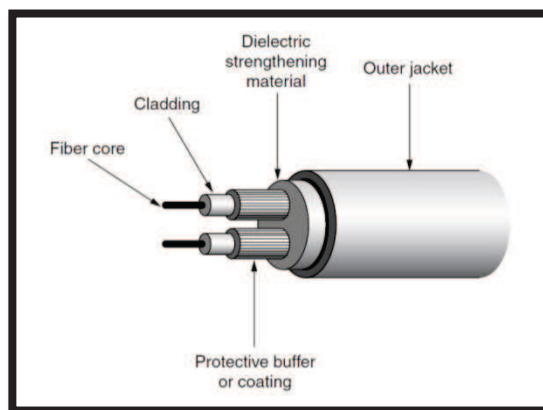
<sup>1</sup> EIA. *Electronics Industry Association*. Desarrolla normas y publicaciones sobre las principales áreas técnicas: los componentes electrónicos, electrónica del consumidor, información electrónica, y telecomunicaciones.



**Figura 0.2 Cable FTP** <sup>[B2]</sup>

### 1.1.1.2 Fibra Óptica

Son medios de transmisión que utilizan la luz para el envío y recepción de la información. Los hilos de fibra óptica tienen diámetros muy pequeños; estos hilos son prácticamente inmunes a la interferencia electromagnética y a la diafonía. El gran ancho de banda que maneja la fibra óptica quizá es su mayor ventaja sobre sus directos competidores, los cables de cobre, ya que soporta desde cientos de MHz hasta decenas de GHz.

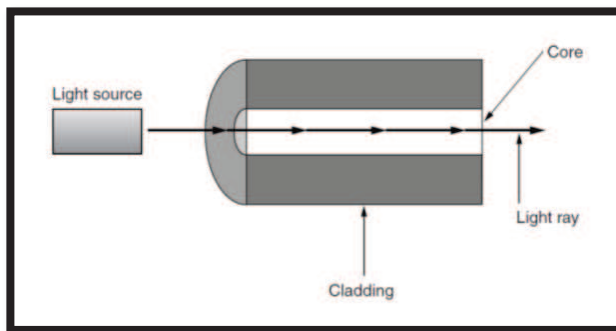


**Figura 0.3 Cable de Fibra óptica Dual** <sup>[B3]</sup>

Las única desventaja mayor de este medio de transmisión es que los empalmes y acopladores producen pérdidas que son altamente relevantes si no se tiene cuidado con las delicadas uniones entre los equipos y los terminales.

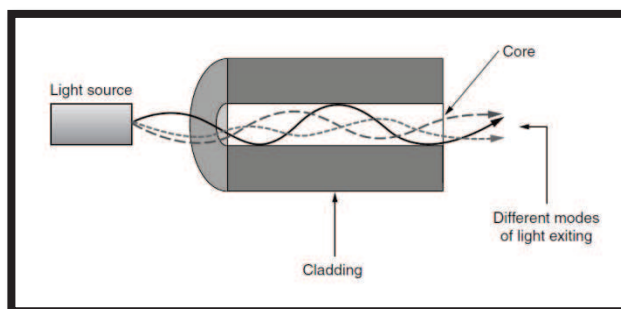
*Fibra Óptica Monomodo.*- Es el más comúnmente utilizado en instalaciones de backbone, la luz en este tipo de fibra viaja a través de la mitad de la fibra y no rebota en la cubierta del hilo. Típicamente la longitud de onda de la fibra monomodo es de 1310 y 1550 nanómetros.





**Figura 0.4 Fibra óptica Monomodo** [B4]

*Fibra Óptica Multimodo.*- Normalmente se la utiliza para aplicaciones de red tales como 10Base-FL, 100Base-F, FDDI, ATM y también para cableado de backbone. Este tipo de fibra permite que múltiples señales viajen dentro de un mismo hilo; la longitud de onda utilizada en la fibra multimodo es de 850 y 1300 nanómetros. Se tienen dos tipos de fibras multimodo, las de índice escalonado y las de índice gradual.



**Figura 0.5 Fibra óptica Multimodo** [B5]

Los medios no guiados son los que transportan señales sin utilizar conductores físicos, a este modo de comunicación se la conoce como inalámbrica. Las ondas electromagnéticas tienen varias maneras de propagarse, entre las que están: Por Superficie, por Ionósfera y por línea de Vista.

### 1.1.2 NORMAS PARA CABLEADO ESTRUCTURADO

El Instituto Americano Nacional de Estándares, la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones, y la Asociación de Industrias Electrónicas (ANSI/TIA/EIA), son los organismos que publican estándares para el cableado, instalación y rendimiento de equipos y sistemas de Telecomunicaciones.

### 1.1.2.1 ANSI/TIA568-C <sup>[B99]</sup>

Son normas dedicadas para el cableado de Telecomunicaciones, presenta como ventaja flexibilidad, detección de una falla y corrección de la misma en el menor tiempo posible, proporciona normas que facilitan el diseño, planificación, instalación y descripción de los elementos de un Sistema de Cableado Estructurado como tal, establece requisitos como tipos de medios de transmisión, distancias de cableado, configuraciones de conectores, topología e interfaces de usuario.

#### 1.1.2.1.1 *ANSI/TIA568-C.0*

“Cableado de telecomunicaciones genérico para instalaciones de clientes. Facilita el diseño e instalación de sistemas de cableado de telecomunicaciones en cualquier tipo de entorno del cliente.” <sup>[B6]</sup>

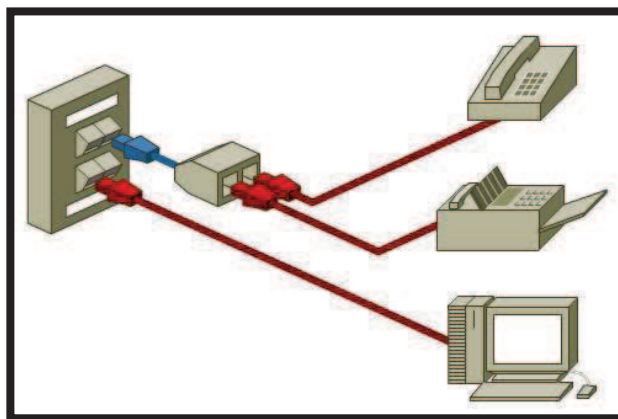
#### 1.1.2.1.2 *ANSI/TIA568-C.1*

Esta norma es aplicable para edificios comerciales y ambientes de oficina. Según esta norma, los subsistemas de Cableado Estructurado son seis y cada uno realiza una función determinada que permite la transmisión eficiente de los datos, voz y video a través del cableado del edificio. Dichos subsistemas son:

- ✓ Área de trabajo
- ✓ Cableado horizontal
- ✓ Cableado vertical (*Backbone*)
- ✓ Cuarto de Telecomunicaciones
- ✓ Sala de equipos
- ✓ Acometida

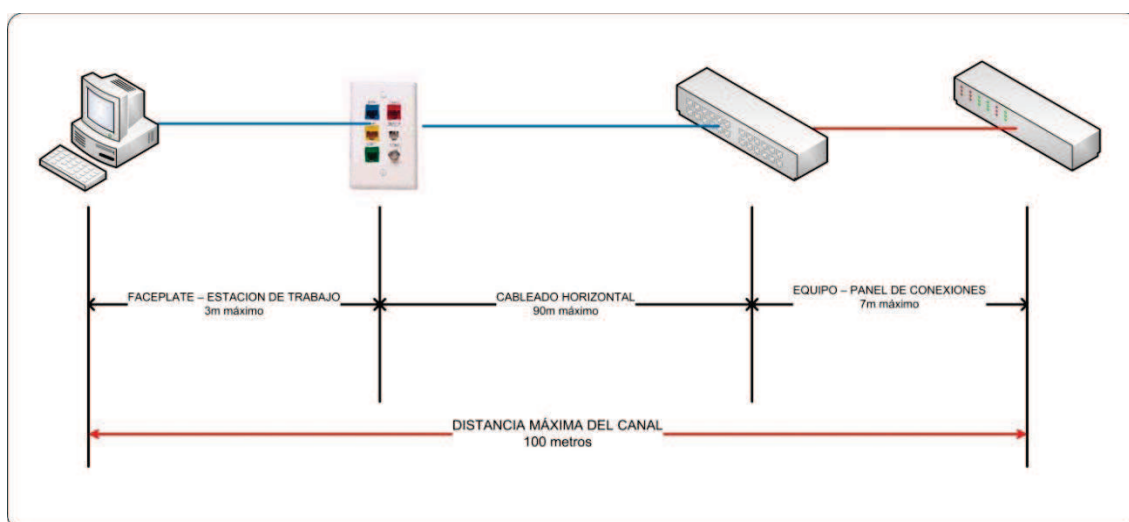
*Área de Trabajo.*-Esta área comienza desde la terminación del cableado horizontal, es decir se extiende desde el *Faceplate* hasta el equipo de telecomunicaciones del usuario en el cual se está corriendo aplicaciones de red que incluyan voz, datos o video.

Los componentes para el área de trabajo son: patch cords, conectores RJ 45, *faceplates*, adaptadores especiales si es el caso que lo requiera, etc.



**Figura 0.6 Área de trabajo** [B8]

*Estación de Trabajo.*- Es el equipo final de un usuario, puede ser un computador portátil, de escritorio o un dispositivo móvil. En esta se correrán aplicaciones de red, las cuales interactuarán con los servidores que se haya instalado y configurado para la organización.



**Figura 0.7 Distancias máximas en cableado estructurado**

*Cableado Horizontal.*-Es el conjunto de cables que interconectan las estaciones de trabajo de los usuarios finales con los equipos de red que están en los cuartos de telecomunicaciones, y que conmutan la información para transmitirla a través del cableado vertical hacia servidores o a otras estaciones de trabajo. No se permiten empalmes o derivaciones en todo el trayecto del cableado. La longitud máxima que debe tener un cable UTP desde el equipo de acceso al área de trabajo es 90 metros Y los que interconectan la salida del *faceplate* a la estación de trabajo son de máximo 5 metros.

*Cableado Vertical o de Backbone.*-Son los cables que interconectan tanto la Sala de Equipos con los cuartos de telecomunicaciones como los cuartos de telecomunicaciones entre sí. Esta conexión *backbone* se realiza entre los pisos de un mismo edificio y también si es necesario entre edificios de un solo campus. Es el cableado que va a soportar todo el tráfico de red entre equipos y usuarios de la organización.

*Cuarto de Telecomunicaciones.*-En este sitio se alberga a los equipos destinados a la interconexión de las computadoras de los usuarios finales con los servidores y equipos de seguridad que se encuentran en la Sala de Equipos, se interconectan con esta última mediante el cableado vertical o *backbone*.

Para asegurar que el cuarto de Telecomunicaciones sea un elemento eficiente dentro del sistema de Cableado Estructurado, hay que tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

*Puertas.*- Las puertas de los gabinetes deben abrirse lo suficiente como para que un administrador de red pueda moverse y con facilidad ejecutar algún movimiento, diagnóstico o reparación de los puntos de red dentro de los dispositivos de conmutación y enrutamiento.

*Control de Ambiente.*- Se debe proveer a los cuartos de telecomunicaciones de equipos de aire acondicionado y/o ventiladores que deberán funcionar 24 horas al día, los 365 días del año; se debe asegurar un rango de temperatura entre 18°C a 24°C con los equipos en operación.

*Polvo y electricidad estática.*- El piso, el techo y las paredes del cuarto de telecomunicaciones deben ser selladas de tal manera que se reduzca la entrada de polvo que pueda producir daños en los equipos de red. Adicional a esto, el piso debe tener propiedades antiestáticas y un accesorio de descarga a la entrada del cuarto de telecomunicaciones.

*Protección contra el fuego.*- Los cuartos de Telecomunicaciones y Salas de Equipos deben tener las adecuadas instalaciones con cubiertas y protecciones contra incendios. Estas deben ser capaces de soportar altas temperaturas y fuego directo, haciendo que el sistema de cableado sufra lo menos posible o que se

produzcan intoxicaciones por la combustión de los componentes que hacen un cable o un equipo. Se deben proveer extinguidores de fuego portátiles y hacerles un control periódico.

*Localización.-* Debe ser un sitio que no esté restringido para el fácil acceso y permita la entrada de equipos grandes. No debe estar debajo o junto a lugares que tengan flujos de agua, motores, generadores o cualquier fuente de ruido o interferencia. Un cuarto de telecomunicaciones debe ser exclusivo para equipos de telecomunicaciones y debe haber al menos uno por cada piso de un edificio, es decir uno por cada 1000 m<sup>2</sup>.

*Dimensiones.-* Las dimensiones que debe tener un cuarto de telecomunicaciones y una sala de equipos, depende del área a la cual se esté dando servicio y de cuantos equipos se deba colocar dentro, en la Tabla 1.1 se detallan las dimensiones posibles de un cuarto de telecomunicaciones.

Área de servicio	Tamaño de Cuarto de Telecomunicaciones
[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]
1000	3.0 x 3.4
800	3.0 x 2.8
500	3.0 x 2.2

**Tabla 0.1 Tamaño recomendado para el cuarto de Telecomunicaciones**

*Aterrizaje.-* Para evitar que los dispositivos de red, servidores o estaciones de trabajo sufran daños provocados por variaciones de voltaje o incorrectas conexiones eléctricas, es necesario cumplir con la norma TIA/EIA-607 que rige el Aterrizaje para un Sistema de Cableado estructurado.

*Sistemas de Potencia.-* Un cuarto de telecomunicaciones debe tener al menos dos tomas de corriente de 120V y 20A de tres hilos para proporcionar de energía eléctrica a los equipos del gabinete o *rack*, la distancia de separación entre estas tomas es de 1.8m; además de esto se debe proveer de un dispositivo de respaldo de energía UPS que logre mantener a los equipos encendidos cuando exista un corte o falla en la corriente eléctrica.

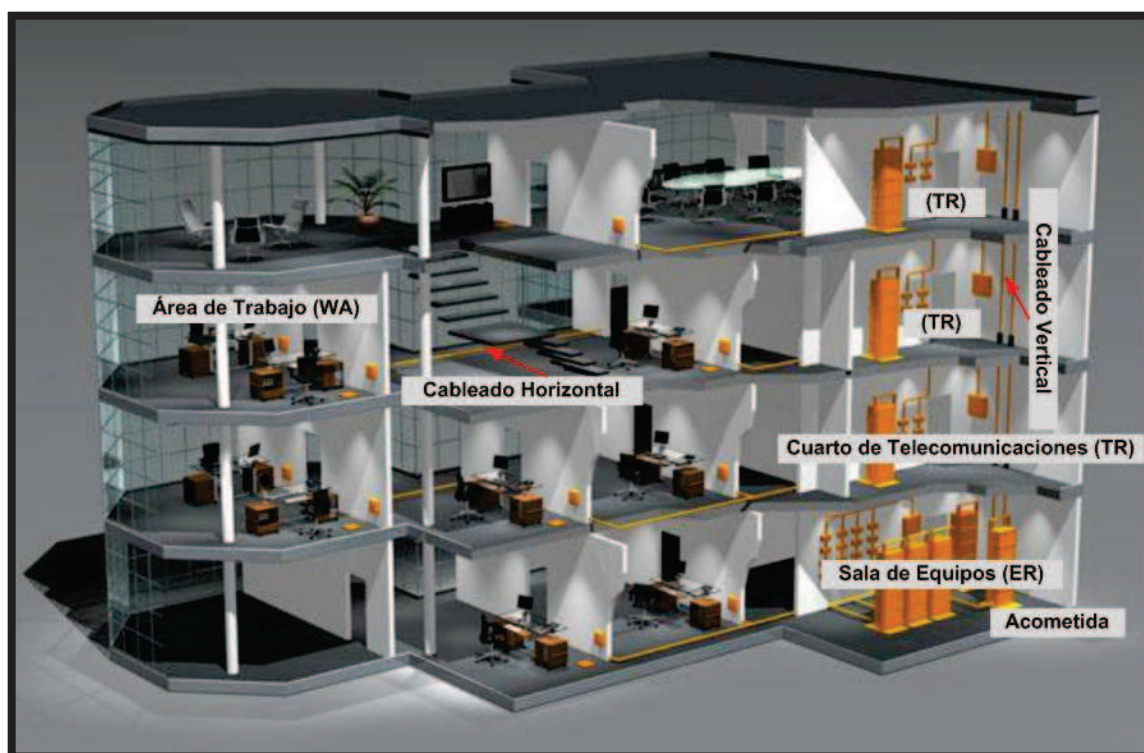
*UPS (Uninterruptible Power Supply).-* Las Fuentes de Alimentación Ininterrumpida son dispositivos que soportan la carga de los computadores y equipos

manteniéndolos encendidos cuando ha existido un corte de energía eléctrica y permite apagar los sistemas en forma ordenada evitando que se produzcan pérdidas de información.

*Seguridad.*- Se debe mantener los cuartos de telecomunicaciones con seguro en todo momento y entregando sus llaves a personal autorizado. El cuarto debe estar siempre limpio y ordenado de manera que no existan accidentes con cables sueltos o mal colocados.

*Sala de Equipos.*-Es el lugar en donde están centralizados todos los equipos que brindarán servicios de red a todo el edificio, estos equipos pueden ser servidores, centrales telefónicas, *firewall*, *switches* y *routers*. Desde este punto salen todas las conexiones que se van a distribuir por el cableado.

*Punto de Demarcación o Acometida.*-Es el lugar en donde los cables del proveedor externo de servicios se conectan con el cableado del edificio.



**Figura 0.8 Subsistemas de Cableado Estructurado** <sup>[B10]</sup>

En la figura 1.8 se muestra de manera consolidada a los subsistemas de cableado estructurado que la norma ANSI/TIA/EIA 568.C.1 define en un edificio, cada uno debe estar diseñado y funcionar correctamente para que el sistema completo

trabaje de manera eficiente. Se puede observar que si todo está organizado es mucho más fácil administrar la red de la organización, cualquier fallo físico o lógico se puede resolver sin demasiada complejidad.

#### 1.1.2.1.3 *ANSI/TIA568-C.2*

“Estándar de componentes y cableado de telecomunicaciones de par trenzado balanceado” <sup>[B7]</sup>. Se establecen nuevas especificaciones para el desempeño con el cable de 100ohm UTP cat. 5e; además de nuevos requerimientos para *hardware* de red, *patch cord*, *jumper* de *cross-connect*. Se definen los conceptos de canal de par trenzado balanceado y enlace permanente.

#### 1.1.2.1.4 *ANSI/TIA568-C.3*

Especifica las características de los componentes para un sistema de cableado de fibra óptica, como son conectores, cables, tipos de fibra multimodo y monomodo.

### 1.1.2.2 ANSI/TIA/EIA 569 A <sup>[B100]</sup>

Son normas de recorridos y espacios de Telecomunicaciones en edificios comerciales, especifica como enrutar el cableado, conociendo el tipo de material adecuado para la canalización de los medios de transmisión.

*Canalización y enrutamiento del Cableado.*-Existen dos tipos de canalizaciones, las externas entre edificios y las internas al edificio. Las canalizaciones externas entre edificios sirven para interconectar las redes LAN de cada edificio en manera de Campus. La norma admite cuatro tipos de canalizaciones:

- ✓ *Subterráneas.*- Sistema de ductos y cámaras de inspección. Los ductos deben tener un diámetro de mínimo 100 mm y no se admiten más de dos quiebres de 90°.
- ✓ *Directamente enterradas.*- Los cables quedan enterrados sin ningún ducto, por lo que deberán tener adecuadas protecciones para resistir cualquier maltrato como roedores.
- ✓ *Aéreas.*- Es el tendido del cable por encima de los edificios, pero hay que tomar en cuenta aspectos como los permisos, la separación requerida para este tipo de cableado, protecciones mecánicas y de carga para los cables.



- ✓ *En túneles.*- Estas canalizaciones deben ser planificadas para permitir el fácil acceso al personal de mantenimiento y también deben cumplir con las separaciones máximas recomendadas entre cables de diferentes servicios.

Las canalizaciones internas son las que interconectan las acometidas con la Sala de Equipos y las Salas de Equipos con los Cuartos de Telecomunicaciones. Estas pueden ser ductos, bandejas y escalerillas que deben estar debidamente protegidos contra el fuego, movimientos o tensiones fuertes, accesos no autorizados y agua; se dividen en dos tipos:

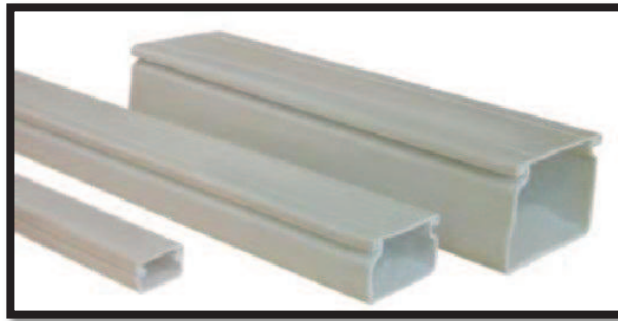
- ✓ *Canalizaciones verticales.*- Son las que unen las salas de Equipos con los cuartos de telecomunicaciones, éstas pueden ser realizadas con ductos, bandejas verticales o escalerillas cortacables verticales y deben tener todas las protecciones correspondientes.
- ✓ *Canalizaciones horizontales.*- En el caso de que los cuartos de Telecomunicaciones no estén alineados verticalmente en un mismo edificio es necesario hacer canalizaciones con ductos, bandejas horizontales o escalerillas montacables. Se pueden ubicar sobre el cielo raso o debajo del piso o arrimado a las paredes, lo importante es que se mantengan protegidas de manera adecuada.

En el caso de que la infraestructura del edificio no permita ocultar los enrutamientos del cableado, será necesario utilizar canaletas decorativas lo suficientemente organizadas y protegidas, alterando al mínimo la estética de las áreas de trabajo.

*Cajas metálicas.*-Cajas cuadradas o rectangulares que unen las tuberías y la canalización vertical y horizontal a lo largo del sistema del cableado estructurado. Dichas cajas manejan diversas dimensiones y se escoge las que mejor se acoplen a las necesidades del sistema de enrutamiento.

*Canaleta plástica decorativa.*-Ducto plástico que se adhiere a la pared, techo o piso, permitiendo que circulen los cables tanto de datos como eléctricos, mantienen la estética del lugar donde se las coloque ya que tienen colores decorativos.





**Figura 0.9 Canaleta plástica decorativa** <sup>[B11]</sup>

*Tubería Conduit.*-Es un tipo de tubo que fue diseñado para exteriores ya que es más resistente para el sistema de cableado estructurado; su función es permitir el paso de los cables, debe estar en tramos de 3.5m de longitud.



**Figura 0.10 Tubería Conduit** <sup>[B12]</sup>

### 1.1.2.3 TIA/EIA 606 A <sup>[B101]</sup>

Diseñado para proporcionar un plan de administración uniforme e independiente de las aplicaciones; especifica cuatro clases de sistemas de administración, basadas en la complejidad de la infraestructura administrada facilitando la escalabilidad y expansión sin que existan cambios en el etiquetado actual.

- ✓ *Clase 1:* Para edificios sencillos que se utiliza un único cuarto de equipos.
- ✓ *Clase 2:* Dedicado para edificios que contengan un cuarto de equipos y varios cuartos de telecomunicaciones.
- ✓ *Clase 3:* Diseñado para campus que contengan varios edificios los cuales se interconectan entre sí.
- ✓ *Clase 4:* Para ambientes multicampus.

Para cumplir con los lineamientos de un esquema de administración uniforme de Cableado Estructurado se debe considerar las siguientes disposiciones en cuanto a la norma TIA/EIA 606 A:

- ✓ Las áreas para ser administradas son: terminaciones, medios de transmisión, rutas, espacios y puestas a tierra.
- ✓ La información debe ser presentada en: etiquetas, registros, reportes, planos y órdenes de trabajo.
- ✓ Las etiquetas deben ser individuales y firmemente sujetadas a los elementos con rótulos adhesivos y protección laminada. Para cables utilizados en exteriores se utilizan etiquetas especiales.
- ✓ La nomenclatura del etiquetado debe facilitar la administración de los elementos que conforman la red de comunicaciones.
- ✓ El color que se maneja para las terminaciones de voz en el área de trabajo es azul.
- ✓ El color que se maneja para las terminaciones de datos en el área de trabajo es blanco.
- ✓ El color que se maneja para los *patch cords* ubicados en el área de trabajo es blanco y con una longitud de 10 Ft como mínimo.
- ✓ El color que se maneja para los *patch cords* ubicados en el cuarto de equipos o de telecomunicaciones para la interconexión de los equipos de datos es azul con una longitud de 5 Ft.
- ✓ El etiquetado para localizar un punto de red ya sea de datos o de voz, es de manera jerárquica, es decir se va identificando primero el campus, luego el edificio, la planta o piso donde se encuentra el cuarto de telecomunicaciones o sala de equipos, el departamento donde éste último se ubica, el rack o gabinete, el *patch panel*, el tipo de servicio ya sea datos o voz, y finalmente el puerto del *patch panel* utilizado.
- ✓ En el caso del sistema de puesta a tierra, el etiquetado será identificando únicamente el piso y edificio donde se encuentren ubicados el TGB, TBB y TMGB.

#### 1.1.2.4 TIA/EIA 607B <sup>[B102]</sup>

Especifica los requerimientos que se necesita para el correcto diseño, planeación e instalación de un sistema de tierra, dichos elementos permiten proteger a los equipos y sistemas de telecomunicaciones de descargas eléctricas imprevistas.

Los elementos del sistema son:

- ✓ *TMGB*: Barra principal de puesta a tierra.
- ✓ *TGB*: Barra de puesta a tierra.
- ✓ *TBB*: Unión vertical para Telecomunicaciones.

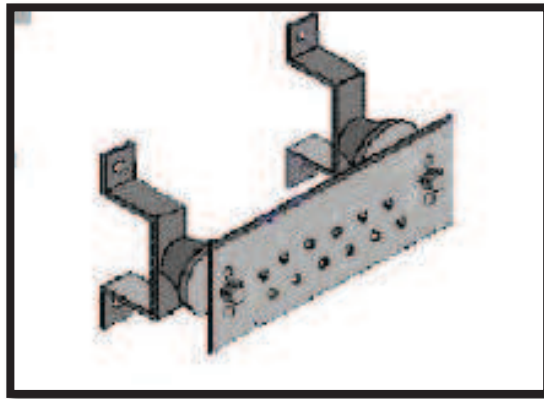
Para el diseño de un sistema puesta a tierra se considera los siguientes subsistemas como puntos principales:

- ✓ Cuarto de equipos
- ✓ Entrada de servicios
- ✓ Cuarto de Telecomunicaciones
- ✓ Rutas de cables para interconexión

Los sistemas de tierra protegen a los equipos y personal de voltajes peligrosos, y se deben considerar las siguientes observaciones para su instalación:

- ✓ Todos los conductores deben ser de cobre y aislados.
- ✓ El tamaño del conductor debe ser de al menos 6 AWG.
- ✓ Cada conductor debe estar debidamente etiquetado y dicha etiqueta no debe ser metálica.
- ✓ El conductor para telecomunicaciones debe unir la barra principal de puesta a tierra a la tierra del servicio eléctrico del edificio.

*TMGB*.- Barra principal de tierra para telecomunicaciones, es el punto central de aterrizamiento para los sistemas de telecomunicaciones, se las ubica en la entrada de servicios y por lo general hay una sola *TMGB* por edificio. Es una barra de cobre con perforaciones roscadas de un espesor de 6 mm.



**Figura 0.11 Barra Principal de Tierra para Telecomunicaciones (TMGB)** <sup>[B9]</sup>

*TGB.*- Barras de tierra para telecomunicaciones, son ubicadas en cada cuarto de telecomunicaciones y sala de equipos, son el punto central de conexión para las tierras de los equipos de red, de igual manera que la TMGB debe ser una plancha de cobre con perforaciones y un espesor de 6mm. Las TGB van conectadas a las TMGB mediante las TBB.

*TBB.-Backbone* de tierras, es el conductor de tierras que va a interconectar las TGB de cada cuarto de telecomunicaciones o sala de equipos con las TMGB de las entradas de servicio del edificio. Es un conductor aislado de un diámetro mínimo de 6 AWG y no deben existir empalmes intermedios.

En la figura 3.23 del capítulo 3 se observa el esquema de un sistema de aterrizaje compuesto por los elementos mencionados anteriormente dando una mejor visualización de cómo se realiza la interconexión entre ellos.

#### 1.1.2.5 TIA 568<sup>[B103]</sup>

Establece dos normas para el cableado Ethernet, estas son: T568A y T568B que ayudan a determinar qué color corresponde a cada pin del conector RJ-45. Se utiliza estas normas dependiendo de las conexiones a realizarse, ya sea el estándar A o B en los extremos de los cables.

Para un cable cruzado se utiliza el estándar A en un extremo y el B en el otro, de esta manera permite conectar ya sea equipos del mismo tipo o una PC directamente a un servidor.

En lo que respecta a un cable directo se elige el estándar A o B en los mismos extremos esto permite conectar una PC a un equipo de red.

Pin	Color T568A	Color T568B	Pines en conector macho (en conector hembra se invierten)
1	Blanco/Verde (W-G)	Blanco/Naranja (W-O)	
2	Verde (G)	Naranja (O)	
3	Blanco/Naranja (W-O)	Blanco/Verde (W-G)	
4	Azul (BL)	Azul (BL)	
5	Blanco/Azul (W-BL)	Blanco/Azul (W-BL)	
6	Naranja (O)	Verde (G)	
7	Blanco/Marrón (W-BR)	Blanco/Marrón (W-BR)	
8	Marrón (BR)	Marrón (BR)	

**Figura 0.12 Cableado RJ-45 (T568A/B)** <sup>[B13]</sup>

### 1.1.3 ELEMENTOS PASIVOS DEL CABLEADO ESTRUCTURADO

<sup>[B20]</sup>

#### 1.1.3.1 Rack

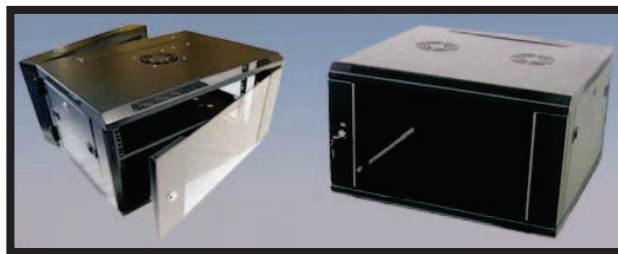
Consiste de una estructura abierta conocido también como bastidor donde permite alojar los equipos activos y cableado; existen dos tipos de *rack* el que se encuentra montado sobre la pared y, el *rack* que se ancla en el piso, sus dimensiones son estandarizadas a 19" o 48.26cm, tomando en cuenta la altura y profundidad para los *rack* de pared; además permite un fácil manejo de administración y mantenimiento para el acceso a todos los puntos de conexión.

#### 1.1.3.2 Gabinete

Consiste en una estructura cerrada donde se ubican los equipos activos y cableado, ofrece mayor seguridad, protección contra el medio ambiente, mejor ventilación. Presenta dos tipos de gabinete el de pared que, cuenta con un marco posterior con bisagra, chapa, puerta frontal de cristal con llaves y; el gabinete de piso que cuenta con un *rack* interno soportando los dispositivos que se coloquen allí.



**Figura 0.13 Estructura de un rack anclado al piso** <sup>[B14]</sup>

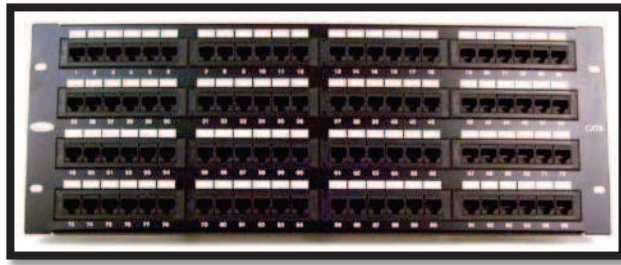


**Figura 0.14 Estructura de un gabinete** <sup>[B15]</sup>

*Unidad de rack.*-Es una unidad de medida que describe la altura del equipo, servidores, elementos como *patch panel* a ser montados en un *rack*, se encuentra estandarizado la unidad de *rack* es decir:  $1 RU = 1.75'' = 44.45 mm$ .

### 1.1.3.3 Patch panel

Es un organizador que realiza las conexiones de todos los cables que llegan del cableado estructurado para permitir conectividad entre los elementos de una red LAN y los equipos activos de la red tales como *switches*, *router*, servidores, etc.



**Figura 0.15 Patch panel** <sup>[B16]</sup>

#### 1.1.3.4 *Faceplate*

Es una pieza plástica plana que puede ser: simples, dobles, o demás entradas; donde se insertan los diferentes conectores de telecomunicaciones.



**Figura 0.16 Tipos de faceplate** <sup>[B17]</sup>

#### 1.1.3.5 Distribuidor de fibra óptica (ODF)

Es un distribuidor de fibra óptica que permite la conexión de la fibra que ingresa desde la acometida hacia los equipos de red, existen diferentes tipos de ODF según la cantidad de hilos que soporten, esto es 24, 48, 96, 144 hilos.



**Figura 0.17 Distribuidor de fibra óptica (ODF)** <sup>[B18]</sup>



### 1.1.3.6 Organizador de cables

Mantiene los cables ordenados y agrupados, existe gran variedad de organizadores para cables de acuerdo a la cantidad de cables que se requiera.

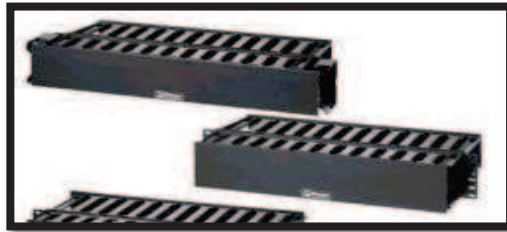


Figura 0.18 Organizador de cables <sup>[B19]</sup>

### 1.1.3.7 Patch cord

Cable usado en una red de comunicaciones para conectar una estación a un punto de red o entre dispositivos, generalmente utiliza conectores RJ-45.



Figura 0.19 Patch Cord <sup>[B20]</sup>

### 1.1.3.8 Jack RJ 45

Es un conector hembra compatible con el conector RJ-45 para la conexión de los dispositivos, este elemento se coloca en los *faceplate* y *patch panel*.



Figura 0.20 Jack RJ 45 <sup>[B21]</sup>



### 1.1.3.9 Regleta de tomas eléctricas

Son dispositivos en los cuales se puede enchufar los equipos de red para proporcionarles energía eléctrica, permitiendo mayor seguridad para los mismos, ya que se puede evitar averías por sobretensión



Figura 0.21 Regleta de tomas eléctricas <sup>[B22]</sup>

### 1.1.3.10 Conector RJ 45

Interfaz física que permite conexiones entre el cable y un dispositivo, consta de 8 pines que se usan en los extremos de cables de par trenzado, se utiliza el estándar EIA/TIA 568A y 568B



Figura 0.22 Conector RJ 45 <sup>[B23]</sup>

### 1.1.3.11 Ventiladores

Este dispositivo que permite mantener en buen estado los equipos activos de red, ya que una temperatura no adecuada puede provocar sobrecalentamiento y dañar el equipo, se coloca por lo general en los gabinetes ya que son estructuras cerradas.

## 1.2 MODELO DE REFERENCIA ISO/OSI <sup>[B24]</sup>

Las capas de la OSI<sup>2</sup> fueron creadas por la ISO<sup>3</sup> con la finalidad de que se proporcione la comunicación entre diferentes sistemas sin que esto signifique cambios en hardware o software instalado.

Mediante este modelo se puede comprender más fácilmente una arquitectura de red.

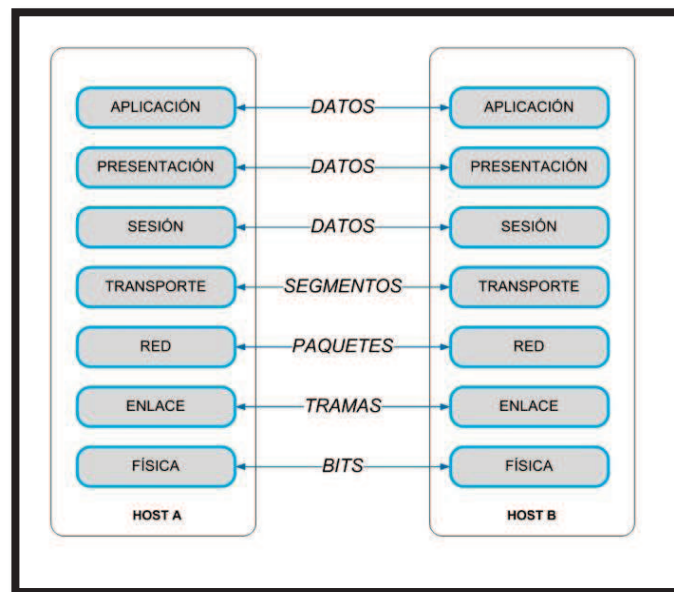


Figura 0.23 Capas del Modelo OSI con sus PDU <sup>[B26]</sup>

Las ventajas de la utilización de este modelo son:

- ✓ Reducir la complejidad,
- ✓ Estandarización de las interfaces,
- ✓ Facilita el diseño modular,
- ✓ Asegura la interoperabilidad de la tecnología,
- ✓ Acelera la evolución y,
- ✓ Simplifica la enseñanza y el aprendizaje.

Este modelo consta de siete capas que interactúan entre sí mediante las unidades de datos de protocolo (PDU) y se comunican de origen a destino de capa a capa, lo que se denomina par-a-par, y son las siguientes:

<sup>2</sup>OSI. - Open System Interconnect.

<sup>3</sup>ISO. - International Organization for Standardization.

### **1.2.1 CAPA FÍSICA**

Capa 1, proporciona un medio de transmisión no fiable entre las máquinas de la red, intervienen los medios físicos tales como cables, conectores, voltajes, velocidades de datos. Envía la información bit a bit entre el origen y el destino.

### **1.2.2 CAPA ENLACE**

Capa 2, convierte el medio de transmisión físico en un medio lógico fiable y seguro que proporciona detección de errores, retransmisión de tramas y control de flujo; en esta capa influye el análisis de algoritmos para la comunicación eficiente entre un punto origen y un destino.

### **1.2.3 CAPA RED**

Capa 3, encuentra el mejor camino entre un origen y destino a través de equipos de red intermedios que tengan la posibilidad de ejecutar *routing* y control de la congestión de la red.

### **1.2.4 CAPA TRANSPORTE**

Capa 4, nos proporciona una entrega fiable de la información entre los extremos de la conexión y garantiza la detección de pérdida de paquetes y realiza la retransmisión de paquetes en el caso de que se hayan perdido.

### **1.2.5 CAPA SESIÓN**

Capa 5, Es la que establece el inicio y el final de la comunicación entre extremos, se realiza las funciones de sincronización y control del derecho de transmisión.

### **1.2.6 CAPA PRESENTACIÓN**

Capa 6, establece el formato de los datos que se van a intercambiar, se realiza funciones de conversión de formatos, compresión y descompresión, cifrado y descifrado.

### 1.2.7 CAPA APLICACIÓN

Capa 7, es la que interactúa con el usuario final, ofrece servicios de red a los usuarios como FTP Telnet, HTTP, e-mail, etc.

## 1.3 ARQUITECTURA TCP/IP <sup>[B25]</sup>

Este modelo fue creado en 1974 como un estándar abierto, con la finalidad de tener conexiones de múltiples redes de una manera sencilla y sin importar el sistema operativo o hardware que utilicen las máquinas que necesiten conectarse. TCP/IP es un conjunto de varios protocolos de cubren diversos niveles, los más importantes son TCP (*Transmission Control Protocol*) e IP (*Internet Protocol*).

- ✓ *Protocolo TCP.*- Protocolo para el Control del Transporte, pertenece a la capa Transporte y se encarga de verificar la correcta entrega de los datos que se transportan desde un punto de origen hasta un punto de destino.
- ✓ *Protocolo IP.*- Protocolo de Internet, pertenece a la capa Internet y es el responsable de enviar los paquetes de datos desde un nodo hasta otro, se basa su funcionamiento en direcciones, tanto de origen como de destino.

Las cuatro capas que conforman el modelo son:

### 1.3.1 CAPA DE ACCESO A LA RED

Capa 1, se encarga de todos los aspectos tanto físicos como lógicos que requiere un paquete IP para realizar un enlace físico. Encapsula datagramas en tramas y mapea direcciones IP a direcciones físicas. Esta capa se construye con la tarjeta de red y sus controladores.

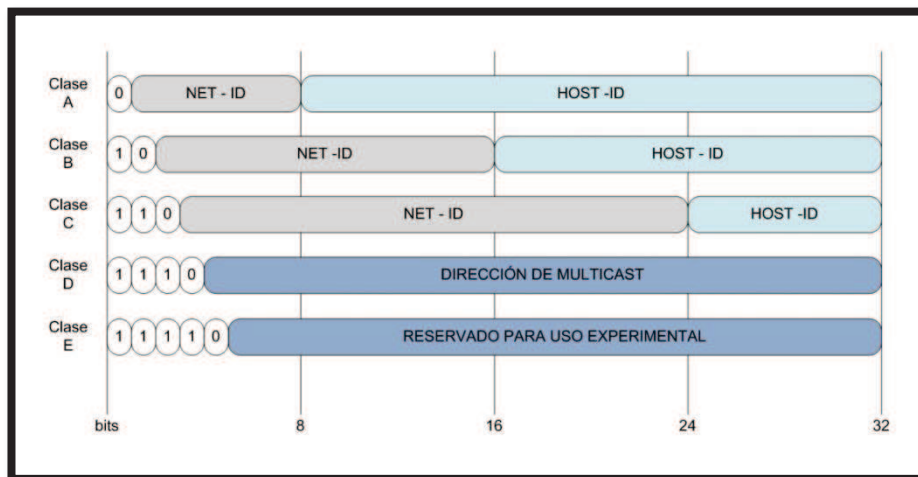
### 1.3.2 CAPA INTERNET

Capa 2, divide los segmentos TCP en paquetes y los envía desde cualquier red, los paquetes enviados deben llegar a la red de destino independientemente de la ruta que utilizaron para llegar ahí. El protocolo específico que se utiliza en esta capa es el IP (*Internet Protocol*); en esta capa es donde se determina la mejor ruta y se conmuta los paquetes por la misma.

### 1.3.2.1 Direccionamiento IP

Toda la estructura de Internet se basa en la pila de protocolos de TCP/IP, la Internet es una gran red virtual cuyas interconexiones se realizan mediante enrutadores; estos dispositivos utilizan un esquema de direccionamiento lógico con el fin de mantener ocultas las diferentes tecnologías de hardware existentes en la red y encaminar los paquetes dentro de la red de manera eficiente.

Para lograr la comunicación entre una computadora y otra es necesario utilizar un método que sea aceptado de manera global, el cual permita identificar a cada una de estas de manera fácil. Cada una de las máquinas dentro de la red tendrá asignada una dirección conformada por un número entero de 32 bits llamada DIRECCION IP que la identificará.



**Figura 0.24 Cinco clases de Direcciones IP** <sup>[B27]</sup>

Esta Dirección IP está formada por dos partes de bits que son, la NET-ID y el HOST-ID, la primera identifica a la red y la segunda identifica a la computadora dentro de esa red. Con esta división en dos partes de la dirección IP se logra realizar el enrutamiento de manera eficiente.

Cabe anotar que una dirección IP no necesariamente identifica a un computador o equipo de red, ya que éstos pueden tener múltiples interfaces y por ende varias direcciones IP. Existen cinco clases de direcciones IP:

*Clase A:* Utilizada en redes grandes; su rango de direcciones va desde 1 hasta 127 en el primer octeto. La Máscara de subred es 255.0.0.0.

El rango de direcciones privadas Clase A va desde 10.0.0.0 hasta 10.255.255.255 con una sola subred.

*Clase B:* Utilizada en redes medianas, su rango de direcciones va desde 128 hasta 191 en el primer octeto. La máscara de subred es 255.255.0.0. El rango de direcciones privadas Clase B va desde 172.16.0.0 hasta 172.31.255.255.

*Clase C:* Utilizada en redes pequeñas, su rango de direcciones va desde 192 hasta 223 en el primer octeto. La máscara de subred es 255.255.255.0. El rango de direcciones privadas Clase C va desde 192.168.0.0 hasta 192.168.255.255.

*Clase D:* El rango de direcciones va desde 224 hasta 239 en el primer octeto.

*Clase E:* El rango de direcciones va desde 240 hasta 255 en el primer octeto.

Como dato adicional se mencionará que la dirección 127.0.0.0 está reservada para *loopback* y se la utiliza para pruebas de TCP/IP y para la comunicación de los procesos internos de la máquina local.

*VLSM.-* Máscara de Subred de Longitud Variable, se creó este método de *subneteo* debido al crecimiento exponencial de las redes y que ha ocasionado que IPv4 no permita escalabilidad ni crecimiento. Fue creado para “ahorrar” direcciones IP y usarlas de manera más eficaz.

Algunas características de VLSM son.

- ✓ Subredes ajustadas al tamaño necesario, para así evitar el desperdicio de direcciones IP.
- ✓ Utilización de más de una máscara de subred dentro de un mismo espacio de direccionamiento de red.
- ✓ Se tiene máscaras largas en subredes con pocos host y máscaras cortas en subredes con muchos host.
- ✓ Maximiza la eficiencia del direccionamiento.

### 1.3.3 CAPA TRANSPORTE

Maneja conversaciones extremo a extremo mediante dos protocolos, TCP (*Transfer Control Protocol*) o UDP (*User Datagram Protocol*).

- ✓ *TCP*: confiable y orientado a la conexión; realiza control de flujo
- ✓ *UDP*: no confiable y no orientado a la conexión; sin control de flujo; sirve para aumentar velocidad disminuyendo eficiencia.

La estructura de los datos es diferente para TCP y para UDP, se puede observar esto en la figura 1.25

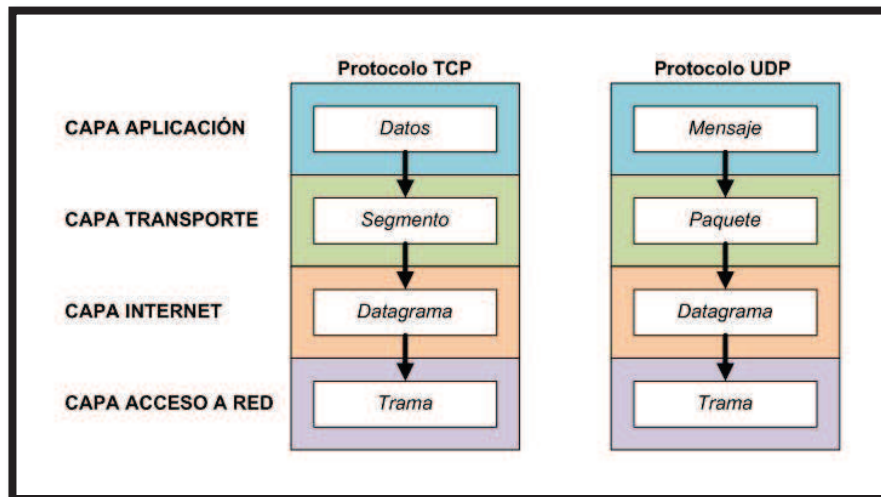


Figura 0.25 Estructura de datos TCP y UDP <sup>[B28]</sup>

### 1.3.4 CAPA APLICACIÓN

Posee funciones diferentes que la capa del mismo nombre del modelo OSI, incluye detalles de sesión y presentación de OSI, por lo tanto maneja aspectos de representación, codificación y control de diálogo. Se utilizan por el usuario varios protocolos de alto nivel como telnet, SMTP POP, DNS.

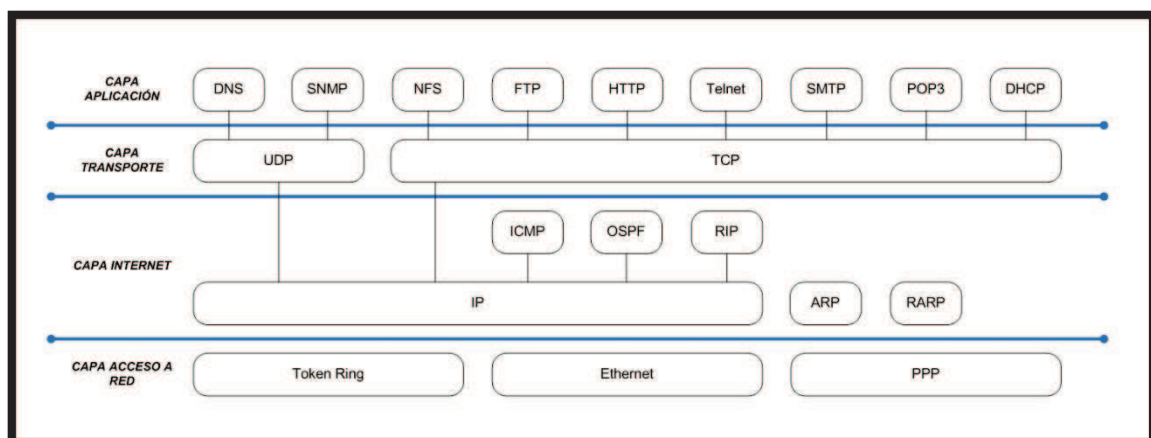


Figura 0.26 Protocolos de las capas del Modelo TCP/IP <sup>[B29]</sup>

En el modelo TCP/IP cada una de las capas funciona con protocolos específicos, la relación entre los protocolos IP y TCP es bastante importante ya que IP indica el camino que deben seguir los paquetes mientras TCP les brinda un transporte seguro y confiable.

#### 1.4 MODELO JERÁRQUICO DE CISCO <sup>[B31]</sup>

Este diseño es dedicado para redes LAN que satisfaga las necesidades de empresas pequeñas o medianas ya que permite un fácil manejo y gestión como tal de la red de datos. Este diseño presenta tres capas independientes, cada una cumple con funciones específicas que definen su rol dentro de la red general, permitiendo un fácil diseño, implementación, mantenimiento y escalabilidad.

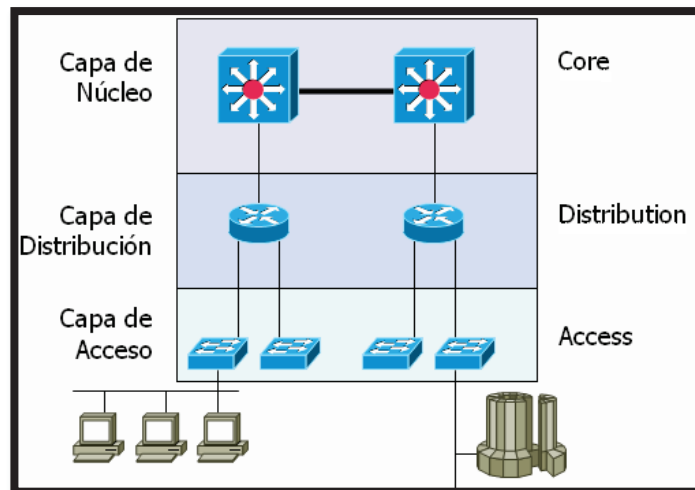


Figura 0.27 Modelo Jerárquico de Cisco <sup>[B30]</sup>

##### 1.4.1 CAPA DE ACCESO

Permite la conexión a los dispositivos finales de los usuarios ya sean estos PC, impresoras y teléfonos IP, además controla que dispositivos pueden comunicarse en la red; en esta capa de acceso pueden estar incluidos *routers*, *switches*, puentes, *hubs* y puntos de acceso inalámbrico.

El dispositivo comúnmente utilizado es el *switch*, que en este nivel de acceso opera en la capa 2 del modelo ISO/OSI ofreciendo servicios como la asociación de VLAN y permitiendo a los usuarios finales la conectividad con la red. Las características mínimas de un *switch* de acceso son:



- ✓ Capa 2 del modelo ISO/OSI.
- ✓ Mínimo 12 puertos *Fast Ethernet* configurables.
- ✓ De 0 a 2 puertos *Gigabit Ethernet*.
- ✓ Administrable

#### 1.4.2 CAPA DE DISTRIBUCIÓN

Recibe y agrega la información que envía los equipos de capa de acceso antes de transmitirlos a la capa núcleo, también controla el flujo de tráfico de la red mediante uso de políticas, provee ruteo, filtrado, define dominios de *broadcast* para realizar el enrutamiento entre las VLAN definidas en capa de acceso. Las características mínimas de los equipos de esta capa son:

- ✓ Capa 2 y 3 del modelo ISO/OSI.
- ✓ Mínimo 12 puertos *Fast Ethernet*, *Gigabit Ethernet* configurables.
- ✓ Administrable

#### 1.4.3 CAPA NÚCLEO

Es el *backbone* donde se agrega el tráfico de todos los dispositivos de la capa de distribución, se encarga de llevar gran cantidad de tráfico de manera confiable y veloz, siendo así como función principal el conmutar tráfico; por lo tanto debe garantizar su disponibilidad y redundancia. Las características mínimas de los equipos de esta capa son:

- ✓ Capa 2 y 3 del modelo ISO/OSI.
- ✓ Mínimo 12 puertos *Ethernet*, *Fast Ethernet*, *Gigabit Ethernet* configurables.
- ✓ Administrable

#### 1.4.4 DÍAMETRO DE LA RED <sup>[B32]</sup>

Lo primero que se considera para diseñar una topología de red jerárquica es el diámetro de la misma, entendiéndose como diámetro no a una medida, si no al número de dispositivos que se deben cruzar para llevar un paquete desde un punto inicial hasta un punto de destino, mantener un diámetro pequeño significa tener baja latencia, como recomendación se debe tener un máximo de 7 saltos para que la red opere normalmente.

## 1.5 REDES DE ÁREA LOCAL

### 1.5.1 TOPOLOGÍAS DE RED

Como es de conocimiento general en términos de las Telecomunicaciones, la topología de una red de datos es la manera en la que cada elemento se conecta con su correspondiente ya sea tanto física como lógica; hoy en día existen cuatro tipos de topologías que se detallarán a continuación:

#### 1.5.1.1 Topología en Estrella

Cada dispositivo de la red se conecta a un único concentrador, es decir que no permite el paso del tráfico de un punto a otro directamente, si no que se debe transmitirse a través del concentrador lo cual es una desventaja físicamente ya que si falla el dispositivo central se pierde conectividad con toda la red.

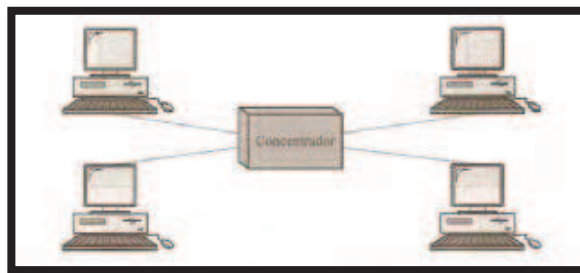


Figura 0.28 Diagrama de la topología en estrella <sup>[B33]</sup>

#### 1.5.1.2 Topología en Árbol

Es similar a la topología estrella por cuanto se va ramificando los equipos finales conectándose a los concentradores secundarios que estos pueden ser a la vez activos como pasivos hasta llegar al concentrador central el cual debe ser un equipo activo.

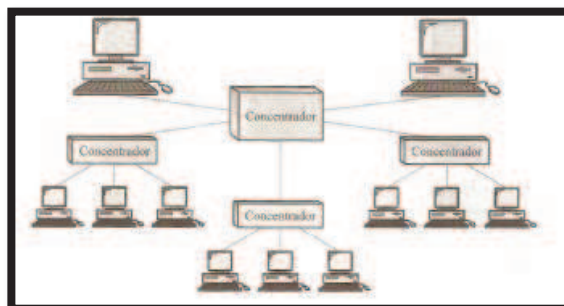


Figura 0.29 Diagrama de la topología en árbol <sup>[B34]</sup>

### 1.5.1.3 Topología en Bus

Los dispositivos se conectan al bus mediante cable coaxial por medio de sondas hacia el cable central y con terminaciones en sus extremos, como desventaja cualquier ruptura en el cable deja sin comunicación a la red, en esta topología será necesario implementar un mecanismo de regularización en la transmisión.

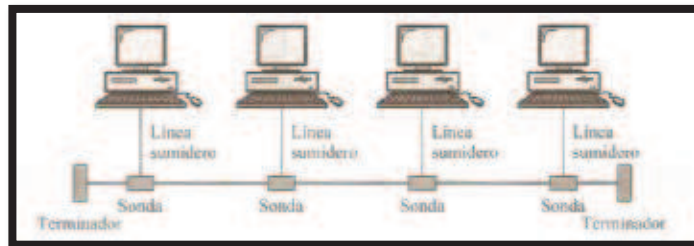


Figura 0.30 Diagrama de la topología en bus <sup>[B35]</sup>

### 1.5.1.4 Topología en Anillo

Este tipo de topología permite la conexión del dispositivo hacia sus equipos que se encuentran a sus lados, la información viaja en una sola dirección a lo largo del anillo hasta alcanzar su destino; cada dispositivo incorpora un repetidor.



Figura 0.31 Diagrama de la topología en anillo <sup>[B36]</sup>

## 1.5.2 DISPOSITIVOS DE INTERCONECTIVIDAD

### 1.5.2.1 Proxy

Es un programa o dispositivo que tiene como objetivo interceptar las conexiones de red que un cliente hace a un servidor destino, tienen una función caché, es decir que cuando se solicita una petición hacia el Internet dicha consulta es respondida hacia el ordenador pasando por la memoria del servidor *proxy* donde se almacena por un tiempo, de tal manera que si se requiere realizar la misma petición desde otra PC, el *proxy* ofrecerá la página guardada en su memoria, así

se evitará mayor tráfico de la red y se obtendrá mayor velocidad de respuesta. Se lo utiliza a veces como filtro de seguridad en la red, ya que puede bloquear la comunicación entre subredes.

### 1.5.2.2 Módem

Es un dispositivo Modulador y Demodulador que realiza funciones de codificación y decodificación, esto es, cuando una señal analógica requiere convertirse en señal digital desde una plataforma diferente, el modem actúa como interfaz en ambos sentidos para permitir la transferencia de información, se aplica para la comunicación entre computadoras y diferentes líneas de entrada ya sean estas, teléfono, conexiones de red, LAN, WAN, WIFI entre otros.

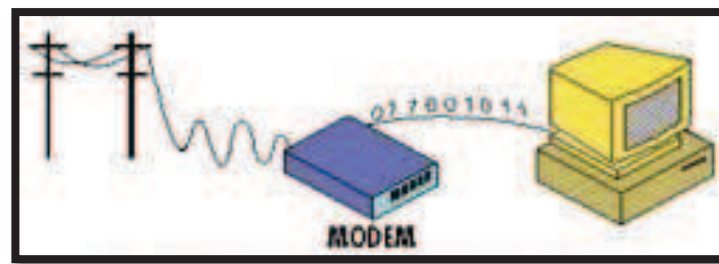


Figura 0.32 Esquema básico con conversor analógico – digital <sup>[B37]</sup>

### 1.5.2.3 Router

Es un elemento hardware que trabaja a nivel de red, permite la conexión de una red LAN a una red WAN, realiza enrutamiento de paquetes entre redes, determinando la mejor ruta que debe seguir el paquete de datos en base al direccionamiento IP.

### 1.5.2.4 Switch

Es un equipo con múltiples puertos, su función es analizar las tramas que ingresan por los puertos para luego filtrar los datos según las direcciones MAC y conmutar direccionando el flujo de datos a los dispositivos destinatarios, en función a la información que se encuentran en los paquetes de datos.

*Dominio de broadcast.*- Es un conjunto de todos los dispositivos que transmiten tramas *broadcast*, por tanto todos los equipos conectados a un *switch* pertenecen a un dominio de *broadcast*; es decir cuando un *switch* recibe una trama de

*broadcast* la reenvía a cada uno de sus puertos excepto al puerto que recibió dicha trama.

*VLAN*.-Es una red local virtual, este mecanismo tiene como ventaja enlazar dispositivos que se encuentran en diferentes subredes o segmentos de manera lógica como si se conectasen por un mismo medio de transmisión, además permite la segmentación lógica de una LAN en diferentes dominios de difusión, dando un aumento de seguridad, rendimiento de tal manera que disminuye el tráfico.

*Redundancia*.-Para garantizar la disponibilidad de la red se realiza implementaciones redundantes en redes jerárquicas duplicando equipos, aplicando protocolos como *spanning tree*, utilizando ruteos dinámicos de tal manera que si presenta falla en alguna parte de la red se pueda solventar.

*Spanning Tree Protocol (STP)*.- Provee una topología redundante que permite garantizar la red a nivel lógico ya que elimina lazos asignando ciertos puertos del *switch* en modo de *blocking*; esto es con el fin de garantizar que si genera bucles y tramas duplicadas debido a la redundancia de capa 2 no afecte a la red.

*Backplane*.-Define el ancho de banda máximo que soporta un *switch*; el backplane dependerá del procesador, del número de tramas que sea capaz de procesar. Por ejemplo:

$$1 \text{ puerto de } 100 \text{ Mbits} \times 2 \text{ (modo } full\text{-duplex)} \times 8 \text{ puertos} = 1,6 \text{ gigabits.}$$

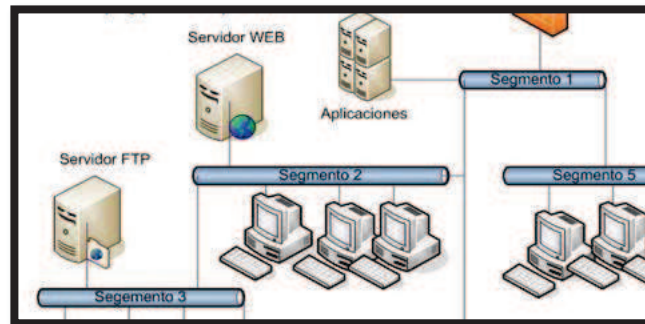
Así pues, un *switch* de 8 puertos debe tener un *backplane* de 1,6 gigabits <sup>[B95]</sup>.

*Latencia*.- Se mide en fracciones de segundo, por lo tanto la latencia de un *switch* significa el periodo transcurrido desde el instante que una trama ingresa al *switch* hasta el momento que sale del mismo, involucrándose con el proceso de conmutación y volumen de tráfico.

### 1.5.3 SERVIDORES

Son equipos que comparten recursos hacia otros dispositivos, poniendo a disposición distintos servicios hacia equipos denominados clientes, existe

diferentes tipos de servidores según la aplicación que requiera una red de datos como son, servidor de impresoras, de correo, de telefonía, proxy, web, etc.



**Figura 0.33 Ejemplo de Servidores** <sup>[B38]</sup>

### 1.5.3.1 Servicios de red

Los servicios que se pueden ofrecer a una organización pueden ser de dos tipos, los servicios de Internet y los de Intranet.

#### 1.5.3.1.1 Servicio de Internet

El Internet es una serie de millones de computadores alrededor del mundo interconectados entre si formando una inmensa red que comprende distintos tipos y sistemas de comunicación. Sirve para que los usuarios que la utilizan puedan acceder a contenido de diverso tipo como documentos, archivos multimedia, correo electrónico llamadas telefónicas, compartir información e interactuar con otras personas alrededor del planeta.



**Figura 0.34 Representación de Internet** <sup>[B39]</sup>

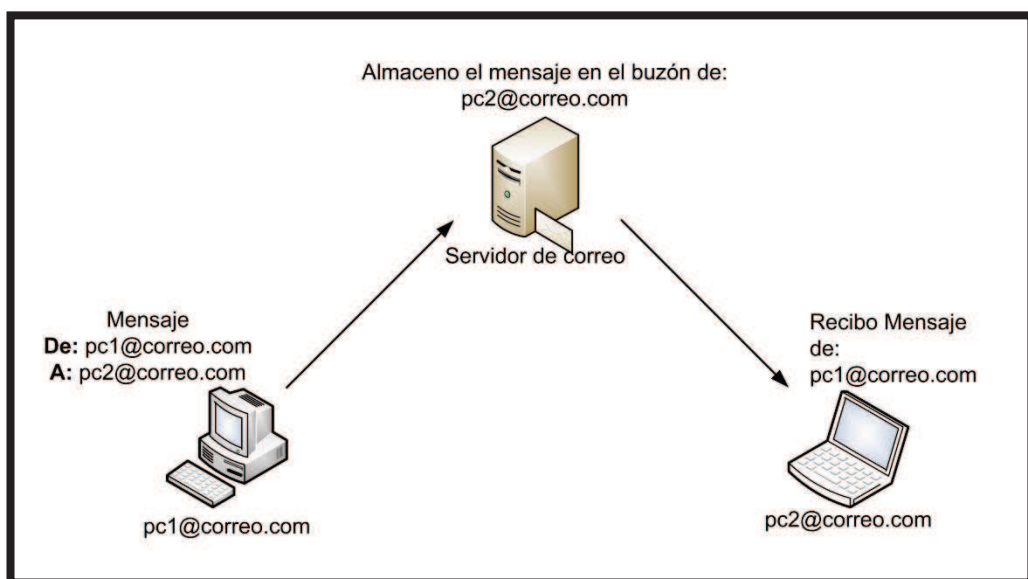
El Internet es más comúnmente llamada la red de redes ya que todo computador que disponga de este servicio podrá comunicarse con otro, aunque éste se ubique al otro lado del mundo y tenga sistema operativo diferente.

#### 1.5.3.1.2 Servicios de Intranet

Una Intranet es la red privada de una organización dentro de uno o varios edificios que la conformen y en la que sus servicios son utilizados por todos sus usuarios de manera interna, entre estos están correo electrónico, DHCP, DNS, Controlador de dominio, telefonía IP. Una Intranet utiliza los protocolos TCP/IP de Internet para realizar el transporte básico de la información.

**CORREO ELECTRÓNICO.**-Este servicio es probablemente el más utilizado por una organización, permite el intercambio de información corporativa y personal entre usuarios de la misma empresa o con personas externas a la misma. La organización puede elegir el software de intercambio de correo electrónico que va a utilizar, puede ser Microsoft Outlook, Lotus Notes entre otros.

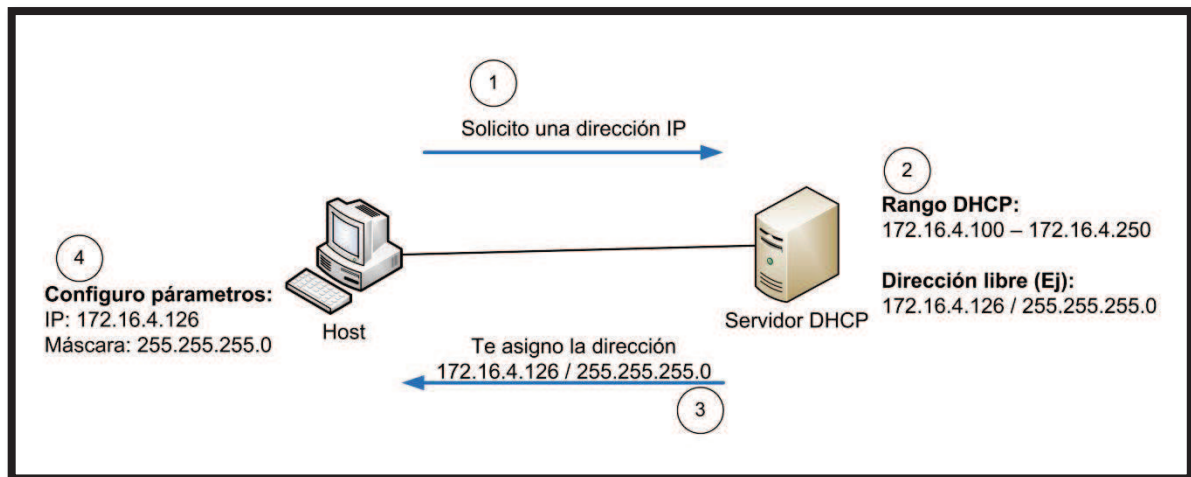
Cualquiera que sea la aplicación elegida para el envío y recepción de correos electrónicos, los servidores se comunicarán entre si utilizando el Protocolo simple de Transferencia de Correo (SMTP). Cuando el servidor de correo recibe un mensaje destinado a un cliente local, guarda éste en el buzón del usuario y espera a que lo recoja.



**Figura 0.35** Funcionamiento del servicio de correo electrónico



*DHCP*.-Protocolo de Configuración Dinámica de *Host*; permite que un computador obtenga una dirección IP de manera automática y dinámica sin que el administrador de red intervenga físicamente. Lo que se necesita para el funcionamiento de este servicio es un servidor DHCP y un rango de direcciones para asignar dinámicamente a los *host*.



**Figura 0.36 Funcionamiento del servicio DHCP**

El proceso de asignación de direcciones IP comienza con un computador que se comunica con el servidor DHCP, éste busca una dirección IP libre en el rango especificado y responde al host con toda la configuración de red necesaria para conectarse a la red; si se necesita que una misma dirección IP sea asignada siempre a un host se puede hacer reservas dentro del servidor.

En el caso de que un cliente DHCP envíe un pedido de direccionamiento a un servidor DHCP y éste no se encuentre disponible por cualquier razón, el computador configurará automáticamente una dirección IP reservada de Microsoft que es 169.254.0.0, con máscara de subred 255.255.0.0.

*DNS*.-Sistema de Nombres de Dominio; como su nombre lo indica es un sistema para asignar nombres a equipos y a servicios de red con la finalidad de mantenerlos organizados en una jerarquía de dominios. El servicio DNS permite traducir un nombre dentro de la red a otro tipo de información asociada al mismo, es decir se ubica a un equipo mediante un nombre fácil de recordar en lugar de memorizar un complejo número que lo localice dentro de la red tal como es su dirección IP.



Los tipos de servidores DNS son tres:

- ✓ *Servidores Primarios o maestros*, guardan la información de un dominio de nombres en sus carpetas locales.
- ✓ *Servidores Secundarios o esclavos*, obtienen la información de los servidores maestros.
- ✓ *Servidores locales*, no contienen la base de datos para resolver nombres de dominio; cuando se les hace una consulta, éstos preguntan a los servidores DNS correspondientes y guarda esa información en su base de datos y la utiliza para futuras consultas.

*ACTIVE DIRECTORY.*-En Windows se utiliza el Directorio Activo o *Active Directory* (AD), éste utiliza protocolos como LDAP, DNS, DHCP, Kerberos, etc. Proporciona facilidad en la búsqueda de recursos y brinda seguridad a la red con la autenticación de los usuarios y máquinas.

Otra funcionalidad es que los administradores de red pueden establecer políticas a nivel organizacional así como también desplegar y ejecutar programas en los ordenadores evitando de esta manera pérdidas de tiempo.

*Nombres de equipos en AD.*- En una organización para mantener un orden en cuanto a sus recursos informáticos es necesario asignarles nombres que los identifiquen y faciliten su ubicación y mantenimiento. Para esto sirve la opción de agregar un equipo al AD, se lo hace para asignar un nombre específico al ordenador y que éste sea único dentro de la red.

El nombre que se asigna a un ordenador con Windows de cualquier versión está compuesto de dos partes:

- ✓ Nombre de equipo
- ✓ Sufijo del dominio

Por ejemplo una máquina se llama C0001 y el dominio es inm.edu.ec, su nombre completo en AD será *C0001.inm.edu.ec*.

*Cuentas de usuarios en AD.*- Las cuentas de usuario en AD sirven para autenticar y con esto autorizar o denegar el acceso de un usuario a la red.

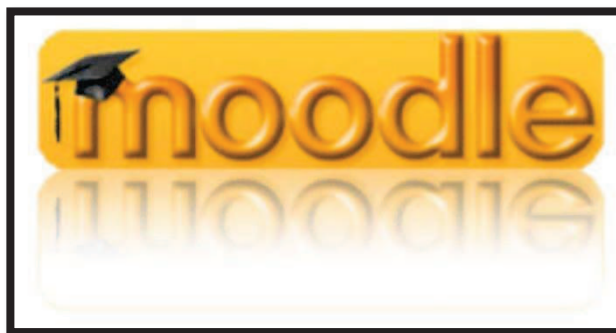
Comúnmente se crean grupos de usuario para asignar un conjunto de permisos o políticas a varios usuarios a la vez. Cuando una máquina ingresa al dominio, en ésta ya se puede iniciar sesión con credenciales asignadas en AD.

Al momento de crear usuarios nuevos en el AD, los datos básicos que se piden son:

- ✓ Nombres de usuario
- ✓ Iniciales
- ✓ Apellidos de usuario
- ✓ Alias de inicio de sesión
- ✓ Contraseña.

*SERVICIO DE AULA VIRTUAL MOODLE.*-MOODLE es una plataforma educativa virtual que permite interactuar a los estudiantes y profesores para mejorar notablemente la metodología actual de enseñanza – aprendizaje. Las aulas virtuales creadas bajo esta plataforma son un complemento a las clases presenciales, dando flexibilidad de consulta a profesores sin importar el horario y el lugar.

MOODLE es el acrónimo de *Modular Object-Oriented Dynamic Learn Environment* (Entorno de Aprendizaje Dinámico orientado a Objetos y Modular) su documentación y descarga se encuentra en <http://moodle.org>. La plataforma es libre de licencia y se puede modificar su programación para ser adaptada a las necesidades de quien la utilice.



**Figura 0.37 Logo de MOODLE** <sup>[B40]</sup>

Para la instalación de MOODLE es necesario contar con un servidor de alojamiento web que puede ser local a nuestra red o en Internet mediante un

*hosting* que cuente con Apache, otro elemento importante es una base de datos como MySQL. Una vez instalado, la administración de la plataforma se realiza desde un entorno Web con agradable e intuitiva apariencia, facilitando de esta manera el manejo de sus herramientas.

La plataforma MOODLE puede ser instalada tanto en Windows como en Linux, pero por la estabilidad que presenta, es recomendable hacerlo sobre LINUX. Las principales características de MOODLE son:

- ✓ *Alta Disponibilidad:* Satisface las necesidades de los diferentes perfiles de alumnos, profesores, creadores de cursos y administradores.
- ✓ *Escalabilidad:* La estructura física donde se instala MOODLE se puede ampliar constantemente sin ningún inconveniente para futuros crecimientos ya sea en cuanto al tamaño de los contenidos o al número de estudiantes.
- ✓ *Facilidad de uso:* El ambiente de administración o manejo es intuitivo y amigable, además se encuentra bastante información en su documentación almacenada en su sitio web.
- ✓ *Interoperabilidad:* Admite contenidos de diferentes formatos y fuentes, equipos de diferentes proveedores siempre que utilicen estándares abiertos para implementaciones web.
- ✓ *Estabilidad:* Soporta de manera eficiente su puesta en producción a gran escala, brinda un servicio 24 horas los 7 días de la semana. (mientras físicamente su servidor pueda hacerlo)
- ✓ *Seguridad:* Se puede controlar y limitar de manera selectiva el acceso de los usuarios a los cursos y contenidos, así como también a las funciones del servidor en donde se aloja MOODLE.

*SERVICIO DE TELEFONÍAIP.*-Antes de explicar lo que hace la telefonía IP es necesario entender la diferencia entre dos conceptos utilizados muy comúnmente pero que son confundidos y muchas veces mencionados como un mismo término, se refiere a VoIP y a telefonía IP.

La telefonía IP es una tecnología para prestar el servicio telefónico disponible al público con interconexión entre operadores de telefonía fija y móvil, la misma utiliza centrales, *switches*, teléfonos IP interconectados mediante la LAN de una

organización, mientras que VoIP son otros servicios de comunicaciones electrónicas audiovisuales que no están interconectados con la telefonía de una organización sino que utilizan el Internet para realizar y recibir llamadas.

La telefonía IP utiliza conmutación de paquetes a través de las redes TCP/IP. Cada paquete contiene el origen y el destino, un número de secuencia, un bloque de datos y un código de comprobación de errores. Mediante los servidores y dispositivos de conmutación y enrutamiento los paquetes son enviados a través de la red desde su origen a su destino, cuando los paquetes llegan a su destino, se los ordena mediante el número de secuencia.

#### *Ventajas de la telefonía IP*

Algunas de las principales ventajas de la telefonía IP en una organización son las siguientes:

- ✓ Aumenta la productividad de una empresa ya que la utilización de una misma infraestructura física para el transporte de voz y datos mejora la eficiencia de la red y ahorra recursos tecnológicos.
- ✓ La convergencia entre los servicios de voz y datos que brindan las aplicaciones de software de telefonía IP hacen que los usuarios tengan mejores funcionalidades como filtros de llamadas, buzones de voz en el correo, integración con agendas y un control más sofisticado de las actividades que realizan con el servicio de telefonía IP.
- ✓ El servicio de telefonía IP no tiene riesgos de quedar obsoleta como la telefonía convencional. Es de más fácil ampliación de extensiones.
- ✓ La movilidad de los usuarios es un factor importante dentro de una organización, por lo tanto la reubicación de un área de trabajo se realiza fácilmente en cuanto a su servicio de telefonía ya que funciona en cualquier punto de red de la empresa, solo basta configurar el teléfono o softphone con parámetros de usuario y extensión si fuese necesario.
- ✓ Con la ayuda de una conexión a Internet y configuraciones en el servidor de telefonía resulta fácil la comunicación telefónica entre puntos lejanos de una organización y sin implicar costes adicionales como en la telefonía convencional.

*Estándar H.323.*-Es un conjunto de estándares de ITU-T, estos definen protocolos que sirven para proveer de servicios de audio y video a las redes de comunicaciones; es un estándar antiguo y en la actualidad está siendo remplazado por SIP (*Session Initiation Protocol*) que es menos complejo.

La arquitectura de red de H.323 define cuatro elementos fundamentales que son:

*Terminales.*- Son los puntos finales en la red de audio y video que permite comunicaciones bidireccionales en tiempo real. Los terminales pueden ser teléfonos IP, dispositivos IVR y equipos de videoconferencia

*Pasarelas.*- Estos elementos ayudan para la interoperabilidad con otras redes, Un ejemplo muy conocido de pasarela es la *Public Switched Telephone Network* (PSTN) que es del tipo analógica.

*Gatekeepers.*- Son los elementos más importantes de H.323 y actúan como traductor de direcciones o de alias de red a direcciones de transporte, es decir direcciones IP. Otra funcionalidad es la de gestionar el ancho de banda de la red H.323 dando prioridades a las llamadas cuando el tráfico sea excesivo.

*MCU.-Multipoint Control Unit:* ayudan con gestión de las multiconferencias. Su funcionamiento se basa en la MC (*Multipoint Controller*) que administra la señalización de las llamadas entre todos los terminales y en la MP (*Multipoint Processors*) que conmuta los flujos de datos en tiempo real.

*Protocolo SIP.-Session Initiation Protocol,* es un protocolo de señalización para telefonía y conferencias a través de una red de comunicaciones. Las funciones principales que tiene SIP son las siguientes:

- ✓ Localización de los usuarios, mejora la movilidad.
- ✓ Capacidades de usuario, negocia parámetros
- ✓ Disponibilidad del usuario.
- ✓ Establecimiento y mantenimiento de una sesión.

SIP utiliza menos procesador de su servidor para generar mensajes de señalización por lo tanto se podrán manejar más transacciones. Una llamada con

SIP es independiente de la existencia de una conexión en la capa de transporte. Soporta autenticación de llamante y llamado mediante mecanismos HTTP.

*Códecs de voz.*-La comunicación de voz es analógica, mientras que la red de datos es digital. El proceso de convertir ondas analógicas a información digital se hace con un codificador-decodificador (CODEC). Además de la ejecución de la conversión de analógico a digital, el CODEC comprime la secuencia de datos, y proporciona la cancelación del eco. La compresión de la forma de onda representada ahorra el ancho de banda, permitiendo tener un mayor número de conexiones de VoIP simultáneamente. <sup>[B107]</sup>

CODEC	Tasa	Lt [bytes]	Tt [ms]	N	Tt.N [ms]	1/(Tt.N) Paq/seg	Lt.N [bytes]	Total [bytes]	BW [kbps]
G.729	8kbps	10	10	3	30	33,33	30	108	28,80
				6	60	16,67	60	138	18,40
G.723.1	6.4kbps	24	30	1	30	33,33	24	102	27,20
				2	60	16,67	48	126	16,80
	5.3kbps	20	30	1	30	33,33	20	98	26,13
				2	60	16,67	40	118	15,73
G.711	64kbps	1	0,125	240	30	33,33	240	318	84,80
				480	60	16,67	480	558	74,40
G.726	32kbps	1	0,25	120	30	33,33	120	198	52,80
				240	60	16,67	240	318	42,40

**Figura 0.38** Parámetros de CODECS de voz <sup>[B41]</sup>

La codificación / decodificación es un procedimiento complejo y para ello existen varios estándares que harán que la comunicación sea entendible por ambos extremos de la llamada. En la figura 1.38, se encuentran tabulados los parámetros básicos de los CODECS de voz:

*Elementos de la telefonía IP.*-Para brindar un servicio de telefonía IP en una organización, son necesarios varios elementos entre software y hardware, de los cuales se explicará los más básicos para lograr el funcionamiento de llamadas.

- ✓ *Servidor de telefonía IP.*- Para que todo un sistema de telefonía IP funcione debe haber un equipo que tenga instalado una software especializado en el control de todo lo referente a llamadas telefónicas, buzones de correo de

voz, mensajería y que facilite la administración de las extensiones de los usuarios, a este equipo se lo denomina servidor de telefonía IP. En el mercado existen diferentes plataformas para utilizarlas como aplicación servidora de telefonía IP, algunas de estas son propietarias y otras de distribución libre. La que se describe será la plataforma ASTERISK que es de código abierto y funciona bajo LINUX.

- ✓ *Teléfonos IP.*- Son los dispositivos físicos que sirven para la realización y recepción de llamadas telefónicas.



**Figura 0.39 Teléfono IP (CISCO)** <sup>[B42]</sup>

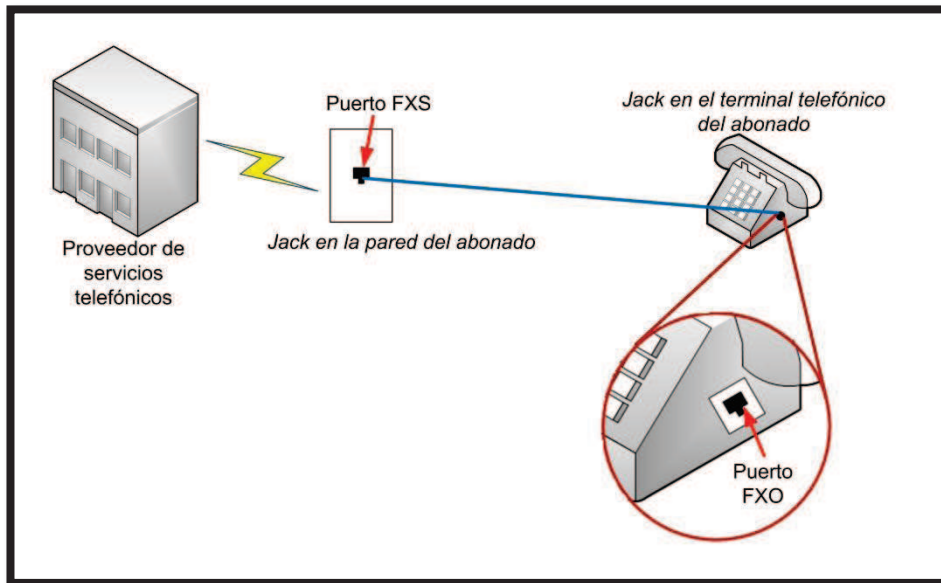
Con la apariencia de los equipos telefónicos convencionales brindan mayor funcionalidad tal como conexión a la red de datos de la organización y funcionamiento sin un adaptador de corriente eléctrica (si soportan PoE). Tienen funcionalidades agregadas como identificadores, transferencias y bloqueos de llamadas, visualización de un directorio telefónico y funcionalidad de programar los botones del equipo para realizar tareas específicas del usuario.

- ✓ *Puertos FXO y FXS.*-Son los nombres de los puertos que utilizan las líneas telefónicas analógicas para transmitirse.

*FXS*, es la interfaz en donde el usuario o abonado telefónico obtiene tono de marcado y corriente eléctrica de línea telefónica, en términos cortos sería el conector hembra que se encuentra en la pared del usuario final y donde se conectará un terminal telefónico o fax.

*FXO*, es la interfaz del terminal telefónico o fax donde el usuario conecta el cable que recibirá el tono de marcado o línea telefónica, es decir es el conector hembra que se encuentra en el equipo y que enviará la señal de colgado/descolgado al puerto FXS.





**Figura 0.40 Puertos FXS / FXO**

- ✓ *Softphone*.-Es un emulador de teléfono IP, que se instala en un computador, PDA, *notebook* o *smartphone* y que funciona con todas las características que tiene un dispositivo físico tales como almacén de contactos, identificador de llamada, *ringtones* personalizados, grabación de llamadas, etc.



**Figura 0.41 Softphone XLITE**



Una de las características principales de los *softphones* es la movilidad que proveen al usuario que utiliza una *notebook* o una PDA dentro de una organización. El único accesorio que se debe tener para la utilización de este software telefónico es un *headset* que permitirá escuchar y hablar entre usuarios cuando se realiza una llamada.

Así como existen varias marcas de equipos físicos para telefonía, en cuanto a *softphones* es similar, y se tiene en Internet varias posibilidades de descarga tanto de software libre como propietarias. Un ejemplo es Xlite que es un *softphone* con características básicas pero bastantes funcionales y se acopla perfectamente a los requerimientos de la plataforma ASTERISK.

*SERVIDOR DE TELEFONÍA IP ASTERISK.*-Es una aplicación de código abierto basada en licencia GPL que controla y administra comunicaciones del tipo analógicas, digitales y VoIP mediante varios protocolos que soporta. Ofrece gran calidad, seguridad y versatilidad. Asterisk tiene la capacidad de ser programada por desarrolladores de cualquier parte del mundo y así mejorar su capacidad y funcionalidad, permite realizar tareas que solamente eran hechas por sistemas costosos y complicados, en la actualidad, con esta plataforma se utiliza distribuciones libres como Linux y estándares abiertos como SIP o IAX<sup>4</sup>.

Asterisk es una centralita con características avanzadas que se conecta de manera directa a la red de datos local de la empresa y es totalmente configurable mediante una interfaz web sencilla e intuitiva. Soporta dispositivos de telefonía analógicos mediante un hardware adecuado, también teléfonos IP que no necesitan un computador para funcionar y *softphones* que son aplicaciones instaladas en cualquier ordenador que tenga Windows, Macintosh o Linux y que realizan llamadas tal como un dispositivo físico. Algunas de las características que Asterisk brinda son:

- ✓ Grabación de llamadas y correo de voz.
- ✓ IVR Configurable y flexible

---

<sup>4</sup> IAX.- *Inter-Asterisk eXchange protocol* es uno de los protocolos utilizado por Asterisk, un servidor PBX (central telefónica) de código abierto patrocinado por Digium. Es utilizado para manejar conexiones VoIP entre servidores Asterisk, y entre servidores y clientes que también utilizan protocolo IAX

- ✓ Herramienta para la creación de extensiones de manera masiva.
- ✓ *Panel* de Operación basado en web.
- ✓ Bloqueo de llamadas, listas negras.
- ✓ Llamadas en espera, música en espera y en transferencia.
- ✓ Servicio de llamadas en horarios y fechas.
- ✓ Tarificación con reportes de consumo.
- ✓ Soporte para protocolos SIP e IAX.
- ✓ Códecs soportados: ADPCM, G.711, G.722, G.723.1, G.726, G.729, GSM.
- ✓ Soporte para interfaces analógicas y digitales.
- ✓ Identificación de llamadas.
- ✓ Troncalización

Algunas de las distribuciones más fáciles de instalar y de administrar son Elastix, AsteriskNOW y Trixbox; las tres distribuciones están basadas en CentOS y tienen características similares permitiendo crear extensiones telefónicas, correos de voz, conferencias y conexiones troncales entre otras. De estas las más utilizadas son Trixbox y Elastix.

#### 1.5.4 ESTÁNDARES DE LA RED LAN

Los estándares de la tecnología IEEE con las que una red LAN trabaja se describe en la siguiente tabla:

Estándar IEEE	Característica
802.1p	Asignación de prioridades al tráfico
802.1q	Manejo de redes LAN virtuales
802.1v	Clasificación de VLAN por protocolo y puerto
802.1w	RSTP, reconfiguración rápida de atravesar el árbol
802.1u	mantenimiento 802.1Q
802.3x	Full dúplex y control de flujo
802.3ab	1000Base - T Ethernet de 1 Gbit/s sobre 4 pares de cable UTP
802.3ad	Agregación de enlaces paralelos.
802.3 z	1000 Base - X Ethernet de 1Gbit/s, sobre fibra óptica
802.3 af	Alimentación sobre Ethernet (PoE)
802.3 d	Enlace entre repetidores por fibra óptica FOIRL

**Tabla 0.2 Estándares de la red LAN** <sup>[B43]</sup>

## **1.5.5 ELEMENTOS DE UNA RED LAN**

### **1.5.5.1 *Fast Ethernet***

Establecida en el estándar *Ethernet*, actualmente es utilizada en la mayoría de las redes, se basa en el uso de adaptadores de velocidad de 100Mbps.

### **1.5.5.2 Tráfico de Red**

Es la información que circula por la intranet e Internet al momento que un usuario acceda a un servicio de red como correo electrónico, llamada telefónica (IP) o acceda a un recurso compartido. Es un parámetro que se debe tomar en cuenta para dimensionar correctamente servidores y contratar un adecuado servicio de Internet.

### **1.5.5.3 Ancho de Banda**

Determina la capacidad del canal para permitir el paso de frecuencias, por lo tanto un ancho de banda de un sistema de comunicaciones debe ser lo suficientemente grande para que pueda permitir todas las frecuencias significativas de la señal.

### **1.5.5.4 Velocidad de Transmisión**

Consiste en la velocidad a la que se transmite la información, es decir el paso de un número de bits por unidad de tiempo, al analizar su unidad de tiempo que es bits por segundo se puede decir que si se disminuye el tiempo de bit su velocidad de transmisión aumenta por ende requiere mayor ancho de banda.

### **1.5.5.5 Puerto SFP “*Small Form Factor Pluggable*”**

Los puertos *Ethernet* SFP permiten capacidades de Gigabit, lo cual admiten módulos transceptores de fibra para cables de fibra óptica multimodo y transceptores de cobre para cable categoría 5 o más, con conectores RJ-45.

### **1.5.5.6 Tipos de transmisión**

*Simplex*.-La transmisión de datos se produce en un solo sentido en el emisor y receptor donde no cambian sus funciones la parte emisora y receptora

*Half dúplex.*-La transmisión de datos se produce en ambos sentidos pero alternativamente en una sola dirección, si se recibe no se transmite

*Full dúplex.*-La transmisión de datos es en ambos sentidos al mismo tiempo

## 1.6 REDES DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICA

### 1.6.1 REDES DE INFRAESTRUCTURA

Consiste que cada estación se debe conectar a un punto de acceso inalámbrico para enlazarse a una red corporativa; la configuración formada entre el AP y las estaciones ubicadas dentro de la cobertura se llama BSS (conjunto de servicio básico); cada BSS se identifica a través de un BSSID que en este caso sería con la dirección MAC del AP.

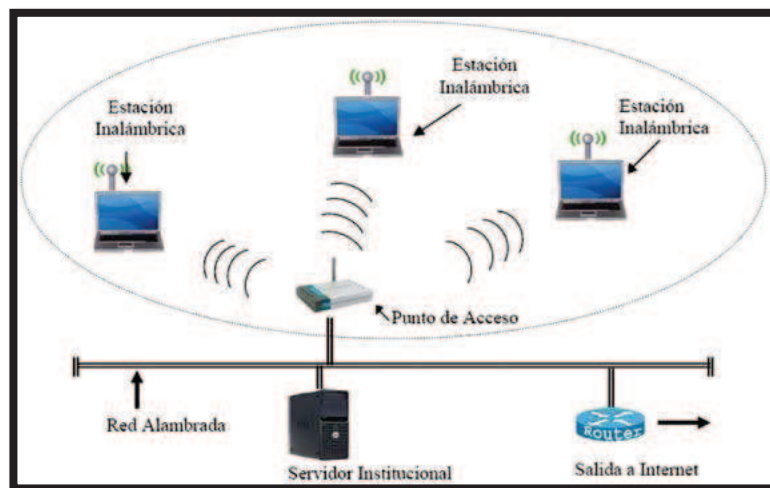
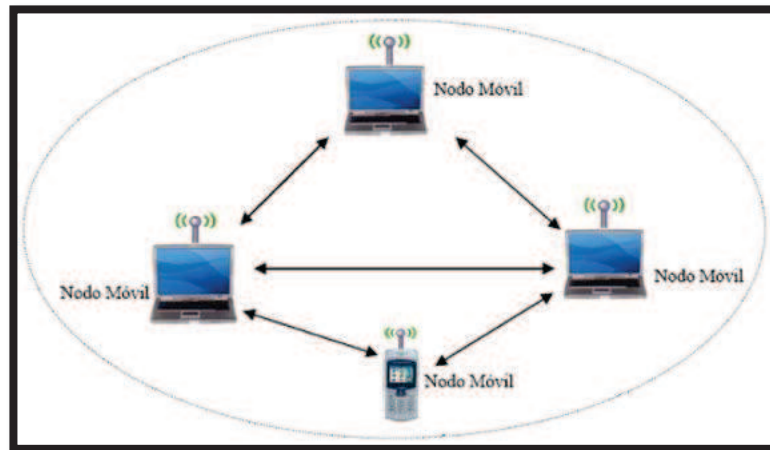


Figura 0.42 Red de Infraestructura <sup>[B44]</sup>

### 1.6.2 REDES AD-HOC (PEER TO PEER)

Es una red de área local que se utiliza para establecer conexión con equipos inalámbricos entre sí formando una red punto a punto, en donde cada equipo actúa como cliente y punto de acceso simultáneamente.

En una red ad – hoc su configuración se basa con un IBSS (conjunto de servicio básico independiente) que presenta al menos dos estaciones sin usar un punto de acceso.



**Figura 0.43 Red Ad hoc** <sup>[B45]</sup>

### 1.6.3 PUNTOS DE ACCESO

Los *Access Point* son dispositivos que permiten la conexión inalámbrica de un equipo móvil a una red, su función se realiza en base a ruteo, y direccionamiento a servidores, y equipos de red, los puntos de acceso trabajan en su mayoría con el estándar IEEE802.11 permitiendo la compatibilidad con el resto de equipos inalámbricos.

Cada estación emite una tipo de señalización en intervalos regulares de 10 veces por segundo aproximadamente en el cual se provee información de su BSS, características y SSID. Si el SSID dado concuerda con el del AP, éste enviará una respuesta con datos de sincronización e información sobre su carga de tráfico.

#### 1.6.3.1 Sistemas de Distribución inalámbrico (WDS)

Permite la interconexión de puntos de acceso de manera inalámbrica. Un ESS (conjunto de servicios extendidos) vincula varios puntos de acceso con un sistema de distribución (SD), el cual presenta un identificador ESSID que se abrevia como SSID.

#### 1.6.3.2 Identificadores de red (SSID)

Indica el nombre de la red, cuando una estación desee conectarse a un AP debe saber el SSID de dicho dispositivo para poder enlazarse, este sistema es un modo de seguridad de primer nivel.

Si el equipo opera en modo estación, muestra el BSSID del punto de acceso al cual el dispositivo está conectado. Si opera en modo AP muestra el BSSID del mismo dispositivo

#### 1.6.4 ESTÁNDARES DE REDES INALÁMBRICAS

En la Tabla 1.3 se presentan los estándares que trabajan bajo la tecnología IEEE 802.11 para redes inalámbricas, cabe mencionar que el primer estándar (a) ya está en desuso y que el último (n), es compatible con éste en algunos equipos que existen en el mercado. Lo más común actualmente es utilizar los estándares b y g.

#### 1.6.5 SEGURIDAD EN REDES INALÁMBRICAS

La seguridad en redes inalámbricas permite evitar intrusos a la red, a través de métodos seguro.

CARACTERÍSTICAS	802.11 a	802.11 b	802.11 g	802.11 n	
Banda de frecuencia	5.8	2.4	2.4	2.4	5.8
Velocidad de Transmisión máx (Mbps)	54	11	54	300	300
Número de canales sin solapar	8/4	3	3	2	13
Ancho de banda de canal (MHz)	20	22	40	20 /40	20/ 40
Tipo de Modulación	OFDM	HS/DSSS	OFDM/ DSSS	SDM	OFDM
Compatibilidad	802.11n	802.11g	802.11b	802.11b y 802.11 g	802.11 a

Tabla 0.3 Estándares de redes inalámbricas <sup>[B46]</sup>

##### 1.6.5.1 WEP (*Wired Equivalent Privacy*)

Forma parte del estándar 802.11. Es un cifrado que funciona en la capa MAC ya sea del adaptador de red inalámbrico o en el punto de acceso, consta de un algoritmo de seguridad RC4 para las claves compartidas de 64 a 128 bits, cada clave tiene dos partes: la una configura el administrador de la red en cada de uno de los adaptadores o puntos de acceso, y la otra parte se genera automáticamente y se denomina vector de inicialización (IV) aleatorio de 24 bits el cual obtiene claves indistintas para cada trama.

### **1.6.5.2 WPA (*Wifi Protect Access*)**

Mecanismo de control de acceso a una red inalámbrica, utiliza el algoritmo de seguridad TKIP (*Temporal Key Integrity Protocol*), usando RC4 de 128 bits más un vector de inicialización de 48 bits, este algoritmo trabaja con el estándar 802.1x, permite la gestión de claves dinámicas lo cual ayuda a mejorar notablemente el cifrado de datos, WPA trabaja en ámbitos diferentes:

*WPA-(TKIP)*.-Dedicado para entornos empresariales, para lo cual se requiere de un servidor RADIUS para que valide los usuarios que accederán a la red inalámbrica.

*WPA-PSK (TKIP)*.-Para entornos domésticos, ya que todas las estaciones utilizan una clave compartida para conectarse a la red. Admite diferentes sistemas de control de acceso ya sea la validación de usuario-contraseña, certificado digital, o usando una contraseña compartida para identificarse.

### **1.6.5.3 WPA2**

Es un método de cifrado más robusto, utiliza el algoritmo AES, ya que debido a su complejidad de algoritmo es dificultoso romper aun con claves suficientemente grandes. Se aplica en los mismos ámbitos mencionados en el WPA simple.

### **1.6.6 WiFi**

Es un tipo de tecnología que trata de establecer una conexión entre redes y ordenadores sin la necesidad de usar cables, utiliza el estándar IEEE 802.11a, 802.11b ó 802.11g para proporcionar una conexión segura, fiable y rápida. WiFi opera en las bandas de radio de 2,4 y 5GHz que no requieren licencia, con velocidad de transmisión de 11 Mbps ó 54 Mbps, permite una cobertura de hasta 300 metros. Se puede hacer uso del enlace WiFi dependiendo de la necesidad que requiera la red de comunicaciones, ya que sirve para conectar departamentos o áreas que se encuentran en diferentes edificios, también para dar cobertura únicamente en el interior de un edificio y acceder a Internet a través de sus portátiles o PDAs; como ventaja se tiene que su instalación es rápida, presenta facilidad de movimiento, y escalabilidad.

## 1.7 SEGURIDAD DE RED <sup>[B47]</sup>

La seguridad de red contempla mantener bajo protección los recursos y la información que se maneja en la red, estableciendo procedimientos y políticas de seguridad, las cuales permiten el control sobre la información y usuarios de la red. Toda información o documentación que se emplee en medios informáticos, electrónicos y telemáticos deben ser salvaguardados garantizando la preservación de los mismos, por tal motivo deben cumplir las siguientes características:

*Confidencialidad.*-Asegura de que la información sea accesible solo para el personal autorizado, así se evita de la disposición, comunicación y divulgación de información a individuos, entidades o procesos no permitidos.

*Integridad.*-Cerciora que la información no sea modificada durante su procesamiento, transporte o almacenamiento de forma no autorizada, de tal motivo que pueda llegar a su destino con la información completa.

*Disponibilidad.*-Asegura que los usuarios autorizados tengan acceso a la información cuando éste lo requiera y previene contra intentos de denegar el uso autorizado a la misma

*Autenticidad.*-Garantiza la identidad del usuario de quien origina la información, es decir permite conocer con exactitud quien envía la información específica.

### 1.7.1 POLÍTICAS DE SEGURIDAD <sup>[B47]</sup>

Proporciona las directrices y recomendaciones generales de gestión y apoyo a la seguridad de la información en concordancia con los requerimientos del usuario.

Para establecer políticas de seguridad se debe basar en normas que contemplen garantizar la seguridad de la información como es la **NORMA ISO 17799** <sup>[B47]</sup>

#### 1.7.1.1 Aspectos Organizativos de la Seguridad de la Información

Permite gestionar la seguridad de la información dentro de la Administración y protege la seguridad de los recursos y de los activos de información.



*Gestión de Activos.*-Proporciona un nivel de protección adecuada de los activos realizando mantenimiento, inventario y clasificación.

*Seguridad ligada a los recursos humanos.*-Reducir riesgos de errores humanos tales como robo, fraude o mal uso de los recursos, proporcionando la información apropiada de sus roles que tiene cada individuo.

*Seguridad física y ambiental.*-Permite un control de acceso y protección contra contingencias externas (medioambientales), garantizando que los sistemas, servicios e información se encuentren debidamente protegidos de amenazas físicas o de entornos ya sean estos intencionados o accidentales.

*Gestión de comunicaciones y operaciones.*-Asegura que la operación sea correcta y segura de los recursos de tratamiento de información.

*Control de Acceso.*-Realiza un control de permisos de acceso a las redes, sistemas y a la información de modo que a los usuarios se les otorguen cierto nivel de privilegio para el acceso únicamente a los recursos de información necesaria para el desempeño de sus funciones.

*Adquisición, desarrollo y mantenimiento de los sistemas de información.*-Asegura que la seguridad es una parte que debe estar incorporada en los sistemas de información.

*Gestión de incidentes de seguridad de la información.*-Garantiza una metodología que pueda aplicarse para la gestión de incidentes de seguridad y a la vez emplear procesos de mejora continua.

*Gestión de la continuidad del servicio.*-Gestiona un plan de acción frente a fallas, ataques, desastres o interrupciones, protegiendo los procesos críticos.

*Cumplimiento.*-Evita el incumplimiento de las normas, regulaciones, leyes, obligaciones y requerimiento de seguridad.

## **1.7.2 ANTIVIRUS**

Es una herramienta básica de la seguridad en una red de datos, ya que detecta, bloquea, elimina y previene una infección de virus, malware, gusanos, etc. El

antivirus en el perímetro de la red debe ser capaz de revisar en los protocolos más utilizados como HTTP, FTP, POP3, SMTP, IMAP entre otros la existencia de un antivirus.

### 1.7.3 FIREWALL

Permite regularizar el acceso a la red de datos de una organización, realizando un control y registro de los intentos de acceso; su procedimiento se basa en la información de la dirección IP de la PC origen que realiza la consulta, de la información acerca del servicio solicitado y de la dirección IP destino; entonces el *firewall* decide permitir o denegar la comunicación según las políticas de seguridad configurada por el administrador del *firewall*.

### 1.7.4 DMZ

La zona desmilitarizada es una red perimetral donde permite que los host que se encuentran dentro de la DMZ puedan conectarse tanto a la red interna (Intranet) como a la externa como es el Internet, a la vez que se protege la Intranet en el caso de que intrusos intenten vulnerar la seguridad de los equipos que se encuentren en dicha zona. Para cualquier atacante externo que quiera conectarse sin permisos a la red interna la zona desmilitarizada se convierte en un bloqueo eficiente difícil de vulnerar.

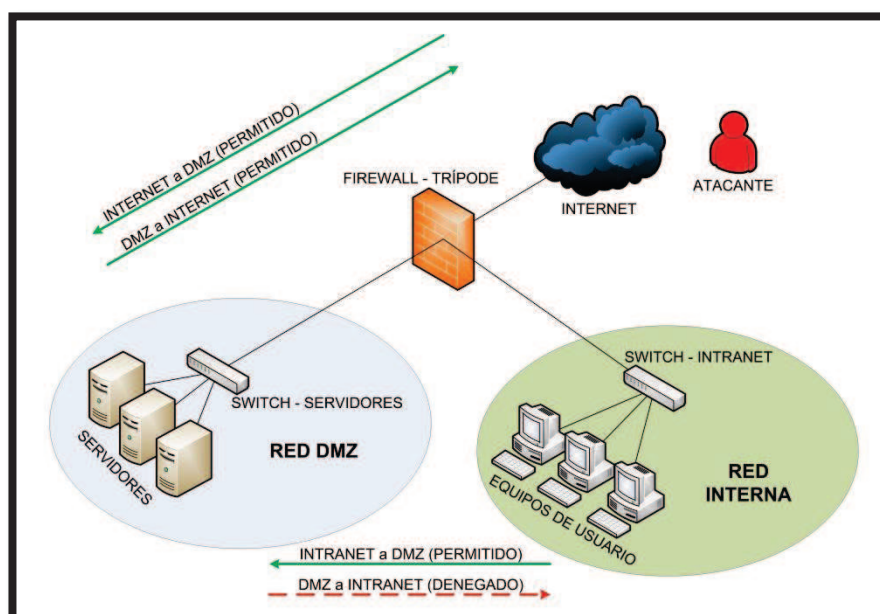


Figura 0.44 Zona desmilitarizada (DMZ)

## **CAPÍTULO II**

### **ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL DE LA RED DE COMUNICACIONES DEL INSTITUTO NACIONAL MEJÍA**

#### **2.1 ANTECEDENTES**

El Instituto Nacional Mejía es uno de los colegios más grandes e importantes del Ecuador, lleva más de 110 años educando a varias generaciones de jóvenes en el país, en áreas de ciencias sociales, físico matemáticas y químico biológicas.

La Institución prepara bachilleres con mentalidad crítica, reflexiva y formación científico humanística que se compromete con el desarrollo y cambio social ecuatoriano. Aporta con conocimientos y valores a toda actividad que se realice buscando el beneficio común más que el personal.

Al ser el colegio Mejía una institución educativa de renombre en el Ecuador, y al verse relegada de ciertos avances tecnológicos globales, tuvo la necesidad de crear una red de datos con la ayuda de autogestión y aportes de profesores y padres de familia, sin embargo solamente se la implementó de manera básica y sin ninguna norma que permita que el sistema cumpla con la disponibilidad, confiabilidad y seguridad.

Otro de los factores que determinan la decisión de las autoridades del colegio a tener una red de comunicaciones eficiente, es la implementación en el país del Plan Nacional de Conectividad firmado por el Presidente Rafael Correa Delgado en agosto del 2008, mediante el cual se contribuye en la organización, ejecución e implementación de proyectos educativos, que generen una verdadera Revolución Tecnológica y Educativa, para erradicar el analfabetismo digital y promover una escolarización de calidad.

Por parte del Gobierno Nacional, se entregaron 20 computadores completos destinados a la creación de un laboratorio de informática con Internet y herramientas multimedia, pero debido a la falta de infraestructura dentro del colegio, no se ha ejecutado y dichas máquinas están fuera de funcionamiento

todavía, esperando a que la red de datos del colegio mejore su capacidad y eficiencia.

Debido a lo mencionado anteriormente y a diversos avances tecnológicos que se han ido generando en los últimos años y la necesidad de tener un sistema de comunicación eficiente, el Instituto Nacional Mejía requiere realizar un proyecto para rediseñar todo el sistema de cableado estructurado, integrando los servicios de transmisión de datos, voz sobre IP y plataformas de educación virtual, haciendo que los recursos sean utilizados de una manera eficiente, ahorrando tiempo y dinero, mejorando así la calidad en la educación y sistema administrativo de la Institución.

Para iniciar con el proyecto es necesario conocer todas las necesidades actuales y futuras del Instituto Nacional Mejía en lo que se refiere a servicios de comunicación, el sistema debe soportar el tráfico generado por las aplicaciones propias del trabajo diario administrativo y académico, debe tener una adecuada organización de tal manera que la administración sea fácil de gestionar.

## **2.2 UBICACIÓN DEL INSTITUTO NACIONAL MEJÍA**

El Instituto Nacional Mejía está ubicado en el centro-norte de la ciudad de Quito en la calle Vargas 989, está conformado por tres edificios independientes, el Central donde funcionan todas las áreas administrativas, quintos y sextos cursos; el Sur donde están los primeros y segundos cursos, incluido laboratorios de actividades manuales; y el edificio Internado donde trabajan los terceros y cuartos cursos; cada edificio cuenta con un laboratorio de Informática de dos salas cada uno.

La Institución lleva 115 años de funcionamiento continuo en el país. Los edificios que actualmente ocupan, Central, Sur e Internado tienen varios años de haber sido construidos por lo que es considerado patrimonio cultural en la ciudad de Quito y no se puede cambiar su estructura física.

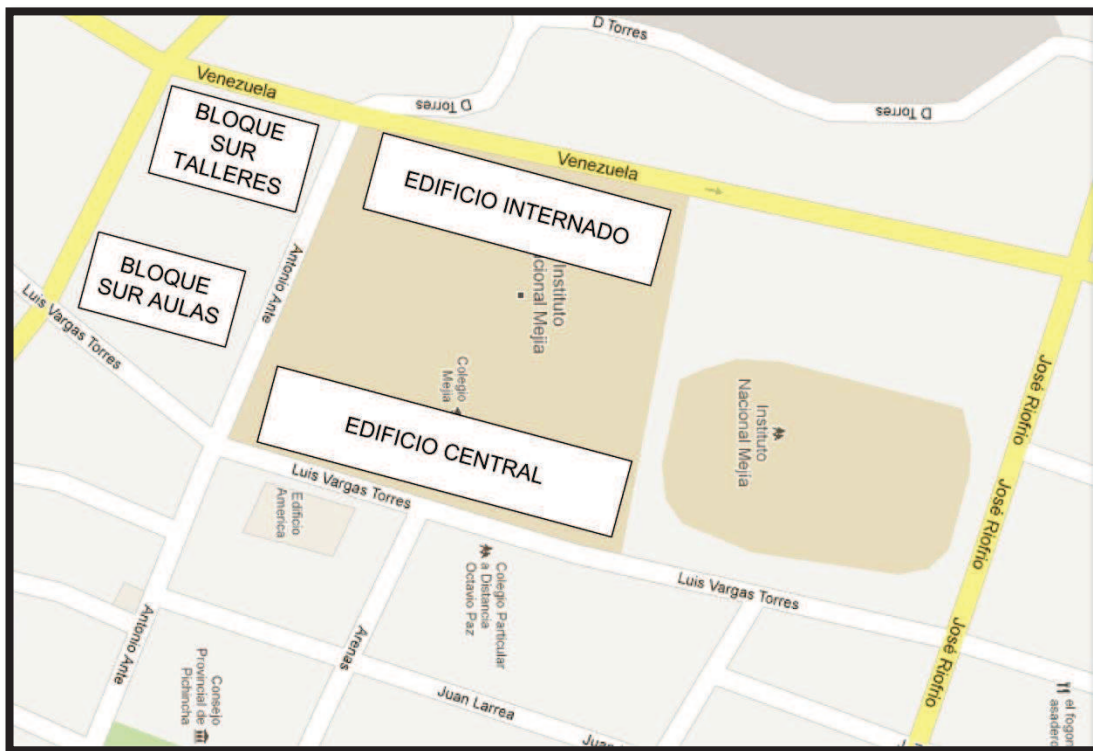


Figura 2.1 Ubicación geográfica del Instituto Nacional Mejía <sup>[B48]</sup>

## 2.3 ESTRUCTURA FÍSICA DEL INSTITUTO NACIONAL MEJÍA

El Instituto Nacional Mejía, está constituido por 3 edificios independientes, el Central, el Sur y el Internado, para lo cual se han realizado varios esquemas de la distribución de áreas del INM. A continuación se detalla cómo se encuentra estructurado cada bloque del Instituto Nacional Mejía tomando en cuenta que el edificio Central y el edificio Internado se encuentran ubicados dentro de una misma cuadra como se puede ver en la figura 2.1 y separados entre sí por las canchas deportivas; mientras que el edificio Sur está apartado de los otros dos edificios por la calle Antonio Ante.

### 2.3.1 EDIFICIO CENTRAL

En este edificio funciona toda la parte administrativa de la Institución; consta de las áreas de secretaría, rectorado, vicerrectorado, colecturía, DOBE, centro médico, guarda almacén, asociación, biblioteca, sala de audiovisuales, inspección general, sistemas, oficina de inglés, talento humano, banda de guerra, auditorio, mapoteca, museo de ciencias naturales, laboratorio de biología, laboratorio de informática, quintos y sextos cursos. Ver figuras 2.2, 2.3 y 2.4.

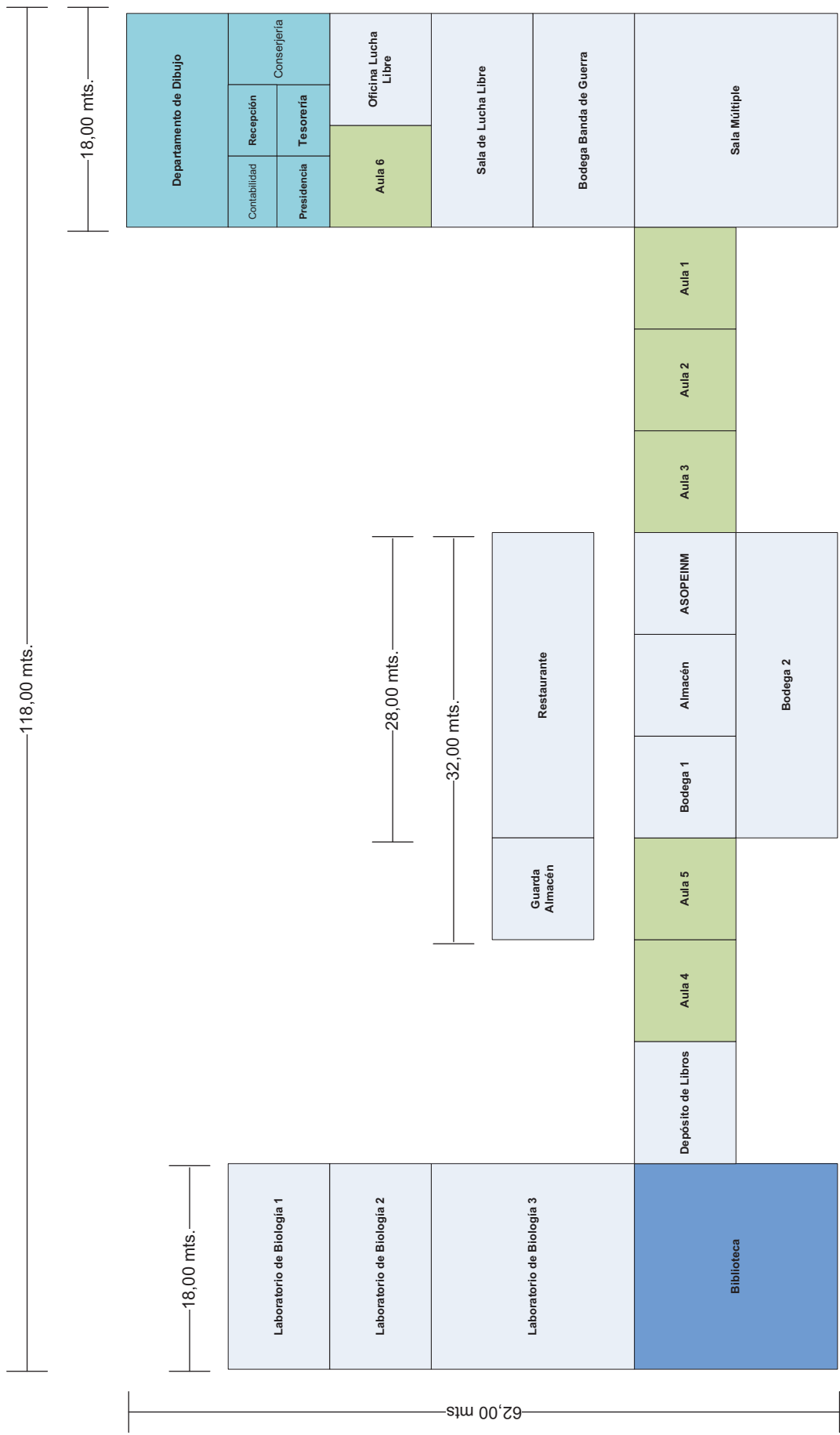
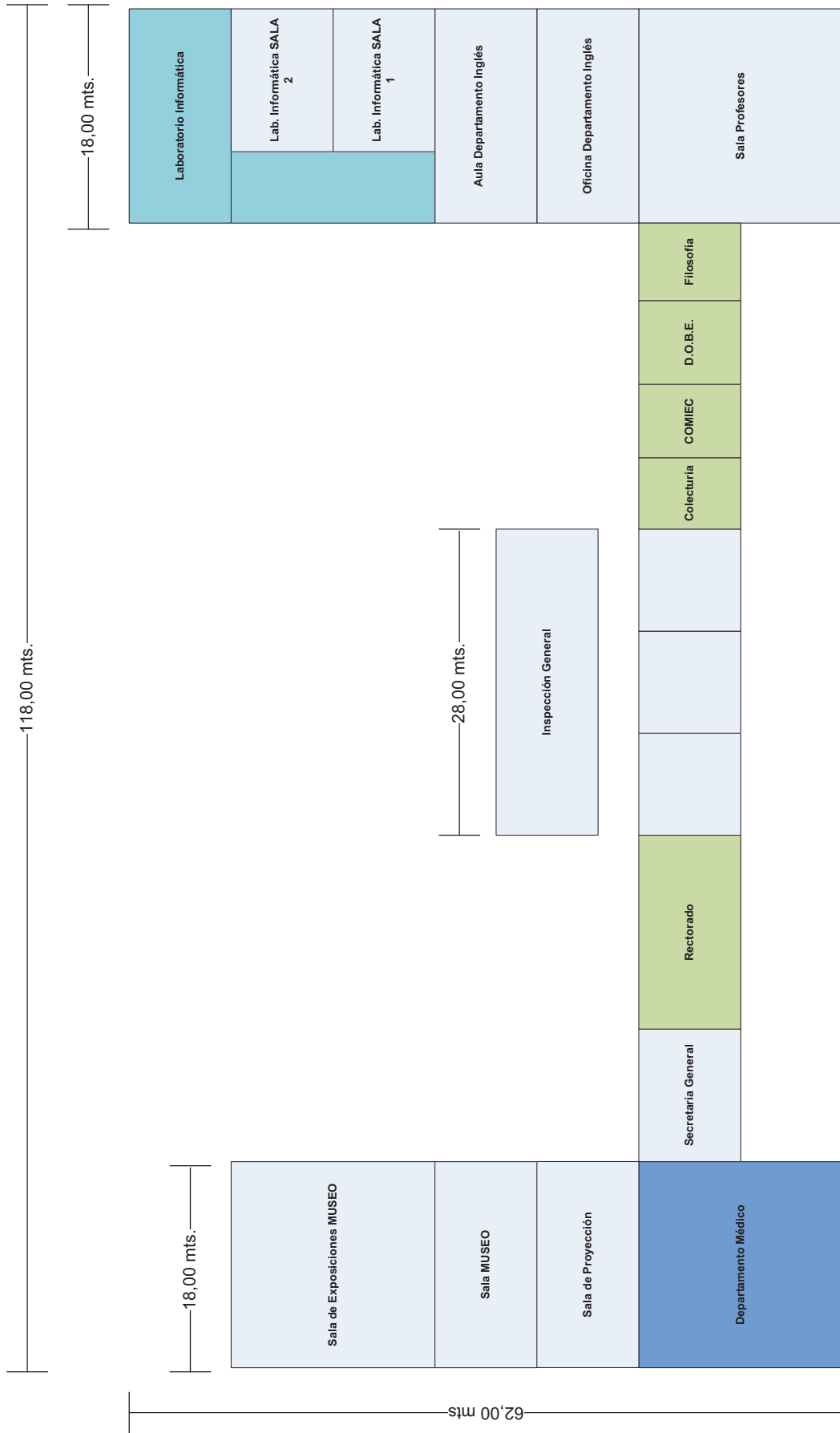


Figura 2.2 Dependencias del 1er Piso Edificio Central INM



**Figura 2.3 Dependencias del 2do Piso Edificio Central INM**

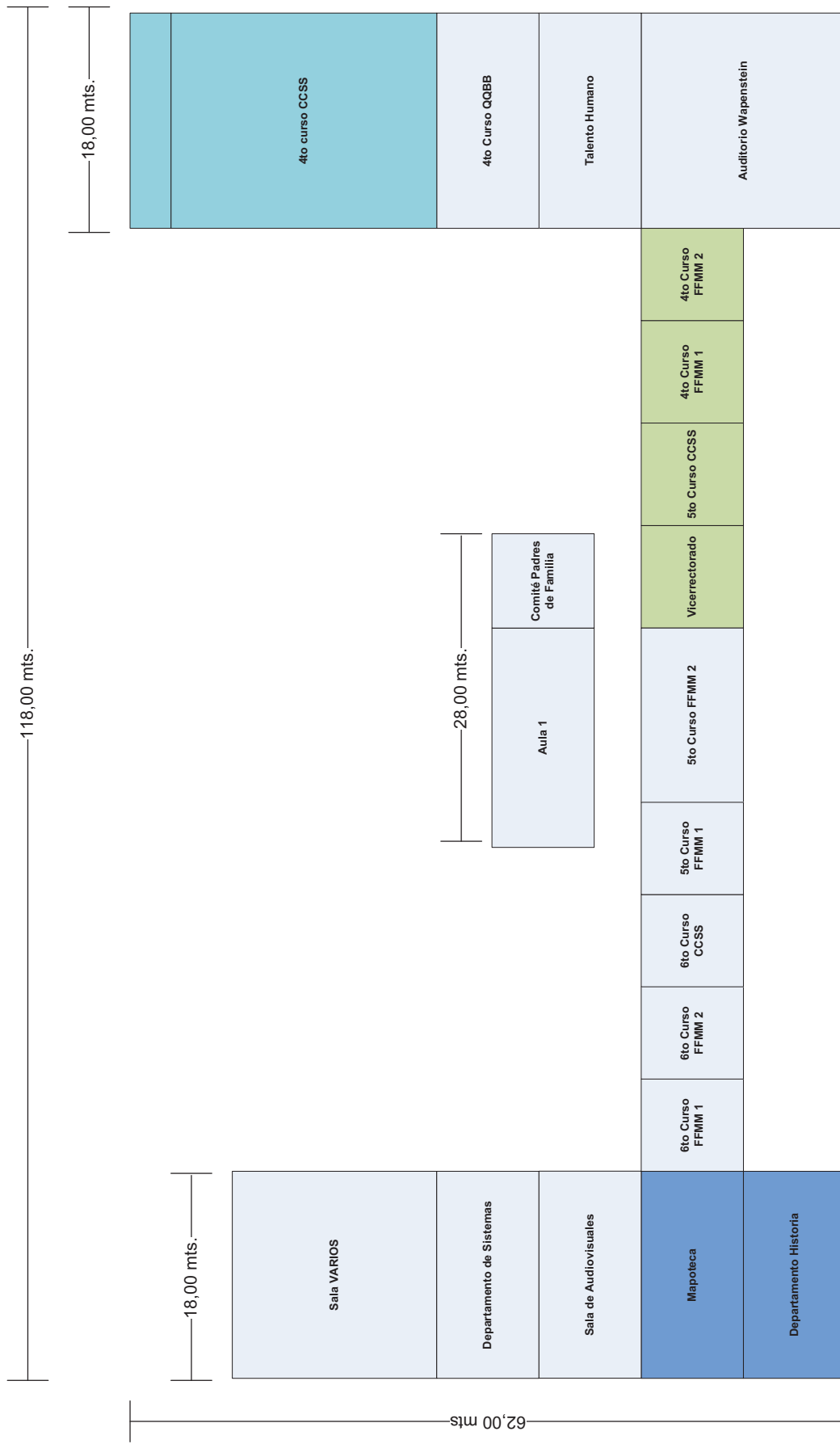
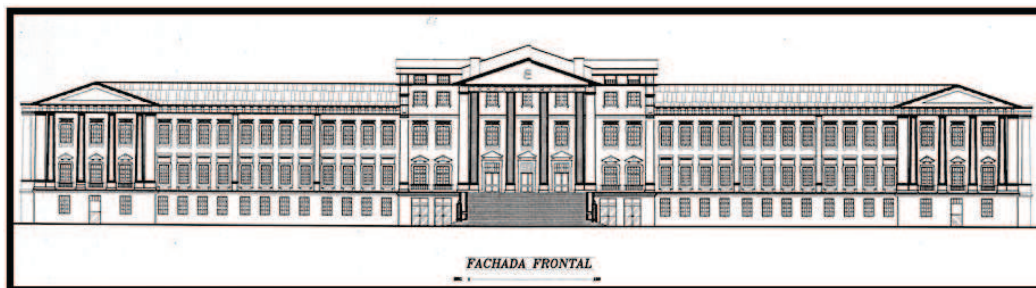


Figura 2.4 Dependencias del 3er Piso Edificio Central INM



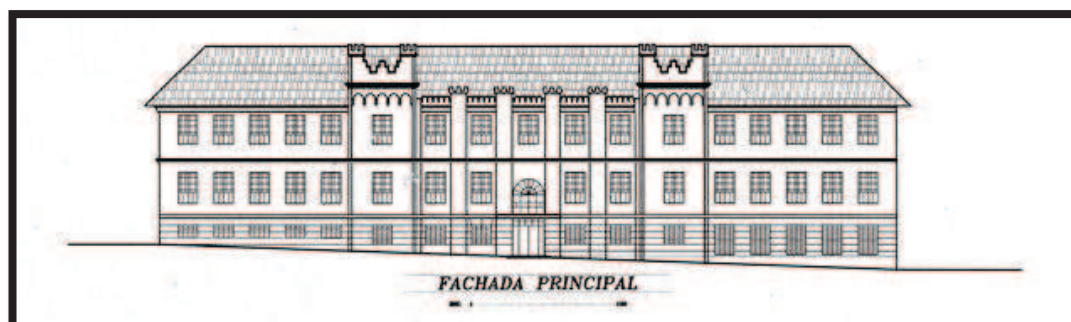


**Figura 2.5 Fachada del Edificio Central**

### 2.3.2 EDIFICIO SUR

En el edificio Sur se tienen las aulas de los primeros y segundos cursos, laboratorio de informática, inspección, auditorio, laboratorios de mecánica, cerámica y electricidad.

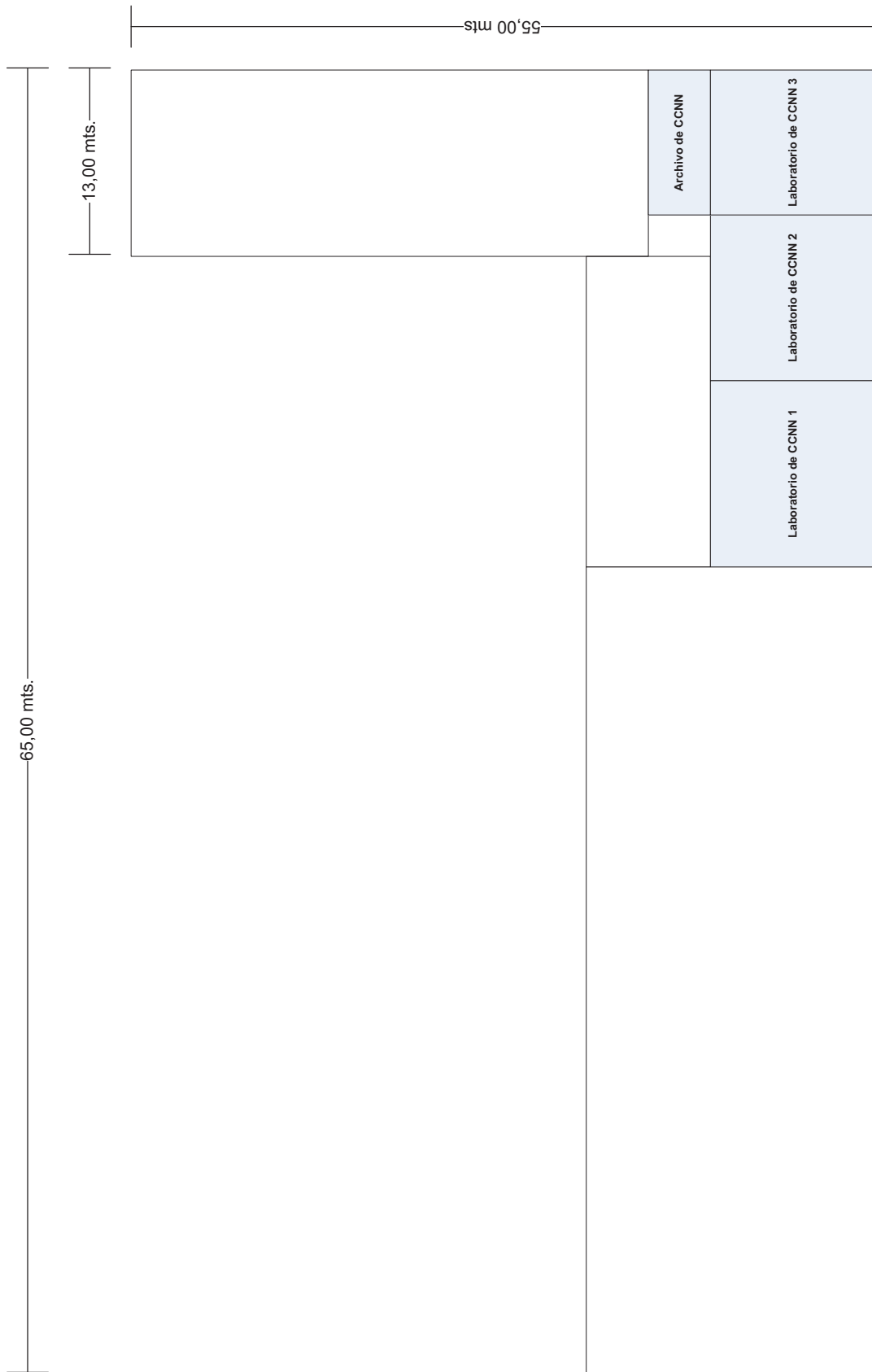
Existen áreas que pertenecen al colegio nocturno Gabriela Mistral y que no serán incluidos en el diseño de la red por no ser utilizados por parte del personal del Instituto Nacional Mejía. Bajo el auditorio existen bodegas que no están siendo utilizadas y por petición del personal de la Institución tampoco serán tomadas en cuenta para el rediseño de la red de comunicaciones. Ver figuras 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11 y 2.12.



**Figura 2.6 Fachada del Edificio Sur**

### 2.3.3 EDIFICIO INTERNADO

En este edificio funcionan los terceros y cuartos cursos, laboratorio de informática, inspección, museo etnográfico, laboratorios de física y química. Cabe mencionar que los edificios Sur e Internado solamente cuentan con una red de datos en los laboratorios de informática, no acceden a la red del edificio Central y menos aún a Internet, ver figuras 2.15, 2.16, 2.17 y 2.18.



**Figura 2.7 Dependencias del 1er Piso Edificio Sur INM**

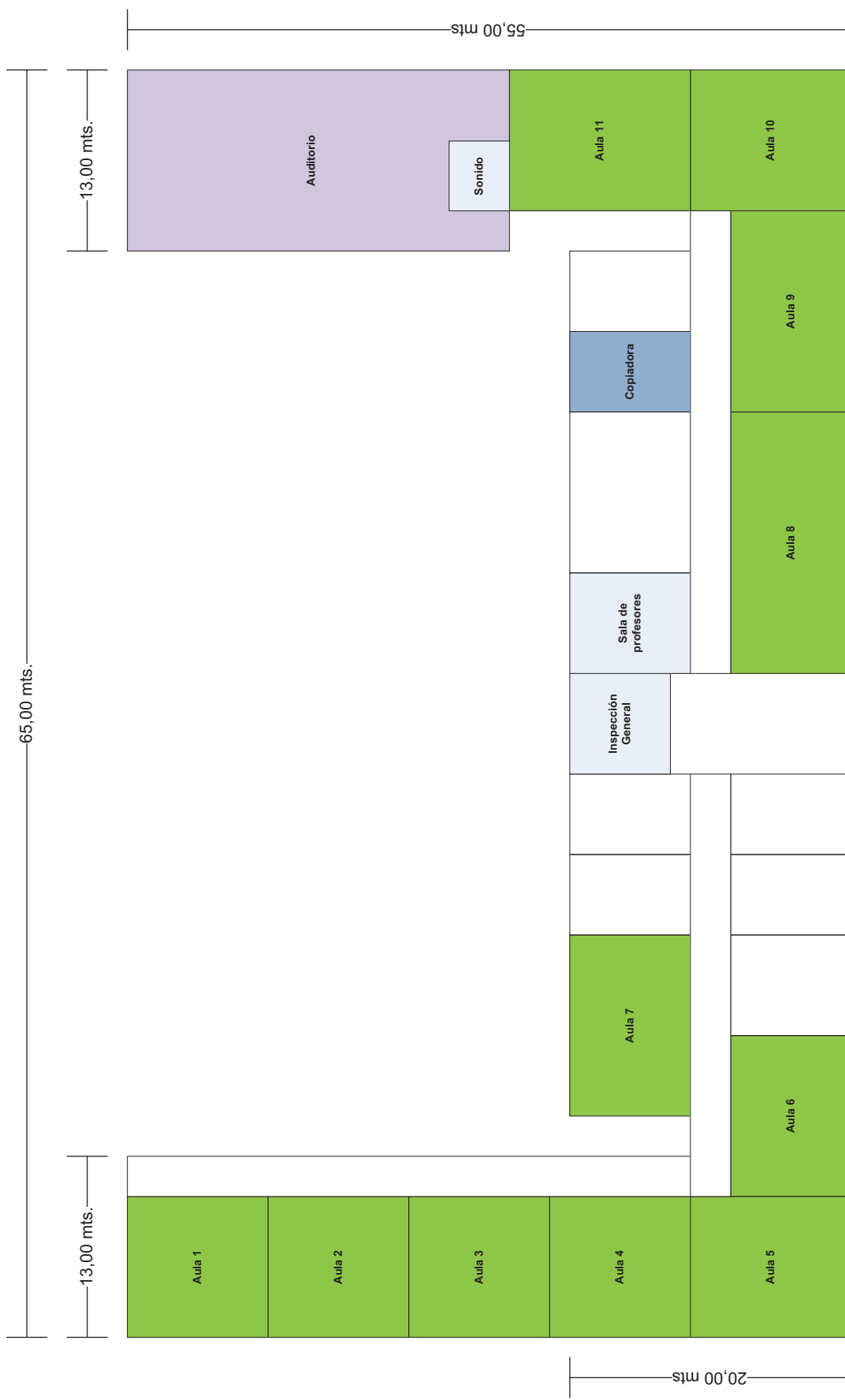
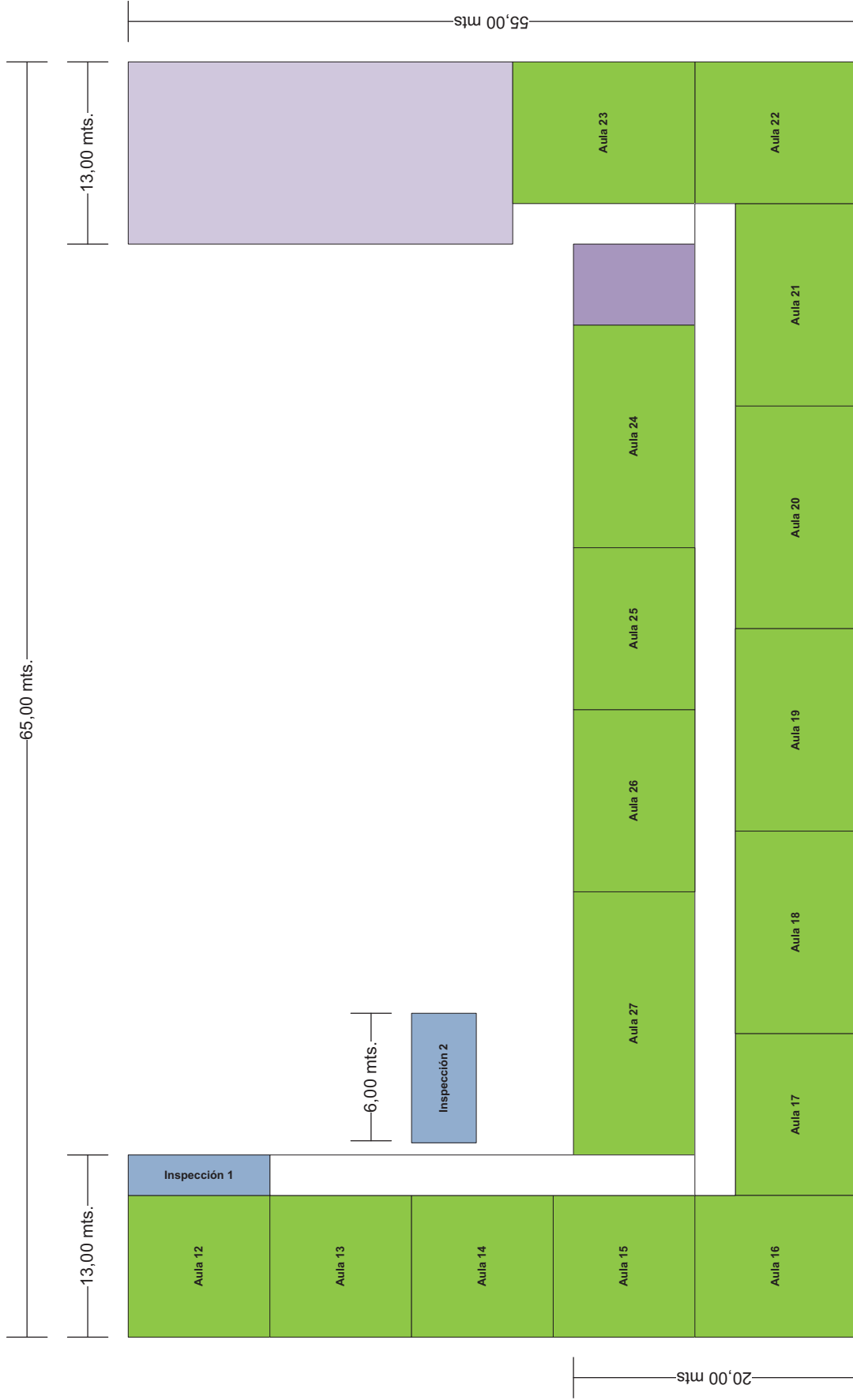
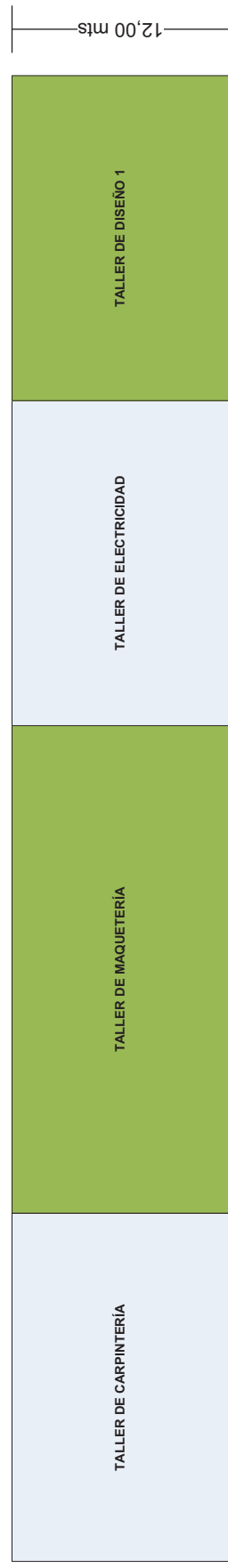
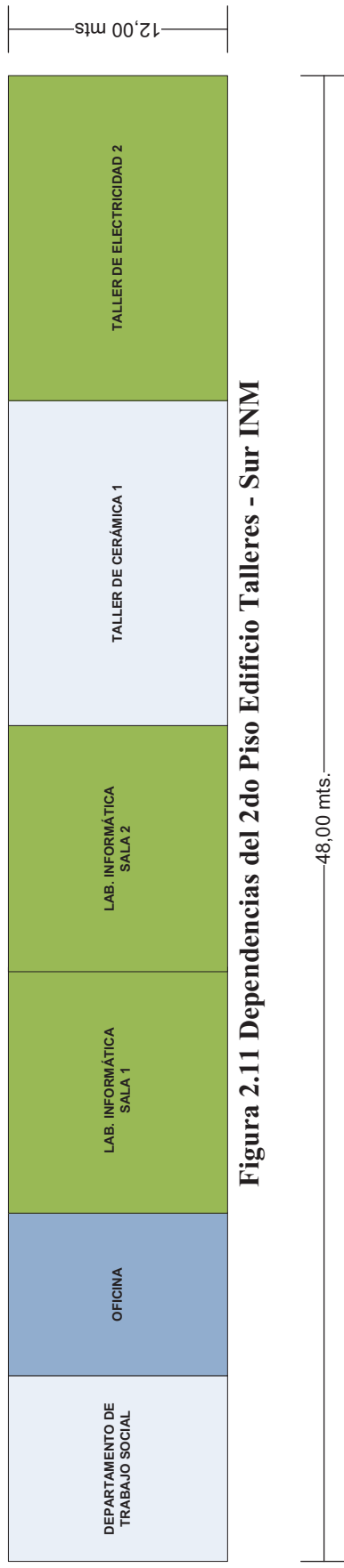
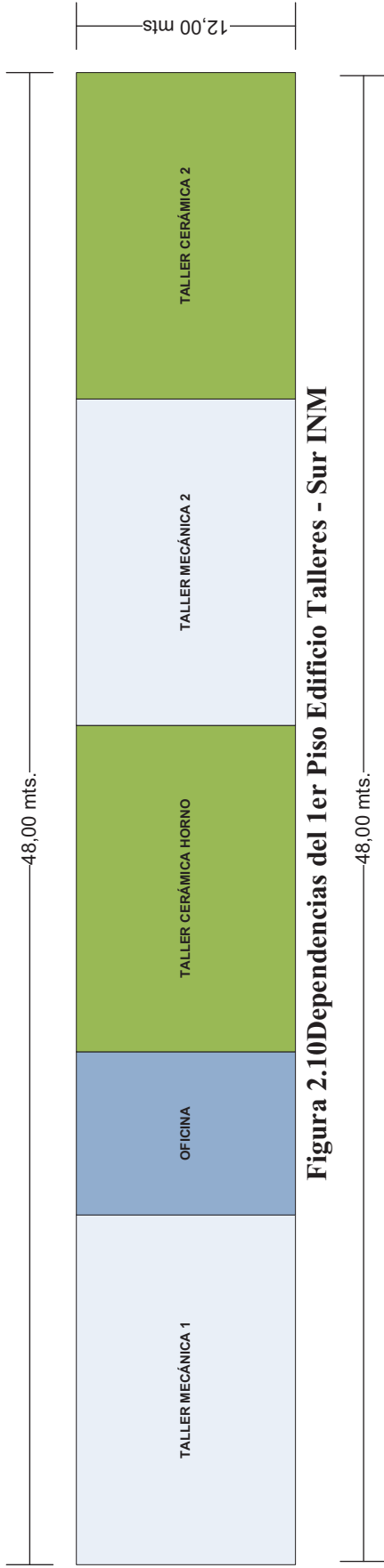


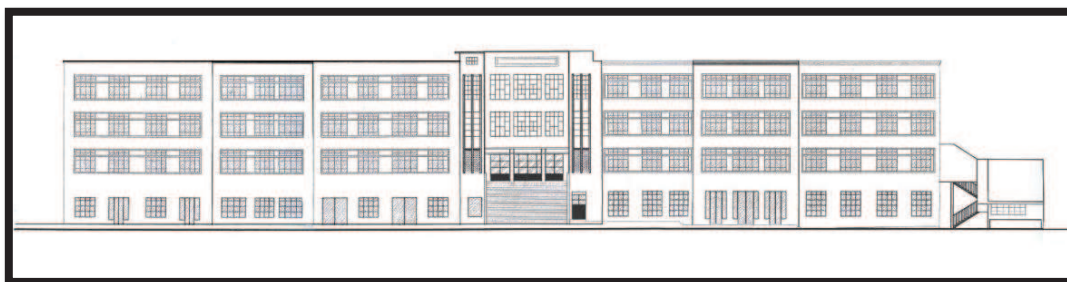
Figura 2.8 Dependencias del 2do Piso Edificio Sur INM



**Figura 2.9 Dependencias del 3er Piso Edificio Sur INM**



Por el prestigio que el Instituto Nacional Mejía se ha ganado, tiene la necesidad de estar en los primeros sitios del país en cuanto a calidad tecnológica se refiere, por lo tanto es necesario realizar el estudio de la red de comunicaciones de la Institución.

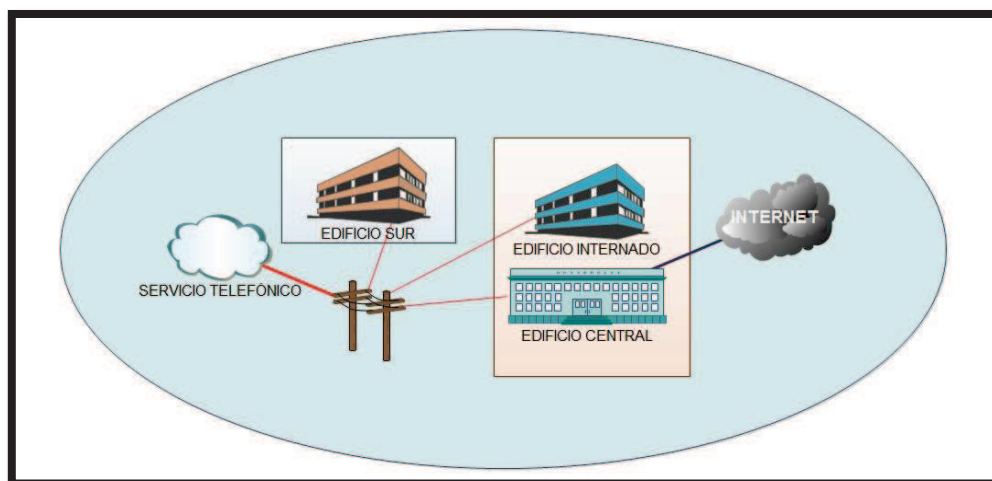


**Figura 2.13 Fachada del Edificio Internado**

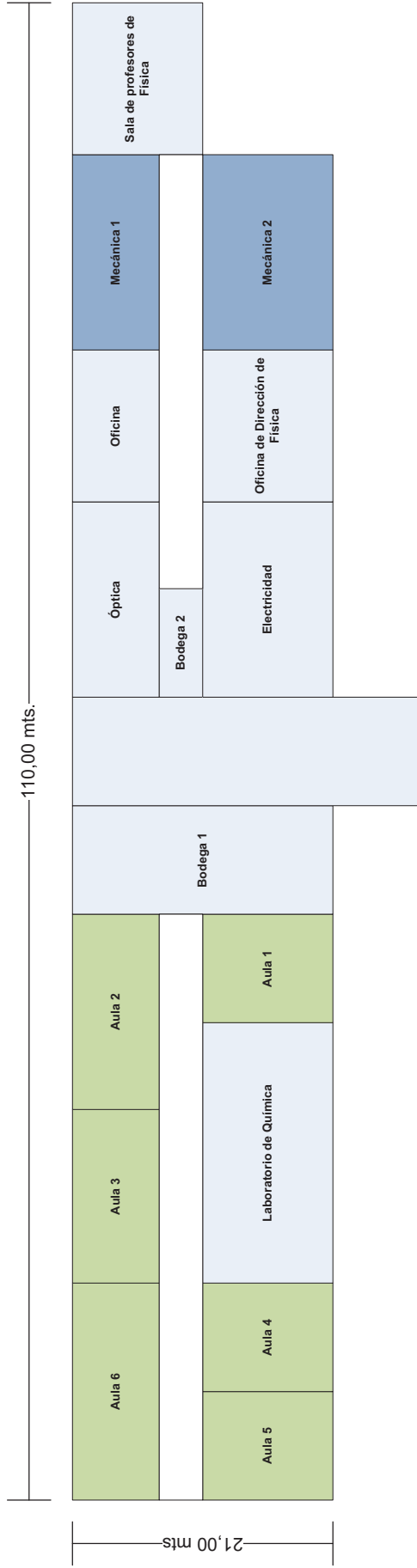
## 2.4 ANÁLISIS DE LA RED DE COMUNICACIONES ACTUAL

Como primer paso para la descripción de la red actual de comunicaciones del Instituto Nacional Mejía, se presenta un diagrama representativo de cómo está distribuido el cableado de voz y datos por toda la Institución, Ver figura 2.14. Además de esto en la figura 2.19 se puede observar todas las conexiones y equipos de red que actualmente funcionan en la Institución ofreciendo los servicios de transmisión de datos a lo largo del edificio Central.

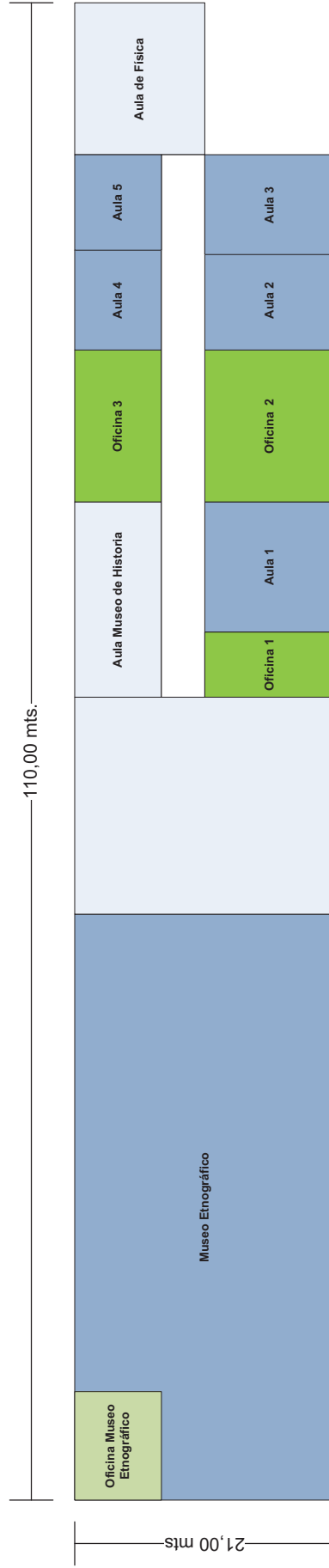
El análisis de la red actual que tiene el Instituto Nacional Mejía se basará en la descripción de los parámetros de topología, medios de transmisión y servicios que la Institución utiliza en su diaria labor.



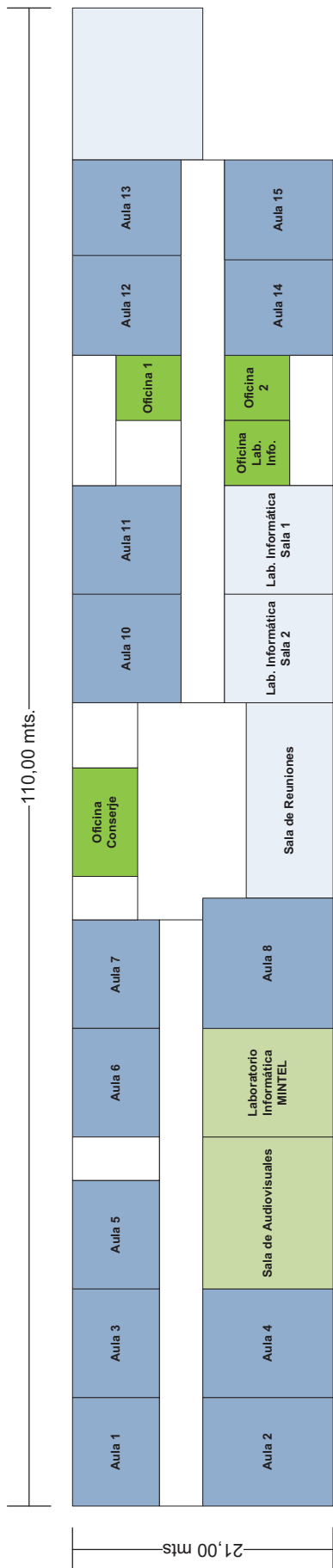
**Figura 2.14 Esquema representativo de la distribución de la red de voz y datos**



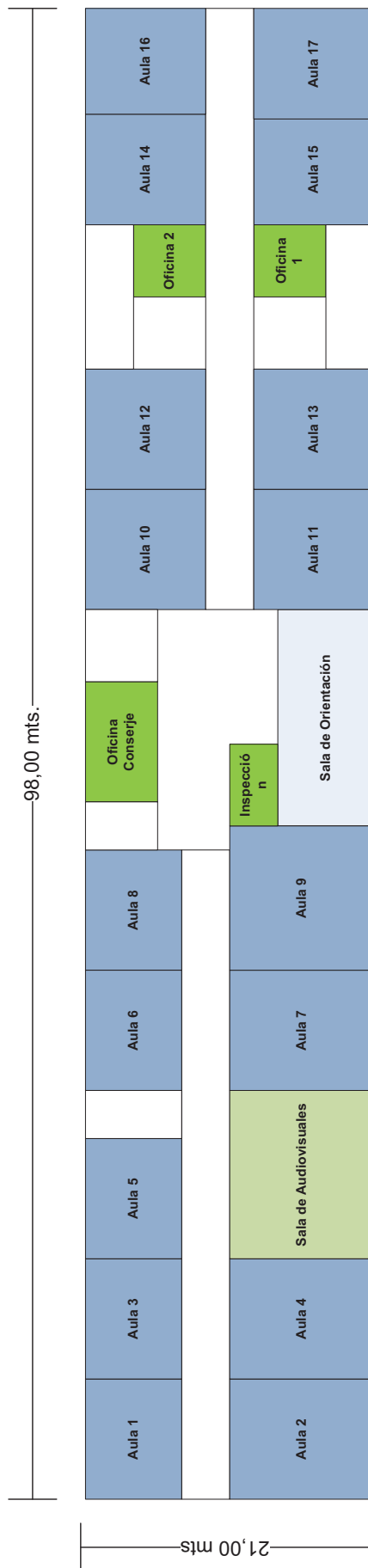
**Figura 2.15 Dependencias del 1er Piso Edificio Internado INM**



**Figura 2.16 Dependencias del 2do Piso Edificio Internado INM**



**Figura 2.17 Dependencias del 3er Piso Edificio Internado INM**



**Figura 2.18 Dependencias del 4to Piso Edificio Internado INM**



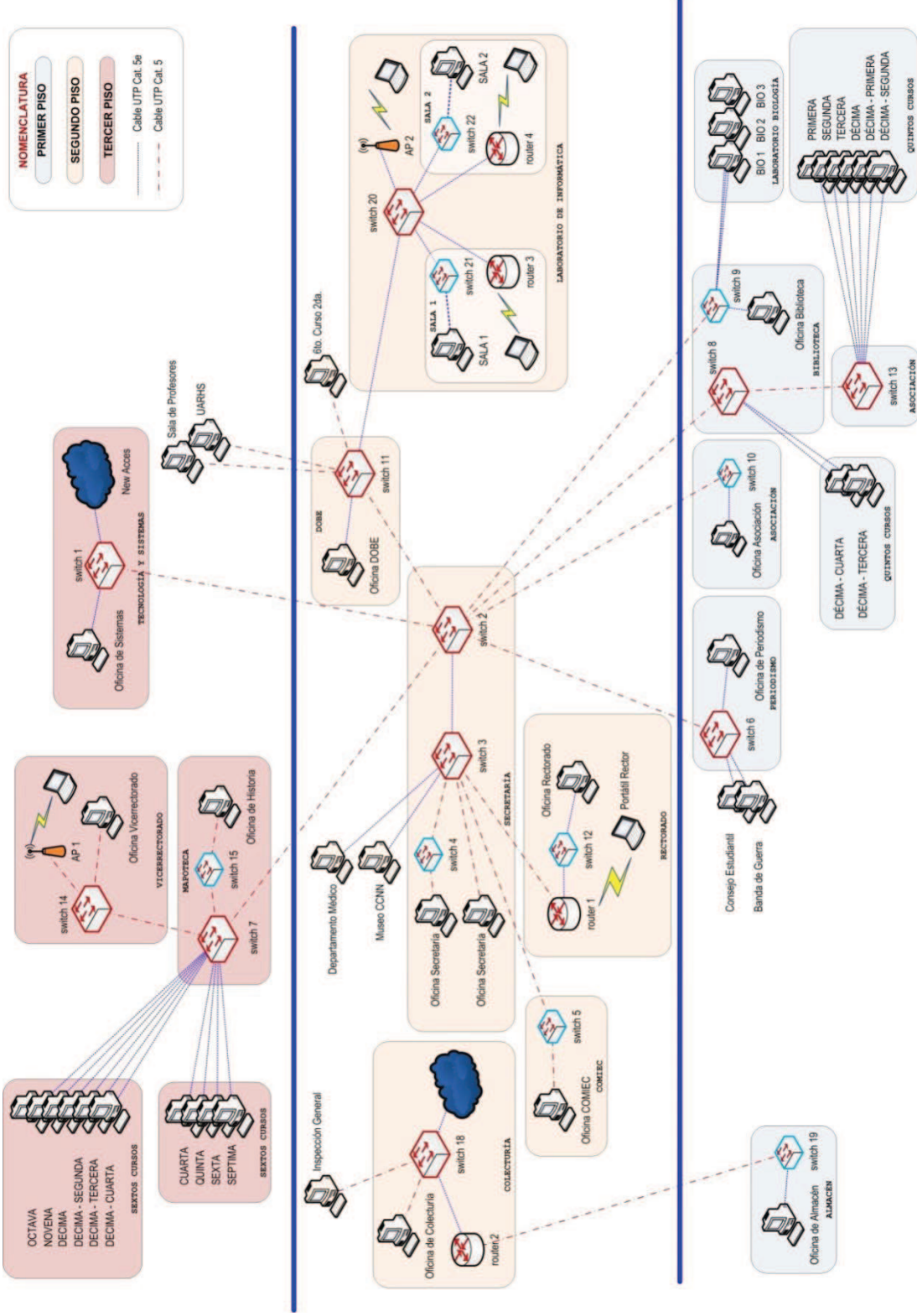


Figura 2.19 Esquema Completo de la Red del Edificio Central del Instituto Nacional Mejía

### 2.4.1 FUNCIONAMIENTO ACTUAL DE LA RED DE COMUNICACIONES DEL INSTITUTO NACIONAL MEJÍA

El edificio Central es el único que cuenta con una red de comunicaciones básica y con salida a Internet. El servicio es contratado con New Access a través de la última milla de radio enlace con capacidad total de 4 Mbps, al inicio solo se tuvo un contrato de 3 Mbps para cubrir el área de Sistemas y actualmente adquirieron 1Mbps adicional que se direcciona hacia el departamento de Colecturía de tal manera que cubra áreas cercanas a este, cabe indicar que cada oficina cuenta con puntos de datos colocados según las necesidades que la Institución requiera en ese instante.

El único servicio que se ofrece a través de la red de datos es el Internet, de acuerdo a la figura 2.19, si un usuario desea conectarse a un sitio web, el tráfico de datos deberá pasar por varios dispositivos de conectividad en cascada hasta obtener el servicio. Un ejemplo de lo expuesto anteriormente es la máquina de la secretaria del rector, que para salir a Internet deberá primero pasar por un *Switch* Advantek de 8 puertos conectado a un *router* inalámbrico Cisco de 4 puertos que se encuentran en la misma oficina, después este último se enlaza a un *switch* Nexxt de 16 puertos ubicado en el área de Secretaría, este se une a un *switch* 3com de 24 puertos que se encuentra en la misma área, conectándose finalmente para obtener el servicio de Internet al *switch* 3com de 8 puertos colocado en la oficina de Sistemas del tercer piso. Ver figura 2.20.

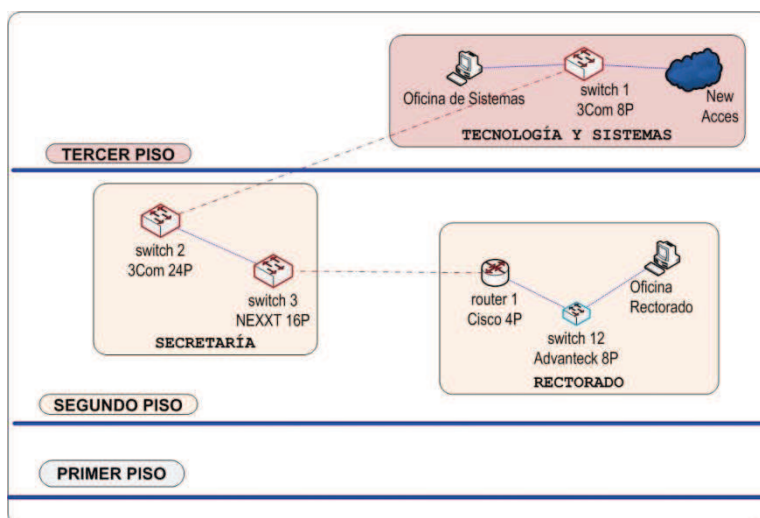


Figura 2.20 Caso crítico de conexión a Internet

Las conexiones físicas entre los dispositivos de red y las áreas de trabajo se realizan por medio de cable UTP categoría 5e en los laboratorios de informática y aulas, ya que en estas áreas se instaló el cableado recientemente; mientras que para el resto de áreas de trabajo se está utilizando categoría 5.

#### **2.4.2 RED FÍSICA**

En lo que respecta a la topología física que presenta la red del Instituto Nacional Mejía es en estrella, utilizando la tecnología *Fast Ethernet* 10/100 Mbps. El sistema de cableado existente no fue creado bajo ningún estándar, tampoco basado en el número de usuarios, ni en el posible crecimiento que podría tener en un futuro. Todo el cableado actual ha venido creciendo desorganizadamente solo atendiendo al usuario que en ese instante lo necesite; por este motivo no existen componentes pasivos como cajetines, *faceplates* o *patch panels*, ni tampoco etiquetado de voz o datos en ninguna oficina o aula.

En la actualidad los requerimientos de los usuarios no son satisfechos apropiadamente, ya que no existe una administración de red completa. La red está conformada por *switches* de 8, 16 y 24 puertos en cascada colocados en diferentes lugares de la Institución haciendo que exista un dominio de broadcast bastante considerable y dificulte la correcta operación de las diversas aplicaciones que utilizan los usuarios.

No se tienen planos de la distribución de los puntos de voz y datos, por lo tanto la ubicación de algún fallo en la red es muy difícil de detectar para corregirlo. Se tienen computadores de escritorio con interfaces inalámbricas para conectarse a la red mediante *routers wireless* sin ningún tipo de seguridad; si el enlace de estos dispositivos de red falla, se deja sin operación a más de una máquina e incluso a más de un área.

No se cuenta con dispositivos UPS en el INM lo que hace que un fallo en el suministro de energía eléctrica apague por completo todos los servidores, *proxy*, *switches* y estaciones de trabajo provocando así pérdidas de información e incluso daño de equipos y dispositivos de red.

### 2.4.2.1 Análisis del Sistema de Cableado Estructurado

El análisis que se realizará en los siguientes apartados, se basará en el cumplimiento de las normas ANSI/TIA 568 C.1, ANSI/TIA 568 C.2, ANSITIA 568 C.3, EIA/TIA 569 A, EIA/TIA 606 A y EIA/TIA 607 considerando el estado actual del cableado del Instituto Nacional Mejía.

### 2.4.2.2 Análisis basado en la norma ANSI/TIA 568 C.1

En base a los requerimientos que la norma ANSI/TIA 568 C.1 exige, se realizará el análisis de la situación actual del cableado con el que cuenta la institución. De acuerdo a los elementos que conforman la norma, se detallarán los problemas de cada uno.

#### 2.4.2.2.1 Área de Trabajo

En el edificio Central se encuentran áreas de trabajo en la parte administrativa, aulas y laboratorios de computación, mientras que en los edificios Sur e Internado solamente se cuenta con áreas de trabajo en los laboratorios.

#### *Edificio Central – Administrativo*

En el presente análisis, se tomará en cuenta casos puntuales de áreas que ejemplifiquen de manera gráfica los problemas comunes que se presentan actualmente en la red; sin dejar de lado que existen áreas de trabajo que tienen un cableado mejor instalado aproximándose a la norma.

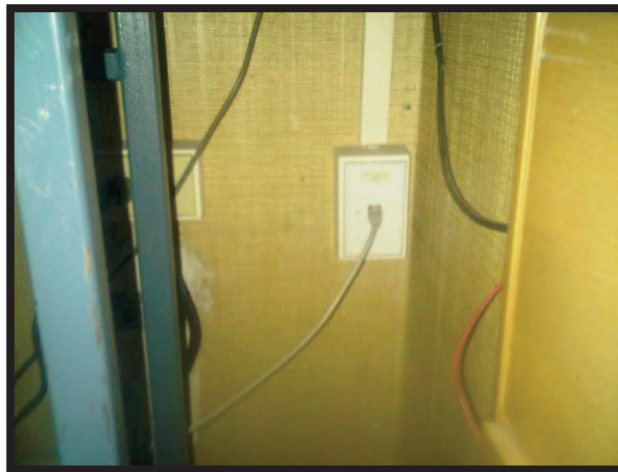


**Figura 2.21 Router Linksys y switch 3com de 8 puertos oficina Colecturía**

No en todas las oficinas se tienen puntos de datos fijos en *faceplates*, algunas de las PC acceden a la red mediante cables UTP categoría 5 conectados directamente al *switch* más cercano. Ver figura 2.21.

En ciertos sitios existen canaletas cubriendo los cables, y en otros no hay ningún tipo de protección; como también hay sectores en los que los cables están pegados con silicón a las barrederas del piso o a los filos de las ventanas para evitar que estén sueltos.

El departamento médico y la oficina del museo de ciencias naturales son unas de las pocas áreas que cuentan con una PC que se conecta a un punto simple de datos en un *faceplate*, los mismos que tienen conexión directa con el *switch* más cercano. Ver figura 2.22 y 2.23.



**Figura 2.22 Punto Simple de datos del Museo de Ciencias Naturales**

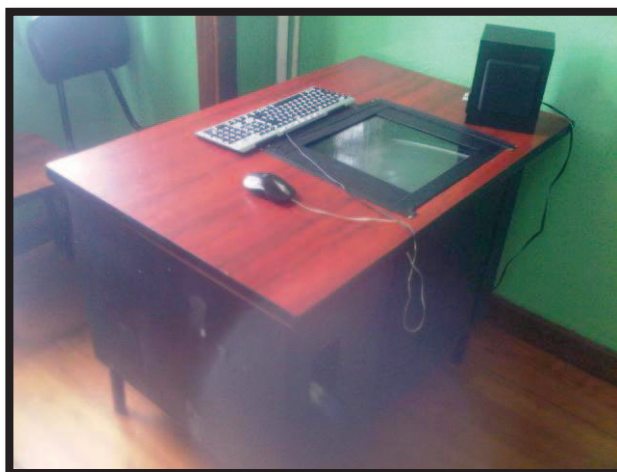


**Figura 2.23 Punto Simple de datos del Departamento Médico**

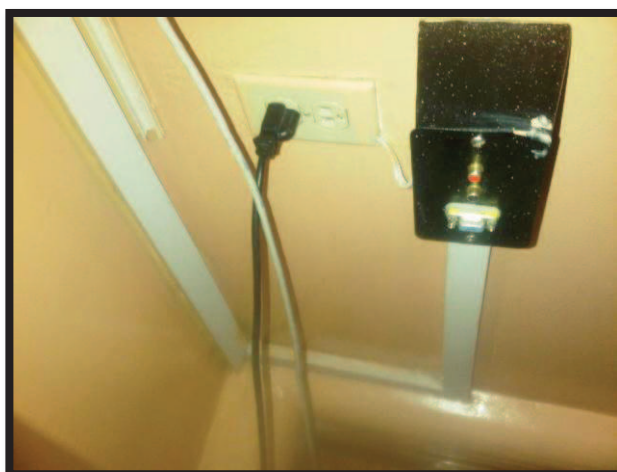


### *Edificio Central – Aulas*

Las aulas de los niveles de bachillerato son las únicas que tienen acceso a la red, la mayoría de las PC tienen solamente el cable UTP conectado directamente del *switch* más cercano sin ningún cajetín con *faceplate*. Las aulas cuentan con proyectores de video y se conectan a las PC mediante cajetines de metal en los que están los conectores VGA y de audio. Ver figura 2.24 y 2.25.



**Figura 2.24** Área de trabajo en aula de 3er año de bachillerato

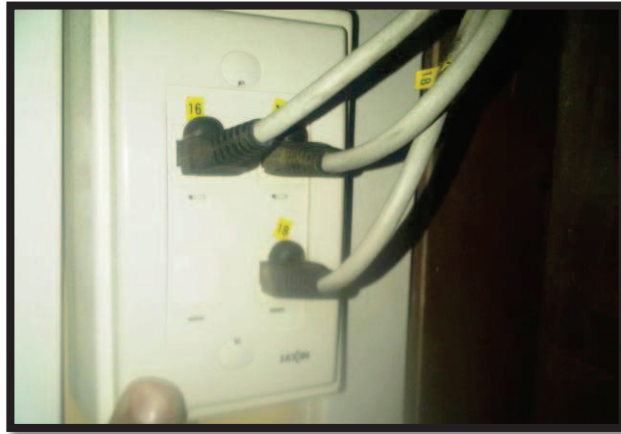


**Figura 2.25** Conexiones físicas al área de trabajo de un aula de bachillerato

### *Edificio Central – Laboratorios*

Las estaciones de trabajo de las dos salas del laboratorio de Biología se conectan a la red mediante un cable UTP cat. 5 directamente al *switch* más cercano sin utilizar *faceplate*; existen también puntos de video y audio. Cabe mencionar que ambas aulas tienen acceso a Internet para las diversas consultas que necesite

hacer el profesor o los alumnos. En lo que respecta al laboratorio de informática de este edificio, en ambas salas se tiene un cableado por canaletas y con puntos de datos dobles y triples utilizando *faceplate*, ver figura 2.26.



**Figura 2.26 Área de trabajo en los laboratorios de informática**

Cabe mencionar que existen espacios disponibles para ubicar más computadores dentro del mismo laboratorio del edificio Central, pero fuera de las dos salas, esto es en el corredor de ingreso hacia la oficina del instructor de Informática, son cinco lugares de aproximadamente 2 metros de largo separados por las columnas del edificio, se cuenta con los escritorios y los puntos de red en *faceplate* mas no con las PC.



**Figura 2.27 Tomas de corriente del laboratorio de informática**

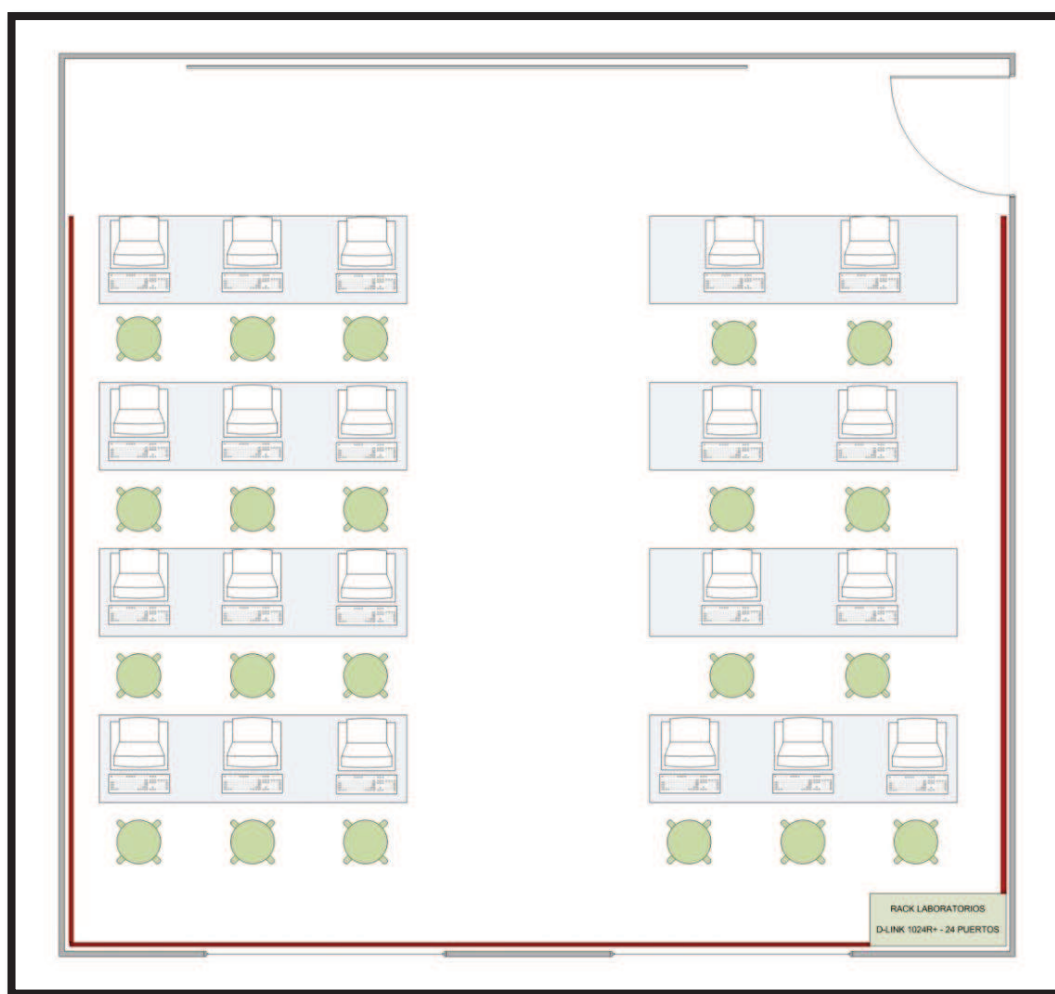
El cableado no está adecuadamente organizado y existe un número considerable de tomas de corriente las cuales están demasiado cerca de los puntos de datos lo cual puede provocar que un campo electromagnético afecte la velocidad de transmisión de datos. Ver figura 2.27.

### *Edificio Sur – Laboratorios de Informática*

El cableado de las dos salas de este laboratorio está desorganizado y en mal estado, se utilizan canaletas y cajetines dobles y triples para los puntos de datos. Los *patch cords* hacia las estaciones de trabajo no tienen un orden ni ubicación correcta.

### *Edificio Internado – Laboratorios de Informática.*

Las dos salas de este laboratorio son las mejor organizadas en cuanto a cableado se refiere, ya que los cables UTP están correctamente instalados, se utiliza canaletas y los cajetines dobles y triples con los puntos de datos están organizados y en buen estado. En la figura 2.28 se puede apreciar el esquema general de la red de datos dentro de todos los laboratorios de Informática, los mismos que están ubicados en los Edificios Central, Internado y Sur.



**Figura 2.28** Esquema de la red de los Laboratorios de Informática



### *Estaciones de trabajo*

Las estaciones de trabajo de cada área son clonadas, sin marca específica alguna, las computadoras de los laboratorios de informática del edificio Central disponen de dos tarjetas de red, una *wireless* y otra *Ethernet*, para fines académicos; los discos duros son de capacidad limitada máximo hasta de 80 Giga Bytes.

El sistema operativo con el que se trabaja en la Institución conjuntamente con la capacidad de procesamiento de la memoria RAM que en cada una de las PC se encuentra instalado se detalla en la tabla 2.1 Los sistemas operativos Windows XP y Windows Vista que están instalados en las diferentes computadoras, cuentan con licencias originales de Microsoft, lo que hace fácil la actualización de los sistemas operativos y aplicaciones de ofimática instaladas.

Como se puede observar en la tabla 2.1, se utiliza Windows para el personal administrativo ya que depende de aplicaciones que se ejecutan en dicho sistema operativo ya que son mucho más fáciles de manejar para los usuarios, utilizan un software de notas para secretaria, Access para el departamento médico y Office en todas las áreas de la Institución; en lo que respecta Ubuntu se ha instalado para el aprendizaje y manejo de paquetes ofimática para la parte del alumnado.

El servidor que se encuentra en el cuarto de Telecomunicaciones cuenta con licencia original de Microsoft Windows Server 2008, es un dato importante ya que en el diseño que se realizará será de utilidad para la instalación del servidor de dominio principal, DHCP, DNS y correo electrónico.

Las estaciones de trabajo no cuentan con nombres que las identifiquen adecuadamente o que ayuden al administrador de la red a tener un orden en el manejo de los equipos.

Existen varias máquinas con nombres iguales, lo que hace que si se implementa un servidor de dominio de nombres no se pueda ubicar a los equipos por su *hostname* ya que se duplicarían los nombres.

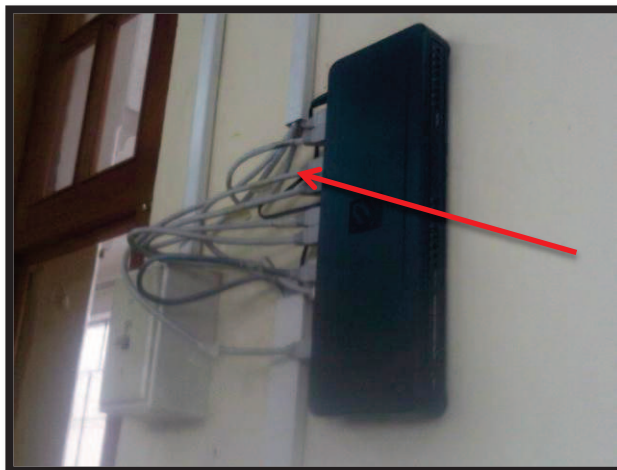
Ubicación	Piso	Dependencia	Sistema Operativo	Memoria RAM
Edificio Central	1er piso	Guarda Almacén	Windows XP/ Windows 7	1 Gb
		Biblioteca	Ubuntu /Windows XP	512 Mb a 1 Gb
		ASOPINM	Windows XP	512 Mb a 1 Gb
		Lab. Biología	Ubuntu /Windows XP	1 Gb
	2do piso	Rectorado	Windows XP	512 Mb a 2 Gb
		Secretaría General	Windows XP	512 Mb a 2 Gb
		Inspección General	Windows XP	512 Mb a 1 Gb
		Departamento Médico	Windows XP	512 Mb a 1 Gb
		Colecturía	Windows XP	512 Mb a 1 Gb
		Museo de CCNN	Windows XP	512 Mb
		DOBE	Windows XP	512 Mb
		COMIEC	Ubuntu /Windows XP	512 Mb a 1 Gb
		Lab. Inf. Sala 1	Windows XP	1 Gb
		Lab. Inf. Sala 2	Ubuntu /Windows XP	1 Gb
	Ciencias(L.F.M.I)	Windows XP	512 Mb	
	3er piso	Vicerrectorado	Windows XP	512 Mb a 2 Gb
		Talento Humano	Ubuntu	512 Mb
Sistemas		Windows XP/SERVER	1 Gb a 6 Gb	
Sextos Cursos		Ubuntu	1 Gb	
Quintos Cursos		Ubuntu /Windows XP	1 Gb	
Historia		Ubuntu /Windows XP	1 Gb	
Edificio Internado	3er piso	Lab. Inf. Sala 1 Internado	Ubuntu	512 Mb
		Lab. Inf. Sala2 Internado	Ubuntu	512 Mb
Edificio Sur - Talleres	2do piso	Lab. Inf. Sala1 SUR	Ubuntu /Windows XP	512 Mb a 1 Gb
		Lab. Inf. Sala2 SUR	Ubuntu	512 Mb a 1 Gb

**Tabla 2.1 Sistema Operativo y memoria RAM de los computadores**

#### 2.4.2.2.2 Cableado Horizontal y Vertical

La red actual no permite identificar fácilmente un cableado horizontal o vertical como tal, es decir que para llegar a la estación de trabajo de un usuario se colocará el cable UTP de un *switch* a otro directamente sin pasar por un cuarto de telecomunicaciones o sala de equipos como la norma establece.

Un ejemplo claro de lo mencionado anteriormente es en el área del D.O.B.E (Departamento de Orientación y Bienestar Estudiantil), en donde se encuentra un dispositivo que sin estar dentro de un cuarto de telecomunicaciones, conecta algunas de las PC del área de trabajo y da servicio de red a otros dispositivos de conectividad en otras áreas; es decir, no se cumple con la especificación de la norma. Ver figura 2.29.



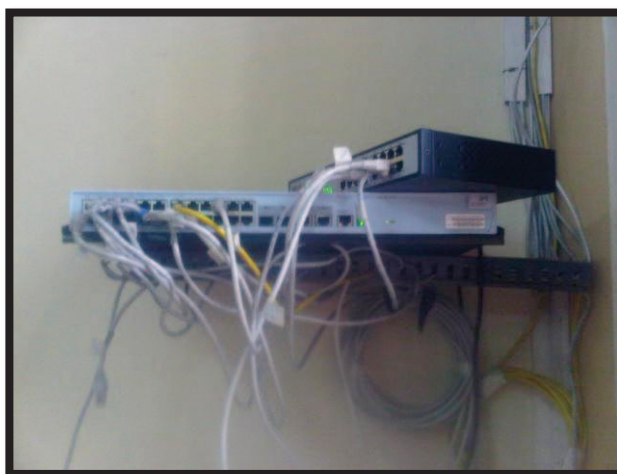
**Figura 2.29** Ejemplo de cableado horizontal o vertical sin identificación

#### 2.4.2.2.3 Cuarto de Telecomunicaciones

##### *Área administrativa y aulas del edificio Central*

Las áreas administrativas y las aulas del edificio no cuentan con ningún cuarto de Telecomunicaciones, los equipos de red que tienen funciones de acceso para las áreas de trabajo se encuentran ubicados sobre repisas, suelo o adheridos a la pared con cinta doble. Son de fácil acceso a personas no autorizadas y vulnerables a daños por mala manipulación e incorrectas conexiones eléctricas y de datos.

Además que no cuentan con protecciones adecuadas para evitar el polvo y posibles flujos de agua, se conectan a la red eléctrica sin contar con un dispositivo UPS que regule su voltaje y asegure la energía en caso de un apagón.



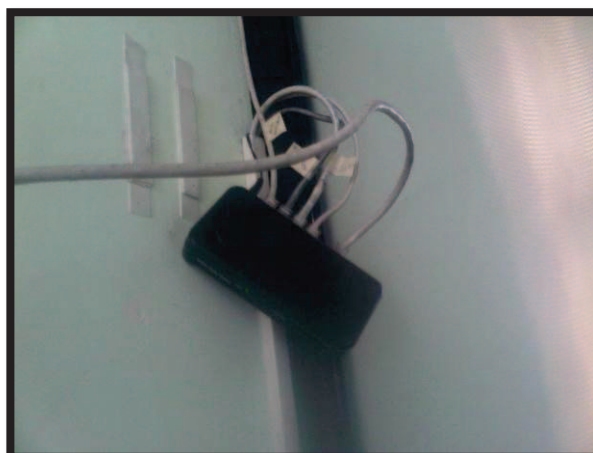
**Figura 2.30** Switch 3com 24P y Nexxt 16P en Secretaría

Como se puede observar en la figura 2.30, existe incorrecta ubicación de los dispositivos de red ya que no cuentan con un cuarto de telecomunicaciones adecuado y por tanto la desorganización del cableado es evidente. Tomando en cuenta que los equipos que se muestran en la figura son los que proveen de servicio de red a la mayoría de áreas de trabajo en el edificio Central, deberían contar con una protección y conexiones adecuadas.

A lo largo del área administrativa y aulas del edificio Central se encuentra casos como el mencionado anteriormente, que sin tomar en cuenta distancias ni número de usuarios, se colocan equipos de red en lugares no apropiados, claro ejemplo de esto son la Biblioteca, las oficinas de Ciencias, el departamento de inglés, el rectorado, vicerrectorado e inspección general. Ver figuras 2.31 y 2.32.



**Figura 2.31 Switch genérico de 8 puertos en la Biblioteca**



**Figura 2.32 Switch Advantek de 8 puertos oficina Ciencias**

*Laboratorios de informática de los edificios Central, Sur e Internado*

Los tres laboratorios de la institución cuentan con similares características en cuanto a cuarto de telecomunicaciones se refiere, ya que tienen un *rack* de 3 UR en donde se coloca un *switch* de 24 puertos y un *router* inalámbrico para brindar servicio de red a las máquinas de las salas de laboratorio. No cuentan con seguridades, control de ambiente y temperatura ni conexiones eléctricas protegidas con UPS; los equipos están expuestos a polvo y manipulaciones no autorizadas. Ver figura 2.33.



**Figura 2.33 Switch D-LINK y Router TP-LINK del laboratorio de informática**

Los dispositivos de red ubicados en cada sala del laboratorio de informática del edificio Central obtienen el servicio de red a través de otro *switch* que se encuentra junto al escritorio del encargado del laboratorio, de igual manera este equipo no cuenta con ninguna protección que un cuarto de telecomunicaciones brinda. Ver figura 2.34.



**Figura 2.34 Switch D-LINK DES1016D del laboratorio de informática**

#### 2.4.2.2.4 Sala de equipos

La sala de equipos se ubica en el edificio Central dentro del departamento de tecnología y sistemas en el tercer piso. No cuenta con las características esenciales que debe tener una sala de equipos como son ventilación adecuada, corriente eléctrica respaldada con un UPS, seguridad física ni cableado apropiado. El *rack* está dentro de la oficina de sistemas en el interior de un cubículo junto a los armarios con accesorios de computación y escritorios de los encargados de la red.

Se tiene un organizador de cables y un *patch panel* de 24 puertos totalmente vacíos y una regleta de 8 tomas de poder. La energía eléctrica no está provista por medio de UPS, sino solamente con reguladores de voltaje que no proporcionan ninguna seguridad para los equipos tanto del *rack* como de las áreas de trabajo de toda la Institución. El cable que proporciona el servicio de Internet ingresa directamente a un *switch* de 8 puertos y baja por la pared mediante una canaleta. Ver figura 2.35.



**Figura 2.35** Elementos activos y pasivos ubicados en el rack de la sala de equipos



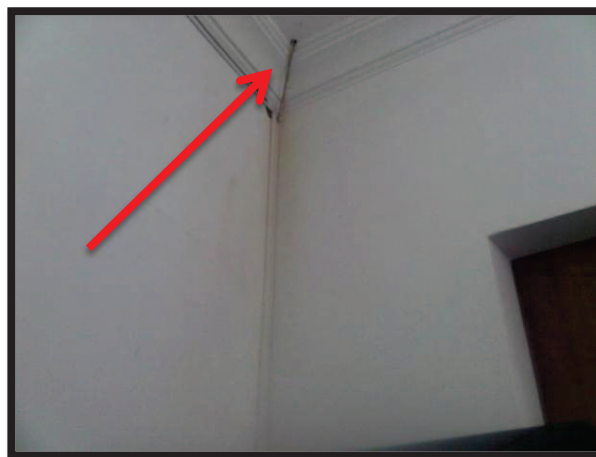
El *rack* se mueve de su ubicación de manera fácil por sus ruedas, lo que hace que sea inestable la conexión principal a los equipos dando baja disponibilidad del servicio de Internet, ya que al movilizar el *rack* tiende a la desconexión tanto del cable de Internet como de cables de energía. No se cuenta con protección contra el polvo ni iluminación adecuada para la administración.

#### 2.4.2.2.5 Acometida

La última milla del servicio de Internet que utiliza la institución es por medio de radio enlace con una velocidad de transmisión de 3 Mbps, cuyas conexiones ingresan al edificio Central por medio de un orificio en el tejado y llegan directamente a la sala de equipos que se encuentra en el área de sistemas en el tercer piso. Ver figura 2.36.

La acometida llega a un *switch* marca 3com básico de 8 puertos que se conecta a los equipos ubicados en el *rack* y al *switch* colocado en Secretaría en el Segundo piso, el cual reparte Internet a la mayor parte de áreas del edificio. Se puede notar que el *switch* que cumple funciones de *core* no tiene esas características ni tampoco una capacidad alta por lo que el servicio de Internet es considerablemente lento en la institución.

Un *switch* colocado en el área de Colecturía se conecta directamente al Internet por otro enlace del mismo proveedor *New Access* con 1 Mbps con el fin de brindar servicio a otras áreas que se encuentra distantes del cuarto de equipos de Sistemas.



**Figura 2.36 Acometida del servicio de Internet.**

#### **2.4.2.3 Análisis basado en la norma ANSI/TIA 568 C.2**

El cableado de datos de toda la institución, está trabajando con par trenzado UTP categoría 5 para las áreas administrativas, mientras que para las aulas de bachillerato y laboratorios de informática se tiene cable UTP categoría 5e.

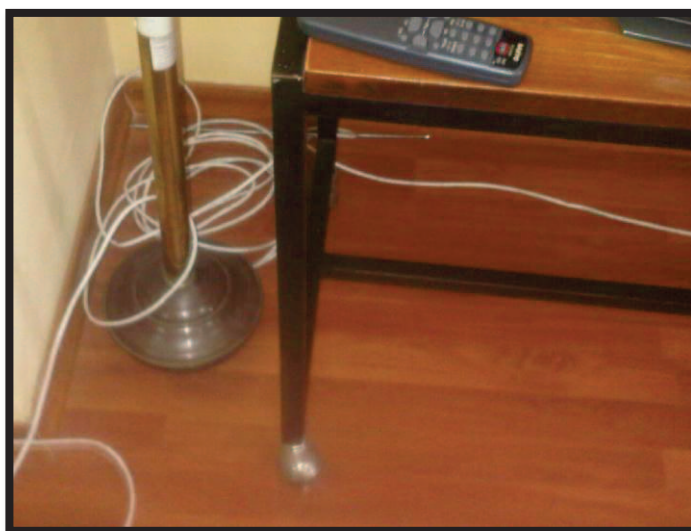
#### **2.4.2.4 Análisis basado en la norma ANSI/TIA 568 C.3**

El medio de transmisión utilizado para todo el cableado de la institución es par trenzado de cobre y en ningún enlace se cuenta con fibra óptica, por tanto no se cuenta con accesorios ni conectores para éste medio.

#### **2.4.2.5 Análisis basado en la norma EIA/TIA 569 A**

El enrutamiento y canalización del cableado del Instituto Nacional Mejía se realiza por medio de canaletas plásticas decorativas de todo tamaño, sin tener cuidado con la estética de las paredes en las oficinas o aulas; de manera más crítica existen departamentos como el centro médico en los que el cable se pasa por encima de las divisiones de los cubículos haciendo que estos sean visibles y fácilmente manipulables por personas no autorizadas ni capacitadas.

En otros casos los cables se adhieren a las ventanas o barrederas de piso mediante silicón. Ver figuras 2.37 y 2.38.



**Figura 2.37 Canalización y enrutamiento actual en el INM – Vicerrectorado**





**Figura 2.38** Canalización con canaletas plásticas decorativas – Lab. de Informática

#### **2.4.2.6 Análisis basado en la norma EIA/TIA 606 A**

En ningún área administrativa del edificio central se cuenta con puntos de datos o de voz adecuadamente etiquetados, lo cual no permite ubicar desde que dispositivo de red viene la conexión por tanto la administración y soporte es complejo.

Los casos más críticos son las aulas de bachillerato en las que las PC se conectan con un cable UTP directo al *switch* más cercano sin contar con un etiquetado. Tanto en el cable como en el *faceplate*.

Los laboratorios de informática tanto del edificio Central, Sur e Internado, cuentan con un etiquetado deficiente ya que no permite identificar la ubicación correcta del punto de red en el *switch* que en cada sala se ubica. Ver figura 2.26.

Al no contar con cuartos de telecomunicaciones ni una sala de equipos adecuadamente organizada, no se puede tener a los dispositivos pasivos y activos correctamente etiquetados para una fácil administración.

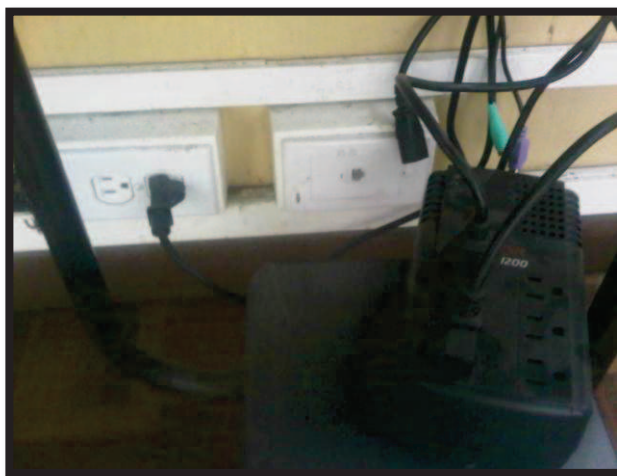
En caso de algún fallo en la red, el tiempo de respuesta para solucionar este inconveniente sería alto y significaría baja disponibilidad y pérdida de información para el usuario final.

Ninguno de los edificios que componen el Instituto Nacional Mejía presentan un sistema de aterrizaje, por lo tanto no existen elementos que puedan ser etiquetados para su identificación.

#### 2.4.2.7 Análisis basado en la norma EIA/TIA 607 B

El Instituto Nacional Mejía no cuenta con una estructura de puesta a tierra provocando que cuando existan problemas con la energía eléctrica, los equipos se vean afectados de manera grave. Cabe mencionar que el edificio Central al no tener un sistema de pararrayos, recibió la caída de uno en su estructura, provocando el daño de todos los dispositivos de conectividad que en el área de sistemas se encontraban y parte de las interfaces de red de las máquinas de oficinas y laboratorios.

De manera general en ninguna de las áreas de la Institución existen dispositivos UPS protegiendo los equipos, solamente se utilizan reguladores de voltaje los cuales no proporcionan el tiempo de apagado emergente de las máquinas en el caso de un corte de energía eléctrica. Ver figura 2.39. El departamento médico es el único que cuenta con un UPS para máquina del doctor a cargo del área.



**Figura 2.39 Regulador de voltaje para máquina del laboratorio – Edificio central**

#### 2.4.2.8 Equipos de conectividad

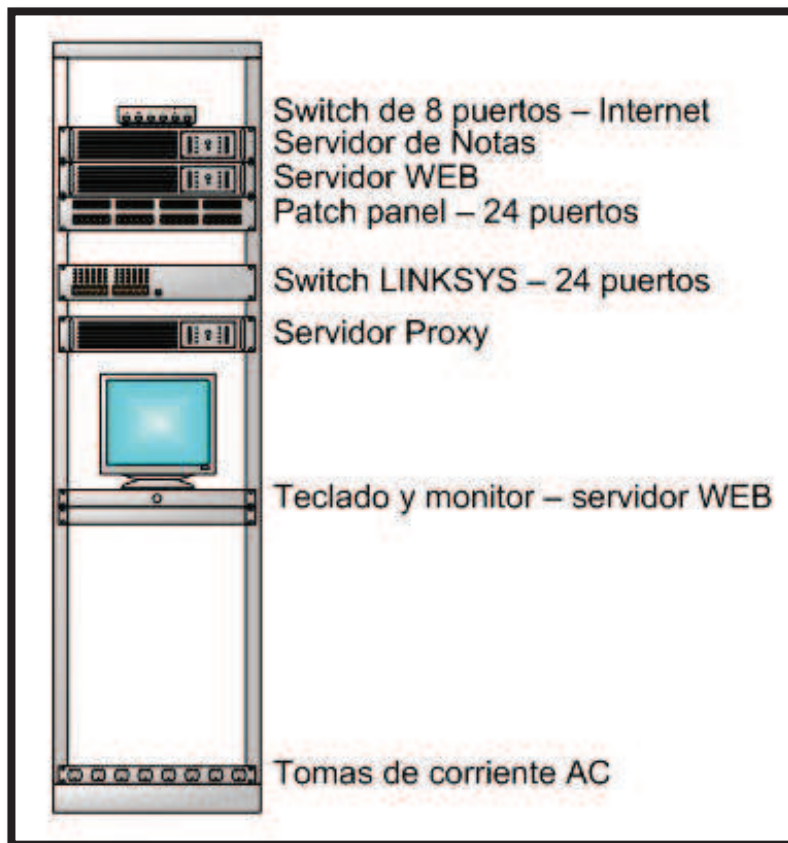
En el edificio Central se han colocado varios switch en cascada en algunos departamentos de tal forma que el servicio de Internet y de datos llegue a todas las áreas del edificio como se observa en la figura 2.19; estos equipos son indistintamente de 8, 16 o 24 puertos, no tienen marcas en común ni tampoco correcta ubicación; el medio de transmisión que se utiliza para la conexión tanto para las PC como para los equipos servidores es cable UTP categoría 5 o 5e.

Para la descripción de la conectividad del Instituto Nacional Mejía se ha realizado la tabla 2.2 en la que se detallan los nombres de los dispositivos de red utilizados con sus respectivas marcas y modelos, cabe indicar que los equipos de conectividad son de diversos fabricantes por lo cual se ha detallado en una tabla las características específicas de cada uno de estos. Ver ANEXO A

Ubicación	PISO	DEPENDENCIA	Nombre del Dispositivo de red	Marca	Modelo	Puertos	Puertos Usados
EDIFICIO CENTRAL	3er	Sistemas	switch [1]	3Com	3CGSU08	8	3
	2do	Secretaría	switch [2]	3Com	4500	24	13
	2do	Secretaría	switch [3]	NEXXT	NW223NXT	16	4
	2do	Secretaría	switch [4]	ENCORE	ENH908-NWY	8	7
	2do	COMIEC	switch [5]	ENCORE	ENH908-NWY	8	2
	1er	Periodismo	switch [6]	ENCORE	ENH908-NWY	8	5
	3er	Mapoteca	switch [7]	NEXXT	NW223NXT	16	10
	1er	Biblioteca	switch [8]	NEXXT	NW223NXT	16	3
	1er	Biblioteca	switch [9]	CNET	CNSH800	8	5
	1er	Asociación	switch [10]	ADVANTEC	ANS-08P	8	4
	2do	DOBE	switch [11]	NEXXT	ENH908-NWY	16	10
	2do	Rectorado	switch [12]	ADVANTEC	ANS-08P	8	5
	3er	Asociación	switch [13]	NEXXT	ENH908-NWY	16	7
	3er	Vicerrectorado	switch [14]	ADVANTEC	ANS-16P	16	4
	3er	Mapoteca	switch [15]	ENCORE	ENH908-NWY	8	3
	2do	Ciencias	switch [16]	ADVANTEC	ANS-08P	8	6
	2do	Inspección G.	switch [17]	ADVANTEC	ANS-08P	8	3
	2do	Colecturía	switch [18]	3Com	3CGSU08	8	3
	1er	Guarda Almacén	switch [19]	ADVANTEC	ANS-08P	8	3
	2do	Lab. Informática	switch [20]	DLINK	DES-1016D	16	5
	2do	Sala 1 de Lab Inf.	switch [21]	DLINK	1024R+	24	22
	2do	Sala 2 de Lab Inf.	switch [22]	DLINK	1024R+	24	21
	2do	Rectorado	Router [1]	CISCO	WRT160NL	4	2
	2do	Colecturía	Router [2]	LINCSYS	WRT54G	4	4
	2do	Sala 1 de Lab Inf.	Router [3]	TPLINK	TLWR340G	4	1
	2do	Sala 2 de Lab Inf.	Router [4]	TPLINK	TLWR340G	4	1
3er	Vicerrectorado	Access Point [1]	DLINK	2100AP	1	1	
2do	Lab. Informática	[2]	DLINK	2100AP	1	1	
<b>TOTAL</b>						<b>298</b>	<b>158</b>

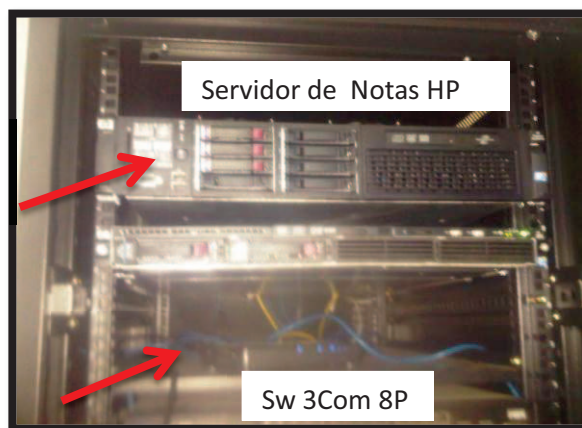
**Tabla 2.2 Marcas, modelos y número de puertos de los dispositivos de red del INM**

En el rack se encuentran colocados los siguientes equipos, un *proxy*, un *switch* de 24 puertos Linksys SR224G el cual no está encendido, un switch de 8 puertos 3com 3cgsu08 que es utilizado para el acceso a Internet, un servidor web HP DL380 G6 y el servidor del sistema de notas. Ver figura 2.40.



**Figura 2.40 Rack del cuarto de equipos del Edificio Central del INM**

El servidor de notas está al momento en pruebas por parte del Ministerio de Educación por lo que no permanece constantemente encendido, ver figura 2.41 el servidor web tiene instalados dos sistemas operativos Ubuntu y Windows Server 2008. La página web del colegio está en proceso de diseño y a pesar de permanecer encendido, no es utilizado frecuentemente por lo que al momento es un consumo innecesario de energía eléctrica.



**Figura 2.41 Servidor de notas web y switch 3com**

Las áreas de rectorado, vicerrectorado, oficina de sistemas y laboratorios de informática son las únicas que cuentan con dispositivos de conexión inalámbrica, tanto con *Access point* como *routers* inalámbricos de marca Cisco Linksys y DLINK.

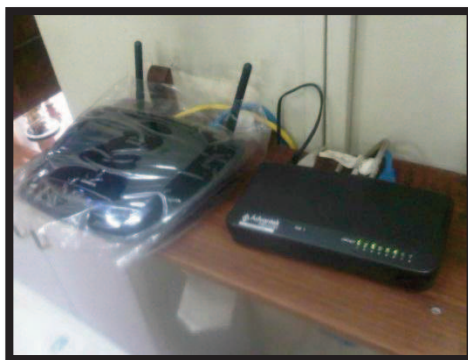


Figura 2.42 Router Cisco inalámbrico y switch Advantek de la oficina rectorado

#### 2.4.2.9 Usuarios activos de la red

UBICACIÓN	DEPENDENCIAS	NÚMERO DE USUARIOS
EDIFICIO CENTRAL	Rectorado	3
	Vicerrectorado	2
	Compras Públicas	3
	Secretaría	8
	Inspección General	1
	Departamento Médico	7
	Colecturía	5
	Museo	1
	DOBE	1
	Talento Humano	1
	COMIEC	7
	Sistemas	3
	Guarda Almacén	2
	Biblioteca	3
	ASOPINM	2
	Sextos Cursos	10
	Quintos Cursos	8
	Lab. Biología	2
	Lab. Inf. Sala 1	21
	Lab. Inf. Sala 2	22
	Ciencias(L.F.M.I)	4
Historia	1	
<b>TOTAL</b>		<b>117</b>

Tabla 2.3 Número de Usuarios por departamento Edificio Central

En las tablas 2.3, 2.4 y 2.5 se puede observar que el INM actualmente hace uso de la red con un total de 228 usuarios que a diario tienen acceso disponible a servicios de Internet, página web, para fines académicos dentro del año lectivo.

UBICACIÓN	DEPENDENCIAS	NÚMERO DE USUARIOS
EDIFICIO INTERNADO	Lab. Inf. Sala 1 Internado	21
	Lab. Inf. Sala 2 Internado	22
	Lab. Inf. Mintel	21
<b>TOTAL</b>		<b>64</b>

**Tabla 2.4 Número de Usuarios por departamento Edificio Internado**

UBICACIÓN	DEPENDENCIAS	NUMERO DE USUARIOS
EDIFICIO SUR	Lab. Inf. Sala 1 SUR	23
	Lab. Inf. Sala 2 SUR	24
<b>TOTAL</b>		<b>47</b>

**Tabla 2.5 Número de Usuarios por departamento Edificio Sur**

UBICACIÓN	NUMERO DE USUARIOS
Edificio Central	117
Edificio Sur	47
Edificio Internado	64
<b>TOTAL</b>	<b>228</b>

**Tabla 2.6 Número total de usuarios del INM**

#### 2.4.2.9.1 Descripción de las cuentas de usuarios

Para este punto se ha clasificado los tres edificios de forma general en Administrativo, Aulas y Laboratorios.

*Administrativo.*-Las PC que son asignadas a cada uno de los usuarios de las distintas áreas, cuentan con una impresora ya sea multifunción, matricial, o a tinta; en lo que respecta a la creación de las cuentas de usuario en las computadoras se tienen configurados indistintamente perfiles de administrador y de invitado.

No se tiene un servicio de *Active Directory* con el cual se pueda registrar los nombres de usuario, contraseñas, privilegios y tipos de cuentas. Las PC de la Institución pueden o no tener contraseñas y en muchos de los casos esta es conocida por varias personas, lo cual no representa ninguna seguridad para la

información de los usuarios. El hecho de no tener una cuenta de administrador con contraseña solamente para el personal de sistemas hace que el manejo y administración de los equipos sea más difícil y los usuarios hagan cambios indebidos o no permitidos.

No se tiene un control del software instalado en cada PC, esto perjudica la cantidad de recursos que se utilizan del equipo y hace que dichas máquinas se queden con espacio de disco duro insuficiente y con servicios de inicio innecesarios. Además todas las cuentas de usuario tienen IP con acceso a Internet, lo que hace que algunos empleados naveguen en sitios prohibidos o realicen descargas de música y videos mientras están en horas de trabajo.

*Aulas.*-Existe una computadora por cada aula de los quintos y sextos cursos, éstas cuentan con un proyector de video instalado en el techo de cada aula, dicho equipo en la mayor parte de paralelos se encuentran en perfectas condiciones, en otros averiado y en algunos ya no existen por falta de seguridad física.

Los usuarios tienen privilegios de administrador o de invitado indistintamente en todos los computadores, el profesor y el alumno deben ingresar con la cuenta respectiva cuando están en clase; es importante indicar que en las aulas no se tiene un debido control del software ni de los privilegios de las cuentas de usuario ya que se ha observado que el alumno en su interés de aprender, experimenta realizando cambios de contraseñas, instalando aplicaciones ajenas al ámbito educativo, cambiando direcciones IP y muchas de las veces se requiere más que una restauración del sistema operativo para reparar y corregir fallos provocados por dichos cambios sin un conocimiento suficiente en temas informáticos.

*Laboratorio de Informática.*-Los estudiantes cuentan con tres laboratorios de Informática ubicados en los edificios Central, Internado, y Sur respectivamente; además de un adicional en el edificio internado con máquinas proporcionadas por el Ministerio de Telecomunicaciones (MINTEL), las computadoras que se encuentran en cada sala de los laboratorios poseen dos cuentas de usuarios con diferentes perfiles, una de administrador que es utilizada por el profesor o por el administrador de sistemas y el segundo perfil con acceso limitado para el uso de estudiantes.



Los perfiles de los usuarios estudiantes y profesores son solamente configurados en cada máquina mas no en un servidor que le de permisos o privilegios dependiendo del tipo de usuario.

El acceso a Internet no está restringido para ningún sitio web y eso hace que los alumnos accedan a páginas con contenido nocivo, prohibido o de fines no académicos, descargas de música y videos, haciendo que se utilicen los recursos de red con tráfico innecesario.

### **2.4.3 RED LÓGICA**

Se realiza el análisis del direccionamiento, enrutamiento y configuración de la red de Comunicación del INM, de acuerdo a la información proporcionada por parte del personal de Sistemas y por los datos obtenidos en el levantamiento de información.

#### **2.4.3.1 Direccionamiento IP**

Actualmente la red del INM se encuentra trabajando bajo la segmentación de red 192.168.0.0 con máscara 255.255.0.0. El direccionamiento IP está segmentado de acuerdo a la cantidad de usuarios que se encuentran en las distintas áreas, dicha distribución del direccionamiento IP es generado por el Servidor *Proxy* que filtra las IP de tal manera que no se pueden comunicar entre áreas.

El Instituto Nacional Mejía como se ha mencionado anteriormente está estructurado por los edificios Central, Internado y Sur, la mayor parte de la gestión de direccionamiento se realiza en el edificio Central ya que en dicho bloque se encuentran instaladas todas las áreas tanto administrativas como docentes; en los otros dos edificios solo trabajan con laboratorios de Informática y oficinas de inspección que no tienen acceso al Internet.

Es necesario indicar que en el edificio SUR no se tiene una segmentación IP, por cuanto las salas del laboratorio son utilizadas para realizar prácticas básicas de nivel informático.

En el edificio INTERNADO, las estaciones de trabajo del laboratorio de informática están formando una red LAN independiente del resto de edificios, con



IP configuradas manualmente en cada PC, además se encuentran en mantenimiento equipos del proyecto MINTEL por tal motivo el direccionamiento para estas PC no se encuentra registrado.

Para el levantamiento de información de las IP, se observó que no existe una organización ni secuencia en los nombres de las computadoras debido a que usuarios ya sean administrativos, docentes o alumnos manipulan la dirección IP de las PC por tener facilidad de acceso con privilegios o por cuestiones académicas, por ende no coincide el direccionamiento IP registrado en la base de datos del departamento de Sistemas con respecto a la configuración que se encuentra actualmente en cada estación de trabajo. Ver ANEXO B

#### **2.4.3.2 Enrutamiento lógico**

Actualmente no existe ningún método de enrutamiento lógico dentro de la red del Instituto Nacional Mejía ya que no se cuenta con dispositivos de capa 3, sino solamente con *switches* de capa 2 en cascada.

#### **2.4.3.3 Configuración del direccionamiento IP**

La configuración del direccionamiento IP se realiza indistintamente de manera dinámica y estática. Dicha configuración representa un problema en lo que respecta a la administración y gestión de la red de manera adecuada, ya que en algún momento en el que se presente un fallo en un punto de la red se debe ingresar con una IP que pertenezca al departamento respectivo y tratar de realizar la corrección correspondiente. Esto quiere decir que no tienen segmentado por VLAN, simplemente se agrupan por rangos de IP de la misma red.

#### **2.4.3.4 Aplicaciones**

El Instituto Nacional Mejía se encuentra en proyectos de ejecutar aplicaciones del tipo educativo como servidores de notas que se conecten con el Ministerio de Educación y Cultura, actualmente se ejecutan una variedad de aplicaciones básicas que en toda institución se utilizan y otras que se ejecutan a modo de pruebas, como son la página web y el mencionado registro de notas.

Actualmente se tiene dos aplicaciones antivirus, el Avira Free Edition para las computadoras de todos los departamentos y el Karspersky para el departamento de Colecturía, se tiene planificado en un futuro cambiarse al antivirus Avira con licencia pagada.

La página Web del Instituto Nacional Mejía se encuentra en etapas de prueba y se ejecutan mediante un Servidor que trabaja con la distribución Linux RED HAT 6 y Windows Server 2008; por el momento el sitio web solamente es visible en la red interna del colegio y lo que se requiere es publicar este contenido en la Internet para que sea visto por el mundo entero.

No se cuenta con una plataforma o sistema centralizado para la base de datos de todo el personal del Instituto Nacional Mejía, esto hace que se independice la información por departamentos y no exista un fácil manejo de los datos que cada área puede necesitar en su momento, ya que dicha información no está compartida para todos los usuarios dando como resultado pérdida de tiempo y recursos; no se tiene accesibilidad a los datos ni tampoco seguridad, por cuanto no existe un establecimiento de claves para identificar al personal autorizado.

APLICACIÓN	NÚMERO DE MÁQUINAS CON APLICACIONES INSTALADAS				
	ADMINISTRATIVO	HISTORIA	LABORATORIOS	AULAS	CIENCIAS
Ofimática Ubuntu	4	1	90	18	0
Microsoft Office 2007	44	1	45	0	4
Antivirus Avira Free	44	1	135	18	4
Antivirus Karspersky	5	0	0	0	0
Internet explore 6.0	44	1	45	18	4
Protocolo TCP/IP	49	1	135	18	4
Foxit Reader	4	1	90	18	4
Acrobat Reader	49	1	135	18	4
WinZip/winrar	49	1	135	18	4
Visual Basic	0	0	135	18	4
Acceso a CD	49	1	135	18	4
Acceso a USB	49	1	135	18	4
Flash player	49	1	135	18	4

**Tabla 2.7 Número de máquinas con aplicación instalada en el edificio Central**

En el sistema operativo Windows XP Professional Service Pack 2 se tienen instaladas diferentes aplicaciones para la utilización del usuario final, dependiendo del departamento, laboratorio, o materia. Cabe mencionar que en las máquinas de las aulas y algunas de los departamentos se tiene el Sistema Operativo Ubuntu en el cual solamente se trabaja con Open Office y no se tiene ningún antivirus.

#### **2.4.3.5 Servicios**

El proveedor del servicio de Internet que utiliza el Instituto Nacional Mejía es New Access S.A., contratando un canal con capacidad de 4 Mbps para toda la Institución. Este servicio no tiene restricción a modo de seguridad para el ingreso a los usuarios, ya que no se ha definido políticas de acceso para el personal administrativo, docente, alumnado y visitantes.

##### *Acceso al Internet*

Este servicio se encuentra administrado por el personal de Sistemas, no existe un tipo de filtrado para acceso a cualquier página de tal manera que el usuario puede ingresar a ciertas páginas con propósitos no académicos lo que resulta perjudicial para la Institución por consumo de ancho de banda, tráfico y saturación en el canal. Cualquier usuario de la Institución o un visitante tiene acceso al Internet ya que no existe restricción de IP, ni de MAC, permitiendo de tal forma el consumo del servicio de manera innecesaria. La disponibilidad del servicio que provee New Access S.A. hacia el Instituto Nacional Mejía es muy inestable ya que la última milla que llega a la Institución es radio enlace que en condiciones ambientales meteorológicas tiende a presentar interferencias en la comunicación, dificultando el servicio de Internet.

##### *Servicio de Página Web*

La idea de esta página que se encuentra en construcción es que sea utilizado por usuarios tanto internos como externos para acceder a la información del Instituto Nacional Mejía, el servidor se encuentra alojado actualmente en las instalaciones del establecimiento y administrado por el personal de Sistemas, se debe establecer políticas de seguridad en lo que respecta al acceso y uso de la página web, publicaciones, respaldos y actualizaciones.

#### **2.4.3.6 Seguridad**

En términos de seguridad la Institución no cuenta con un sistema que permita la restricción de ingresos a sitios web con fines no educativos. El servicio de Internet se maneja con una seguridad muy limitada ya que solo se cuenta con un Antivirus lo cual muchas de las veces no es actualizado en su debido tiempo. No se tiene una administración adecuada de las cuentas de usuario, ni de contraseñas sean estos para el personal administrativo, alumnado o docentes, permitiendo de tal modo que los equipos de trabajo sean vulnerables a los ataques a virus, troyanos.

No se tiene un firewall ya sea este, hardware o software que permita un bloqueo de acceso no autorizado tanto del exterior como de la red LAN del Instituto Nacional Mejía, ya que no existen políticas de red que permitan un control de flujo adecuado de datos hacia el interior y exterior de la red.

Todas las máquinas tienen la facilidad de acceso a puertos USB para conectar dispositivos externos, esto hace que los equipos de la red estén vulnerables a virus, gusanos, robots y además del robo de información. En la red del Instituto Nacional Mejía los peligros de ataques son en su mayoría internos que externos.

En la parte física no se tiene cámaras de video vigilancia como parte de seguridad ya que el personal de la Institución no está de acuerdo en su instalación, por cuestiones estéticas más que tecnológicas. No se concientizan de la importancia que tiene el instalar dispositivos de seguridad dentro de los edificios.

Realizando un análisis completo tanto de la seguridad lógica como física en el Instituto Nacional Mejía se resume que no cuenta con las medidas adecuadas de seguridad en la red de comunicaciones, tampoco existen políticas ni normas, lo que resulta un problema ya que se tiene pérdida de información y recursos.

#### **2.4.3.7 Análisis de tráfico**

Debido a que el Instituto Nacional Mejía no cuenta con telefonía IP, las redes de voz y datos se encuentran separadas en infraestructuras diferentes, por lo tanto se hará una descripción para cada una de ellas.

### *Tráfico de datos*

Como se ha mencionado anteriormente, el edificio Central es el único que tiene una red de comunicaciones con salida a Internet; por tal motivo el análisis de tráfico se realiza solamente en dicho edificio. Cabe indicar que internamente no existe tráfico de datos en la red debido a que no comparten recursos como archivos o aplicaciones, incluso pueden seguir trabajando si se apagarán todos los servidores existentes. El único tráfico que circula es el de Internet tanto de las áreas administrativas como de las aulas y laboratorios de informática.

Los datos exhibidos fueron obtenidos por el proveedor del servicio de Internet New Access y presentados mediante un vínculo a la aplicación PRTG de sus servidores<sup>5</sup>, cabe indicar que la capacidad máxima que actualmente ofrece dicho proveedor es de 4 Mbps repartido 3 Mbps para el enlace del cuarto de equipos y el restante para el área de Colecturía.

La información que se tiene en la ANEXO C detalla el consumo de tráfico de velocidad de entrada y salida del Internet. El muestreo se realizó desde el día 1 de septiembre de 2011 hasta el 31 de diciembre de 2011.

### *Tráfico diario*

El análisis que se ha realizado para el consumo de tráfico en el Instituto Nacional Mejía durante cuatro meses se basa en un monitoreo diario de la salida de Internet, en el cual se puede observar que existió un mayor consumo el día 25 de Octubre del 2011 en el intervalo de 11:00 a 12:00 am ver figura 2.43, por investigaciones realizadas con personal administrativo de la red indican que fue por actividades académicas relacionadas a las fechas de evaluación de las diferentes materias.

El valor máximo de la velocidad de entrada es de 3702 Kbps y de salida 234 Kbps, tomando en cuenta que son valores analizados solamente del día indicado, mientras que el valor 3936 Kbps es por el análisis de todo el mes, el cual indica que se ha generado mayor consumo que los demás días en dicha fecha.

---

<sup>5</sup> <http://traffic.new-access.net/sensor.htm?id=3220>

## Tráfico del día de mayor consumo en el mes de Octubre

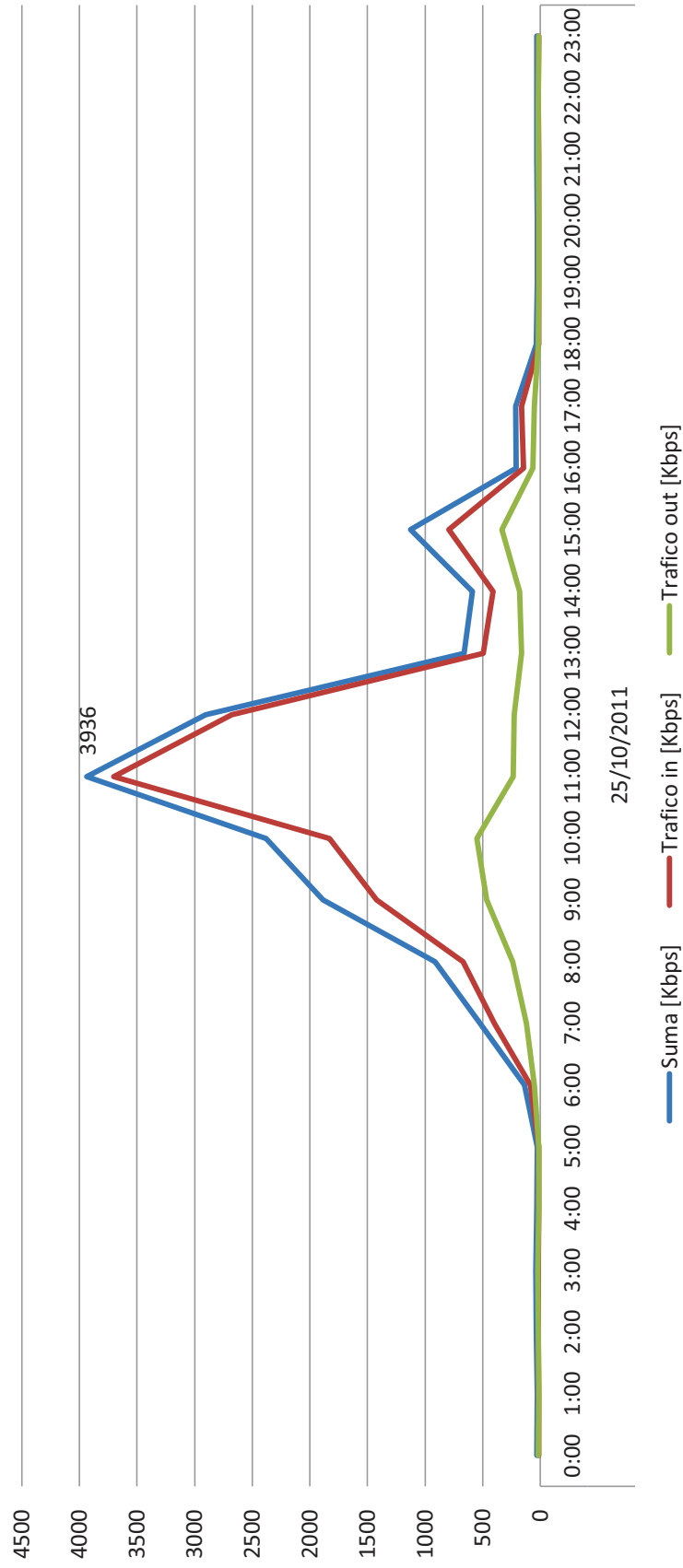


Figura 2.43 Tráfico en velocidad por día [Kbits/s]

Valor	Velocidad IN (Kbps)	Velocidad OUT (Kbps)
Máximo	3702,00	552,00
Promedio	513,54	125,25

Fecha	Hora	Suma [Kbps]	Trafico in [Kbps]	Trafico out [Kbps]
25/10/2011	0:00	31	15	16
	1:00	27	13	14
	2:00	34	16	18
	3:00	38	18	20
	4:00	29	14	15
	5:00	28	15	13
	6:00	137	84	53
	7:00	519	398	121
	8:00	911	671	240
	9:00	1885	1421	464
	10:00	2380	1828	552
	11:00	3936	3702	234
	12:00	2906	2679	227
	13:00	661	497	164
	14:00	589	410	179
	15:00	1126	793	333
	16:00	210	147	63
	17:00	214	162	52
	18:00	33	15	18
	19:00	24	12	12
	20:00	28	14	14
	21:00	30	14	16
	22:00	32	16	16
	23:00	29	14	15

**Tabla 2.8 Tráfico del día de mayor consumo en el mes de Octubre**

La figura 2.43 se basa en los datos obtenidos en el día de mayor consumo dentro de la semana del muestreo. Se tiene tráfico de red desde las 7:00 am hasta las 16:00 horas teniendo un pico máximo de consumo alrededor de las 11:00 horas. Ver los detalles del consumo en la tabla 2.8.

#### *Tráfico semanal*

El tráfico que se consume muchas de las veces es por la falta de seguridad lógica ya que no existe restricción de páginas de Internet lo que hace que cualquier usuario acceda al Internet. En la figura 2.44 se aprecia que existen tres tendencias las cuales indican velocidad de subida, bajada y la suma correspondiente, de ello se puede acotar que en el transcurso del día se tiene un pico máximo de 3936 Kbps que corresponde al consumo de Internet que en su mayoría pertenece a los laboratorios de informática y aulas del Edificio Central.

## Semana de consumo máximo en el mes de Octubre

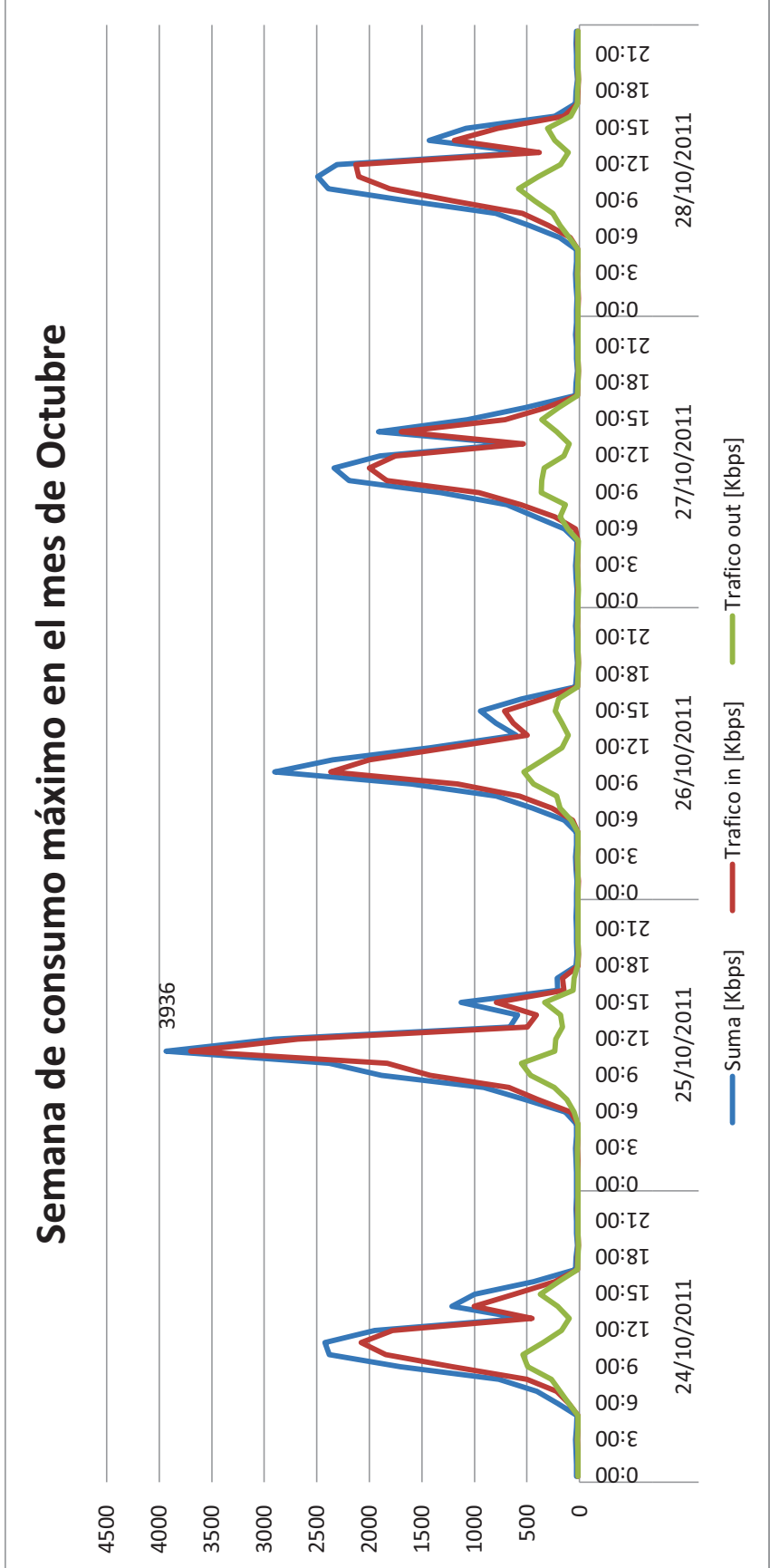


Figura 2.44 Tráfico en velocidad por semana [Kbits/s]

Valor	Velocidad IN (Kbps)	Velocidad OUT (Kbps)
Máximo	3702,00	581,00
Promedio	444,41	128,69



Fecha	Hora	Suma [Kbps]	Trafico in [Kbps]	Trafico out [Kbps]
29/10/2011	0:00	27	12	15
	1:00	33	16	17
	2:00	27	14	13
	3:00	28	15	13
	4:00	37	18	19
	5:00	40	20	20
	6:00	34	17	17
	7:00	36	18	18
	8:00	37	18	19
	9:00	31	16	15
	10:00	34	17	15
	11:00	38	18	20
	12:00	23	12	11
	13:00	34	18	16
14:00	24	12	12	
15:00	29	14	15	
16:00	38	19	19	
17:00	34	17	17	
18:00	34	17	17	
19:00	34	17	17	
20:00	29	15	14	
21:00	34	16	18	
22:00	38	19	19	
23:00	33	17	16	
0:00	28	15	13	
1:00	35	17	18	
2:00	26	13	13	
3:00	25	12	13	
4:00	36	18	18	
5:00	39	19	20	
6:00	35	18	17	
7:00	34	17	17	
8:00	39	20	19	
9:00	31	16	15	
10:00	32	16	16	
11:00	38	18	20	
12:00	22	11	11	
13:00	31	16	15	
14:00	24	12	12	
15:00	32	17	15	
16:00	38	19	19	
17:00	35	18	17	
18:00	32	16	16	
19:00	34	16	18	
20:00	29	15	14	
21:00	34	16	18	
22:00	38	19	19	
23:00	33	16	17	

Fecha	Hora	Suma [Kbps]	Trafico in [Kbps]	Trafico out [Kbps]
27/10/2011	0:00	31	15	16
	1:00	25	13	12
	2:00	33	16	17
	3:00	40	20	20
	4:00	30	16	14
	5:00	26	14	12
	6:00	146	36	110
	7:00	419	235	184
	8:00	794	566	238
	9:00	1413	955	458
	10:00	2354	1833	521
	11:00	2337	2001	336
	12:00	1900	1750	150
	13:00	631	533	98
14:00	1228	1012	216	
15:00	1068	707	361	
16:00	518	318	200	
17:00	39	20	19	
18:00	34	17	17	
19:00	22	11	11	
20:00	28	14	14	
21:00	30	16	14	
22:00	36	19	17	
23:00	29	14	15	
0:00	31	16	15	
1:00	25	12	13	
2:00	32	16	16	
3:00	38	18	20	
4:00	30	14	16	
5:00	29	14	15	
6:00	168	90	98	
7:00	479	296	183	
8:00	797	545	252	
9:00	1638	1208	430	
10:00	2389	1808	581	
11:00	2492	2099	393	
12:00	2310	2128	182	
13:00	491	382	109	
14:00	1430	1192	238	
15:00	1081	778	303	
16:00	441	241	200	
17:00	40	20	20	
18:00	35	17	18	
19:00	21	10	11	
20:00	28	14	14	
21:00	31	15	16	
22:00	35	18	17	
23:00	30	14	16	

Fecha	Hora	Suma [Kbps]	Trafico in [Kbps]	Trafico out [Kbps]
25/10/2011	0:00	31	15	16
	1:00	27	13	14
	2:00	34	16	18
	3:00	38	18	20
	4:00	29	14	15
	5:00	28	15	13
	6:00	137	84	53
	7:00	418	230	188
	8:00	866	596	270
	9:00	1737	1273	464
	10:00	2380	1828	552
	11:00	3936	3702	234
	12:00	1943	1774	169
	13:00	662	561	101
14:00	1280	1045	235	
15:00	1126	793	333	
16:00	444	244	200	
17:00	39	19	20	
18:00	33	15	18	
19:00	24	12	12	
20:00	28	14	14	
21:00	30	14	16	
22:00	32	16	15	
23:00	29	14	15	
0:00	31	15	16	
1:00	25	12	13	
2:00	34	18	16	
3:00	40	20	20	
4:00	30	14	16	
5:00	29	14	15	
6:00	146	67	79	
7:00	448	264	184	
8:00	792	573	219	
9:00	1599	1159	440	
10:00	2380	1850	530	
11:00	2349	2001	348	
12:00	1421	1253	168	
13:00	313	205	108	
14:00	1173	1007	166	
15:00	1068	715	353	
16:00	555	355	200	
17:00	40	20	20	
18:00	28	14	14	
19:00	22	10	12	
20:00	28	14	14	
21:00	31	15	16	
22:00	36	18	18	
23:00	29	14	15	

Tabla 2.9 Semana de consumo máximo en el mes de Octubre.

Se puede notar que el tráfico de entrada es mayor que el de salida debido a que las actividades que más se realizan son de consulta y descarga, ver el detalle del consumo en la tabla 2.9.

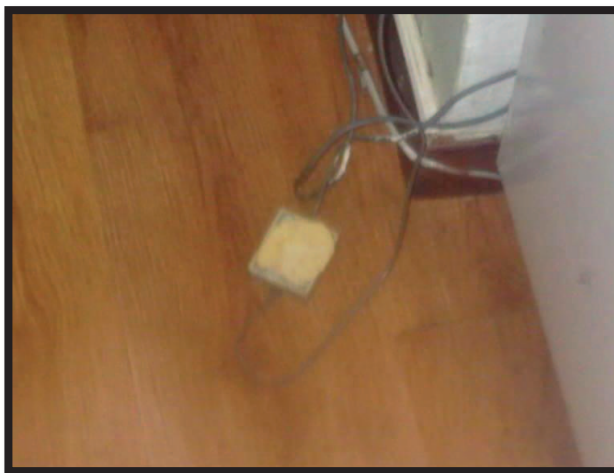
Las aplicaciones que los usuarios administrativos utilizan diariamente no requieren servicios de red por lo cual no generan tráfico entrante ni saliente por la red de datos. La única aplicación que consume el ancho de banda contratado es Internet *Explorer* para las áreas administrativas y laboratorio de informática del edificio Central y Firefox para las aulas de quintos y sextos cursos.

Del análisis se resume que un canal de datos de 4 Mbps es suficiente para cubrir la demanda de tráfico actual en la red de comunicaciones.

## **2.5 ANÁLISIS DE LA RED DE TELEFONÍA ACTUAL**

El servicio de telefonía para el Instituto Nacional Mejía lo provee la Corporación Nacional de Telecomunicaciones; se distribuye internamente mediante extensiones las cuales no cuentan con una organización jerárquica de seguridad eficiente. El servicio de telefonía es utilizado en los tres edificios de la Institución.

En cuanto al cableado se realiza mediante par telefónico, en toda la Institución se utilizan solamente dispositivos analógicos para llamadas y en los departamentos de rectorado, vicerrectorado, colecturía, almacén, servicio médico, secretaria, asociación y DOBE se utilizan equipos de fax para el intercambio de documentos.



**Figura 2.45 Roseta de telefonía mal ubicada**

El usuario al no tener un servicio telefónico adecuado y eficiente, se ve obligado a realizar conexiones no autorizadas de manera rústica “pinchando” los cables que cruzan por las oficinas sin protección alguna con el fin de realizar llamadas sin tomar en cuenta que afectan al resto del personal de la institución.

La red de voz del Instituto Nacional Mejía no cuenta con un cableado adecuado, ya que las extensiones telefónicas llegan a las áreas de trabajo directamente y no a un punto de voz en un *faceplate*.

Como se observa en las figuras 2.45 y 2.46, en cada oficina se tiene las llamadas rosetas para hacer la conexión hacia los teléfonos, las cuales no se encuentran ubicadas correctamente, sino que están debajo de los escritorios, colgadas o pegadas en la pared; los cables telefónicos no se encuentran debidamente protegidos ya sea por canaleta o tubería, están adheridos a los bordes de las paredes mediante silicón o grapas con tachuelas.



**Figura 2.46 Roseta para conexión de fax y teléfono**

Al momento el instituto cuenta con 15 líneas telefónicas troncales e internamente con 33 extensiones para dar servicio a 228 usuarios activos, lo que significa que el número de extensiones telefónicas con relación a la cantidad de usuarios es menor; esto representa un problema ya que se vuelve ineficiente el sistema de comunicaciones, por cuanto en una misma área los usuarios tienen que esperar para realizar y recibir llamadas generando muchas de las veces pérdida de las mismas.

### 2.5.1 TRÁFICO DE VOZ

No se cuenta con un software que permita realizar un registro de llamadas entrantes y salientes desde y hacia las extensiones telefónicas, por lo tanto no se puede realizar la medición de tráfico correspondiente; el número estimado de llamadas por departamento se obtuvo de una encuesta realizada a los usuarios, los datos obtenidos no son totalmente confiables ya que las personas tienden a aminorar su consumo telefónico para no ser llamados la atención por parte de las autoridades.

Actualmente existe desorganización en la red de voz del Instituto Nacional Mejía, la Corporación Nacional de Telecomunicaciones provee el servicio de telefonía e internamente se manejan extensiones telefónicas para cada departamento por medio de una PBX, la cual solamente es administrada por personal ajeno a la institución.

DEPENDENCIA	INTERNAS (por día)		EXTERNAS (por día)	
	LLAMADAS ENTRANTES	LLAMADAS SALIENTES	LLAMADAS ENTRANTES	LLAMADAS SALIENTES
Almacén	10	15	20	25
Colecturía	10	10	20	20
Biblioteca	5	5	5	5
DOBE	15	20	15	35
Asociación	10	10	10	10
Departamento Médico	8	8	30	40
Inspección General Central	25	25	25	35
Inspección General Internado	25	25	10	15
Inspección General Sur	25	25	10	15
Rectorado	30	40	50	70
Vicerrectorado	30	35	40	60
Secretaría	15	20	15	20
Tecnología y Sistemas	15	20	15	15
Lab. Informática Central	15	10	5	10
Lab. Informática Internado	15	10	5	0
Lab. Informática Sur	10	10	5	0
<b>TOTAL</b>	<b>263</b>	<b>288</b>	<b>280</b>	<b>375</b>

**Tabla 2.10 Número de llamadas telefónicas por departamento**

Los permisos de las extensiones se encuentran clasificadas por categorías, tales como interno, local, nacional y celular; por tal motivo existen ciertos departamentos en los que solo pueden comunicarse dentro de la Institución y otros que pueden hacer llamadas a números locales, nacionales o celulares.

La clasificación por categoría de las extensiones telefónicas no se encuentra adecuadamente distribuida por lo que el personal administrativo no puede comunicarse externamente de manera efectiva lo que conlleva a que los empleados hagan conexiones no autorizadas y provoquen daños e interferencias.

En la tabla 2.10 se detallan el número de llamadas tanto internas como externas locales, nacionales y celulares, cada una de las llamadas tiene una duración promedio de 3 minutos.

De acuerdo a la tabla, diariamente se realizan un total de 551 y 655 llamadas a nivel interno y externo respectivamente, tanto salientes como entrantes. Cabe mencionar que las llamadas salientes externas se hacen a números locales, nacionales y a celulares.

## **2.6 ANÁLISIS FINAL DEL ESTADO ACTUAL DE LA RED DE COMUNICACIONES DEL INSTITUTO NACIONAL MEJÍA**

De acuerdo a todo lo expuesto anteriormente en lo que respecta a la topología, cableado estructurado, red lógica, aplicaciones, servicios y telefonía, se ve la necesidad de rediseñar totalmente la estructura de la red de comunicaciones del Instituto Nacional Mejía, para este propósito no serán reutilizados los dispositivos de red que actualmente estaban en funcionamiento ya que sufrieron un daño considerable por la caída de un rayo en el edificio Central, no soportaban el tráfico que generan los usuarios de cada área, ni tampoco eran administrables en su mayoría.

A continuación se mencionarán las novedades encontradas a nivel general dentro de la institución de acuerdo a las normas que exige un sistema de cableado estructurado.

*Incumplimientos a la norma ANSI/TIA 568 C.1*

- ✓ No se cuenta con elementos pasivos de cableado estructurado como faceplate y *patch cord* en las áreas de trabajo, debido a que algunas de las máquinas de los usuarios se conectan directamente al switch más cercano.
- ✓ No se tienen instalados dos puntos de red como mínimo en cada área de trabajo
- ✓ No presenta un cableado horizontal ni vertical definidos ya que no se tienen cuartos de telecomunicaciones para brindar servicio a las áreas de trabajo como la norma indica, sino que solamente se ubican dispositivos de red conforme se presentan las necesidades de los usuarios mas no se estima un crecimiento futuro.
- ✓ No se considera la proximidad del cableado horizontal al cableado eléctrico, por lo que se generan altos niveles de interferencia.
- ✓ No existen cuartos de telecomunicaciones con sus elementos relacionados tales como cable horizontal, vertical, racks o armarios para ubicar a los dispositivos que brindan el servicio de red a las áreas de trabajo.
- ✓ Los dispositivos de red no se conectan a regletas con tomas de poder respaldadas por dispositivos UPS.
- ✓ No se cuenta con un espacio reservado para una sala de equipos que brinde servicio de red a todos los usuarios de la institución.
- ✓ Existe facilidad de acceso a los dispositivos de red de la sala de equipos por parte de personas no autorizadas
- ✓ La sala de equipos no presenta adecuada iluminación, protección contra polvo y electricidad estática ni controles de temperatura e incendios.
- ✓ El área destinada a la sala de equipos no cuenta con las dimensiones mínimas requeridas por la norma.
- ✓ No se cuenta con puntos de red en la mayoría de áreas, excepto en pocas aulas de 5tos, 6tos cursos y laboratorios de Informática como tal, por cuanto esto viene a representar una red deficiente ya que la mayoría de los usuarios se conectan directamente desde un dispositivo de red hacia su PC o laptop. Se puede decir que existen más usuarios activos que puntos de red instalados en el establecimiento.

*Incumplimientos a la norma ANSI/TIA 568 C.2*

- ✓ Actualmente la mayor parte de las áreas de la institución trabaja con cable UTP categoría 5, el mismo que debe ser renovado en su totalidad al no ser reconocido por la norma, ya que está sujeto a deteriorarse con el paso del tiempo.
- ✓ Los medios de transmisión utilizados actualmente en la red no cumplen con la norma de cableado estructurado, lo que dificultaría un crecimiento a futuro, ya que se ha observado que desde el área de trabajo hacia el dispositivo de red más cercano han sobrepasado distancias que se encuentran fuera de las capacidades de la categoría del cable utilizado, haciendo que el servicio no sea eficiente para el usuario final.

*Incumplimientos a la norma ANSI/TIA 568 C.3*

- ✓ Ya que la institución no cuenta actualmente con ningún enlace o conexión de fibra óptica, no incumple con la norma.
- ✓ No se cuenta con enlaces entre los edificios que conforman el campus.

*Incumplimientos a la norma EIA/TIA 569 A*

- ✓ Se han encontrado varias deficiencias técnicas tales como la ausencia de uso de canaletas, tuberías, bandejas y escalerillas en varias áreas de la Institución.
- ✓ El cableado de datos y el eléctrico no se encuentra enrutado por separado
- ✓ No existe protección del cableado de datos a pesar de la utilización de canaletas plásticas, ya que en algunos casos no se cuenta con las cubiertas respectivas.
- ✓ En las aulas de bachillerato se encuentra el cable UTP tendido desde el techo hasta el computador sin ningún tipo de canalización.
- ✓ En el área de Colecturía se encuentra el cableado de datos pegado a las barrederas con silicón transparente lo que provocaba que con el tiempo y manipulación se suelte y quede en el piso expuesto a daños.

*Incumplimientos a la norma EIA/TIA 606 A*

- ✓ En las áreas de trabajo del personal administrativo y aulas de bachillerato no se cuenta con ningún tipo de etiquetado que permita identificar con brevedad un daño o inconveniente.
- ✓ Los laboratorios de informática de los tres edificios de la institución cuentan con un etiquetado básico que permite únicamente contabilizar los puntos de red de cada sala, mas no una administración eficiente.

*Incumplimientos a la norma EIA/TIA 607 B*

- ✓ El no contar con un sistema de puesta a tierra que evite que una falla eléctrica o sobrevoltaje afecte a los equipos de red y de cómputo incumple la norma.
- ✓ El instituto sin contar con un sistema de aterrizaje como tal, está sujeto a que el usuario termine lesionado si no se toma las debidas precauciones en el momento oportuno.

*Equipos de conectividad*

En cuanto a los equipos de conectividad, el establecimiento tiene una cantidad de switches en su mayoría de 8 puertos, routers inalámbricos que son colocados de manera provisional de acuerdo a la necesidad del usuario; estos dispositivos están siendo subutilizados ya que no son ocupados todos sus puertos como tal, por lo que a medida que aumenta un usuario más en la red, se va añadiendo un equipo de conectividad, sin tomar en cuenta el crecimiento de esa área a futuro, y de esta manera provoca problemas críticos al momento de localizar un daño en la red.

*Análisis a nivel de la red lógica*

La seguridad lógica de la red no está garantizada ya que todos los usuarios tienen acceso libre a puertos USB, unidad de CD e Internet; esto hace que una contaminación por virus no se pueda evitar en su totalidad disminuyendo el rendimiento de los equipos y posible pérdida de información crítica para los usuarios de la Institución.



Debido a la carencia de servidores que permitan la administración y gestión de direcciones IP y cuentas de usuario, la red actual no garantiza seguridad, confiabilidad, ni disponibilidad; por lo cual se ha visto la necesidad del dimensionamiento de los servidores que corrijan dichos problemas. En lo que respecta al consumo de tráfico se concluye que debido a la falta de cultura para uso de Internet por parte de la comunidad educativa hace que exista un alto consumo en ciertas horas del día dando a entender que los usuarios acceden sin restricción alguna a páginas de carácter no educativo.

La telefonía analógica que utiliza el INM no dispone de la eficiencia que los usuarios requieren, debido a que únicamente se cuenta con una central PBX antigua y difícil de administrar por la ubicación física y desorganización del cableado; además se cuenta con más usuarios que extensiones telefónicas por lo que algunas de las personas que trabajan en la Institución con el afán de realizar y recibir llamadas generan puentes no autorizados desde los cables principales hacia sus teléfonos provocando a veces interferencia y ruido en las llamadas.

En el capítulo 3 se realizará el diseño de la red de comunicaciones del Instituto Nacional Mejía corrigiendo las deficiencias encontradas y mejorando los servicios ofrecidos actualmente; además se implementará un prototipo físico a menor escala, para evidenciar que los servicios diseñados funcionen correctamente en la realidad y demostrar que el proyecto puede ser implementado en su totalidad por la Institución.

## **CAPÍTULO III**

### **REDISEÑO DE LA RED DE COMUNICACIONES DEL INSTITUTO NACIONAL MEJÍA**

#### **3.1 VISIÓN GENERAL**

El Instituto Nacional Mejía objeto de este proyecto se encuentra formado por tres bloques separados, el edificio Central donde se encuentra la zona administrativa, laboratorios de Informática, Biología e Inglés, Museos, Biblioteca y aulas de segundo y tercer año de bachillerato; el edificio sur donde se ubica un laboratorio de informática, sala de profesores y aulas de octavo y noveno año de básica; el edificio Internado el cual consta de un laboratorio de Informática, sala de profesores, audiovisuales y aulas de décimo año de básica y primer año de bachillerato.

El edificio Central y el Internado se encuentran separados por varias canchas y un graderío como se observa en la figura 3.1 La distancia en línea recta que separa los dos edificios es de aproximadamente 150 metros. El edificio Central y el Sur se encuentran separados por la calle Antonio Ante; la distancia de separación es de aproximadamente 100 metros.

#### **3.2 REQUERIMIENTOS PARA LA SOLUCIÓN DEL ANÁLISIS**

Una vez realizado el análisis de la red, esta presenta los siguientes requerimientos:

- ✓ Se requiere utilizar elementos pasivos tales como faceplate, patch cord para un cableado estructurado, dando mayor énfasis en las áreas de trabajo.
- ✓ Para un cableado horizontal se colocará canaletas decorativas de tal manera que brinde protección al cableado y se mantenga la fachada del establecimiento, en lo que respecta al cableado vertical entre pisos de cada edificio se dispondrá de tuberías Conduit.



Figura 3.1 Ubicación de los tres edificios del Instituto Nacional Mejía

- ✓ Se instalará dos puntos de red activos en cada área de manera que el usuario haga uso del mismo.
- ✓ El instituto contará con cuartos de telecomunicaciones en cada piso, verificando que se cumpla con las distancias máximas que exige la norma para llegar al área de trabajo, y si es el caso se dispondrá de un cuarto de telecomunicaciones más por planta, adicional se contará con una sala de equipos en el departamento de Sistemas; estos dos tipos de cuartos deberán contar con todos los elementos relacionados tales como rack o gabinete, regletas con tomas de poder, patch panel, etc.
- ✓ Se utilizará para el cableado horizontal y áreas de trabajo cable UTP categoría 6, y para el cableado vertical categoría 6a, ya que debido a las aplicaciones que se ejecutarán se requieren de este tipo de categorías, ofreciendo escalabilidad. A nivel de backbone no solo circulará el cable UTP categoría 6a, si no fibra óptica ya que los edificios se encuentran separados por calles así como también de canchas deportivas
- ✓ Se dispondrá de una red WiFi para enlazar los 3 edificios de tal manera que genere un backup
- ✓ Se aplicará un etiquetado que permita identificar con brevedad un daño o inconveniente que sufra la red de datos
- ✓ Se contará con equipos de conectividad, basándose en la red jerárquica de Cisco como es Switch de Core, distribución y acceso; Access point
- ✓ A nivel de seguridad se puede indicar que mediante normas, se ejecutará reglas y directrices las que permitirán llevar una buena administración en la red de comunicación. En la parte de seguridad lógica, la red del instituto no solo contará con un buen antivirus, si no con servidores que permita administrar y gestionar de manera eficaz el acceso a la red de datos, como también cuentas de usuario a nivel de intranet.
- ✓ La telefonía IP es un servicio que se pretende aplicar en el instituto, de tal manera que exista comunicación por un solo medio, ahorrando recursos, ya que cursaría la voz a través de la red de datos. Debido a esto, se recomienda la implementación de un sistema de telefonía IP que permita tener las mismas y mejores características que la telefonía tradicional, tales como buzón de voz para dejar y recibir mensajes, música en espera,



transferencias a otras extensiones dentro de la Institución, audioconferencias, grabación de llamadas y facilidad para el monitoreo de las llamadas.

- ✓ Además de los servicios que ofrece la telefonía IP, físicamente no es necesario implementar un sistema de cableado estructurado diferente al de datos para que funcione correctamente; incluso se puede ahorrar el uso de un punto de red ya que los teléfonos IP poseen dos puertos Ethernet, uno para recibir los datos y otro para conectar el computador sin que esto afecte las llamadas o los servicios de red de la PC.
- ✓ MOODLE (*Modular Object Oriented Distance Learning Enviroment*) Entorno de aprendizaje dinámico orientado a objetos y modular, es otro de los servicios que el establecimiento contará para la parte académica permitiendo una mejor interacción entre alumno y profesor no solo en clases, sino virtualmente.

### **3.3 REDISEÑO DEL CABLEADO ESTRUCTURADO**

De acuerdo al análisis realizado en el capítulo 2 se ha visto la necesidad de realizar el rediseño total de la red de comunicaciones del Instituto Nacional Mejía. Para esto se considera una proyección de 10 años tomando en cuenta personal administrativo, docente y alumnado con el fin de realizar un correcto planteamiento del cableado estructurado para que cumpla con las normas ANSI/TIA 568-C, EIA/TIA 569 A, EIA/TIA 606 A y EIA/TIA 607

El número de puntos de red de cada uno de las áreas de todos los edificios corresponden al número de usuarios y máquinas, tomando en cuenta el crecimiento, por ende en 10 años se prevé que no se realizará movimiento ni gasto alguno en la red a menos que sea por un daño causado por mala manipulación de los equipos.

En el edificio Central hay 3 pisos, en cada uno de los cuales se colocarán puntos de red. En forma general se instalarán dos puntos de red por aula cerca del escritorio del profesor, uno activo y uno de respaldo. Adicional se colocarán puntos de audio y video para la utilización de los proyectores que al momento se encuentran instalados.

En los laboratorios de Informática se tendrán varios puntos de red concentrados en un conmutador; otros se distribuirán en el área administrativa, museos y bibliotecas.

Cabe mencionar que no hará falta disponer de un punto de red adicional para la antena WIFI ya que se la colocará en el techo al mismo nivel del cuarto de equipos que está en la oficina de Sistemas y se podrá conectar directamente al *patch panel* del armario de comunicaciones.

En el Edificio Internado existen 4 pisos, en cada uno se colocarán puntos de red distribuidos en las salas de profesores, aulas y laboratorio de Informática. De la misma manera se trabajará en los pisos que componen el edificio Sur y Talleres.

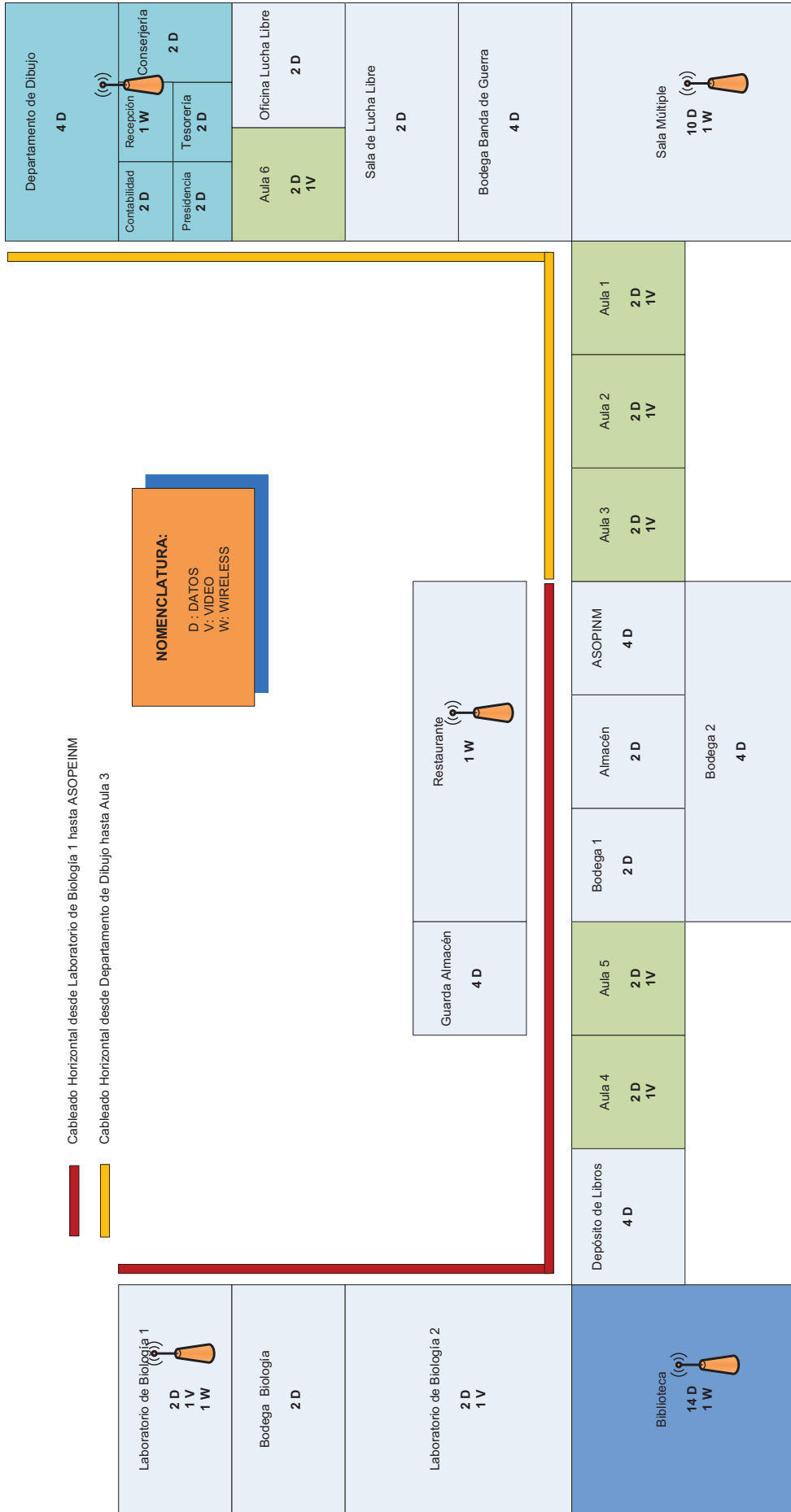
La distribución de los puntos de red en los tres edificios se detalla en las tablas 3.1, hasta la 3.11. En dichas tablas se indican los puntos de red activos, *wireless* y video los cuales estarán conectados a los *switches* de distribución. Esto se lo hace con la finalidad de facilitar la ampliación de la red, ya que no se tendrá que realizar un nuevo cableado sino que se trabajará a nivel de armario de comunicaciones añadiendo conexiones y equipos.

En los diagramas de las figuras 3,2 hasta 3,14 se puede apreciar la ubicación exacta de cada área dentro los edificios, así como también la distribución de los puntos de datos activos y video de las aulas, departamentos y laboratorios.

La red de comunicaciones para el propósito del proyecto se encontrará dividida en tres partes, una en cada edificio, para la interconexión entre ellas se ha elegido el enlace inalámbrico tipo WIFI; formando finalmente una sola red de datos con el mismo direccionamiento IP, garantizando a los usuarios de la Institución el acceso a todos los servicios de red que se ofrezcan como Internet, Moodle, telefonía IP, correo y web.

### **3.4 DISTRIBUCIÓN DE LOS PUNTOS DE RED**

Debido a que el campus del Instituto Nacional Mejía cuenta con una amplia extensión, para el rediseño de la red se dividirá el análisis en tres partes que son Edificio Central, Edificio Sur y Edificio Internado, cada una de ellas se detalla a continuación con sus respectivas áreas internas.



**Figura 3.2 Esquema de distribución de Puntos de red del 1er piso Edificio Central INM**

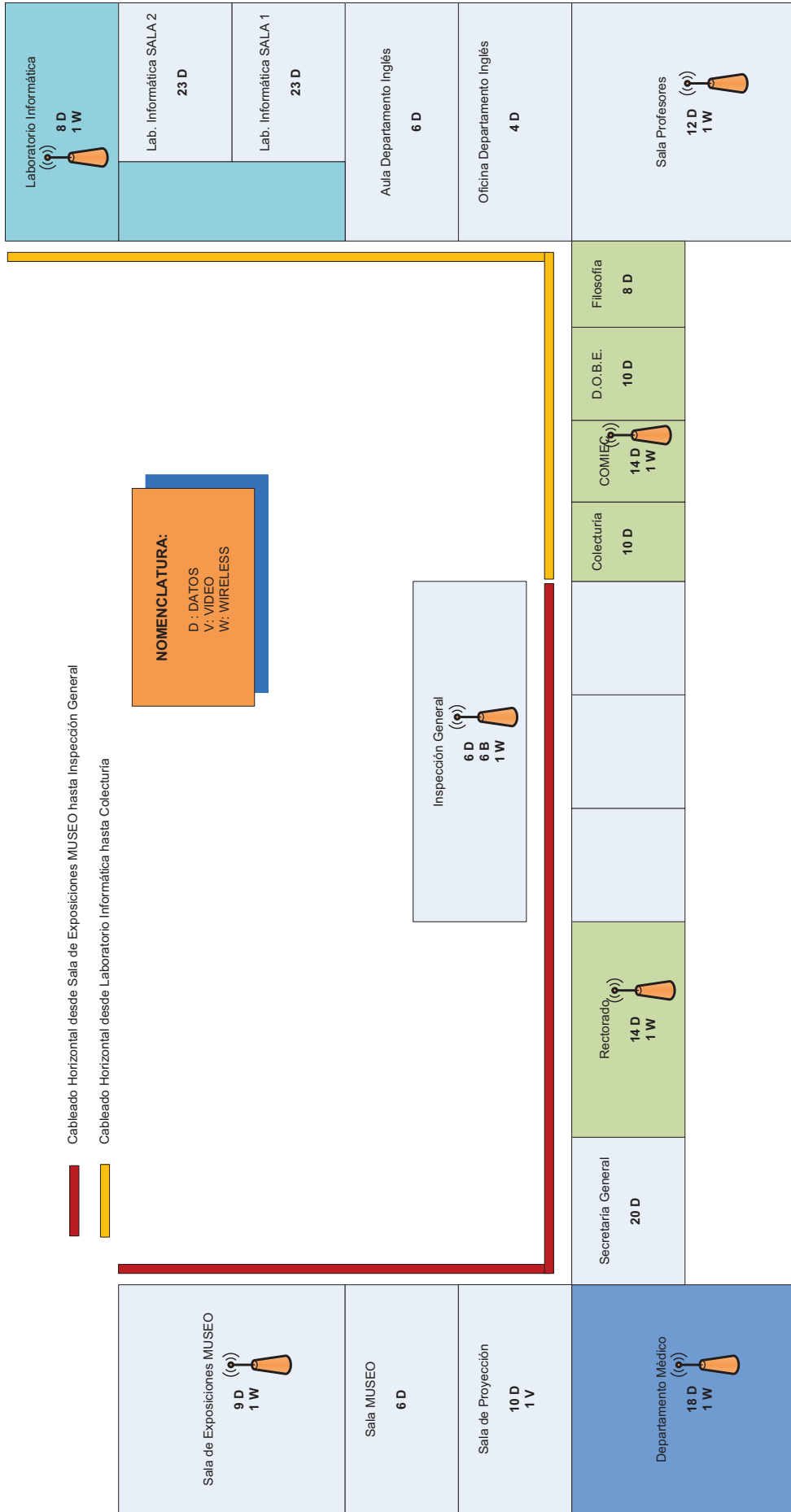


Figura 3.3 Esquema de distribución de Puntos de red del 2do piso Edificio Central INM



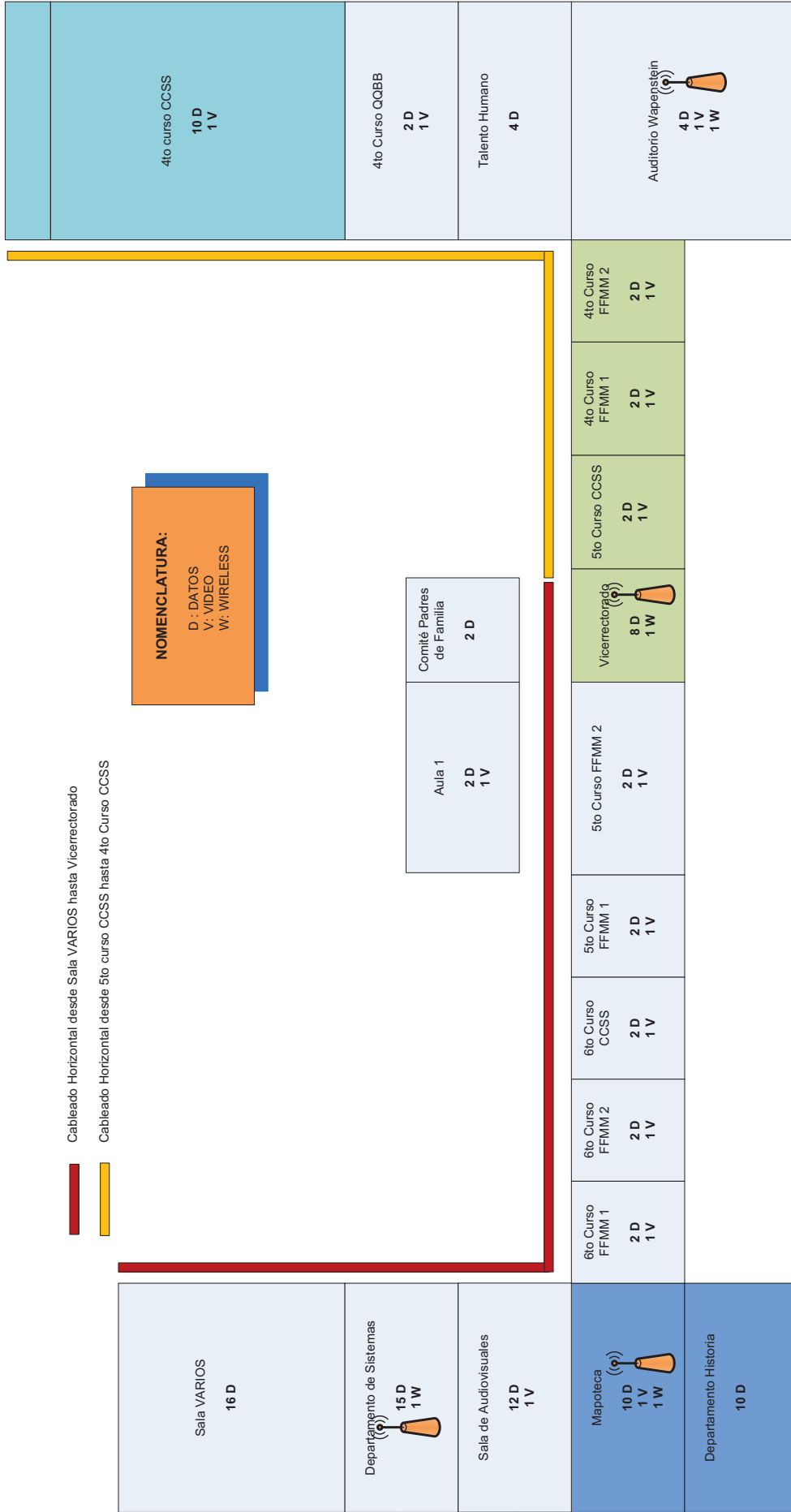


Figura 3.4 Esquema de distribución de Puntos de red del 3er piso Edificio Central INM

Cableado Horizontal de las cuatro áreas de trabajo de esta planta.

**NOMENCLATURA:**  
D : DATOS  
V: VIDEO  
W: WIRELESS

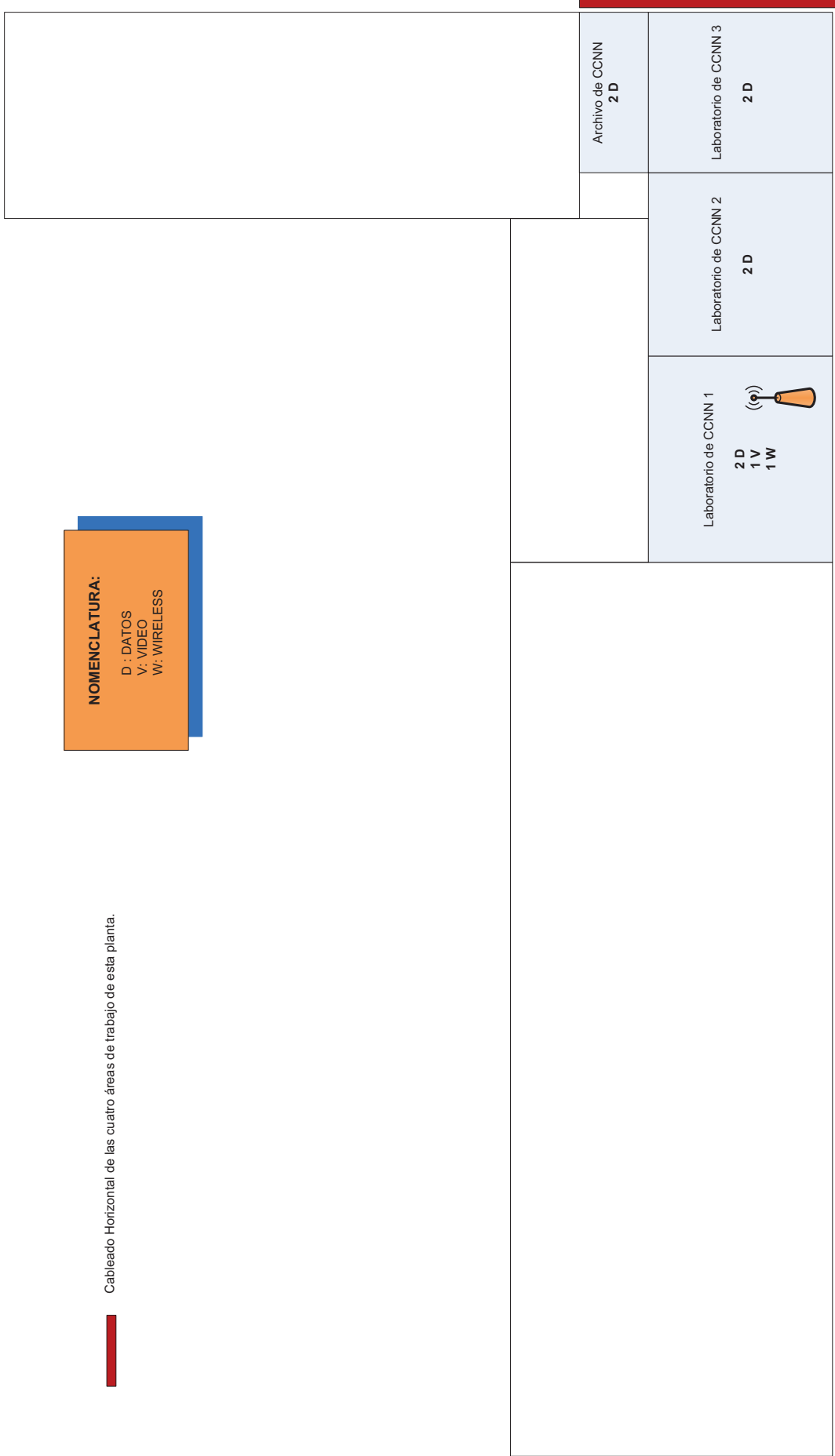


Figura 3.5 Esquema de distribución de Puntos de red del 1er piso Edificio Sur INM

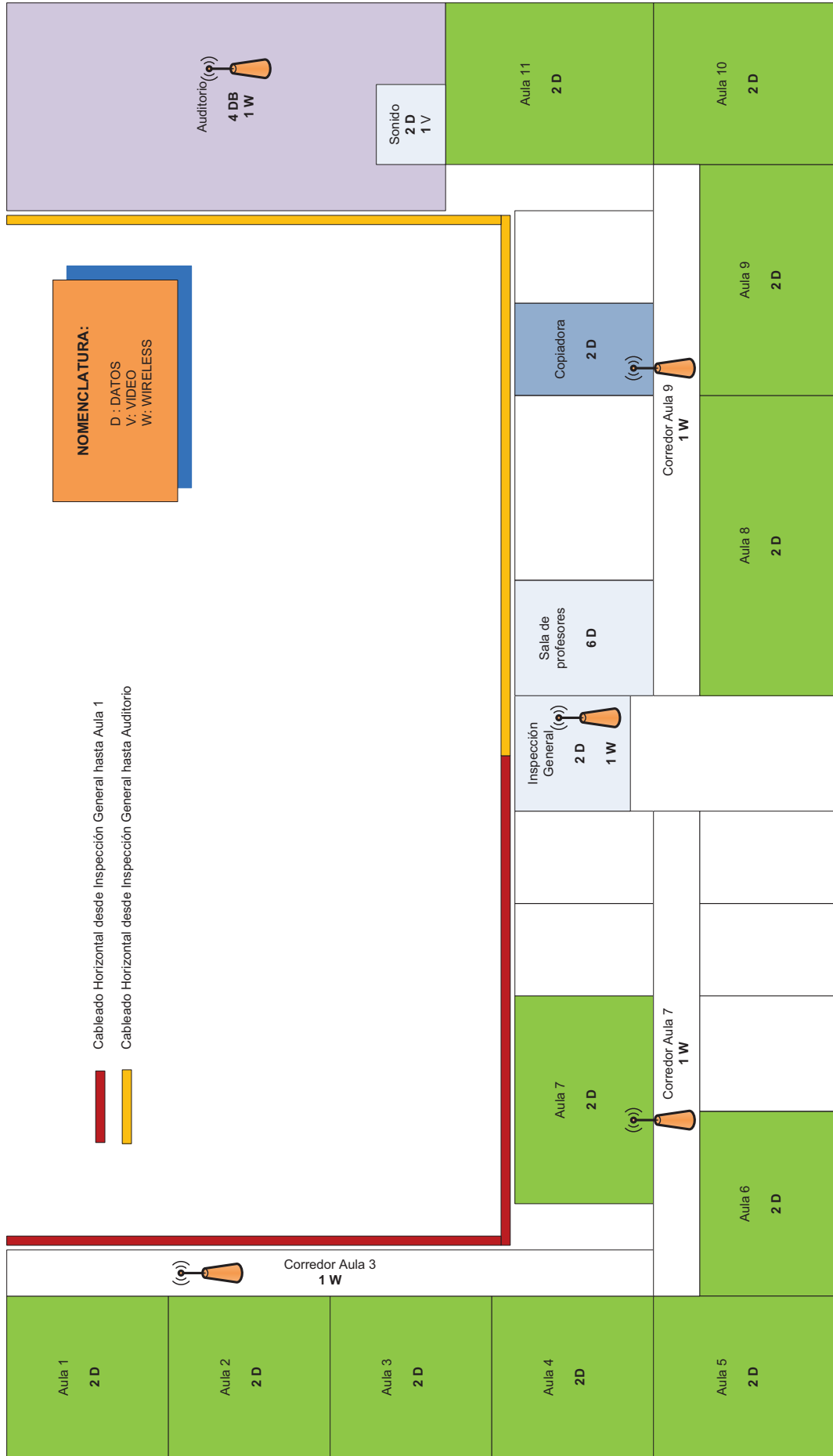
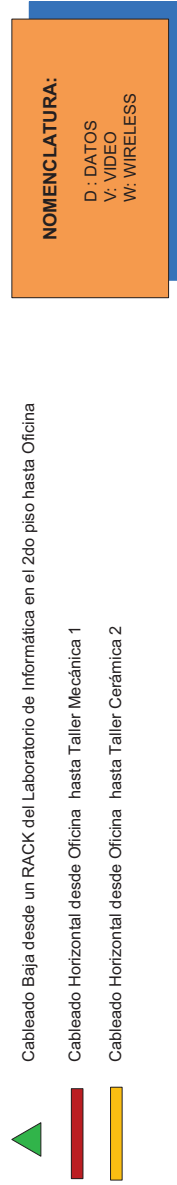
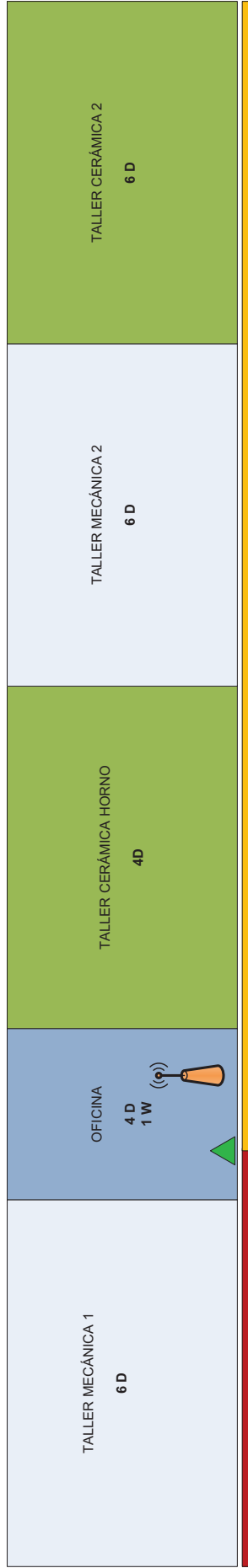


Figura 3.6 Esquema de distribución de Puntos de red del 2do piso Edificio Sur INM



Figura 3.7 Esquema de distribución de Puntos de red del 3er piso Edificio Sur INM



**Figura 3.8 Esquema de distribución de Puntos de red del 1er piso Edificio Sur - Talleres INM**

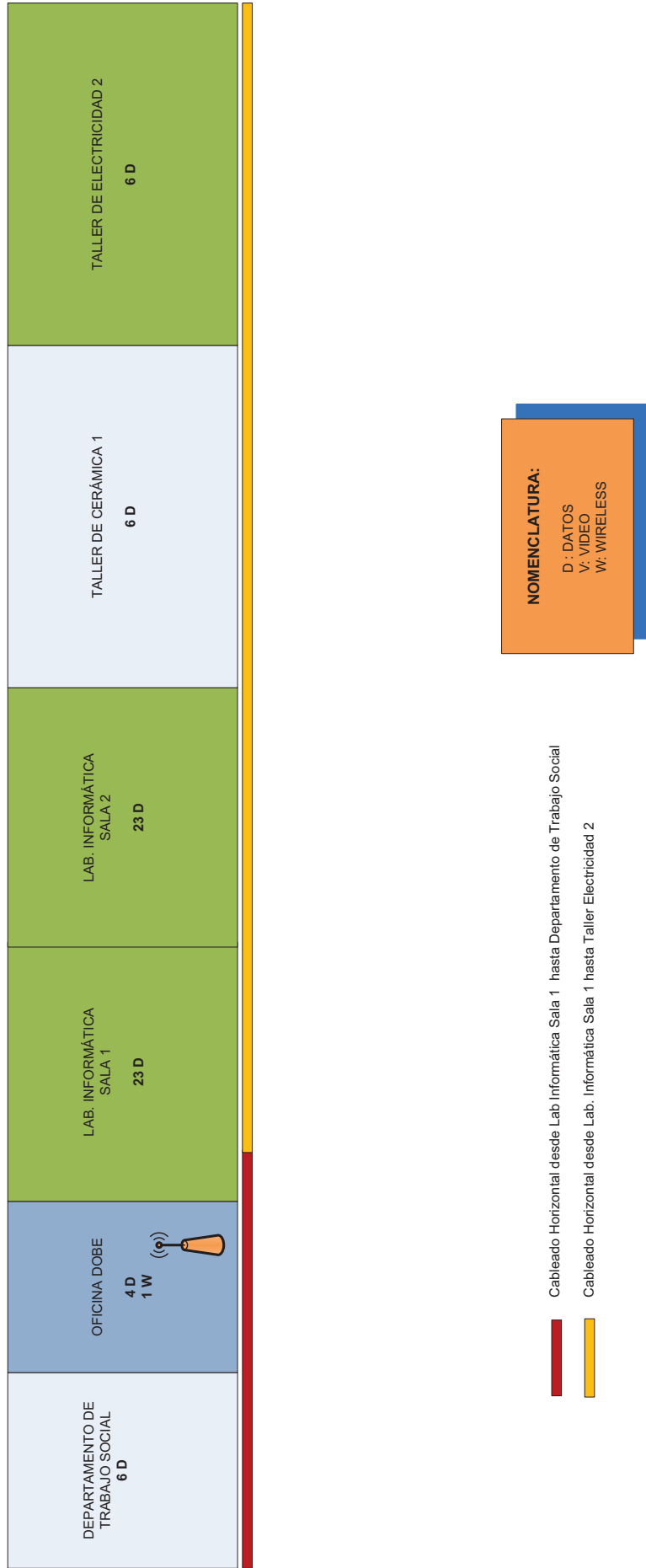
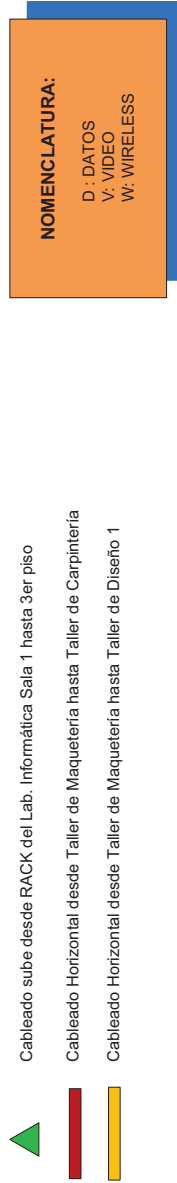


Figura 3.9 Esquema de distribución de Puntos de red del 2do piso Edificio Sur - Talleres INM



**Figura 3.10 Esquema de distribución de Puntos de red del 3er piso Edificio Sur - Talleres INM**

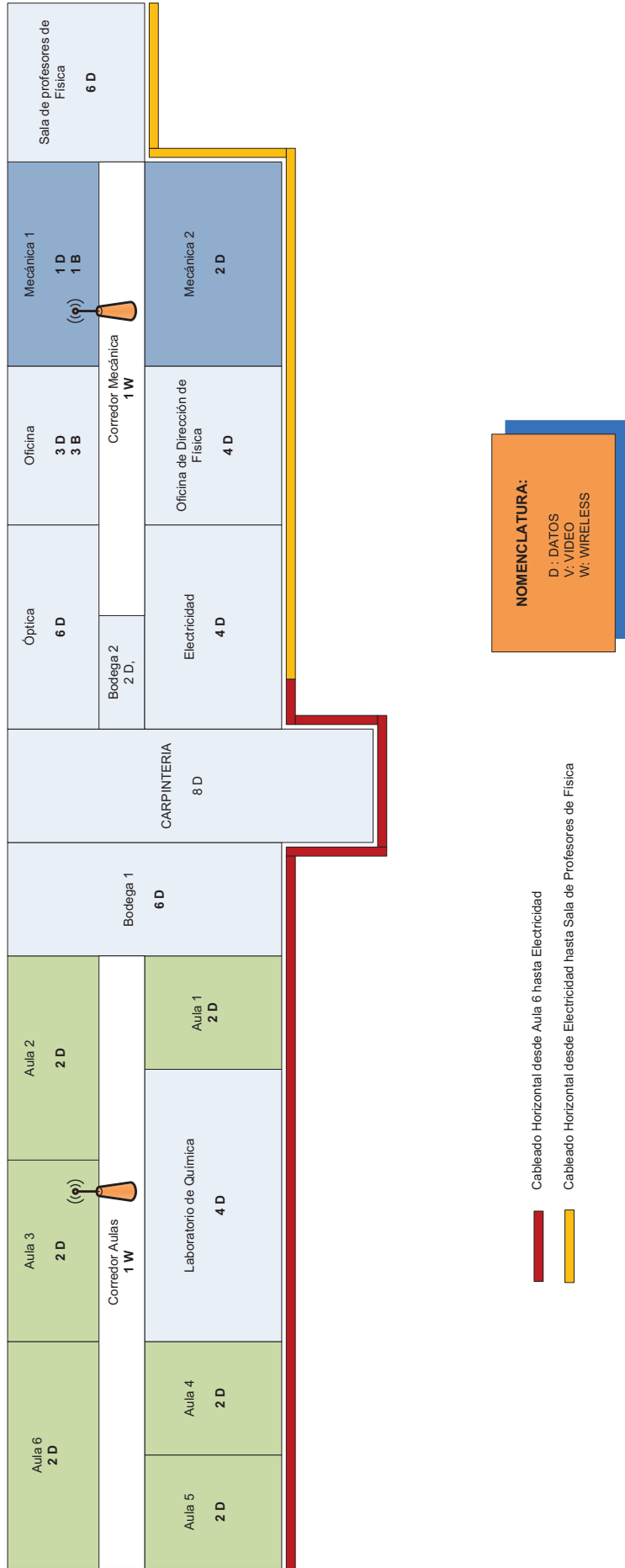
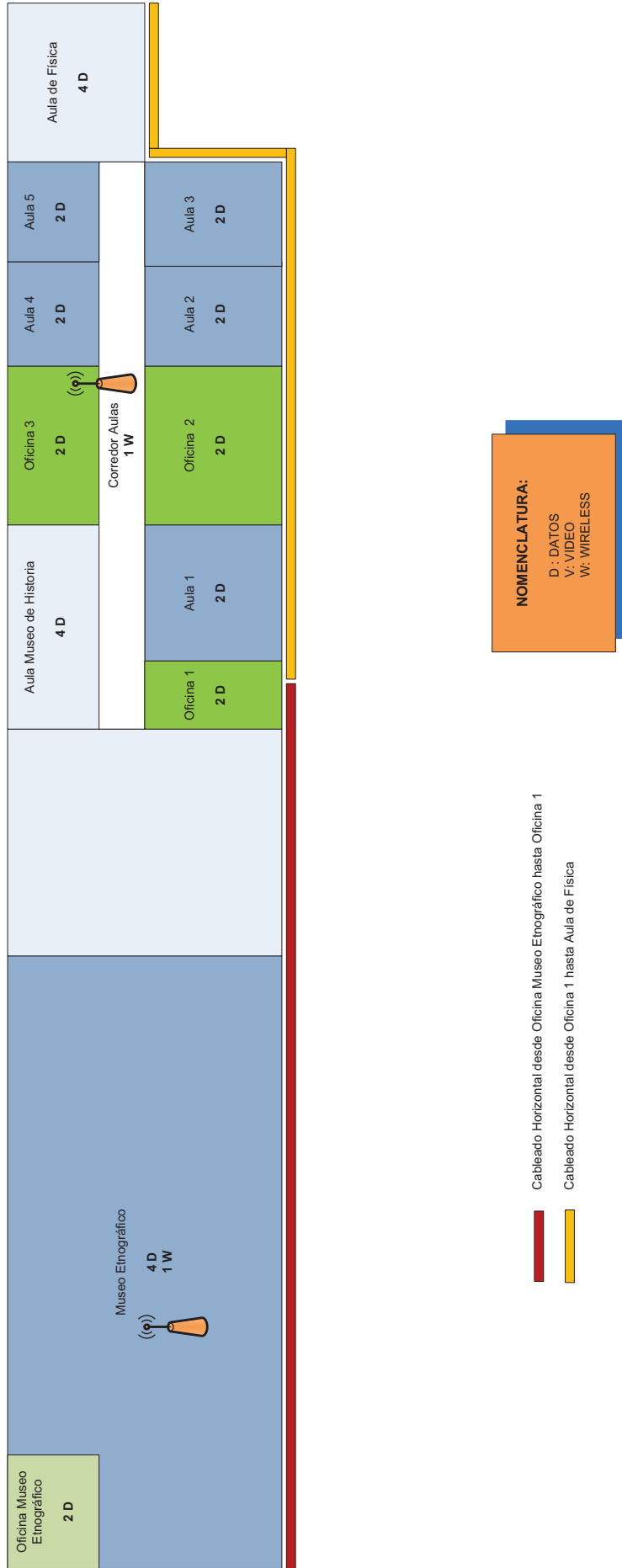


Figura 3.11 Esquema de distribución de Puntos de red del 1er piso Edificio Internado INM





**Figura 3.12 Esquema de distribución de Puntos de red del 2do piso Edificio Internado INM**

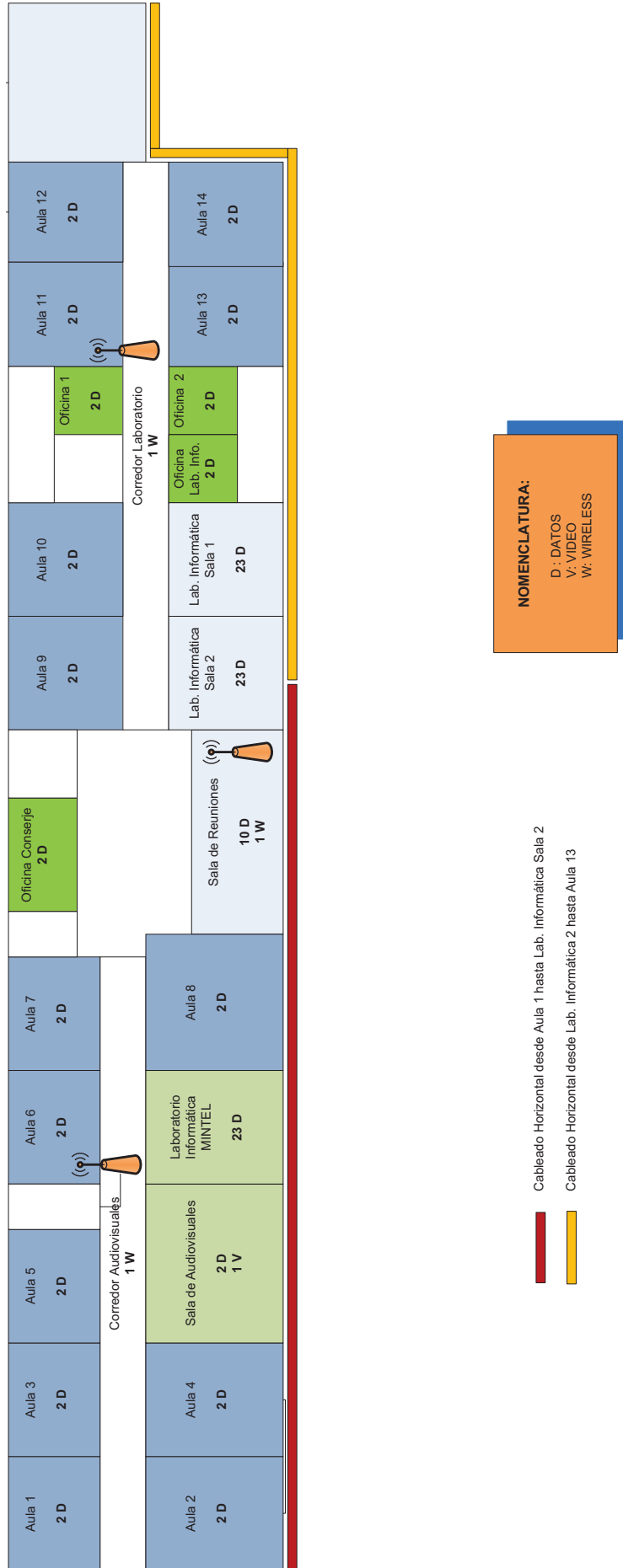


Figura 3.13 Esquema de distribución de Puntos de red del 3er piso Edificio Internado INM

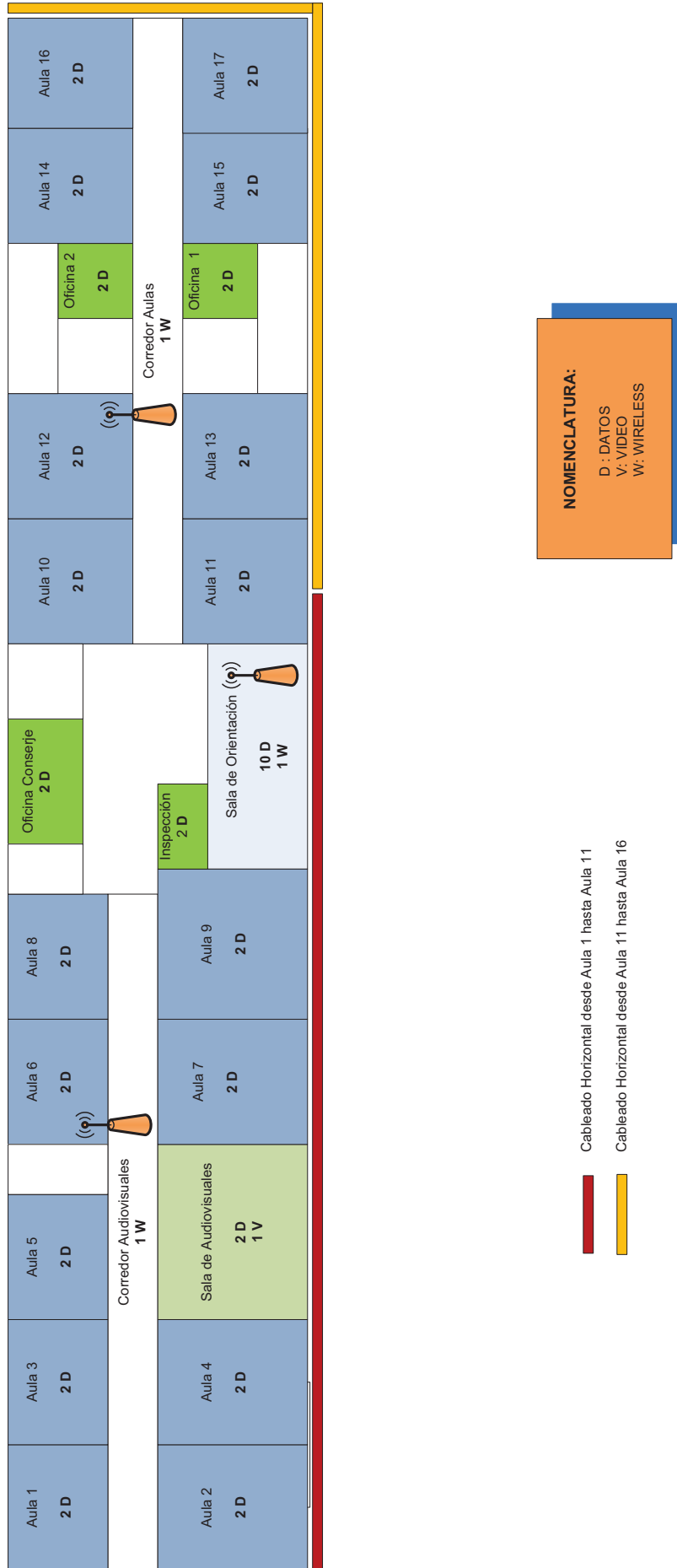


Figura 3.14 Esquema de distribución de Puntos de red del 4to piso Edificio Internado INM

### 3.4.1 EDIFICIO CENTRAL

En el Edificio Central se concentrarán los servicios de red para toda la Institución que incluyen los Edificios Sur e Internado. Cada piso contará con dos armarios de equipos de conectividad, ya que se debe cubrir una larga distancia y un número de puntos considerables; en lo que respecta al cableado vertical los equipos de red se unirán entre sí mediante cable UTP categoría 6a, para lo cual se escogerán *switches* de capa dos, uno de los cuales tendrá puertos de fibra que servirán para enlazar los tres edificios y obtener redundancia contra fallos. Ésta solución se ha escogido ya que brinda una mejor escalabilidad, y administración de la red, debido a que se tendría una mejor organización de equipos de red y servidores, así como la canalización hacia el área de trabajo, cuartos de telecomunicaciones y sala de equipos.

#### 3.4.1.1 Primer Piso

En este piso se encuentran diversas áreas que se detallan en la tabla 3.1, de las cuales las que se mencionarán como importantes son: Laboratorio de Biología, Biblioteca, Departamento de Dibujo, Guarda Almacén, Asociación, Sala de Uso Múltiple y Restaurante.

En el laboratorio de Biología se instalarán puntos activos, además de un punto de datos para el sistema inalámbrico que cubrirá el área de los laboratorios. En lo que respecta a la Biblioteca se colocarán puntos de red activos para las PC de las personas encargadas, y un punto adicional para una antena *wireless* que cubrirá la sala de lectura por completo.

En el departamento de Dibujo existen varias oficinas divididas por cubículos, por lo tanto la distribución de los puntos de red activos será de dos por cada oficina, adicionalmente se ubicará un punto de datos activo para la antena *wireless* que cubrirá la recepción. En las oficinas de Guarda Almacén y Asociación, se ubicarán cuatro puntos de red activos por cada una.

En lo que respecta al Restaurante de profesores, dispondrá solamente de un punto de red activo para un equipo *Access Point* que cubra dicha área y sus alrededores. En la Sala de Uso Múltiple se colocarán diez puntos de red activos

y un punto de datos para una antena *wireless* que cubrirá toda el área incluyendo la Sala de Lucha Libre y Banda de Guerra.

EDIFICIO CENTRAL – 1er. Piso			
DEPENDENCIA	VIDEO	DATOS ACTIVO	WIRELESS
Lab. Biología 1	1	2	1
Bodega Biología	1	2	
Lab. Biología 2	1	2	
Biblioteca		10	1
Biblioteca / control		4	
Depósito de Libros		4	
Aula 6	1	2	
Aula 5	1	2	
Aula 4	1	2	
Aula 3	1	2	
Aula 2	1	2	
Aula 1	1	2	
Guarda Almacén		4	
Restaurante			1
Bodega 1		2	
Bodega 2		4	
Almacén		2	
ASOPINM		4	
Sala Múltiple		10	1
Bodega banda de guerra		4	
Oficina Lucha Libre		2	
Sala Lucha Libre		2	
Departamento dibujo		4	
Contabilidad		2	
Recepción			1
Presidencia		2	
Tesorería		2	
Conserjería		2	
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>82</b>	<b>5</b>

**Tabla 3.1 Detalle de puntos de red y video totales del 1er. Piso Edificio Central INM**

En resumen, el primer piso constará de un total de 87 puntos de red activos y *wireless*, de esta manera se ofrecerán los servicios de red a todas las áreas de esta planta.

### 3.4.1.2 Segundo Piso

En este piso se encuentra toda el área administrativa de la Institución tales como: Secretaria, Rectorado, Inspección General, Colecturía, COMIEC, DOBE, Departamento Médico, Museo y otras oficinas; además se tiene el Laboratorio de Informática que cuenta con dos salas. Debido a la importancia de las actividades que en este piso se realiza tanto del personal del Colegio como visitantes se ha visto la necesidad de cubrir la mayor parte del área con puntos de acceso inalámbrico, de tal forma que garantice la disponibilidad de los servicios de comunicaciones. Ver tabla 3.2

EDIFICIO CENTRAL – 2do. Piso			
DEPENDENCIA	VIDEO	DATOS ACTIVO	WIRELESS
Sala Exposiciones Museo		9	1
Sala Museo		6	
Audio Visuales Museo	1	10	
Departamento Médico		18	1
Secretaria General		20	
Rectorado		14	1
Inspección General		12	1
Colecturía		10	
COMIEC		14	1
D.O.B.E.		10	
Aula Taller		8	
Sala Profesores		12	1
Oficina de Ingles		4	
Aula de Inglés		6	
Laboratorio Informática		8	1
Sala 1		23	
Sala 2		23	
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>207</b>	<b>7</b>

**Tabla 3.2 Detalle de puntos de red y video totales del 2do. Piso Edificio Central INM**

En lo que respecta a las salas del Laboratorio de Informática se dispondrá de 23 puntos de red, de los cuales uno corresponde a la red total para la conexión del *switch* del cual dispondrá cada sala, los 22 restantes se ubicarán para las PC del Laboratorio. Adicionalmente se instalará un punto de datos como respaldo para la conexión del *switch* que cubre cada sala, en caso de que llegue a fallar el

principal. Como se puede observar, se distribuirá un total de 214 puntos de red entre activos y *wireless*.

### 3.4.1.3 Tercer Piso

Para el tercer piso del Edificio Central se considera importante las siguientes áreas: Sala de reuniones, Sistemas, Audiovisuales, Mapoteca, Vicerrectorado, Auditorio. En cada uno de estos y sus oficinas aledañas se distribuirá varios puntos de red activos, además de los correspondientes puntos para los equipos *wireless*.

EDIFICIO CENTRAL – 3er. Piso			
DEPENDENCIA	VIDEO	DATOS ACTIVO	WIRELESS
Sala Varios		16	
AP WiFi		2	
Sistemas		15	1
Audiovisuales/curso	1	12	
Mapoteca	1	10	1
Historia		10	
6to FFMM -1	1	2	
6to FFMM -2	1	2	
6to CCSS	1	2	
5to FFMM 1	1	2	
5to FFMM 2	1	2	
Aula 1	1	2	
Comité Central PF		2	
Vicerrectorado		8	1
5to CCSS	1	2	
4to FFMM 1	1	2	
4to FFMM 2	1	2	
Auditorio WAPENSTEIN	1	4	1
Talento humano		4	
4to QQBB	1	2	
4to CCSS	1	10	
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>113</b>	<b>4</b>

**Tabla 3.3 Detalle de puntos de red y video totales del 3er. Piso Edificio Central INM**

Cabe mencionar que al ubicarse el área de Sistemas en este piso se tendrá que colocar un punto de red adicional para el equipo WiFi que se va a utilizar para los enlaces inalámbricos entre los Edificios Sur, Internado y Central.

Debido a que en este piso la mayor parte de áreas a cubrir son aulas, se instalarán puntos para red cableada en cada una de estas y, con su respectivo punto de video.

En resumen se utilizarán un total de 117 puntos de red activos, con 14 puntos para video como indica la tabla 3.3

EDIFICIO CENTRAL	PUNTOS DE RED TOTALES
PRIMER PISO	87
SEGUNDO PISO	214
TERCER PISO	117
<b>TOTAL</b>	<b>418</b>

**Tabla 3.4 Detalle de puntos de red totales del Edificio Central INM**

Para el Edificio Central, por la distribución de puntos de red tomando en cuenta cada piso se contabilizó un total de 418 puntos de datos activos y *wireless* de tal forma que se cubra de manera eficiente dicho Edificio. Se ha considerado un crecimiento de la red total estimando un tiempo de vida útil de la misma de aproximadamente 10 años.

En este tiempo estimado, a pesar de que aumente ya sea el personal administrativo, docente o alumnado, no se tendrá que realizar ningún tipo de modificación física o lógica a la red de comunicaciones diseñada para brindar los servicios de red eficientemente

### **3.4.2 EDIFICIO SUR**

El bloque de aulas y de Talleres que se encuentran en el mismo edificio, constarán de un cableado vertical de la misma forma que en el Edificio Central, es decir se conectarán entre si los dispositivos de red con cable UTP categoría 6a. Debido a que los dos edificios del bloque Sur están separados por una cancha deportiva y un corredor abierto se realizará un enlace de fibra óptica entre estos.

#### **3.4.2.1 Bloque Aulas**

Este bloque consta de tres pisos en los cuales se distribuirá puntos de red para datos activos y *wireless* según las necesidades que se tengan; cabe indicar que



existen áreas que corresponden al Colegio nocturno Gabriela Mistral las cuales no se ha tomado en cuenta para el diseño.

EDIFICIO SUR - 1er Piso			
DEPENDENCIA	VIDEO	DATOS ACTIVO	WIRELESS
Lab. CCNN 1	1	2	1
Lab. CCNN 2		2	
Lab. CCNN 3		2	
Archivo CCNN		2	
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>1</b>

**Tabla 3.5 Detalle de puntos de red y video totales del 1er. Piso Edificio Sur INM**

En el primer piso únicamente se tienen los Laboratorios de Ciencias Naturales, los cuales tendrán puntos activos además de un sistema wireless para cubrir todas esas zonas. En el segundo y tercer piso mayoritariamente se tiene aulas por lo que se ubicarán dos puntos de red por cada una; las oficinas de Inspección tendrán también dos puntos de red activo.

EDIFICIO SUR - 2do Piso			
DEPENDENCIA	VIDEO	DATOS ACTIVO	WIRELESS
Aula 1		2	
Aula 2		2	
Aula 3		2	
Aula 4		2	
Aula 5		2	
Aula 6		2	
Aula 7		2	
Aula 8		2	
Aula 9		2	
Aula 10		2	
Aula 11		2	
Copiadora		2	
Corredor Aula 3			1
Corredor Aula 7			1
Inspección general		2	1
Sala de profesores		6	
Corredor Aula 9			1
Auditorio/Cuarto de sonidos	1	6	1
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>38</b>	<b>5</b>

**Tabla 3.6 Detalle de puntos de red y video totales del 2do. Piso Edificio Sur INM**

EDIFICIO SUR - 3er Piso			
DEPENDENCIA	VIDEO	DATOS ACTIVO	WIRELESS
Aula 12		2	
Aula 13		2	
Aula 14		2	
Aula 15		2	
Aula 16		2	
Aula 17		2	
Aula 18		2	
Aula 19		2	
Aula 20		2	
Aula 21		2	
Aula 22		2	
DEPENDENCIA	VIDEO	DATOS ACTIVO	WIRELESS
Aula 23		2	
Aula 24		2	
Aula 25		2	
Aula 26		2	
Aula 27		2	
Corredor Aula 14			1
Corredor Aula 19			2
Inspección 1		2	
Inspección 2		2	
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>36</b>	<b>3</b>

**Tabla 3.7 Detalle de puntos de red y video totales del 3er. Piso Edificio Sur INM**

En las tablas 3.5, 3.6 y 3.7 se detalla la cantidad total de puntos de red que se instalarán, esto es 91 puntos de datos activos.

EDIFICIO SUR	PUNTOS DE RED TOTALES
PRIMER PISO	9
SEGUNDO PISO	43
TERCER PISO	39
<b>TOTAL</b>	<b>91</b>

**Tabla 3.8 Detalle de puntos de red totales del Edificio Sur INM**

### 3.4.2.2 Bloque Talleres

De la misma manera que en el Bloque de Aulas se tiene poca cantidad de puntos de red activos ya que los Talleres son dedicados para el manejo de maquinaria como taladros, tornos, hornos de cerámica, sierras y no se utiliza la red

comunicaciones; sin embargo se ha tomado en cuenta estas áreas pensando en el futuro desarrollo tecnológico.

En este bloque se encuentra ubicado el Laboratorio de Informática conformado por dos salas, por lo que se tendrá un punto de datos activo para colocar el *switch* correspondiente, además de los 20 puntos de red que son destinadas para la conexión de las PC en cada sala. Se ha considerado un punto de red adicional para la conexión del PC del profesor. El Bloque Talleres se interconectará con los Edificios Central e Internado mediante enlace WiFi, para lo cual se debe tener un punto de red activo en donde se conectará el equipo inalámbrico.

En la tabla 3.10 se contabiliza un total de 127 puntos de datos activos incluidos los que se utilizarán para el funcionamiento de los equipos *wireless* que cubrirán todas las áreas.

EDIFICIO TALLERES SUR – 1er. Piso			
DEPENDENCIA	VIDEO	DATOS ACTIVO	WIRELESS
Taller Mecánica 1		6	
Oficina Mecánica		4	1
Taller Cerámica horno		4	
Taller Mecánica 2		6	
Taller Cerámica horno 2		6	
EDIFICIO TALLERES SUR – 2do. Piso			
DEPENDENCIA	VIDEO	DATOS ACTIVO	WIRELESS
DOBE		6	
Oficina DOBE		4	1
AP WiFi		2	
Lab Inf Sala1		23	
Lab Inf Sala2		23	
Taller Cerámica 1		6	
Taller Electricidad 2		6	
EDIFICIO TALLERES SUR – 3er. Piso			
DEPENDENCIA	VIDEO	DATOS ACTIVO	WIRELESS
Taller de Carpintería		8	
Taller de Maquetería		8	1
Taller de Electricidad		6	
Taller de diseño 1		6	
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>124</b>	<b>3</b>

**Tabla 3.9 Detalle de puntos de red y video totales del Edificio Sur Bloque Talleres**

EDIFICIO SUR TALLERES	PUNTOS DE RED TOTALES
PRIMER PISO	27
SEGUNDO PISO	71
TERCER PISO	29
<b>TOTAL</b>	<b>127</b>

**Tabla 3.10 Detalle de puntos de red del Edificio Sur Bloque Talleres**

Para cubrir el Edificio Sur se considera un total de 218 puntos de red repartidos en los Bloques de Aulas y Talleres, de tal manera que permita ofrecer los servicios de comunicaciones en todo el mencionado Edificio.

EDIFICIO SUR	PUNTOS DE RED TOTALES
BLOQUE AULAS	91
BLOQUE TALLERES	127
<b>TOTAL</b>	<b>218</b>

**Tabla 3.11 Detalle de puntos de red del Edificio Sur Bloque Talleres**

### 3.4.3 EDIFICIO INTERNADO

Tal como en los dos edificios mencionados anteriormente, el cableado vertical se realizará mediante cable UTP categoría 6a, debido a que este edificio consta de 4 pisos en cada uno de ellos se colocará un cuarto de telecomunicaciones incluido sus elementos y equipos de red para que abarque a todo el piso, ya que en su mayoría existen más aulas que oficinas las cuales han sido tomados en cuenta para los puntos de red, el sistema inalámbrico funcionará instalando puntos de acceso en los corredores de tal forma que cubra eficientemente las áreas de cada piso del edificio.

#### 3.4.3.1 Primer Piso

Las áreas más importantes son los Laboratorios y Aulas de Química conjuntamente con las de Mecánica, por lo que se ha dispuesto la ubicación de puntos de red activos en todas las áreas a pesar de que no se prevé una utilización a corto plazo ya que en estas asignaturas el uso de dispositivos que utilizan la red de comunicaciones es mínima. En los corredores existentes se ubicarán puntos de acceso para la red inalámbrica cubriendo sectores importantes del primer piso, de acuerdo a la tabla 3.12 el total de puntos activos es de 64 y la conexión de enlaces *wireless*.

EDIFICIO INTERNADO – 1er. Piso			
DEPENDENCIA	VIDEO	DATOS ACTIVO	WIRELESS
Sala de Prof. Física		6	
Mecánica 1		2	
Mecánica 2		2	
Corredor Mecánica			1
Oficina		6	
Oficina de dirección Física		4	
Óptica		6	
Electricidad		4	
DEPENDENCIA	VIDEO	DATOS ACTIVO	WIRELESS
Aula 1		2	
Aula 2		2	
Aula 3		2	
Aula 4		2	
Aula 5		2	
Aula 6		2	
Bodega 1		6	
Bodega 2		2	
Carpintería		8	
Lab. Química		4	
Corredor Aulas			1
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>62</b>	<b>2</b>

**Tabla 3.12 Detalle de puntos de red totales del 1er. Piso Edificio Internado INM**

### 3.4.3.2 Segundo Piso

Se encuentra ubicado el museo etnográfico, el mismo que contendrá cinco puntos de red. La red inalámbrica funcionará mediante un punto de red activo dando servicios de Internet a visitantes, personal encargado del museo y oficinas cercanas. Como se observa en la tabla 3.13 se contabilizan un total de 32 puntos de red a instalar dentro de este piso.

EDIFICIO INTERNADO – 2do. Piso			
DEPENDENCIA	VIDEO	DATOS ACTIVO	WIRELESS
Museo Etnográfico		4	1
Oficina Museo Etnográfico		2	
Aula Museo Historia		4	
Oficina 1		2	
Oficina 2		2	

DEPENDENCIA	VIDEO	DATOS ACTIVO	WIRELESS
Oficina 3		2	
Aula 1		2	
Aula 2		2	
Aula 3		2	
Aula 4		2	
Aula 5		2	
Aula física		4	
Corredor Aulas			1
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>2</b>

**Tabla 3.13 Detalle de puntos de red totales del 2do. Piso Edificio Internado INM**

### 3.4.3.3 Tercer Piso

Se ha considerado importante indicar que en este piso existen dos laboratorios de Informática y, en uno de estos se conectará el equipo WiFi con el que se realizará la interconexión con los Edificios Sur y Central. El sitio donde se ubicará el punto de red activo para dicho enlace será en el Laboratorio de MINTEL. Se contabiliza un total de 122 puntos de red activos.

EDIFICIO INTERNADO – 3er. Piso			
DEPENDENCIA	VIDEO	DATOS ACTIVO	WIRELESS
Aula 1		2	
Aula 2		2	
Aula 3		2	
Aula 4		2	
Aula 5		2	
Aula 6		2	
Aula 7		2	
Lab Inf. Mintel		23	
Aula 8		2	
Aula 9		2	
Aula 10		2	
Aula 11		2	
Aula 12		2	
Aula 13		2	
Aula 14		2	
Corredor audiovisuales			1
Corredor Laboratorio			1
Sala audiovisuales	1	2	

DEPENDENCIA	VIDEO	DATOS ACTIVO	WIRELESS
Oficina Conserje		2	
Sala de reuniones		10	1
AP WiFi		2	
Lab. Inf. Sala 1		23	
Lab. Inf. Sala 2		23	
Prof. Lab Inf.		2	
Oficina 1		2	
Oficina 2		2	
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>119</b>	<b>3</b>

**Tabla 3.14 Detalle de puntos de red totales 3er. Piso Edificio Internado INM**

#### 3.4.3.4 Cuarto Piso

Los sitios donde se colocarán puntos de red activos son aulas, oficinas, sala de audiovisuales y corredores, cubriendo de esta forma todas las áreas de este piso; cada aula constará de un par de puntos de red para facilitar la conexión de un computador en caso de ser necesario, ya sea por parte del alumno o del profesor. Las oficinas cuentan todas con dos puntos de datos activos, además de la cobertura inalámbrica proporcionada por los equipos de acceso conectados en los corredores.

EDIFICIO INTERNADO – 4to. Piso			
DEPENDENCIA	VIDEO	DATOS ACTIVO	WIRELESS
Aula 1		2	
Aula 2		2	
Aula 3		2	
Aula 4		2	
Aula 5		2	
Aula 6		2	
Aula 7		2	
Aula 8		2	
Aula 9		2	
Aula 10		2	
Aula 11		2	
Aula 12		2	
Aula 13		2	
Aula 14		2	
Aula 15		2	

DEPENDENCIA	VIDEO	DATOS ACTIVO	WIRELESS
Aula 16		2	
Aula 17		2	
Corredor audiovisuales			1
Corredor Aulas			1
Sala audiovisuales	1	2	
Oficina Conserje		2	
Inspección		2	
Sala DOBE		10	1
Oficina 1		2	
Oficina 2		2	
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>54</b>	<b>3</b>

**Tabla 3.15 Detalle de puntos de red totales 4to. Piso Edificio Internado INM**

De acuerdo a la tabla 3.15, se contabilizan un total de 57 puntos de red activos; entre ellos 3 puntos de datos para el acceso inalámbrico.

EDIFICIO INTERNADO	PUNTOS DE RED TOTALES
PRIMER PISO	64
SEGUNDO PISO	32
TERCER PISO	122
CUARTO PISO	57
<b>TOTAL</b>	<b>275</b>

**Tabla 3.16 Detalle de puntos de red totales del Edificio Internado INM**

En la tabla 3.17 se puede observar el número total de puntos de red a instalarse en todo el Instituto Nacional Mejía, incluyen las salas de Informática. Con la distribución de los puntos de red activos y wireless en todo el establecimiento, se cubrirán áreas que actualmente no cuentan con este servicio y que es necesario para la comunicación e interacción entre departamentos de cada edificio de la institución, ya que actualmente los usuarios activos son 228 y con el rediseño de la red se observa que existirá un crecimiento notable en los mismos.

EDIFICIO	PUNTOS DE RED TOTALES
Central	418
SUR	218
Internado	275
<b>TOTAL</b>	<b>911</b>

**Tabla 3.17 Detalle total de puntos de red en el INM**



Cabe mencionar, que todos los puntos de red son detallados en base a requerimientos y datos proporcionados por el personal de Sistemas de la Institución dando una estimación futura de 10 años, con un índice o porcentaje de crecimiento en un 10% para dar una mejor escalabilidad, ya que la red podrá aumentar sin que se produzca cambios de diseño en la misma que ocasione un cambio total.

Con la distribución de puntos de red tanto activos como wireless que se ha detallado, permitirá un fácil monitoreo y administración, por cuanto se asegurará una estabilidad de su funcionamiento constante.

### **3.5 DISEÑO FÍSICO DE LA RED**

El esquema a utilizarse en el Instituto Nacional Mejía es topología en estrella jerárquica, aplicando el sistema de Cisco que se basa en las tres capas, *Core*, Distribución y Acceso. Se considera como cableado vertical la conexión entre los *switches* de *Core* a los *switches* de Distribución y Acceso; en lo que respecta al cableado horizontal se conectarán los *switches* de Acceso con las áreas de trabajo.

Según la norma de cableado estructurado ANSI/TIA568-C.1 los elementos claves que se deben diseñar son: área de trabajo, cableado horizontal, cableado vertical, cuarto de telecomunicaciones, sala de equipos y acometida.

#### **3.5.1 CABLEADO HORIZONTAL**

En cuanto al cableado horizontal de los cuatro edificios se utilizará cable UTP categoría 6 para enlazar los equipos de red de los armarios de comunicaciones con las áreas de trabajo en cada oficina, aula o laboratorio. Los enlaces entre todos los edificios del Instituto Nacional Mejía se realizará mediante fibra óptica multimodo, asegurando redundancia de tal manera que se garantice disponibilidad ante cualquier fallo. Ver figuras desde la 3.15 hasta la 3.19.

Los cables desde cada una de las áreas de trabajo hasta los armarios de comunicaciones irán protegidos mediante canaletas ubicadas en las esquinas formadas por las paredes y el techo cuyo tamaño dependerá del número de

cables que se necesite transportar cumpliendo con los estándares de cableado estructurado. Ver tabla 3.18.

MEDIDAS CANALETA	Nº CABLES
15x10mm.	1
24x14mm.	4
39x18mm.	8
60x22mm.	20
65x45mm.	30
85x50mm	68
130x50mm	104
100x50mm	50

**Tabla 3.18 Capacidad de Canaleta PVC <sup>[B50]</sup>**

Cada una de las salas de los laboratorios de informática contará con su propio gabinete de comunicaciones para cubrir independientemente a las máquinas que se encuentren alojadas en dicho sitio, sin que esto signifique que estén fuera de la red total.

### 3.5.2 CANALIZACIÓN Y ENRUTAMIENTO DEL CABLEADO

Debido a la estructura física de los edificios del Instituto Nacional Mejía, que no poseen techo falso ni bandejas para ocultar los cables, lo más recomendable para el transporte de cables desde el cuarto de Telecomunicaciones hasta el área de trabajo será utilizar canaletas plásticas decorativas.

Dichas canaletas irán cambiando de tamaño de acuerdo a la cantidad de cables UTP que se vayan a distribuir en aulas y oficinas, ver tabla 3.18. Cumpliendo la norma de EIA/TIA 569A estarán correctamente ubicadas en los techos de cada planta, de tal forma que estarán en un lugar inaccesible para personas no autorizadas en su mayoría estudiantes y personal de limpieza.

En lo que respecta al cableado vertical el paso de cables se realizará mediante tuberías Conduit y cajas metálicas, debido a las dimensiones del piso de cada planta y a la dificultad de perforación, se ha optado por transportar las fibras y cables UTP categoría 6 por la parte externa de los edificios utilizando las mencionadas tuberías y cajas correctamente pegadas a las paredes y bordes del mismo.

### 3.5.3 CABLEADO VERTICAL

El backbone de la red de la Institución se realizará mediante fibra óptica multimodo de 50/125µm, 8hilos para la interconexión entre los edificios Central, Sur e Internado y cable UTP categoría 6a para enlazar los pisos de cada Edificio. La razón por la que se ha elegido el cable de 8 hilos es debido al número de enlaces que se realizarán para la conexión entre los *switches* de *Core* y Distribución entre los edificios; en lo que respecta al cable UTP categoría 6a se lo ha escogido debido a la menor distancia y ancho de banda que se requiere para los enlaces entre pisos del mismo edificio.

Se colocará dos *switches* de *Core*, uno en el Edificio Central y otro en el Edificio Internado, cada uno de estos se enlazarán mediante fibra óptica de 8 hilos con los *switches* de Distribución; desde el Edificio Central al Edificio Sur se utilizarán dos hilos, al Edificio Internado un hilo y al Laboratorio de Informática del mismo Edificio Central un hilo, ocupando cuatro hilos en total.

El diseño de la acometida para la fibra óptica desde el Edificio Central hacia el Bloque Sur se realizará de tal manera que cada fibra pase por un ducto independiente cruzando la calle Antonio Ante y separados entre sí por una distancia de 30 metros desde la calle Vargas hasta la calle Venezuela. Esto con el fin de obtener disponibilidad en el caso de que existan trabajos de obra civil y cause daño a uno de los ductos; si esto ocurriera quedarán operativos los dos enlaces restantes. Ver figura 3.20.

Del Edificio Internado al Edificio Sur se ocuparán dos hilos, al Edificio Central área de Sistemas un hilo, y al área del Laboratorio de Informática del mismo Edificio un hilo; en total cuatro hilos. Para asegurar la disponibilidad de la red a nivel físico se dejarán libres un cierto número de hilos de fibra para respaldo en el caso de ocurrir cualquier daño en uno de los hilos utilizados.

Para enlazar mediante fibra los equipos de *Core* y Distribución se utilizarán *patch panel* de fibra en los cuartos de Telecomunicaciones donde se encuentren alojados dichos equipos, de tal manera que quede organizado, cumpliendo así los estándares de cableado estructurado.

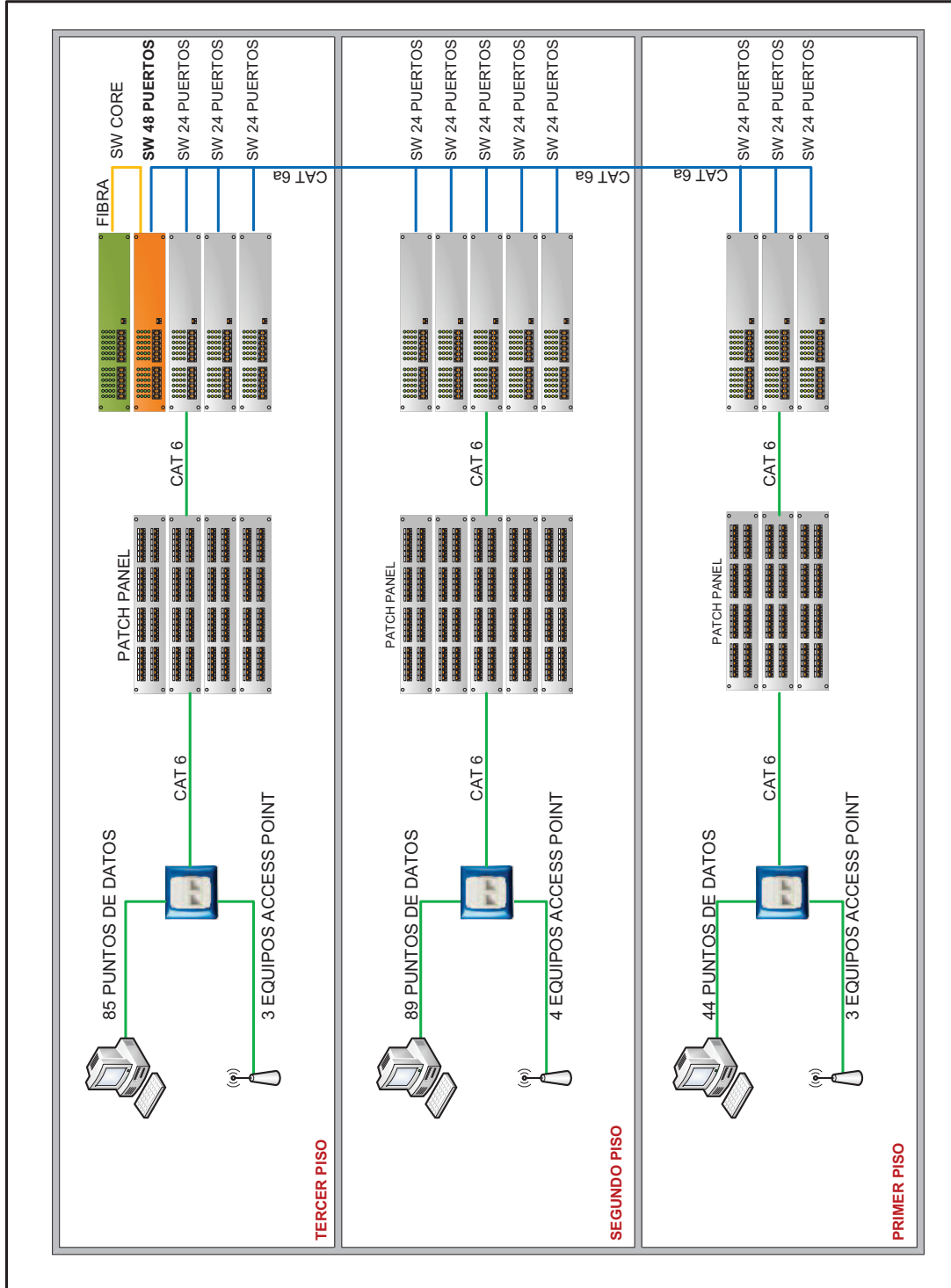


Figura 3.15 Cableado horizontal y vertical en el edificio Central - lado sur

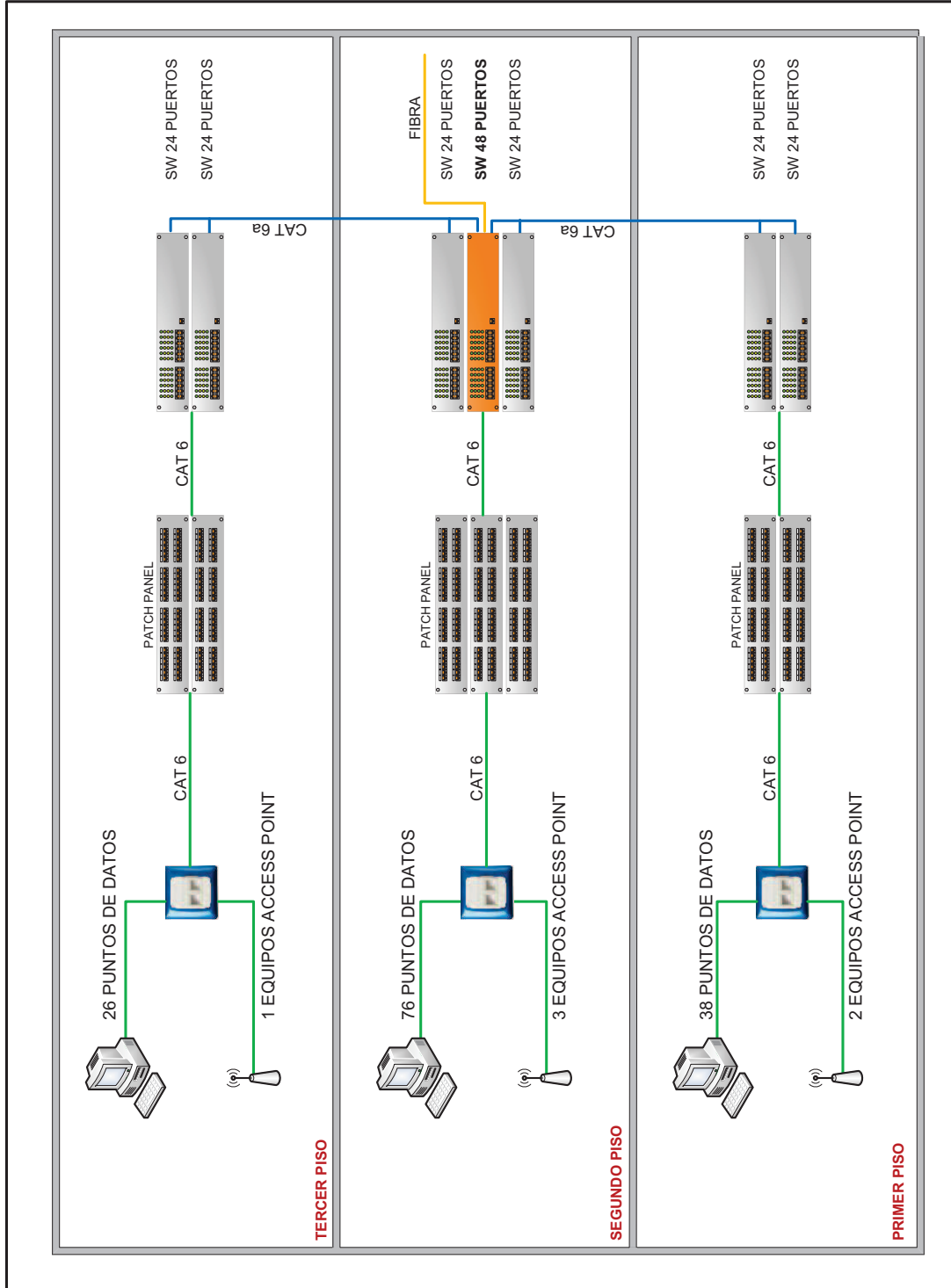


Figura 3.16 Cableado horizontal y vertical en el edificio Central - lado norte

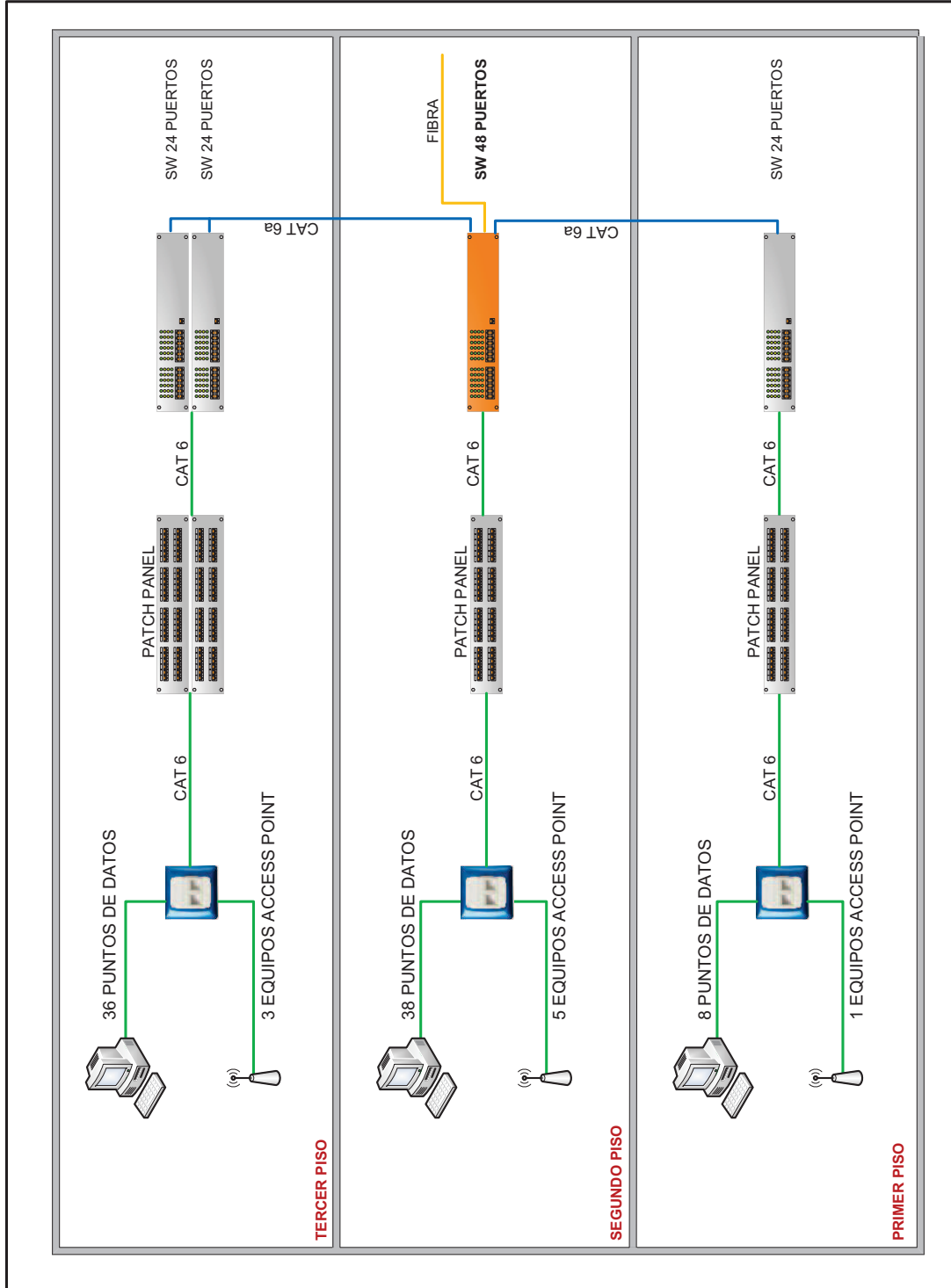


Figura 3.17 Cableado horizontal y vertical en el edificio Sur - Aulas

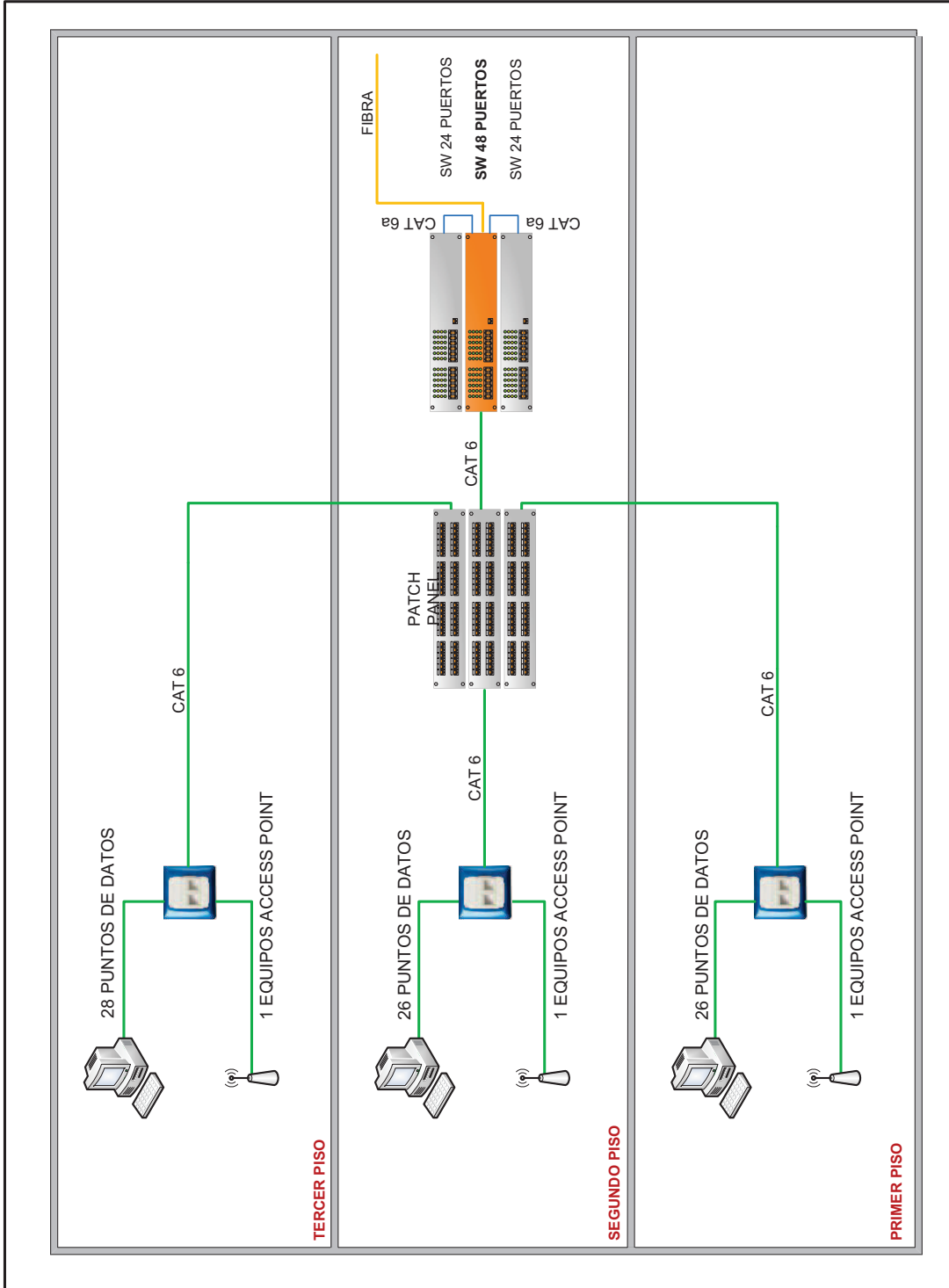


Figura 3.18 Cableado horizontal y vertical en el edificio Sur - Talleres

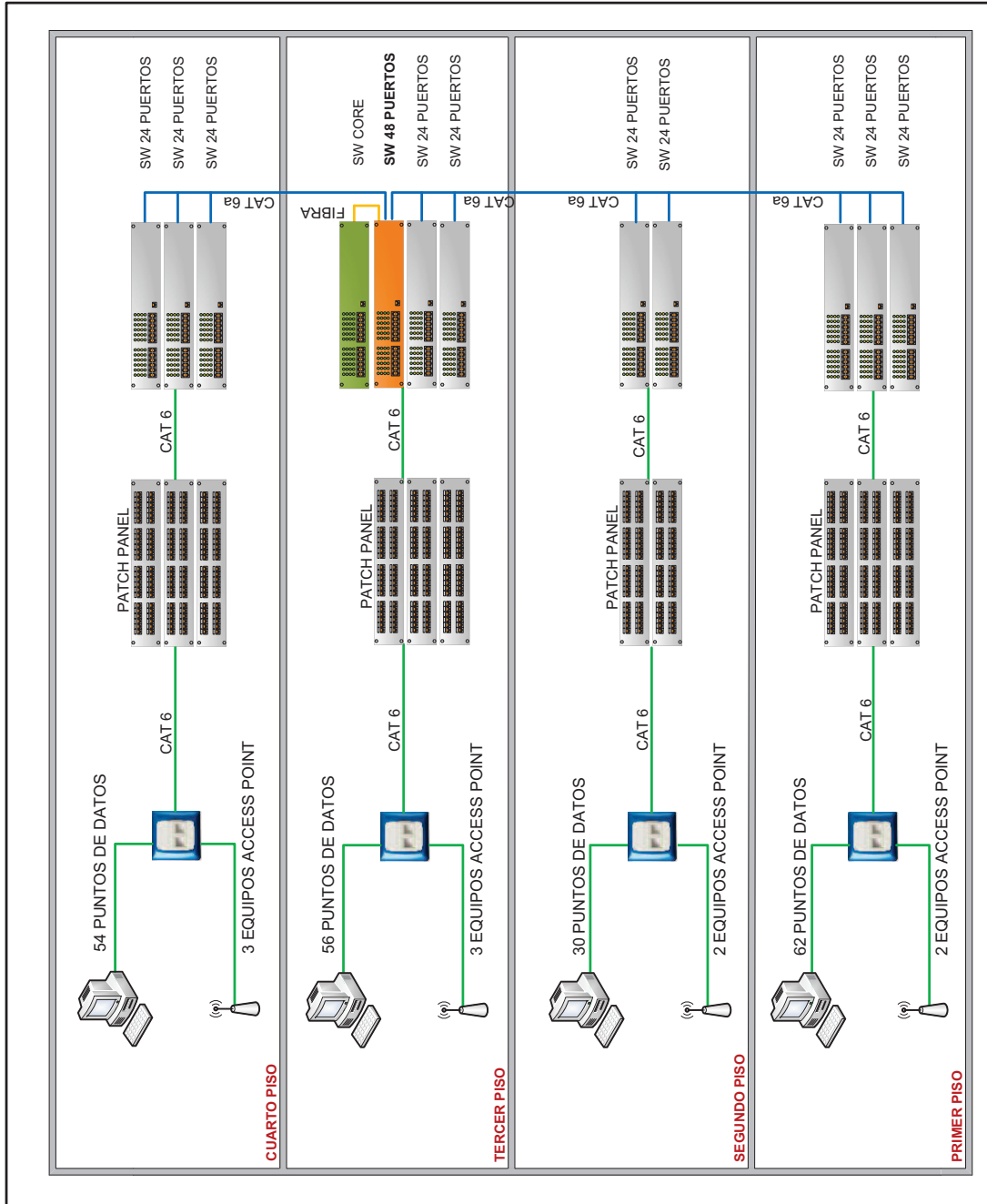


Figura 3.19 Cableado horizontal y vertical en el edificio Internado



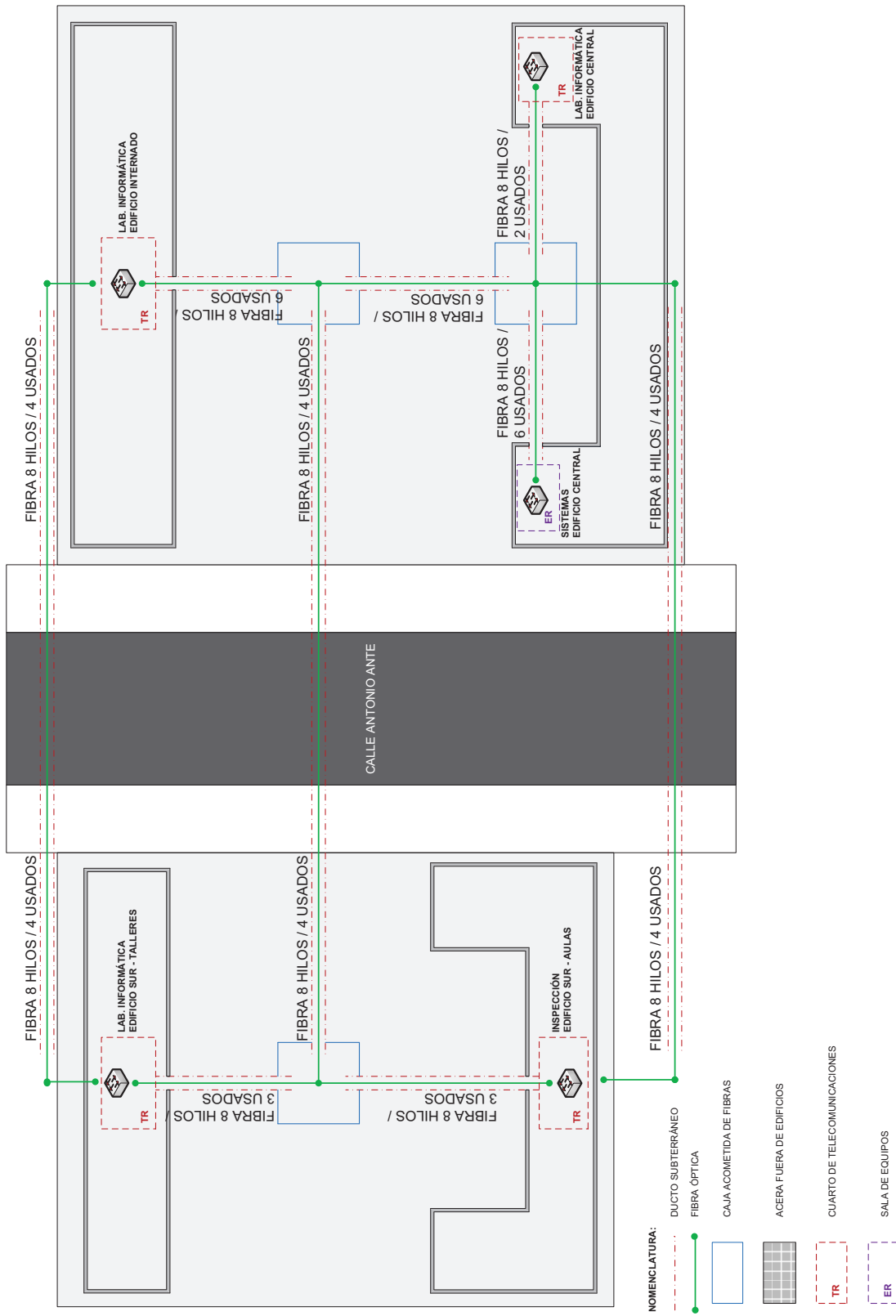


Figura 3.20 Enlaces de fibra óptica entre los edificios del I.N.M

El cable UTP categoría 6a que baja de un armario de comunicaciones a otro se protegerá con una tubería vertical, se aplicará dicho sistema para todos los edificios a excepción el de Talleres Sur en el cual se perforará el piso y se utilizará ductería para el paso de cables UTP y fibras.

La tubería vertical se colocará en paralelo a las paredes externas de los edificios y lo más pegada posible a las mismas con lo cual quedará disimulada estéticamente y se conseguirá disminuir golpes y manipulaciones de tal manera que se proteja el paso de los cables para la conexión entre pisos de un mismo edificio.

Para el diseño de backbone se ha escogido fibra óptica debido a las largas distancias que separan los edificios Central, Sur e Internado, además este medio de transmisión presenta varias ventajas sobre el cable UTP tales como: las altas velocidades de transmisión que soporta por lo que el rendimiento de la red será alto. La norma de Cableado Estructurado que se utiliza es la ANSI/TIA 568 - C.3 la cual menciona la vista general de componentes estándar para cableado con fibra óptica.

De acuerdo a los requerimientos necesarios en la Institución, se utilizará una fibra óptica multimodo de 50 micrones ya que la distancia a cubrir es de 250m y el ancho de banda para el enlace entre edificios será de 1Gbps por lo mencionado anteriormente se escogerá el parámetro 100Base –SX <sup>[B51]</sup>

#### **3.5.4 CUARTO DE TELECOMUNICACIONES**

Los armarios donde se ubicarán los *switches* y *patch panels* de cada piso, se instalarán en áreas específicas teniendo en cuenta seguridad y facilidad de acceso para el administrador, ver tabla 3.19. Cada armario es de tipo *rack* mural de 19" y 9 ó 12 unidades de *rack* según su ubicación y necesidades de contenido. Estos armarios serán de dos cuerpos, puerta de cristal y cerraduras al frente y posterior. Ver figura 3.21.

Cabe mencionar que en el Edificio de Talleres del bloque Sur se utilizará un solo *rack* para cubrir todos los puntos de voz y datos debido a que las distancias y números de puntos lo permiten según la norma ANSI/TIA 568-C.1. Debido a que

los requerimientos de la norma mencionada anteriormente exigen tener un espacio dedicado únicamente a la función de Telecomunicaciones y que el diseño ubica los *racks* en aulas, y oficinas de la Institución; se colocarán dichos armarios en sitios que permitan el acceso solamente al Administrador de red mas no al resto de personas con las que se comparte el espacio.

BLOQUE	PISO	UBICACIÓN DEL RACK
EDIFICIO CENTRAL	Primero	Bodega Lab. Biología /Dep. Dibujo
	Segundo	MUSEO/Lab. Informática
	Tercero	Sistemas / 4to CCSS
EDIFICIO SUR	Primero	Lab. CCNN1
	Segundo	Inspección
	Tercero	Aula26
EDIFICIO TALLERES	Primero	-
	Segundo	Lab. Informática Sala1
	Tercero	-
EDIFICIO INTERNADO	Primero	Electricidad
	Segundo	Oficina 1
	Tercero	Lab. Informática Sala2 /Lab. Mintel
	Cuarto	Aula11

**Tabla 3.19 Ubicación de los RACKS en cada edificio del I.N.M**

Los gabinetes para equipamiento tendrán 76 cm de espacio libre delante de la puerta para que ésta se pueda abrir y permita un fácil acceso para que el administrador de red pueda manipular los equipos.



**Figura 3.21 Gabinete de 19" de dos cuerpos** <sup>[B52]</sup>



**Figura 3.22 Ventiladores de gabinetes de Telecomunicaciones** <sup>[B53]</sup>

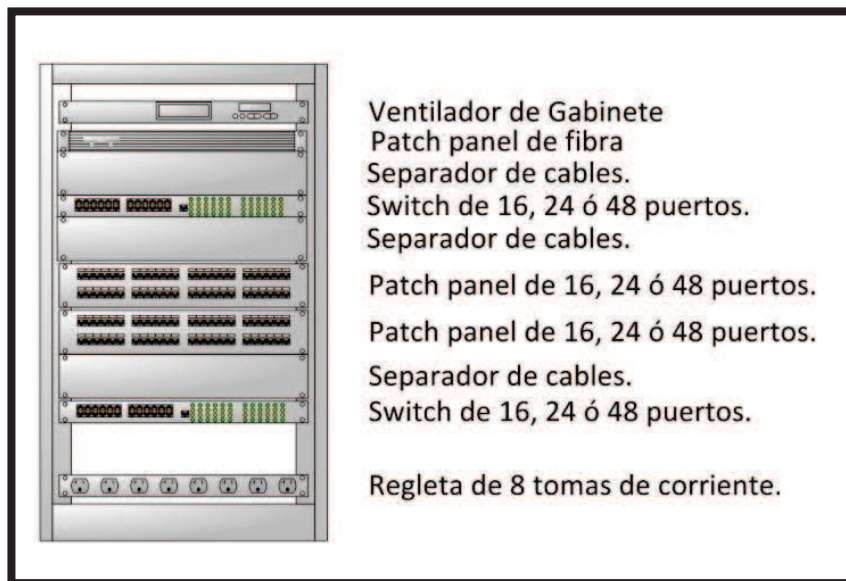
Los bastidores serán ubicados en sitios amplios y ventilados, por lo que no será necesaria la instalación de sistemas de aire acondicionado; sin embargo se colocarán ventiladores de una unidad de *rack* en el interior del armario en la parte superior de tal forma que permita una climatización apropiada para los equipos, evitando que exista un sobrecalentamiento, ver figura 3.22

#### **3.5.4.1 Elementos activos y pasivos de los Gabinetes**

Los gabinetes de Telecomunicaciones ubicados alrededor de la Institución a excepción de los laboratorios de informática contienen los siguientes elementos de red:

- ✓ Ventilador de gabinete,
- ✓ *Switches* de 16, 24 ó 48 puertos,
- ✓ Separadores de cables,
- ✓ *Patch panel* de 16, 24 ó 48 puertos RJ45,
- ✓ *Patch panel* de fibra
- ✓ Regleta de 8 tomas de corriente.

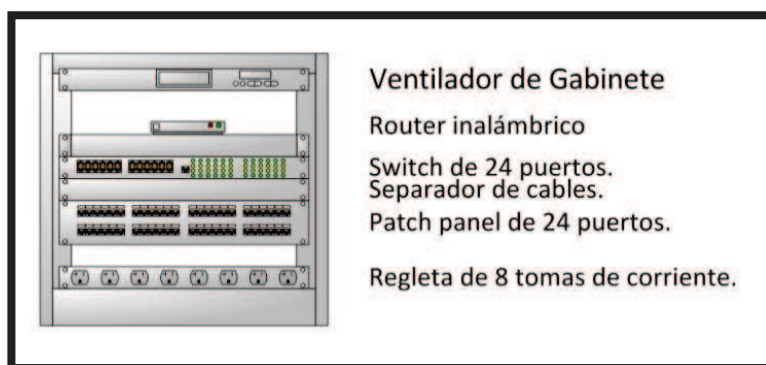
Cada uno de los gabinetes tendrá 20 Unidades de *Rack* en los que se colocarán los mencionados equipos activos y pasivos dejando libre un espacio para un futuro crecimiento, ver figura 3.23.



**Figura 3.23 Gabinete de 20 UR para los cuartos de Telecomunicaciones**

En los cuartos de Telecomunicaciones donde se encuentran ubicados los *switches* de Core y Distribución, serán los únicos que tienen en sus *rack* un *patch panel* de fibra óptica, en los demás gabinetes se colocarán *patch panel* para puertos RJ45.

En los Laboratorios de Informática de los tres edificios, en cada sala se colocará un gabinete el cual contiene un ventilador, una bandeja para colocar un router inalámbrico, un *switch* de 24 puertos, un separador de cables, un *patch panel* de 24 puertos y una regleta de 8 tomas de corriente como se puede observar en la figura 3.24. Cabe indicar que las unidades restantes de todos los *racks* servirán para la ampliación en el futuro, además por seguridad cada gabinete dispondrá de llaves para evitar la manipulación inapropiada por parte de alumnos, profesores o personas externas a la Institución.



**Figura 3.24 Gabinete de 12 UR para Laboratorios de Informática**

### 3.5.5 SALA DE EQUIPOS

El Instituto Nacional Mejía contará con una sala de equipos en donde se centralizará los servicios de red. Este se ubicará en el departamento de Sistemas del Edificio Central al cual se interconectarán los Edificios Sur e Internado. Se ha elegido esta ubicación debido a que ya existe la acometida de Internet a esta oficina y además de que el personal de sistemas podrá administrar la red de manera eficiente.

Se colocará un armario de comunicaciones que dispondrá de una bandeja para colocar el *modem-router* de salida a Internet ya que el ingreso desde la acometida hacia el armario se encuentra en dicha área, además se colocarán dos *switches* de 48 puertos, tres separadores de cable, dos *patch panel* de 48 puertos, dos bandejas para alojar un monitor LCD y un teclado, un conmutador de video, cuatro servidores, y una regleta de 8 tomas de corriente. Ver figura 3.25.

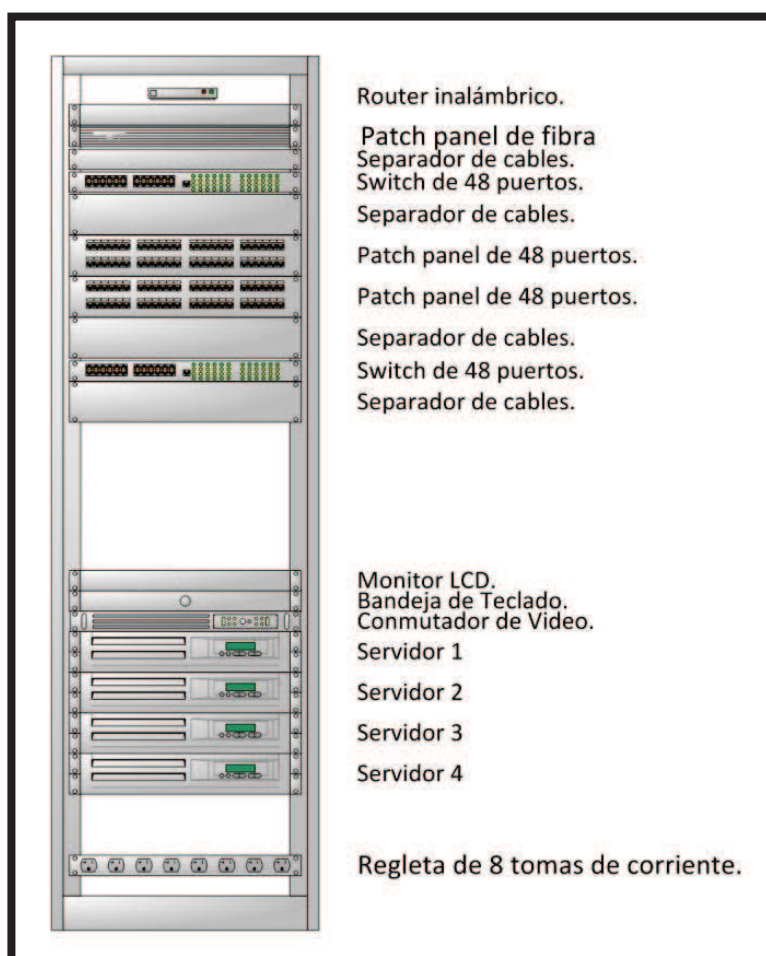


Figura 3.25 Rack de 40 UR ubicado en el Departamento de Sistemas



**Figura 3.26 Ejemplo de las Divisiones Modulares para la Sala de Equipos** <sup>[B54]</sup>

Para satisfacer las normas de ventilación y seguridad del cuarto de equipos se colocarán divisiones modulares de tal modo que esta área sea totalmente cerrada de piso a techo en forma de cubículo con 3 m de largo por 2.5 m de ancho y 4 m de altura. Un ejemplo de cómo sería la apariencia externa del cuarto de equipos se puede observar en la figura 3.26.

El motivo por el cual se diseña un ambiente cerrado para la sala de equipos es debido a que se instalará un sistema de aire acondicionado que esté encendido las 24 horas de los 365 días del año, de tal manera que se mantenga una temperatura entre 18 y 27 grados centígrados para evitar recalentamiento de los equipos ahí ubicados y a la par no afectar el ambiente externo a la sala de equipos, que es donde se encuentra trabajando el personal de Sistemas.

El bastidor de distribución que se colocará en el área de Sistemas tendrá 1 metro de espacio libre para poder trabajar tanto en la parte delantera como trasera del mismo.

### **3.5.6 CONSIDERACIONES GENERALES**

Las siguientes consideraciones se aplican tanto para la sala de equipos como para los cuartos de Telecomunicaciones.



### 3.5.6.1 Iluminación

Se colocarán luminarias lo suficientemente claras para facilitar la visibilidad de los equipos de red activos y pasivos al momento de que se requiera manipularlos. Debido a que los gabinetes tienen la puerta frontal de vidrio, facilita observar si los equipos están en funcionamiento.

### 3.5.6.2 Sistemas de Potencia

Para asegurar la disponibilidad de los servicios de red e información de los usuarios y, a su vez garantizar la integridad de los dispositivos de conectividad y computadores del personal de la Institución, es necesario tener un sistema de UPS cuyo tiempo de respaldo evite que los equipos sufran daños ante un eventual corte de energía. La red eléctrica del Edificio Central y de los Laboratorios de Informática de los Edificios Sur e Internado contarán con la energía proporcionada por el sistema de UPS; por lo tanto se realiza el diseño en primera instancia tomando en cuenta las cargas eléctricas que consumen los dispositivos de conectividad y computadores de dichas áreas.

En cada uno de los gabinetes y rack se colocarán regletas supresoras de picos de 8 tomas de corriente para conectar los dispositivos de red activos. Cada una de las tomas tendrá 120 voltios que es el estándar que se utiliza en el Ecuador. En la tabla 3.20 se observa el número de computadores y dispositivos de red que se tiene en la Institución; cabe mencionar que el sistema de UPS brindará servicio únicamente a la sala de equipos del edificio Central.

Los cálculos se realizan tomando en cuenta la carga que consumen los dispositivos medido en Vatios.<sup>[B55]</sup> La unidad de medida en la que trabajan los UPS son los KVA, por lo tanto se debe realizar la transformación a Vatios de la siguiente manera:

$$10000VA * 0.6 = 6000 \text{ Watts}$$

Si un computador cuenta con una fuente de poder de 300 Watts y un monitor que consume 100 Watts en total la carga será de 400 Watts. Se calcula el número de UPS que se necesitará en el caso de un apagón tomando en cuenta cuantos computadores se tiene.



$$\frac{6000 \text{ Watts de UPS}}{400 \text{ Watts de una PC}} = 15 \text{ PC}$$

Con un UPS de 10KVA se puede proporcionar energía a 15 computadores.

DEPARTAMENTOS	NÚMERO DE USUARIOS			TOTAL
	EDIFICIO CENTRAL	EDIFICIO INTERNADO	EDIFICIO SUR	
AEIPINM	2			2
Biblioteca	3			3
Ciencias(L.F.M.I)	4			4
Colecturía	5			5
COMIEC	7			7
Compras Públicas	3			3
Departamento Médico	7			7
DOBE	1			1
Guarda Almacén	2			2
Historia	1			1
Inspección General	1			1
Lab. Inf Sala 1	21			21
Lab. Inf Sala 2	22			22
Lab. Inf. Sala1 SUR			23	23
Lab. Inf. Sala2 SUR			24	24
Lab. Biología	2			2
Lab. Inf. Sala2 Internado		22		22
Lab .Inf. Sala 1 Internado		21		21
Museo	1			1
Quintos Cursos	8			8
Rectorado	3			3
Secretaria	8			8
Sextos Cursos	10			10
Sistemas	3			3
Talento Humano	1			1
Vicerrectorado	2			2
Dispositivos de Conectividad	12	11	7	30
Servidores				4
<b>TOTAL ADMINISTRATIVO Y AULAS</b>				<b>108</b>
<b>TOTAL LABORATORIO CENTRAL</b>	<b>43</b>			
<b>TOTAL LABORATORIO INTERNADO</b>		<b>43</b>		
<b>TOTAL LABORATORIO SUR</b>			<b>47</b>	
<b>TOTAL LABORATORIOS</b>				<b>133</b>

**Tabla 3.20 Número de usuarios en los distintos departamentos y áreas del INM**

Se dividen 90 minutos de respaldo por equipo, tomando en cuenta que cada UPS soporta 15 PC, cada uno tendrá 6 minutos de respaldo; este valor se va reduciendo conforme se utiliza el UPS debido al desgaste de las baterías. De los datos anteriormente mencionados, se obtienen los resultados que se detallan en la tabla 3.21. En el capítulo cuatro se detallarán las características técnicas de los equipos UPS de 10KVA que se utilizan en el diseño. Para protección de los dispositivos de red en la sala de equipos, se instalará a la entrada del mismo una alfombra antiestática de tal manera que el personal autorizado ingrese sin provocar daños a los equipos cuando los manipule.

Se ha considerado solamente colocarla en la Sala de Equipos ubicado en el área de sistemas del Edificio Central debido a que los cuartos de Telecomunicaciones son áreas compartidas con aulas y oficinas.

DETALLE	NÚMERO	UNIDAD
Número de Computadores incluido el lab. Informática - CENTRAL	151	PC
Carga por computador	400	Watts
1 UPS de 10KVA	10000	VA
1 UPS de 10 KVA	6000	Watts
Número de PC / UPS	15	PC
Número de UPS de 10 KVA total - CENTRAL	10,06	UPS
Número de UPS de 10 KVA total - CENTRAL	10	UPS
Número de UPS de 10 KVA total - INTERNADO	1	UPS
Número de UPS de 10 KVA total - SUR	1	UPS
<b>Total de UPS para el INM</b>	<b>10</b>	<b>UPS</b>

**Tabla 3.21 Número de UPS necesarios para el Instituto Nacional Mejía**

### 3.5.6.3 Aterrizaje para protección de los equipos

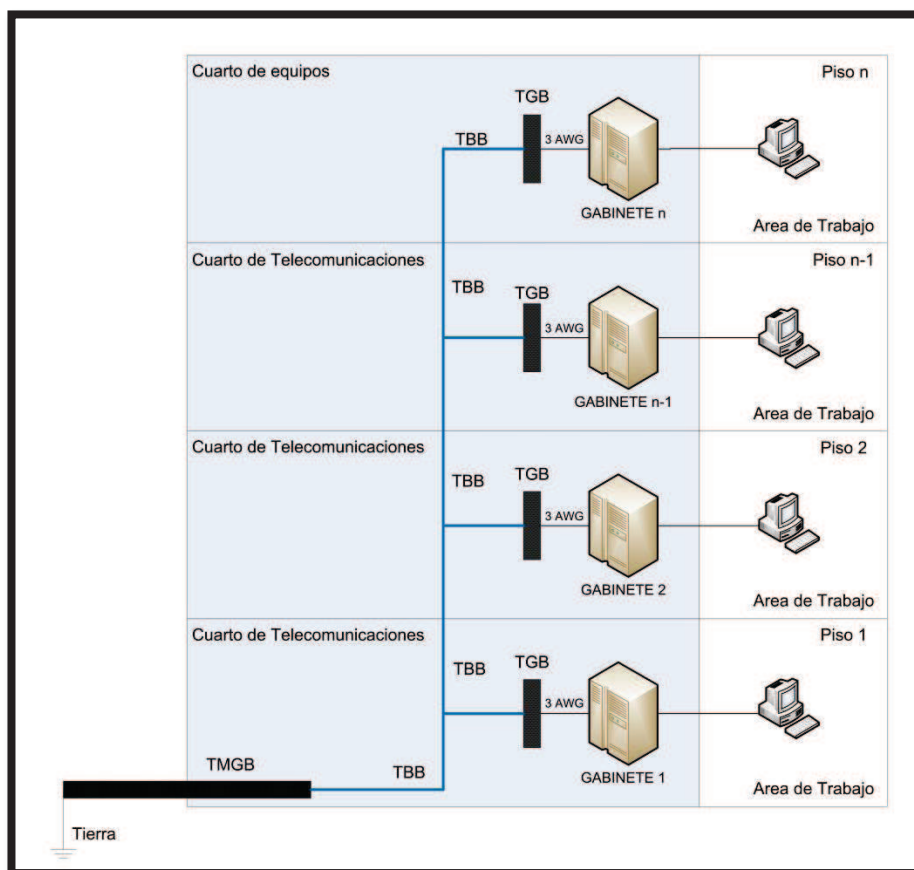
Es fundamental tener un buen sistema de puesta a tierra para proteger todo el sistema de comunicaciones. Además el Instituto Nacional Mejía en el año 2011 el Edificio Central sufrió una descarga de corriente bastante elevada provocada por un rayo; dicha descarga causó daños graves a los equipos de cómputo de los usuarios y a todos los dispositivos de red que tenían en ese momento. Al no tener equipos de comunicación todos los departamentos quedaron sin servicio de Internet.

La norma EIA/TIA 607 indica el criterio para la interconectividad de los sistemas de tierra del edificio y su soporte a equipos y sistemas de Telecomunicaciones. Los elementos que componen dicho sistema de aterrizaje son:

- ✓ *TMGB*.-Barra principal de puesta a tierra
- ✓ *TGB*.- Barra de puesta a tierra
- ✓ *TBB*.-Unión vertical para telecomunicaciones

Se instalará un sistema de tierra por cada edificio a excepción del Central, ya que por cada piso se tiene dos cuartos de Telecomunicaciones y se realizará un diseño de aterrizaje para cada una. En el bloque Sur se tiene los edificios de aulas y talleres, por lo que también se realizará por separado el sistema a tierra.

De cada uno de los gabinetes y *rack* saldrá un cable conductor de 3 AWG hacia los TGB, los cuales mediante los TBB se conectarán a la TMGB de cada edificio, la misma que estará unida al sistema de tierra; cabe indicar que este diseño se lo aplicará para todos los edificios del Instituto Nacional Mejía. Ver figura 3.27.



**Figura 3.27 Sistema de aterrizaje genérico para el Instituto Nacional Mejía**

### 3.5.7 AREA DE TRABAJO

Se ha considerado según la norma EIA/TIA 568-C.1 que una área de trabajo comprende la distancia desde el *faceplate* hasta el equipo final, ya sea éste una PC, un teléfono o una impresora, para lo cual se utilizarán *patch cord* UTP categoría 6. Según lo expuesto anteriormente, el diseño de la red de comunicaciones del Instituto Nacional Mejía en cada oficina, cursos y laboratorios respectivos se colocarán dos puntos de red como mínimo, se lo diseñó de esta manera para el incremento de un equipo final del usuario que la Institución requiera añadir en un futuro; además que en ciertas áreas están considerados un punto de red más para cubrir la parte de la red inalámbrica de la Institución. Ver figuras 3.2 hasta 3.14

### 3.5.8 ETIQUETACIÓN

Siguiendo la norma TIA/EIA 606 A se realizará un etiquetado con el que se pueda identificar fácilmente el edificio, el número de piso donde se encuentra el cuarto de Telecomunicaciones o la sala de equipos, el departamento donde éste último se ubica, el gabinete o rack, el *patch panel*, el tipo de servicio y el número de puerto utilizado. Para el sistema de puesta a tierra se identificarán la TGB, TBB y TMGB de cada piso y edificio.

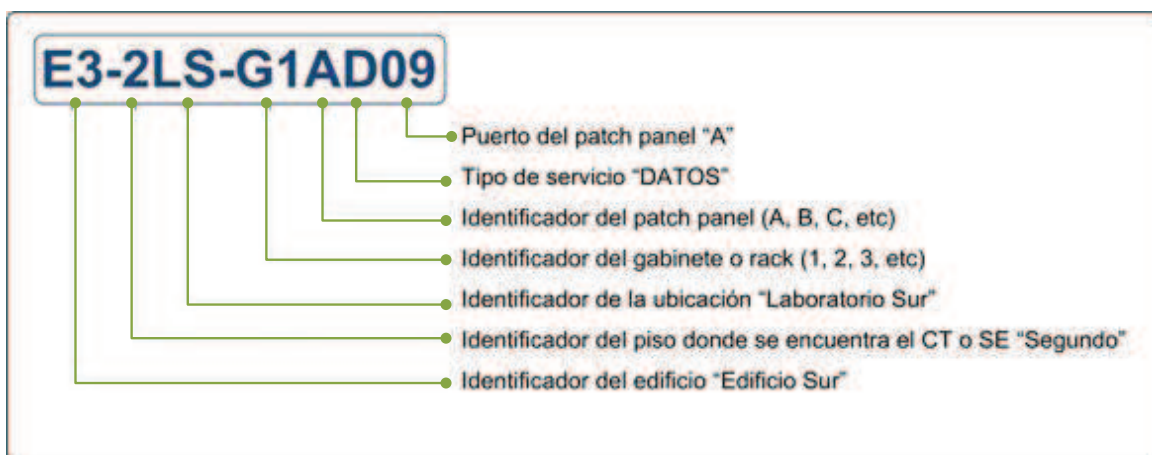
El campo que identifica el área donde se ubica el cuarto de Telecomunicaciones o la sala de equipos puede tener una o dos letras según lo que rige la norma anteriormente mencionada, entonces para el caso del etiquetado del diseño se ha clasificado las áreas y sus identificadores según el edificio, nombre de oficina o aula en donde se ha colocado los gabinetes o rack. Ver tabla 3.22.

DEPENDENCIA	IDENTIFICADOR
Bodega Lab. Biología	B
Departamento de Dibujo	D
Museo	M
Lab. Informática Central	LC
Sistemas	S
Aula 4to CCSS	AC
Laboratorio de CCNN	N
Inspección	I

DEPENDENCIA	IDENTIFICADOR
Aula26	AB
Lab. Informática Sur	LS
Electricidad	T
Oficina 1	O
Lab. Informática Internado	LI
Aula11	AA
Edificio Central	E1
Edificio Sur Aulas	E2
Edificio Sur Talleres	E3
Edificio Internado	E4
Gabinete	G
Rack	R
TMGB	TM
TGB	TG
TBB	TB

**Tabla 3.22 Identificadores para etiquetado según el área**

El etiquetado se colocará en cada extremo de los patch cord que conforman el cableado, además en los faceplates de cada área de trabajo, utilizando las impresoras de identificación. Se deberá etiquetar también los patch panel para que coincidan con el mencionado etiquetado. Ver figura 3.28



**Figura 3.28 Ejemplo de Etiquetado**

### 3.6 DIMENSIONAMIENTO DEL TRÁFICO

El dimensionamiento del tráfico se ha desarrollado en función al análisis del capítulo II en donde se observa que el consumo de ancho de banda se utiliza para

uso exclusivo de Internet sin proveer ningún tipo de prioridad de tráfico para otros servicios que en un futuro se podrían dar.

La cantidad de usuarios con los que se analizan los índices de simultaneidad es en base a las políticas de acceso al Internet y a la intranet que tiene la Institución más no al número total de usuarios existentes.

Las consideraciones que se ha tomado en cuenta para determinar la cantidad de usuarios que simultáneamente accederían a los diferentes servicios de red, son en base a la siguiente clasificación:

- ✓ *Usuarios totales.*- Es igual a la cantidad de puntos de red totales que se instalarán en toda la institución, tomando en cuenta aulas, inspecciones, talleres, laboratorios de informática y oficinas; se ha contabilizado 911 usuarios totales.
- ✓ *Usuarios potenciales.*- Del número de usuarios totales de la institución, existe un grupo que tiene la posibilidad de acceder de manera más concurrente a los servicios de red, sin que esto signifique que siempre los utilice; a estos se les llama usuarios potenciales; dando un valor de 507.
- ✓ *Usuario reales.*- Son los usuarios que utilizarán los servicios de red de manera permanente y simultánea en la mayor parte del tiempo, el tráfico de datos que estos consumen, servirá de base para el cálculo del ancho de banda que requiere la institución.

Para contabilizar los usuarios totales, potenciales y reales que tiene la institución se toma en cuenta al personal estudiantil, docente y administrativo de la siguiente manera:

- ✓ *Estudiantes.*- Se analizó en base al número de usuarios que se encuentra en los 7 laboratorios de Informática de la Institución, ya que según el horario de las materias que se dictan, ver ANEXO D <sup>[B96]</sup>, la asignatura de computación es impartida todos los días; por cuanto el total de alumnos de Informática es de 147 como usuarios potenciales. Entendiéndose que en las dos horas de clase no se ocuparía exclusivamente el acceso a Internet solamente sería por un tiempo menor ya sea por consulta o descarga de archivos solicitados por

los profesores. De estos 147 usuarios, 60 en ese instante ocuparán los servicios de red realmente, ya que una de las dos salas de los laboratorios de informática por cada edificio se estarían ocupando verdaderamente.

- ✓ *Profesores.*- Se considera como usuarios potenciales un valor de 114, ya que son tomados en cuenta los puntos de red de todas las aulas, oficinas y talleres; como valor real nos daría un total de 34 usuarios por cuanto serían los profesores que se encuentren en las oficinas, talleres y aulas de segundo y tercer año de bachillerato, que impartan clases y necesiten el acceso a Internet.
- ✓ *Administrativos.*- Considerando que en la actualidad, debido a que los usuarios no tienen un correo institucional propio, deben utilizar sus cuentas personales, ya sea Hotmail, Yahoo o Gmail. Tenemos un valor de 53 usuarios potenciales pero con los nuevos servicios de red, el acceso a Internet se reducirá en cuanto a correo y, ya que por una encuesta realizada se conoce que no todas las personas que ahí trabajan acceden a navegaciones y descargas, se obtiene como valor real de 16 usuarios.

En la tabla 3.23 se encuentra resumido la cantidad de usuarios que tienen acceso a los servicios de red. Cabe mencionar que se considera un crecimiento a 10 años, es decir se incluye los puntos de red que se les otorgará en el futuro.

USUARIOS CON ACCESO A LA RED									
EDIFICIO	ESTUDIANTES			PROFESORES			ADMINISTRATIVO		
	TOTALES	POT.	REALES	TOTALES	POT.	REALES	TOTALES	POT.	REALES
CENTRAL	56	47	20	55	25	16	110	40	8
SUR AULAS	0	0	0	34	29	2	7	4	3
SUR TALLERES	44	40	20	33	5	3	5	2	1
INTERNADO	66	60	20	73	55	13	24	7	4
<b>TOTAL</b>	<b>166</b>	<b>147</b>	<b>60</b>	<b>195</b>	<b>114</b>	<b>34</b>	<b>146</b>	<b>53</b>	<b>16</b>

**Tabla 3.23 Usuarios potenciales y reales**

La tabla 3.24 muestra los porcentajes de los índices de simultaneidad para los servicios de red que tendrá el Instituto Nacional Mejía, los cuales nos permitirán dar un valor de ancho de banda apropiado para solventar el consumo de Internet y de intranet en la Institución.

Tipo de usuario	Usuarios reales	Acceso a Internet		Acceso a Intranet		
		Descargas	Navegación	Moodle	Correo Electrónico	Telefonía IP
Estudiantes	60	30%	30%	35%	5%	0%
Profesores	34	15%	18%	47%	12%	8%
Administrativo	16	18%	22%	5%	40%	15%

**Tabla 3.24 Índices de simultaneidad**

### 3.6.1 CÁLCULO DEL ANCHO DE BANDA

Para realizar el cálculo del ancho de banda, se ha clasificado el tráfico en función del acceso al Internet y a la intranet del Instituto Nacional Mejía.

#### 3.6.1.1 Cálculo del Ancho de Banda para Internet

*Cálculo del ancho de banda de descarga*

Se considera que el tamaño aproximado de un archivo para descargar es de 1000 KBytes, el mismo que demora en bajarse un tiempo no menor a los 90 segundos.

*Estudiantes, profesores y administrativos:*

$$V_{DESCARGA} = \frac{1000 \text{ KBytes}}{\text{descarga}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{1 \text{ descarga}}{90 \text{ seg}}$$

$$V_{DESCARGA} = 88.88 \text{ Kbps}$$

En función al cálculo que se realizó, y tomando en cuenta que actualmente los tipos de descargas que se realizan en la Institución son más de actualizaciones del antivirus y de documentos personales, se obtiene la tabla 3.25 con el ancho de banda que se requiere para cada tipo de usuario, dando un valor total de 2399,10 Kbps.

Tipo de usuario	Usuarios reales	% Simultaneidad	Usuarios	Valor por descarga (Kbps)	Descargas (Kbps)
Estudiantes	60	30%	18	88,88	1599,84
Profesores	34	15%	6	88,88	533,28
Administrativo	16	18%	3	88,88	266,64
<b>TOTAL</b>	<b>110</b>	<b>63%</b>	<b>27</b>	<b>-</b>	<b>2399,76</b>

**Tabla 3.25 Ancho de Banda para descarga en Internet**



### *Cálculo del ancho de banda de navegación*

Para el tamaño promedio de una página web se considera un valor de 350 KBytes, incluyendo en ello el contenido de imágenes, música, portales de servicio entre otros; con los datos presentados se obtiene la velocidad con la que trabajaría cada usuario.

*Estudiantes:*

$$V_{NAVEGACIÓN} = \frac{350 \text{ KBytes}}{\text{página}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{3 \text{ páginas}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ seg}}$$

$$V_{NAVEGACIÓN} = 2,33 \text{ Kbps}$$

*Profesores:*

$$V_{NAVEGACIÓN} = \frac{350 \text{ KBytes}}{\text{página}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{5 \text{ páginas}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ seg}}$$

$$V_{NAVEGACIÓN} = 3,88 \text{ Kbps}$$

*Administrativo:*

$$V_{NAVEGACIÓN} = \frac{350 \text{ KBytes}}{\text{página}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{5 \text{ páginas}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ seg}}$$

$$V_{NAVEGACIÓN} = 3,88 \text{ Kbps}$$

Tipo de usuario	Usuarios reales	% Simultaneidad	Usuarios	Valor por descarga (Kbps)	Navegación (Kbps)
Estudiantes	60	30%	18	2,33	41,94
Profesores	34	18%	7	3,88	27,16
Administrativo	16	22%	4	3,88	15,52
<b>TOTAL</b>	<b>110</b>	<b>70%</b>	<b>29</b>	<b>-</b>	<b>84,62</b>

**Tabla 3.26 Ancho de Banda para la navegación en Internet**

Una vez obtenido el valor de la velocidad se presenta la tabla 3.26 con los valores asignados a cada usuario dando un total de 84,62 Kbps para servicio web.

### **3.6.1.2 Cálculo de Ancho de Banda para la Intranet**

*Cálculo del ancho de banda para MOODLE*

Para éste tipo de servicio se consideran los valores de navegación de página web, descarga y subida de archivos desde y hacia la plataforma de MOODLE.

*Estudiantes:*

Se tiene un tamaño aproximado de 350KBytes por página web, el nivel de utilización es de 8 páginas cada hora.

$$V_{NAVEGACIÓN} = \frac{350 \text{ KBytes}}{\text{página}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{8 \text{ páginas}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ seg}}$$

$$V_{NAVEGACIÓN} = 6,22 \text{ Kbps}$$

Las descargas de archivos desde la plataforma virtual, considerarán una demora de 90 segundos para un tamaño máximo de 1000 KBytes.

$$V_{DESCARGA} = \frac{1000 \text{ KBytes}}{\text{descarga}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{1 \text{ descarga}}{90 \text{ seg}}$$

$$V_{DESCARGA} = 88.88 \text{ Kbps}$$

El material que se subirá a la plataforma virtual demorará en hacerlo 120 segundos con archivos de 1000 KBytes.

$$V_{SUBIDA} = \frac{1000 \text{ KBytes}}{\text{subida}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{1 \text{ subida}}{120 \text{ seg}}$$

$$V_{SUBIDA} = 66.67 \text{ Kbps}$$

*Profesores:*

Los cálculos que se realizan para este tipo de usuario son similares a los anteriores, solamente se cambian los parámetros del número de páginas visitados por hora y el peso de los archivos que se van a subir a la plataforma virtual, considerando para ello la concurrencia con la que utilizarían el servicio MOODLE.

$$V_{NAVEGACIÓN} = \frac{350 \text{ KBytes}}{\text{página}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{10 \text{ páginas}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ seg}}$$

$$V_{NAVEGACIÓN} = 7,78 \text{ Kbps}$$

$$V_{DESCARGA} = \frac{1000 \text{ KBytes}}{\text{descarga}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{1 \text{ descarga}}{90 \text{ seg}}$$

$$V_{DESCARGA} = 88.88 \text{ Kbps}$$

$$V_{SUBIDA} = \frac{2000 \text{ KBytes}}{\text{subida}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{1 \text{ subida}}{160 \text{ seg}}$$

$$V_{SUBIDA} = 100 \text{ Kbps}$$

*Administrativo:*

Para este tipo de usuario se considera en los cálculos que se realizarán actividades de administración en la plataforma por parte del personal de Sistemas, por lo que se toma en cuenta únicamente los parámetros de navegación y descarga.

$$V_{NAVEGACIÓN} = \frac{350 \text{ KBytes}}{\text{página}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{2 \text{ páginas}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ seg}}$$

$$V_{NAVEGACIÓN} = 1.55 \text{ Kbps}$$

$$V_{DESCARGA} = \frac{1000 \text{ KBytes}}{\text{descarga}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{1 \text{ descarga}}{90 \text{ seg}}$$

$$V_{DESCARGA} = 88.88 \text{ Kbps}$$

De acuerdo al dato calculado se obtiene los siguientes resultados que se observa en la tabla 3.27, dando un valor total de 6682,16 Kbps, este valor es considerado en función a la velocidad de subida, de descarga y de navegación que realizará tanto el alumnado como el profesor que imparta las clases tutoriales.

Tipo de usuario	Usuarios reales	% Simultaneidad	Usuarios	Navegación, descarga y subida (Kbps)	Valor por descarga (Kbps)	Moodle (Kbps)
Estudiantes	60	35%	21	6,22+88,88+66,67	161,77	3397,17
Profesores	34	47%	16	7,78+88,88+100	199,66	3194,56
Administrativo	16	5%	1	1,55+88,88+0	90,43	90,43
<b>TOTAL</b>	<b>110</b>	<b>87%</b>	<b>38</b>	-	-	<b>6682,16</b>

**Tabla 3.27 Ancho de Banda para aplicación MOODLE en Intranet**

Cabe indicar que la plataforma virtual MOODLE es utilizado por el segundo y tercer año de bachillerato debido a que en ello se encontrarán las materias de

especialización donde tendrá un grado de complejidad para que el alumno y profesor puedan interactuar de manera virtual y de esta manera se acoplen a los métodos educativos actuales.

#### *Cálculo del ancho de banda de correo electrónico*

Este servicio es nuevo en la Institución, ya que hasta el momento se ha manejado con cuentas de correo comerciales como: Hotmail, Yahoo y Gmail.

Cabe mencionar que los usuarios que utilizarán el servicio son en su mayoría personal administrativo y docente, los estudiantes que contarán con cuentas de correo Institucional serán quienes pertenezcan a los diferentes clubes y consejo estudiantil. El peso de un correo electrónico a considerar es de 50 KBytes <sup>[B56]</sup>.

#### *Estudiantes:*

$$V_{CORREO} = \frac{50 \text{ KBytes}}{\text{correo}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{3 \text{ correos}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ seg}}$$

$$V_{NAVEGACIÓN} = 0,33 \text{ Kbps}$$

#### *Profesores:*

$$V_{CORREO} = \frac{50 \text{ KBytes}}{\text{correo}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{5 \text{ correos}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ seg}}$$

$$V_{NAVEGACIÓN} = 0,55 \text{ Kbps}$$

#### *Administrativo:*

$$V_{CORREO} = \frac{50 \text{ KBytes}}{\text{correo}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{8 \text{ correos}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ seg}}$$

$$V_{NAVEGACIÓN} = 0,88 \text{ Kbps}$$

Tipo de usuario	Usuarios reales	% Simultaneidad	Usuarios	Valor por descarga (Kbps)	Correo Electrónico (Kbps)
Estudiantes	60	5%	3	0,33	0,99
Profesores	34	12%	4	0,55	2,2
Administrativo	16	40%	7	0,88	6,16
<b>TOTAL</b>	<b>110</b>	<b>57%</b>	<b>14</b>	<b>-</b>	<b>9,35</b>

**Tabla 3.28 Ancho de Banda para el servicio de correo electrónico en Intranet**

Con el valor calculado, en la tabla 3.28 se observa que el ancho de banda de todos los usuarios es de 9,35 Kbps a excepción del alumnado que no contará con cuentas de correo electrónico debido a que ellos se manejan con perfiles comerciales tales como Yahoo, Hotmail, Gmail.

*Cálculo del ancho de banda para telefonía IP*

Para éste cálculo se considera el códec de voz G.711 ya que trabaja a una velocidad de 64 Kbps, tomando en cuenta que se transmite la voz acompañado de las siguientes cabeceras de los protocolos tales como:

- ✓ IP(20 Bytes),
- ✓ UDP(8 Bytes),
- ✓ ETHERNET(18 Bytes),
- ✓ RTP(12 Bytes)

Por lo que su velocidad aproximada sería de 84,80 Kbps. Con el dato anteriormente indicado se procede a realizar el cálculo, tomando en cuenta que los estudiantes no harían uso de este tipo de servicio ya que sería uso exclusivo para el personal docente, por cual el valor total de ancho de banda para telefonía IP es 508,8 Kbps como se observa en la tabla 3.29.

Tipo de usuario	Usuarios reales	% Simultaneidad	Usuarios	Valor por descarga (Kbps)	Telefonía IP (Kbps)
Estudiantes	60	0%	0	0	0
Profesores	34	8%	3	84,8	254,4
Administrativo	16	15%	3	84,8	254,4
<b>TOTAL</b>	<b>110</b>	<b>23%</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>508,8</b>

**Tabla 3.29 Ancho de Banda para el servicio de Telefonía IP en la Intranet**

Con el análisis realizado para el cálculo de ancho de banda tanto para el acceso a Internet como la intranet se obtiene los siguientes resultados:

- ✓ *Internet:* Se requiere un Ancho de Banda de **2484,38 Kbps**, es decir que con lo que se tiene actualmente contratado es suficiente para el servicio de navegación

- ✓ *Intranet*: El ancho de banda que se requiere es de **7200,31 Kbps** a nivel de backbone, es decir que con el medio de transmisión a utilizar como es el cable UTP categoría 6a nos alcanzaría perfectamente ya que este tipo de cable trabaja a 1000 Mbps a nivel de Ethernet.

Servicio		Ancho de Banda (Kbps)
Internet	Descargas	2.399,76
	Navegación	84,62
<b>TOTAL</b>		<b>2.484,38</b>
Intranet	Moodle	6.682,16
	Correo Electrónico	9,35
	Telefonía IP	508,80
<b>TOTAL</b>		<b>7.200,31</b>

**Tabla 3.30 Ancho de Banda para Internet e Intranet**

### 3.7 DISEÑO LÓGICO DE LA RED

La red de comunicaciones del Instituto Nacional Mejía será del tipo jerárquico, y contendrá un nivel de *Core* y otro nivel de distribución y acceso. No se separarán las capas de distribución y acceso debido a que con un mismo equipo se puede cubrir áreas de trabajo y *switches* de acceso.

Entre el nivel de *Core* y distribución/acceso, la red tendrá un backbone para enlaces entre edificios mediante fibra óptica; y entre el nivel de distribución y acceso se enlazará cada planta de cada edificio con cable UTP categoría 6a; con el cual se tendrá un sistema Gigabit Ethernet. El cableado que va desde los cuartos de Telecomunicaciones hasta las áreas de trabajo será del tipo Fast Ethernet utilizando cable UTP categoría 6 que soporta sin problemas 100 Mbps.

Se utilizarán dos *switches* de *Core* ubicados uno en el área de Sistemas del Edificio Central y otro en el Laboratorio de informática del Edificio de Internado. Ambos dispositivos estarán enlazados entre si y conectados a cada uno de los *switches* de distribución-acceso ubicados alrededor de toda la Institución. Esto con el fin de obtener redundancia en caso de fallos en uno de estos dispositivos de *Core*.

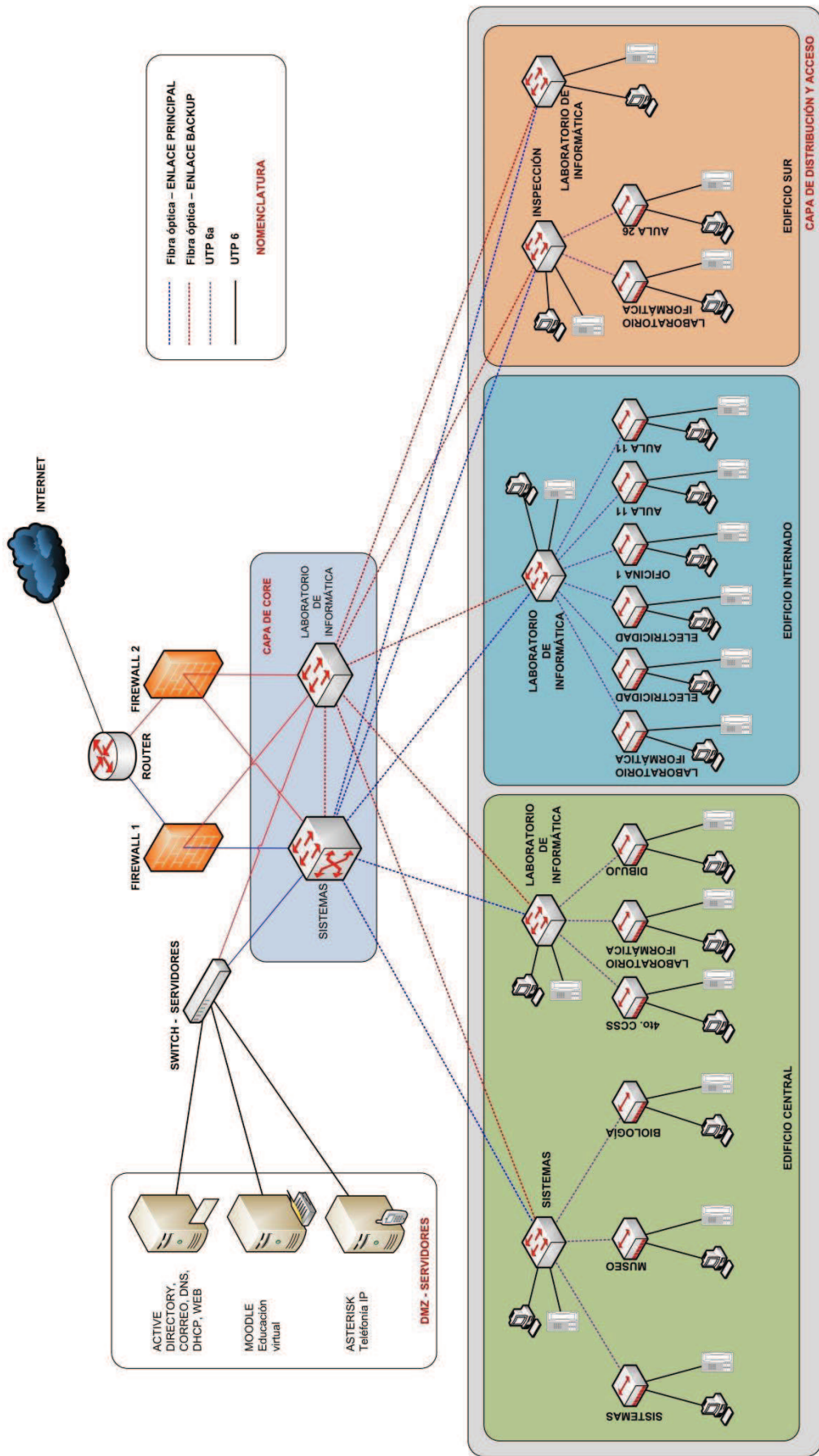


Figura 3.29 Diagrama de la red del Instituto Nacional Mejía

Los *switches* de distribución-acceso estarán ubicados en cada uno de los edificios de la Institución; uno en el departamento de Sistemas del Edificio Central y otro en el laboratorio de Informática del mismo edificio, estos dispositivos darán servicio de red a las diferentes áreas de trabajo que aquí encuentran.

Otro dispositivo de distribución-acceso se colocará en el laboratorio de Informática del edificio Internado; en el bloque Sur se tendrá dos *switches* de distribución-acceso ubicados en la Inspección para edificio Aulas y el segundo en el Laboratorio de Informática del edificio de Talleres. Cada uno de los *switches* de acceso se conectará a las áreas de trabajo tales como aulas, oficinas y laboratorios.

A los *switches* de Core se conectará dos firewall que proveerá seguridad a la red interna contra ataques provenientes desde Internet. A estos firewall también irán conectados los servidores de correo, DNS, DHCP, Active Directory, telefonía IP y MOODLE mediante un switch. Como se puede observar en la figura 3.29 los enlaces que van desde los *switches* de Core hasta los dispositivos que tienen funciones de distribución y acceso son mediante fibra óptica, para esto es que serán necesarios *switches* con puertos SPF. El cable UTP será utilizado tanto para enlaces entre distribución y acceso como para los equipos de acceso y área de trabajo.

### 3.7.1 PLANEAMIENTO DE DIRECCIONAMIENTO IP

Se va a realizar el planeamiento de direccionamiento IP para el Instituto Nacional Mejía a la que se le ha asignado la dirección IP 172.16.0.0 con 16 bits de máscara de subred. La institución tiene organizada su red en una configuración tipo estrella. Según el edificio y función se ha dividido a la red en seis partes y cada equipo de red debe tener una dirección IP para administración. La red subdividida está detallada en las siguientes tablas.

SUBRED	EDIFICIO	HOST
R1	PROFESORES	358
R2	ADMINISTRATIVOS	292
R3	ESTUDIANTES	185

**Tabla 3.31 Número de direcciones IP para usuarios**



SUBRED	EDIFICIO	HOST
R4	DHCP	100
R5	TELÉFONOS IP	100
R6	EQUIPOS <i>WIRELESS</i>	38
R7	EQUIPOS RED	35
R8	DMZ	3

**Tabla 3.32 Número de direcciones IP para servicios de red**

Para evitar el desperdicio de direcciones IP en este cálculo, se va a utilizar el método VLSM, *Variable Length Subnet Mask*. Por lo que ya se ha ordenado de manera descendente el número de host que se necesitan direccionar por cada servicio y tipo de usuario en la institución. Ver ANEXO E. Para un resumen total de las direcciones IP que se van a configurar según los tipos de usuario y servicio de red en la institución se tiene la siguiente tabla 3.33.

Tipo de usuario y servicio	Dirección de subred	Máscara de subred	IP Inicial válida	IP Final válida	Dirección de broadcast
PROFESORES	172.16.2.0	255.255.254.0	172.16.2.1	172.16.3.254	172.16.3.255
ADMINISTRATIVOS	172.16.4.0	255.255.254.0	172.16.4.1	172.16.5.254	172.16.5.255
ESTUDIANTES	172.16.6.0	255.255.255.0	172.16.6.1	172.16.6.254	172.16.6.255
TELÉFONOS IP	172.16.7.0	255.255.255.128	172.16.7.1	172.16.7.126	172.16.7.127
DHCP	172.16.7.128	255.255.255.128	172.16.7.129	172.16.7.254	172.16.7.255
EQUIPOS <i>WIRELESS</i>	172.16.8.0	255.255.255.192	172.16.8.1	172.16.8.62	172.16.8.63
EQUIPOS DE RED	172.16.8.64	255.255.255.192	172.16.8.65	172.16.8.126	172.16.8.127
DMZ	172.16.8.136	255.255.255.248	172.16.8.137	172.16.8.142	172.16.8.143

**Tabla 3.33 Direcciones IP para cada tipo de usuario y servicio**

### 3.7.2 REDES LAN VIRTUALES (VLANS)

En la Institución se manejan diferentes tipos de tráfico e información, para asegurar su confidencialidad y utilizar de manera efectiva el ancho de banda, se dividirá la red en segmentos según tipo de usuario y servicio mediante redes LAN virtuales.

La configuración de las VLANS se realizará utilizando enlaces troncales para que dichas redes virtuales se comuniquen entre sí cuando sea necesario. Cabe mencionar que dependiendo del tipo de información las VLANS se comunicarán unas con otras.

Tipo de usuario y servicio	Nombre de VLAN	Dirección de subred / Mascara de subred	IP Inicial válida	IP Final válida
PROFESORES	Profesores	172.16.2.0/23	172.16.2.1	172.16.3.254
ADMINISTRATIVOS	Administrativos	172.16.4.0/23	172.16.4.1	172.16.5.254
ESTUDIANTES	Estudiantes	172.16.6.0/24	172.16.6.1	172.16.6.254
TELÉFONOS IP	Telefonía	172.16.7.0/25	172.16.7.1	172.16.7.126
DHCP		172.16.7.128/25	172.16.7.129	172.16.7.254
EQUIPOS WIRELESS	Inalámbrico	172.16.8.0/26	172.16.8.1	172.16.8.62
EQUIPOS DE RED	Equipos	172.16.8.64/26	172.16.8.65	172.16.8.126
DMZ		172.16.8.136/29	172.16.8.137	172.16.8.142

**Tabla 3.34 Distribución de VLANS para el INM**

El tipo de VLANS que se utilizará será basada en puerto, ya que es mucho más fácil de administrar y permite la movilidad del usuario dentro de la misma institución independientemente del sistema que utiliza. La forma en que se dividirá a la red en VLANS será mediante el tipo de usuario y servicio. Ver tabla 3.34.

### 3.7.3 ZONA DESMILITARIZADA

Debido a que varios de los servicios de red de la Institución tendrán la posibilidad de ser utilizados mediante Internet fuera de la intranet, tales como Correo Electrónico, página WEB, DNS y aula virtual, se proporcionará seguridades para que las conexiones entre la red interna y el Internet sean verificadas y permitidas, esto se lo realizará configurando una zona desmilitarizada en la que se ubicarán los equipos servidores.

La zona desmilitarizada que se configurará en la Institución estará basada en un cortafuegos (*firewall*) en donde se utilizarán dos puertos del mismo para separar la red interna de la red externa; esta configuración se llama firewall en trípode. Lo que se logrará aplicando una zona desmilitarizada es que las conexiones desde la red interna y la externa a la DMZ estén permitidas mientras que las conexiones desde la DMZ solo serán permitidas hacia la red externa mas no a los equipos locales.

El objetivo de la DMZ de la Institución será permitir que los servidores que se encuentran dentro de la misma puedan dar servicios tanto a la red externa como interna a la vez que protegen la intranet en el caso de que intrusos intenten

vulnerar la seguridad de los equipos que se encuentran en la DMZ. Para cualquier atacante externo que quiera conectarse sin permisos a la red interna la zona desmilitarizada se convierte en un bloqueo eficiente difícil de vulnerar. Ver figura 1.44 del capítulo 1.

Tal como se mencionó anteriormente se utilizará una DMZ a través de las opciones de la configuración de un equipo cortafuegos, es decir donde cada una de las redes se conectará a un puerto distinto de éste; se escogerá un firewall con tecnología basada en hardware teniendo así un equipo dedicado a esta funcionalidad proporcionando mayor eficiencia en seguridad. Mediante este equipo se permitirá o restringirá el acceso de los usuarios a ciertas aplicaciones, con lo cual se puede evitar ataques a la seguridad de la red o una excesiva circulación de tráfico.

Una de las ventajas por las cuales se ha optado por instalar un equipo firewall es que su administración y mantenimiento son fáciles e intuitivos debido a que poseen sus propios sistemas operativos con interfaces gráficas amigables para los usuarios.

Cabe indicar que en el tópico de seguridades se detallarán las características que debe tener el dispositivo firewall para funcionar de manera eficiente en la red de comunicaciones del Instituto Nacional Mejía.

### **3.8 PUNTOS DE ACCESO INALÁMBRICO DENTRO DEL INSTITUTO NACIONAL MEJÍA**

Debido a la gran extensión con la que cuenta el Instituto Nacional Mejía y no a todas las áreas se llega con la red cableada, se colocarán puntos de acceso inalámbrico en lugares específicos para que los usuarios puedan acceder a los servicios de red sin ningún inconveniente.

Los equipos de acceso inalámbrico o también llamados tecnología WiFi, utilizan frecuencias de radio RF para transmitir la información; la principal ventaja de colocar los dispositivos de red *wireless*, es la facilidad de integración con la red cableada existente. Como ventaja adicional con respecto a otras tecnologías inalámbricas, es que las frecuencias que se utiliza son de uso libre. Se ubicará

*Access Point* en puntos específicos de la Institución dando un mejor desempeño a la red así como también reduciendo el nivel de inseguridad que presenta este tipo de redes. Los factores que se tomarán en consideración para el diseño serán:

- ✓ Ancho de banda/Velocidad de transmisión.
- ✓ La frecuencia de operación.
- ✓ Tipos de aplicaciones que van a correr.
- ✓ Número máximo de usuarios.
- ✓ Área de cobertura.
- ✓ Material con el que están contruidos los edificios.
- ✓ Conexión de la red *wireless* con la red cableada.
- ✓ Los identificadores de la red (SSID)
- ✓ Seguridad

### 3.8.1 VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN

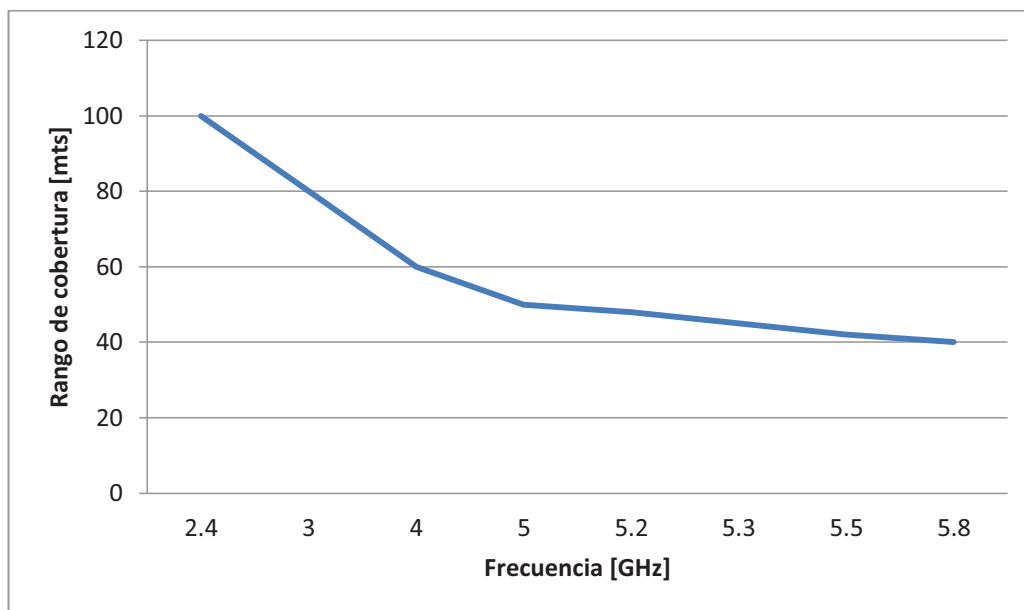
Se debe tomar en cuenta las diferentes velocidades de transmisión que brindan los estándares WiFi como son: IEEE802.11a, IEEE802.11b, IEEE802.11g y IEEE802.11n. Comparando las velocidades de transmisión y características de los mencionados estándares, ver tabla 3.33; se va a escoger para la red inalámbrica del Instituto Nacional Mejía el estándar IEEE802.11n el cual ofrece mayor *throughput* y características de cobertura.

Estándar	802.11a	802.11b	802.11g	802.11n
Fecha	1999	1999	2003	2008
Velocidad [Mbps]	54	11	54	600
Modulación	OFDM	DSSS	DSSS	DSSS
		CCK	CCK	CCK
		CCK	OFDM	OFDM
Banda [GHz]	5	2.4	2.4	2.5 ó 5
No. de flujos	1	1	1	1 a 4
Canal [MHz]	20	20	20	20 ó 40

**Tabla 3.35 Comparación de los diferentes Estándares de la familia 802.11** <sup>[B57]</sup>

“Intel asegura haber comprobado que el equipamiento 802.11n puede proporcionar en el mundo real entre 100 Mbps y 140 Mbps.”<sup>[B58]</sup>

### 3.8.2 FRECUENCIA DE OPERACIÓN



**Figura 3.30 Rango de Cobertura según la frecuencia**

De acuerdo al estándar escogido para el diseño se tendrá una frecuencia de operación de 2,4 GHz ó 5GHz de los cuales se escogerá la banda de 2,4 GHz ya que es libre y de mayor alcance. Ver figura 3.30

### 3.8.3 TIPO DE APLICACIONES QUE SE VAN A EJECUTAR

El tipo de aplicaciones que se transmitirán por la red inalámbrica será limitado de acuerdo al ancho de banda que poseen los equipos *wireless*, ya que no se podría cursar tráfico tal como videoconferencia, pero si son aceptables las aplicaciones como accesos a Internet, correo electrónico, transferencia de archivos e información.

En la Institución las aplicaciones que utilizarán la red inalámbrica serán el acceso a Internet y los diferentes servicios que ofrece la Intranet, cabe mencionar que la mayor parte de usuarios realizará la navegación de Internet y descarga de archivos.

De acuerdo al levantamiento de información realizado se ha observado que no existen muchos usuarios con computadores portátiles por lo que los profesores y visitantes harán mayor uso de la red inalámbrica en sitios específicos.

### 3.8.4 NÚMERO MÁXIMO DE USUARIOS

El número mínimo de usuarios que utiliza un dispositivo portátil de acuerdo a la distribución en el colegio es 10, pues es la cantidad de equipos contabilizados en el levantamiento de información; ubicados en las siguientes áreas:

- ✓ 2 en el departamento de historia,
- ✓ 1 en secretaria,
- ✓ 1 en el rectorado,
- ✓ 1 en vicerrectorado,
- ✓ 2 en COMIEC,
- ✓ 1 en el laboratorio de informática y
- ✓ 2 en el departamento de sistemas

Debido a que el número de dispositivos portátiles tanto de personal docente y administrativo como de los visitantes es un valor medio, los *Access Point* están en capacidad suficiente de soportar sin ningún problema dicha carga. A los dispositivos portátiles y móviles que se conecten a la red inalámbrica se les asignará direcciones IP por DHCP, realizando reservas dependiendo de los accesos a Internet del usuario.

### 3.8.5 ÁREA DE COBERTURA

Se proveerán servicios de la red inalámbrica en su mayor parte al área Administrativa del Edificio Central de la Institución. Para lograr esto se colocarán *Access Point* en diferentes ubicaciones dependiendo de las necesidades del sector tales como corredores, aulas y oficinas.

#### 3.8.5.1 Edificio Central

En el primer piso de este edificio se colocarán 5 *Access Point* los cuales se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

- ✓ *Laboratorio de Biología1*.-Este cubrirá las dos salas de laboratorio de biología y una parte de la Biblioteca, se ubica en este lugar debido a que los profesores imparten clases y realizan sus actividades con computadores personales además de las presentaciones que los

estudiantes deben hacer. Cabe mencionar que ya existen dos computadores de escritorio que son utilizadas esporádicamente.

- ✓ *Biblioteca.*- Se colocará el dispositivo en esta área debido a la concurrencia de estudiantes en su mayoría de últimos niveles como también de invitados que utilizan computadores portátiles para realizar consultas e investigaciones de carácter educativo. El dispositivo cubrirá las áreas de depósito de libros, aula 4 y aula 5.
- ✓ *Restaurante.*- Se ubicará el dispositivo de acceso inalámbrico para dar servicios de red a los profesores que requieran trabajar con sus Pc personales a la vez que es un espacio destinado para actividades extracurriculares. Se tendrá cobertura inalámbrica sobre la oficina de Guarda Almacén, Bodegas, Almacén y parte de la Asociación de Profesores.
- ✓ *Sala Múltiple.*- Es dedicado a reuniones esporádicas del personal docente o administrativo los cuales utilizan los servicios de red mediante sus computadores personales; por cuanto el *Access Point* instalado en dicha área dará cobertura a la Bodega, Banda de Guerra, sala y oficina de Lucha libre y al aula 6.
- ✓ *Recepción - Departamento de Dibujo.*-Este departamento cuenta con varias oficinas propias tales como Contabilidad, Presidencia, Tesorería, Conserjería y Recepción, el dispositivo AP se colocará para dar servicio de Internet a invitados y computadores personales de los profesores.

En el segundo piso de este edificio se colocarán 7 *Access Point* los cuales se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

- ✓ *Sala de Exposiciones Museo.*-En esta área se encuentra los objetos de exposición pero puede darse el caso de que se utilicen PC portátiles o dispositivos móviles de los visitantes. Se cubrirá la Sala de Museo, Sala de Proyección y parte del Departamento Médico.
- ✓ *Departamento Médico.*- En esta área se colocará un dispositivo *Access Point* debido a que el médico y odontólogo en algunas ocasiones utilizan sus PC personal y sus dispositivos móviles. Se tendrá cobertura en parte de la Secretaria General y Sala de Proyecciones.

- ✓ *Rectorado.*-En esta oficina se tendrá mayor utilización de red inalámbrica debido a que el rector y la mayor parte de visitantes utiliza dispositivos portátiles, además se cubrirá parte de la Secretaria General.
- ✓ *Inspección General.*- Se colocará un dispositivo de acceso inalámbrico en esta área debido a que el rector suele tener reuniones con el Sr. Inspector General y lleva su computador portátil a las mismas además que la Secretaria que allí trabaja tiene una laptop.
- ✓ *COMIEC.*- Se ubicará el dispositivo *Access Point* en esta oficina por solicitud de los usuarios de la misma ya que tienen equipos portátiles que al momento no utilizan. Se dará cobertura a las oficinas de Colecturía, DOBE y Filosofía.
- ✓ *Sala de Profesores.*- Debido a que esta sala se encuentra dividida en oficinas de reuniones para profesores, se requiere el acceso inalámbrico para posibles dispositivos portátiles y móviles de los docentes. Se dará cobertura con este dispositivo a las oficinas y aulas del Dpto. de Inglés.
- ✓ *Laboratorio de Informática.*- Algunas de las personas de Sistemas trabajan también en este Laboratorio utilizando laptop, además los profesores de computación imparten clases esporádicamente con sus PC portátiles.

En el tercer piso de este edificio se colocarán 4 *Access Point* los cuales se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

- ✓ *Departamento de Sistemas.*-Las dos personas que en este departamento trabajan, utilizan computadores portátiles, además se dará cobertura a la Sala de uso múltiple, Sala Audiovisuales, y una parte del área de Mapoteca.
- ✓ *Mapoteca.*- En este lugar se imparte clases y conferencias proyectando videos de carácter educativo, muchas de las cuales se realizan utilizando computadores portátiles propios de los expositores; se dará cobertura al departamento de Historia en donde existen dos laptop sin utilizar.
- ✓ *Vicerrectorado.*-Se colocarán *Access Point* en este departamento debido a que algunas de las Pc de escritorio tienen interfaces de red inalámbrica como es la del Vicerrector y Secretaria dando una cobertura que alcance al Comité de Padres de Familia.



- ✓ *Auditorio Wapenstein.*- Este dispositivo inalámbrico dará cobertura cuando se realicen conferencias de diverso tipo y sea necesario acceder al Internet; por este motivo no estará habilitado siempre, únicamente cuando el caso lo amerite.

Para observar la ubicación de los dispositivos de acceso inalámbrico ver las figuras 3.2, 3.3 y 3.4.

### **3.8.5.2 Edificio Sur**

En el primer piso de este edificio se colocará 1 *Access Point* en el laboratorio de CCNN1 debido a que solamente debe dar cobertura a los otros dos laboratorios y al archivo.

En el segundo piso se colocará 5 dispositivos de acceso inalámbrico distribuidos de la siguiente manera:

- ✓ *Corredor Aula3, Aula7, Aula9.*-Darán cobertura a todas las aulas de este piso además de la copiadora.
- ✓ *Inspección General.*- Por petición del área de Sistemas se ha ubicado un dispositivo inalámbrico en esta oficina ya que es una área administrativa y por lo general suele tener visitantes con dispositivos móviles.
- ✓ *Auditorio.*- En esta área se realizan conferencias de diverso tipo además de proyección de videos por lo que amerita tener una cobertura inalámbrica ya que es un lugar extenso.

Para observar la ubicación de los dispositivos de acceso inalámbrica ver las figuras 3.5, 3.6 y 3.7.

### **3.8.5.3 Edificio Sur - Talleres**

En el primer piso, se ubicará un dispositivo inalámbrico en la oficina de Mecánica debido a que aquí se encuentra el *rack* que cubrirá todos los talleres de este piso.

En el segundo piso, se colocará un *Access Point* en la oficina DOBE con la que se dará cobertura al departamento de Trabajo Social, Laboratorio de Informática y Talleres.

En el tercer piso, el taller de Maquetería contendrá un equipo *wireless* ya que se ubica aquí un *rack* de Distribución dando cobertura a los tres talleres restantes que en este piso se ubican. Para observar la ubicación de los dispositivos de acceso inalámbrica ver las figuras 3.8, 3.9 y 3.10.

#### **3.8.5.4 Edificio Internado**

En el primer piso, se ubicarán dos dispositivos inalámbricos que darán cobertura a las oficinas, aulas, laboratorios y oficinas que en esta planta se tienen. En lo que respecta al segundo piso, se colocará también dos *Access Point*, uno en el museo Etnográfico para dar cobertura a dispositivos móviles, y otro en el corredor aulas para ofrecer servicio de red a las aulas y oficinas que se encuentren cerca.

En el tercer piso, se instalarán tres dispositivos inalámbricos, uno en el corredor Audiovisuales que ofrecerá servicios de red a las aulas y laboratorios de este lado del edificio, otro en el corredor Laboratorio que cubrirá oficinas de Inspección, aulas y Laboratorios de Informática, el tercer y último dispositivos de este piso se colocará en la sala de reuniones para que los dispositivos móviles que allí se encuentren puedan acceder a los servicios de la red.

En el cuarto y último piso de este edificio, se ha considerado colocar tres dispositivos *wireless* en los dos corredores para cubrir las aulas y oficinas, y el tercero para cubrir la sala de orientación vocacional.

Para observar la ubicación de los dispositivos de acceso inalámbrica ver las figuras 3.11, 3.12, 3.13 y 3.14.

### **3.8.6 MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LOS EDIFICIOS**

Dependiendo de los materiales con lo que están contruidos los edificios, las ondas de radio se reflejarán o serán absorbidas por las paredes, debido a esto es necesario conocer el material del que está construida la estructura de la Institución.

Los edificios Central y Sur Aulas están contruidos totalmente con ladrillo por lo que sus paredes son gruesas y con un grado de atenuación medio para las ondas de radio; mientras que los edificios Sur Talleres e Internado tienen sus paredes

hechas con bloque prensado por lo que tiene un menor grado de interferencia. Ver tabla 3.36.

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

**Tabla 3.36 Niveles de atenuación de los materiales de construcción** <sup>[B59]</sup>

Todas las oficinas del área administrativa están separadas mediante paredes por lo que serán necesarios más equipos *Access Point* para dar cobertura suficiente. En la pared de las aulas de los tres edificios se colocarán los dispositivos inalámbricos en los corredores para lograr así menos atenuación por las paredes, ya que atravesarán las puertas de vidrio y de madera.

### 3.8.7 CONEXIÓN DE LA RED INALÁMBRICA CON LA RED CABLEADA

Alrededor de toda la Institución se instalarán puntos de red exclusivamente para la colocación de dispositivos *Access Point*. Al existir dos maneras de alimentar energía eléctrica a los AP, con un adaptador o mediante la Ethernet, se escogerá dispositivos de red que soporten el protocolo *Power over Ethernet* (PoE) con el fin de evitar la instalación de puntos eléctricos cerca de los equipos *wireless*.

### 3.8.8 IDENTIFICADORES DE LA RED (SSID)

Los identificadores de la red inalámbrica servirán para reconocer de manera fácil a los *Access Point* de la Institución; para mantener una red organizada y de menor complicación al momento de conectar dispositivos portátiles y móviles, se asignará un solo SSID a la red inalámbrica.

Como resultado de asignar un solo SSID y clave para todos los *Access Point* se tiene la facilidad de ir de un lugar de cobertura a otro, inclusive en un diferente

edificio sin necesidad de volverse a conectar seleccionando otro SSID y contraseña respectiva.

El SSID con la que se manejará la Institución completa será la combinación de las siglas del nombre del Colegio y del año de fundación, por lo tanto quedará de la siguiente manera:

**SSID = INM1892**

La contraseña que se utilizará tanto para acceder a la configuración de los dispositivos inalámbricos como para conectarse a la red será acorde a lo que se describirá en el siguiente subtema.

### **3.8.9 SEGURIDAD**

Las redes inalámbricas son el punto más vulnerable de una red de comunicaciones, por lo que es necesario proteger a los equipos de acceso inalámbrico, tanto de configuraciones como de conexiones con una contraseña lo suficientemente fuerte para que sea segura y difícil de descifrar.

Como es de conocimiento en el capítulo 1 se menciona los diferentes métodos de seguridad para accesos inalámbricos, por lo cual después de dicho análisis se escogerá el esquema WPA2 el que funciona con una clave previamente compartida además de los algoritmos TKIP basados en AES (*Advanced Encryption Standar*).

Se considerará dos contraseñas para los equipos de acceso inalámbrico, uno para la configuración de los equipos y otra para las conexiones de los dispositivos portátiles y móviles, esto es con el objetivo de que el personal de Sistemas sea el único con privilegios para cambiar configuraciones y dar accesos a la red según las necesidades que se presenten.

#### **Clave para ingreso a configuración de los Access Point**

**rjYSdu6d**

### Clave para conexión a la red inalámbrica INM 1892

**PLapHLc2981**

Para seleccionar dispositivos de acceso inalámbricos se debe tomar en cuenta los requisitos mínimos tales como velocidad de transmisión, estándares y protocolos, de los cuales el primordial es la certificación WiFi, métodos de encriptación, protocolos de administración, algoritmos de cifrado, interfaces de red, y ciertas características adicionales. Ver tabla 3.37

CARACTERÍSTICAS MÍNIMAS DE ACCESSPOINT	
VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN	54 Mbps
ESTÁNDARES Y PROTOCOLOS	IEEE 802.11a/b/g/n IEEE 802.3af IEEE 802.3u IEEE 802.1q IEEE 802.1p
MÉTODOS DE ENCRYPTACIÓN	TKIP, WPA, WPA2
PROTOCOLOS DE ADMINISTRACIÓN	SNMP, HTTP
ALGORITMO DE CIFRADO	MD5, AES
INTERFACES	RJ45 LAN 10/100/1000 Mbps
ADICIONALES	Filtrado de Direcciones DHCP Alta cobertura Garantía del Fabricante

**Tabla 3.37 Características Mínimas De Los Equipos Access Point**

### 3.9 ENLACE WiFi ENTRE LOS EDIFICIOS DEL INSTITUTO NACIONAL MEJÍA

Por la necesidad de enlazar los tres edificios que componen el Instituto Nacional Mejía, se sugirió en primera instancia la comunicación entre estos por medio inalámbrico para evitar así gastos de recursos por tendido de cableado y obra civil; pero por requerimiento de las autoridades y encargados del área de Sistemas de la Institución, se realizó el enlace de los edificios por medio de fibra óptica, quedando la comunicación inalámbrica como respaldo de esta última.

La distancia que separa el Edificio Central del Sur es 97m, y del Central al Internado es de 80m medidos en línea recta, por lo que un enlace inalámbrico tipo WiFi en modo WDS (Sistema de Distribución Inalámbrico)<sup>[B60]</sup> será suficiente para el transporte de información que la Institución maneja.

El primer criterio a decidir es elegir el tipo de tecnología WiFi a utilizar, en este caso se optará por el estándar 802.11n, el cual fue aprobado en el 2009 por la IEEE; teóricamente ofrece una velocidad de transmisión de hasta 600 Mbps, sin embargo en la práctica se llega a los 300 Mbps y con el backbone de 1000 Mbps que se instalará, no existirá cuello de botella al momento de circular información.

El siguiente punto a considerar es la banda de frecuencia con la que se va a trabajar. El estándar escogido permite utilizar la banda de 2.4 GHz o 5 GHz; sería recomendable la utilización de la banda de 5 GHz por ser la menos congestionada pero los equipos que trabajan con esta frecuencia son más complicados de conseguir, por este motivo se ha decidido trabajar en la banda 2.4 GHz.

La siguiente decisión es elegir entre AP con antenas exteriores o antenas con AP integrado. Las primeras son las más utilizadas pero las que más interferencias tienen por lo que se puede perder calidad de la señal debido a que las antenas están separadas del *Access Point*. Por este motivo se optará por la modalidad de Antena y AP integrados, tomando en cuenta que se debe elegir dispositivos para el exterior ya que serán instalados en las fachadas de los tres edificios de la Institución.

De acuerdo al análisis de las características de dispositivos realizado en el capítulo 4, se ha elegido el modelo de *Access Point NanoStation M2* de la marca americana Ubiquiti Networks tanto por calidad y precio, ver tabla 4.6. La razón por la que no se escoge el dispositivo *NanoStation M5* es porque tiene características demasiado avanzadas y alto costo como para instalarlo en la Institución ya que de esta manera se estaría sobredimensionando el diseño de la Institución.

El *NanoStation M2* es un dispositivo compacto con una antena integrada de 10.4 a 11.2 dbi, apto para el uso en el exterior, dispone también de un conector para la conexión de una antena exterior más potente, y se le suministra corriente a través

del cable de red con un PoE. Para la configuración, los equipos vienen con un Sistema Operativo llamado AirOS suministrado por el fabricante.

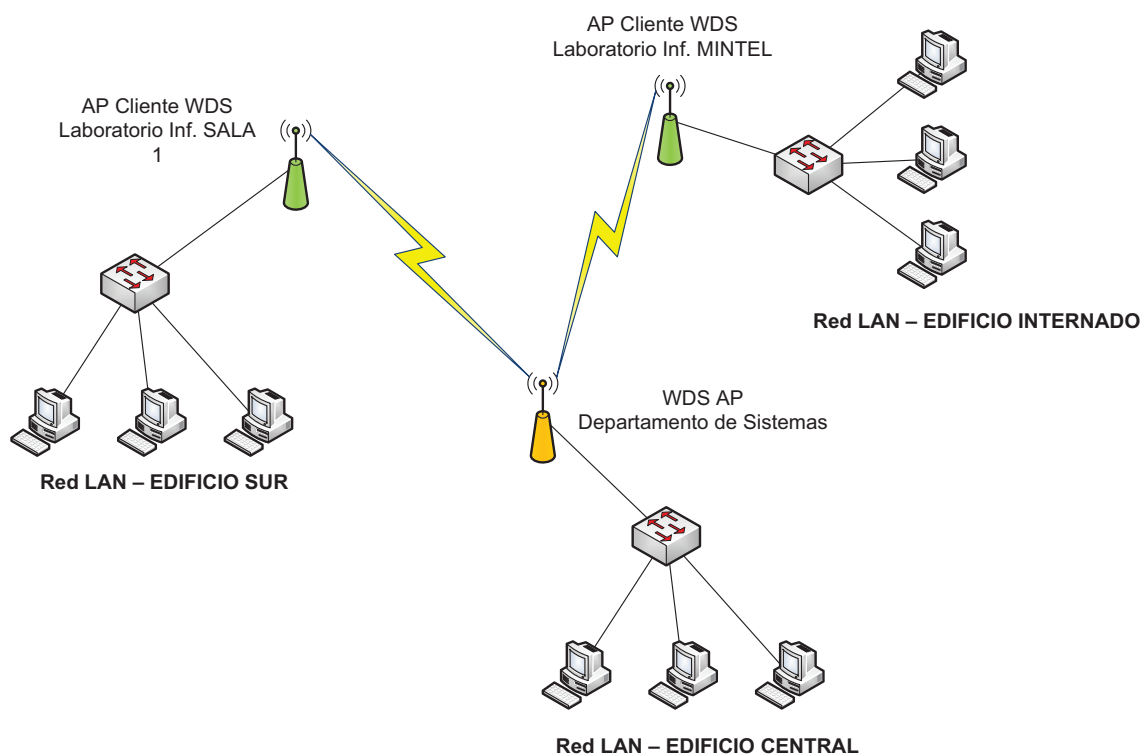
Este dispositivo cumple con el estándar 802.11n y puede funcionar en la modalidad WDS que se utilizará para enlazar los edificios de la Institución. Se ha optado por utilizar el sistema WDS que no admite clientes ya que de otro modo no estaría disponible el cifrado WPA2-PSK <sup>[B61]</sup> que será la manera con lo que se garantizará la seguridad del enlace; tampoco se admitirá clientes debido a que serán enlaces direccionales solamente para unir un punto con otro. Ver figura 3.31.



**Figura 3.31 Ubiquiti NanoStation M2** <sup>[B62]</sup>

Las ventajas que ofrece este dispositivo son, el fácil e intuitivo Sistema Operativo para configuración además brinda la capacidad de monitorear la calidad y potencia del enlace simplemente observando los diodos LED que tiene integrados en la parte trasera externa. El enlace WiFi se realizará configurando los *Access Point* en modo WDS, en el cual uno de los tres dispositivos actuará como AP WDS, mientras que los restantes como AP en modo cliente WDS. Ver figura 3.32. La característica principal de esta modalidad de enlace es que se configura en cada equipo AP las direcciones MAC de los otros que componen el enlace, de tal forma que se comuniquen únicamente los tres equipos AP, dando seguridad y confiabilidad a las transmisiones.

Para la administración y configuración de los AP se les asignarán direcciones IP dentro de la subred de la Institución, es decir 172.16.0.0; cabe mencionar que estos equipos cumplen con la característica que se basa en función de las MAC lo cual indica que así se trabaje con IP de distinta subred no cambiará su modo de trabajo.



**Figura 3.32 Enlace WiFi sin admitir clientes**

Para que el sistema funcione correctamente y así poder enlazar los tres edificios de manera inalámbrica se deben cumplir varios parámetros en la configuración de cada *Access Point*. Ver *tabla 3.38*.

Cabe mencionar que las claves tanto del acceso a la configuración de los equipos como para el enlace inalámbrico son las mismas que se estableció para los puntos de acceso *wireless* alrededor de la Institución debido a que las contraseñas serán conocidas únicamente por el personal de Sistemas; además no se podría intentar conectarse con los equipos Ubiquiti ya que se los configurará para que solamente reciban datos basados en las direcciones MAC del resto de AP que conforman el enlace WiFi entre edificios.



Parámetros de configuración	AP - Edificio Central	AP - Edificio Sur	AP - Edificio Internado
Dirección IP	172.16.8.50	172.16.8.51	172.16.8.52
Canal	7	7	7
Estándar WiFi	IEEE 802.11n	IEEE 802.11n	IEEE 802.11n
Modo de Trabajo	AP - Modo WDS	Cliente Modo WDS	Cliente Modo WDS
Cifrado	WPA-PSK+AES	WPA-PSK+AES	WPA-PSK+AES
Contraseña WPA2 – PSK	PLapHLc2981	PLapHLc2981	PLapHLc2981
SSID	INM_CEN	INM_SUR	INM_INT
Dirección MAC	Depende del equipo	Depende del equipo	Depende del equipo
Usuario de Login	Root	Root	Root
Contraseña Login	rjYSdu6d	rjYSdu6d	rjYSdu6d

**Tabla 3.38 Parámetros de configuración de red de equipos Ubiquiti**

En la configuración del ancho de banda en los equipos se deberá balancear entre la capacidad de transmisión y la distancia que se puede tener; tomando en cuenta que a mayor AB, mayor capacidad de transmisión pero menor distancia.

### 3.9.1 CONFIGURACIÓN RÁPIDA DE LOS EQUIPOS UBIQUITI NANOSTATION M2

Debido a la facilidad de manejo que tiene el Sistema Operativo de los NanoStation M2, la configuración resulta bastante intuitiva. Para observar el ejemplo de dicha configuración ver Anexo F.

### 3.10 DISEÑO DE LA RED ACTIVA

De acuerdo al análisis de todos los servicios que la red de comunicaciones del Instituto Nacional Mejía ofrecerá, se debe detallar las características mínimas que deberán tener los dispositivos de red activos para que todo funcione de manera eficiente. Debido a que la red se segmenta en capa de núcleo, capa de acceso y capa de distribución se tiene que realizar la distinción de características para cada dispositivo, ya que no serán los mismos en todos los cuartos de telecomunicaciones. Las características de los equipos de red que se considerarán serán:

- ✓ Puertos
- ✓ Suministros de Poder

- ✓ Dimensiones
- ✓ Memoria y Procesador
- ✓ Rendimiento
- ✓ Ambiente
- ✓ Características eléctricas
- ✓ Administración
- ✓ Estándares y Protocolos

Los estándares IEEE que se requieren como mínimo tanto para el *switch* de *core* como los de distribución-acceso son:

*IEEE 802.1p.*- Para asignar las prioridades de tráfico, ya que se tendrá circulando datos y voz por la red LAN.

*IEEE 802.1q.*- Soporte de redes LAN virtuales VLAN ya que se tiene dividida la red de la institución en diferentes áreas para facilitar la administración y asignación de permisos y seguridades.

*IEEE 802.1v.*- Es necesaria la clasificación de las VLAN por puerto y por protocolo.

*IEEE 802.1w.*- Al tener la redundancia de los enlaces y asegurarlos con Spanning Tree, se trabajará con este estándar que se refiere a la reconfiguración rápida de STP, asegurando así la disponibilidad de la red.

*IEEE 802.3x.*-El cual asegura una transmisión y recepción simultáneos además de un control de flujo.

*IEEE 802.1u.*- Servirá para la conexión de los computadores de los usuarios mediante tarjetas de red 10/100 Mbps y utilizando cable UTP.

*IEEE 802.3ab.*-Permite la conexión de los equipos de usuario mediante las tarjetas de red con velocidades de 10, 100 y máximo 1000 Mbps mediante cable UTP.

*IEEE 802-3z.*- Para la conexión con parámetros Gigabit Ethernet entre dispositivos de red mediante fibra óptica.

*IEEE 802.3d.*- Conjuntamente con el estándar anterior, nos permite la interconexión entre dispositivos de red mediante fibra óptica.

*IEEE 802.3af*.- Es necesario tener este protocolo debido a que se van a colocar dispositivos *Access Point* en diversos lugares de la Institución y se quiere evitar la inclusión e instalación de adaptadores de corriente eléctrica para que funcionen dichos dispositivos inalámbricos.

*IEEE 802.3ad*.-Para el diseño de la red, se requiere trabajar con este tipo de estándar que permita agrupar varios enlaces y trabajar entre switches de núcleo, distribución-acceso.

### **3.10.1 SWITCHES DE NÚCLEO.**

Para toda la institución se ha decidido colocar 2 *switches* de *core*, uno en el edificio Central siendo este el principal y otro en el edificio Internado, el cual actuará como respaldo, asegurando disponibilidad en la red en caso de cualquier eventualidad.

Estos *switches* de *core* conectarán cada uno de los *switches* de distribución-acceso que se ubicarán alrededor de la institución mediante puertos de fibra óptica. Deberán tener características y protocolos de capa 2 y 3 para dar conectividad a las VLAN, calidad de servicio y diferenciar el tipo de tráfico.

En la tabla 3.39 se detallan las características mínimas que deben cumplir los *switches* de *core* a instalarse en la Institución, cabe mencionar que son necesarios dos dispositivos exactamente iguales. Los puertos del *switch* deben tener la capacidad de sensar automáticamente a qué velocidad puede trabajar el equipo que se conecte a su interfaz, esta puede ser 10, 100 o 1000 Mbps; también debe tener la opción de configurar los puertos tanto a *Half Dúplex* como a *Full Dúplex*. Además de los puertos de cobre que se conectarán a los dispositivos de distribución-acceso cercanos, deben tener puertos de fibra óptica para la conexión con los *switches* del resto de la institución que se encuentran alejados a más de 90 metros.

La capacidad del backplane es el parámetro que indica el ancho de banda que tiene un *switch* para soportar la comunicación entre sus puertos, por lo tanto se realiza el cálculo de dicho parámetro tomando en cuenta que el dispositivo deberá tener por lo menos 12 puertos *Ethernet* y 4 puertos de fibra:

$$C_{BP} = \#Puertos\ Cobre * 2 * 1000\ Mbps + \#Puertos\ Fibra * 2 * 1000Mbps$$

$$C_{BP-CORE} = 12 * 2 * 1000Mbps + 4 * 2 * 1000Mbps$$

$$C_{BP-CORE} = 32000\ Mbps$$

$$C_{BP-CORE} = \mathbf{32\ Gbps}$$

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN
PUERTOS	Puertos RJ 45 Autosensing 10/100/1000 (IEEE 802.3 Tipo 10BASE-T, IEEE 802.3u Tipo 100BASE-TX, IEEE 802.3ab Tipo 1000BASE-TX); Full Dúplex. Según el requerimiento de 9 puertos mínimos puertos fijos 1000/10000 SPF (SEGÚN EL REQUERIMIENTO) puerto serial de consola RJ45
CAPACIDAD DE BACKPLANE	32 Gbps
DIMENSIONES	1 UR
MEMORIA Y PROCESADOR	1024 MB SDRAM, 512 MB Flash, Buffer de 4 MB
RENDIMIENTO	Baja latencia, Alta capacidad de conmutación, Tamaño alto de tablas de enrutamiento, Tamaño alto para tabla de direcciones MAC. Soporte SPT
AMBIENTE	Soporte temperaturas normales de entre 0°C A 40°C sin alterar su eficiente funcionamiento. No generen demasiado ruido externo al funcionar
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	Funcionen con voltaje 110-120VAC a 50/60 Hz Con fuentes de poder redundantes
ADMINISTRACIÓN	Administración basada en línea de comandos o interfaz gráfica (Web Browser); SNMP v1, v2 y v3; Telnet.
ESTÁNDARES Y PROTOCOLOS	IEEE 802.1p IEEE 802.1q IEEE 802.1v IEEE 802.1w IEEE 802.3x IEEE 802.3u IEEE 802.3z IEEE 802.3d IEEE 802.3ab IEEE 802.3af IEEE 802.3ad

**Tabla 3.39 Requerimientos mínimos de los switches de Core**

Es preciso adquirir *switches* que soporten STP (*Spanning Tree Protocol*), ya que se va a implementar redundancia en los enlaces que conforman la red LAN de la institución y, sin este protocolo no se podría ofrecer dicha redundancia.

Una de las características importantes de los dispositivos de *core* y distribución-acceso es que se los pueda administrar remotamente, sin la necesidad de estar físicamente cerca de ellos ni tampoco conectando cables de consola cuando no es necesario, para esto se requiere que su configuración y mantenimiento sea posible mediante un web browser simplemente conociendo la dirección IP asignada al equipo.

### 3.10.2 SWITCHES DE DISTRIBUCIÓN – ACCESO

El modelo jerárquico que se propone con capa de *core*, capa de distribución y capa de acceso no necesariamente quiere decir que se va a utilizar dispositivos únicos para cada función; por lo que en la red se ha decidido utilizar un mismo equipo de red para que funcione como de distribución y acceso a la vez. Estos equipos se conectarán a los dos *switches* de *core*, y a los equipos que solamente actúan como acceso. Dependiendo de la ubicación se los escogerá de 24 o 48 puertos RJ45; pero las características mínimas serán similares para todos. Ver tabla 3.40.

Todos los dispositivos de red deben tener la posibilidad de acoplarse automáticamente a las velocidades de las interfaces de los equipos de cómputo con el fin de poder conectar cualquier PC y no tener que realizar ninguna modificación en el *switch* para que funcione correctamente.

Los *switches* deben soportar la configuración de VLAN ya que se va a diferenciar el tráfico de datos con el de voz para no mezclarlos y tener un canal más eficiente y con calidad de servicio.

La capacidad de Backplane para estos equipos debe ser de:

$$C_{BP} = \#Puertos\ Cobre * 2 * 1000\ Mbps + \#Puertos\ Fibra * 2 * 1000Mbps$$

$$C_{BP-CORE} = 24 * 2 * 1000Mbps + 4 * 2 * 1000Mbps$$

$$C_{BP-24} = 56000\ Mbps$$

$$C_{BP-48} = 104000\ Mbps$$

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN
PUERTOS	Puertos RJ 45 Autosensing 10/100/1000 (IEEE 802.3 Tipo 10BASE-T, IEEE 802.3u Tipo 100BASE-TX, IEEE 802.3ab Tipo 1000BASE-TX); Full Dúplex. Según el requerimiento 24 o 48 puertos Puertos fijos 1000 SPF (SEGÚN EL REQUERIMIENTO) puerto serial de consola RJ45
CAPACIDAD DE BACKPLANE	56 Gbps / 104 Gbps
SIMUNISTRO DE PODER	Fuente de Poder Normal
DIMENSIONES	1 UR
MEMORIA Y PROCESADOR	1024 MB SDRAM, 512 MB Flash, Buffer de 4 MB
RENDIMIENTO	Baja latencia, Alta capacidad de conmutación, Tamaño alto de tablas de enrutamiento, Tamaño alto para tabla de direcciones MAC.
AMBIENTE	Soporte temperaturas normales de entre 0°C A 40°C sin alterar su eficiente funcionamiento. No generen demasiado ruido externo al funcionar
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	Funcionen con voltaje 110-120VAC a 50/60 Hz
ADMINISTRACIÓN	Administración basada en línea de comandos o interfaz gráfica (Web Browser); SNMP v1, v2 y v3; Telnet.
ESTÁNDARES Y PROTOCOLOS	IEEE 802.1p IEEE 802.1q IEEE 802.1v IEEE 802.1w IEEE 802.3x IEEE 802.3u IEEE 802.3z IEEE 802.3d IEEE 802.3ab IEEE 802.3af

**Tabla 3.40 Requerimientos mínimos de los switches de Distribución - Acceso**

### 3.10.3 ACCESSPOINT

Se utilizarán equipos AP, los cuales se conectarán directamente a los *switches* de distribución/acceso. No será necesaria la instalación de tomas de corriente eléctrica ya que los *switches* a pesar que no cuenten con la tecnología PoE, cuentan con inyectores que soportan el estándar IEEE 802.3af, estos dispositivos son colocados en los puertos que se requieren conectarse los *Access point* para recibir el servicio de red y por el mismo medio la energía eléctrica.

Con la instalación de los equipos AP permitirá proveer mayor cobertura de red, de tal modo que el usuario obtenga servicio de internet en sus equipos portátiles en cualquier área dentro de la institución al momento de desplazarse.

#### *Análisis final de la red activa*

Después del análisis realizado acerca de la red activa del Instituto Nacional Mejía, se obtiene que es necesario un total de 46 *switches* distribuidos de la siguiente manera, 2 *switches* de *core*, 5 *switches* de 48 puertos y 39 *switches* de 24 puertos con lo cual se daría cobertura de red a toda la Institución. Ver tabla 3.41.

### **3.11 TELEFONÍA IP EN EL INSTITUTO NACIONAL MEJÍA**

En el capítulo anterior se determinó que la institución tiene una Central Telefónica en muy malas condiciones y con una serie de dificultades en la administración de las pocas extensiones que aun funcionaban. No se cubren las necesidades de todos los usuarios haciendo que exista congestión y mal uso de las líneas y extensiones telefónicas tanto para llamadas internas como externas. Otro aspecto deficiente es el cableado telefónico, el cual presenta deterioro y reparaciones rústicas que hacen exista mala calidad en las llamadas y baja disponibilidad.

De acuerdo a las necesidades de comunicación telefónica que presenta la institución se ha decidido diseñar un sistema más moderno y fácil de administrar utilizando el mismo cableado estructurado. Dicho sistema será la telefonía IP basado en una central telefónica Asterisk de software libre, ya que al momento existen otros tipos de sistemas pero con licencia pagada, lo cual representaría un problema al momento de que se tenga que actualizar las versiones correspondientes.

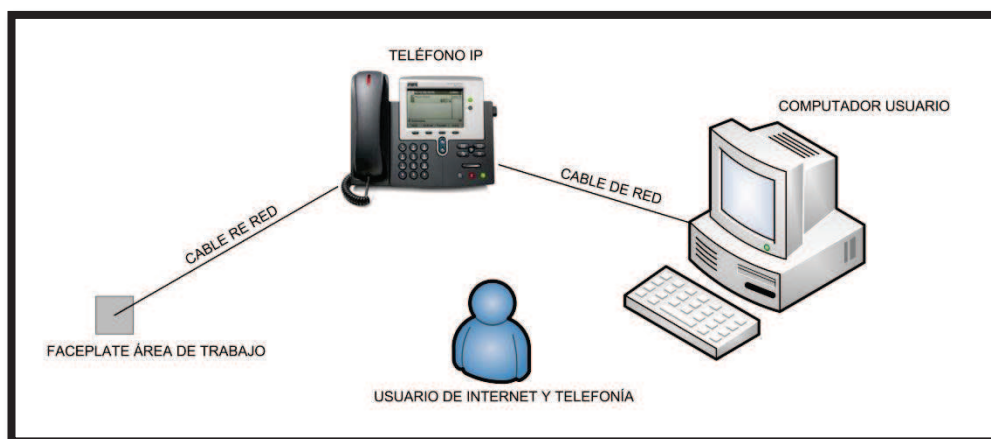
El servicio de telefonía IP estará dirigido en su mayoría a la parte administrativa y docente, en lo que respecta a los estudiantes, solamente las oficinas de Lucha Libre y Banda de Guerra ubicados en el edificio Central contarán con este servicio. Cabe mencionar que existen oficinas en las que trabajan varias personas pero no todas ellas hacen uso de un teléfono, por lo cual no se le habilitará el mismo número de extensiones que de usuarios.

Ubicación		Tipo de switch	N° Puertos Total	Puertos Reales	Puertos troncales	Puertos disponibles
EDIFICIO CENTRAL	Lab. Biología 1	Acceso	24	47	3	22
		Acceso	24			
		Acceso	24			
	Museo	Acceso	24	93	4	23
		Acceso	24			
		Acceso	24			
		Acceso	24			
	Sistemas	Core	12	0	9	3
		Distribución / Acceso	48	35	10	3
		Acceso	24	10	1	13
		Acceso	24	45	2	1
		Acceso	24			
	Dep. dibujo	Acceso	24	40	2	6
		Acceso	24			
	Lab. Informática Oficina – CENTRAL	Distribución / Acceso	48	39	6	3
		Acceso	24			
		Acceso	24	40	2	6
		Acceso	24			
Acceso		24	21	1	2	
Acceso	24	21	1	2		
4to. CCSS	Acceso	24	27	2	19	
	Acceso	24				
EDIFICIO SUR SUR AULAS	Lab. CCNN1	Acceso	24	9	1	14
	Inspección	Distribución / Acceso	48	43	3	2
	Aula 26	Acceso	24	39	2	7
Acceso		24				
EDIFICIO SUR TALLERES	Lab. Informática Sala 1 – SUR	Distribución / Acceso	48	42	2	4
		Acceso	24	43	2	3
		Acceso	24			
		Acceso	24	21	1	2
		Acceso	24	21	1	2
EDIFICIO INTERNADO	Electricidad	Acceso	24	64	3	5
		Acceso	24			
		Acceso	24			
	Oficina 1 – INTERNADO	Acceso	24	32	2	14
		Acceso	24			
	Lab Informática Sala 2 – INTERNADO	Core	12	0	9	3
		Distribución / Acceso	48	36	10	2
		Acceso	24	21	1	2
		Acceso	24	18	1	5
		Acceso	24	5	1	18
		Acceso	24	21	1	2
	Aula 11 – INTERNADO	Acceso	24	45	2	1
Acceso		24				
Acceso		24	12	1	11	
TOTAL			1200	911	87	202

Tabla 3.41 Contabilización de switches de Core, Distribución y Acceso del INM



Para la implementación de la Central Telefónica IP se tienen dos tipos de soluciones para los usuarios, la primera es mediante la utilización de teléfonos IP y la segunda es la instalación de un software emulador llamado softphone el cual funciona de la misma manera que un dispositivo físico pero con menor costo e infraestructura.



**Figura 3.33 Conexiones de Red entre teléfono IP y PC**

En el caso de que se utilicen dispositivos físicos, no es absolutamente necesaria la conexión del mismo a un punto de red de las oficinas, ya que los equipos de telefonía IP vienen incorporados con dos puertos Ethernet, actuando con un *switch* interconectando a la red de comunicaciones tanto a la PC como al teléfono del usuario. Ver figuras 3.33 y 3.34.

Al utilizar la solución mediante softphone lo único necesario es la instalación de dicho software emulador en los computadores que requieran extensión telefónica. Cabe mencionar que para la realización o recepción de una llamada será necesaria la utilización de auriculares con micrófono tipo diadema en los computadores de escritorio ya que los portátiles vienen con estos dispositivos integrados.

Debido al análisis realizado en la Institución respecto a la telefonía, se ha decidido utilizar un sistema mixto en lo que tiene que ver al dispositivo para el usuario, es decir teléfonos IP para ciertas áreas y softphone para otras, con la finalidad de disminuir costos y seguir brindado el servicio telefónico a las personas que en algún momento requieran la utilización del mismo.



**Figura 3.34 Puertos de conexión Ethernet en un teléfono IP** <sup>[B63]</sup>

La solución presentada se debe a que existen personas del área administrativa a las que no se las puede dejar sin servicio de telefonía, poniendo el caso de que solamente tuviesen instalados la aplicación softphone en su máquina y ésta llegara a dañarse. En cambio en otras áreas de la Institución, es necesaria la telefonía pero no es tan crítica y puede esperar la resolución de un imprevisto.

Cabe indicar que se deberá tener equipos de telefonía IP físicos que sirvan como backup por cualquier inconveniente en los computadores que tengan instalados el softphone; solamente bastará con configurar a los teléfonos con los parámetros necesarios para que queden operativos.

PROGRAM	LINPHONE	X-LITE
<b>Operating systems</b>	Linux, Windows, Android, iPhone, BlackBerry	Mac OS, Windows, (Linux)
<b>License</b>	GPL / Free software	<i>Freeware / Proprietary</i>
<b>Open Source</b>	Yes	No
<b>Protocols</b>	SIP	SIP, STUN, ICE
<b>Encryption</b>	TLS, SRTP, Zrtp	No
<b>Max conference peers</b>	<i>Unknown</i>	<i>Unknown</i>
<b>Other capabilities</b>	Video, IM, STUN, IPv6	<i>IM, single login account, for Windows and Mac also Conferencing, Video and SIMPLE based presence</i>
<b>Latest release</b>	3.5.2 (Feb 17th 2012)	Windows /Mac OS: 4.1 / Linux: <i>Discontinued</i>

**Tabla 3.42 Comparación entre marcas de softphone** <sup>[B64]</sup>

Existen varias marcas de softphone en Internet, unas con licencia y otras *freeware*; se escogerá una marca que presenta las dos posibilidades ya que por ahorro de costos se instalará la versión libre y si fuese necesario acceder a más

opciones de la aplicación se podría comprar dichas licencias. Otra característica necesaria será la posibilidad de instalarla en diferentes sistemas operativos, como Windows y Linux; la facilidad de utilización para el usuario es un punto crítico debido a que es un sistema totalmente nuevo que utilizarían y lo que se busca es disminuir la complejidad en el manejo de dicha aplicación.

Una comparación entre dos marcas de softphone se presenta en la tabla 3.42, eligiendo la aplicación X-LITE debido a su mayor facilidad de configuración y utilización ya que las dos marcas presentadas tienen similares características en cuanto a protocolos. Los computadores en los cuales se va a instalar la aplicación softphone deberá tener características mínimas como memoria RAM de 1GB, tarjeta de audio activa, tarjeta de red activa y Sistema Operativo actualizado.

Dentro del mercado existen varias soluciones que permiten implementar servidores de telefonía IP a bajo costo, que tienen características que solo son disponibles en distribuciones propietarias de PBX tales como buzones de voz, conferencias, transferencias de llamadas y otras más; una característica adicional es que al instalarlo en la plataforma nativa GNU/LINUX es posible crear funcionalidades escribiendo scripts de Asterisk o añadiendo módulos escritos en lenguaje C.

Asterisk es una aplicación con la que se puede conectar un número determinado de extensiones telefónicas y realizar llamadas entre sí, así como también conectar a una red RDSI. La plataforma más estable en la que se instala esta aplicación es GNU/LINUX por lo que se ha elegido ésta para implementarla en la Institución.

Una característica adicional de Asterisk es que soporta varios protocolos de telefonía IP tales como: SIP, H.323, IAX y MGCP. El servidor Asterisk se ha lanzado en diferentes distribuciones las cuales incluyen aplicaciones GUI, es decir Interfaz Gráfica de Usuario, que permiten una fácil configuración de la PBX; la más común y la que se va a utilizar es la actualmente llamada TRIXBOX, que tiene mayor aceptación que las distribuciones Evolution PBX, CosmoPBX y AsteriskNOW. Debido a que Asterisk es un Sistema Operativo, el equipo donde se lo va a instalar necesita cumplir ciertos requerimientos mínimos para un eficiente funcionamiento del servidor, las cuales son:

- ✓ Procesador Pentium IV de 600MHz con 1024MB de RAM.
- ✓ Crear una partición con formato ext3 o ext2. El tamaño de ésta depende de que servicio se tendrá que implementar en el servidor; 3GB serán suficientes.
- ✓ Una partición del tipo SWAP cuyo tamaño deberá ser de al menos el doble de la memoria RAM instalada en el equipo, es decir 2048MB. El tamaño que se asigne a esta partición permitirá ejecutar un mayor número de llamadas simultáneas.
- ✓ Si el equipo donde se va a instalar Asterisk es utilizado para otros fines, es necesario crear las particiones anteriormente mencionadas antes de la instalación, caso contrario simplemente se deberá seguir al asistente de instalación que viene incluido en el CD de TRIXBOX

DEPENDENCIA	EXTENSIONES ACTUALES	EXTENSIONES FUTURAS
<b>EDIFICO CENTRAL</b>		
Laboratorio de Biología 1	0	1
Biblioteca	1	1
Guarda almacén	1	2
Bodega 1	0	1
Almacén	1	1
Asociación	1	2
DEPENDENCIA	EXTENSIONES ACTUALES	EXTENSIONES FUTURAS
<b>EDIFICO CENTRAL</b>		
Bodega 2	0	1
Bodega Banda de Guerra	0	1
Oficina Lucha Libre	0	1
Departamento de Dibujo	4	4
Sala Museo	1	1
Departamento Médico	5	5
Secretaría General	1	6
Rectorado	1	5
Inspección General	2	4
Colecturía	2	5
COMIEC	1	5
D.O.B.E	1	5
Filosofía	0	1
Sala profesores	0	1
Oficina Departamento Ingles	1	1
Laboratorio de Informática	0	2

DEPENDENCIA	EXTENSIONES ACTUALES	EXTENSIONES FUTURAS
Sala Varios	0	1
Departamento de Sistemas	1	3
Mapoteca	0	1
Departamento Historia	1	1
Comité de padres de familia	0	1
Vicerrectorado	2	1
Auditorio Wapeinstein	0	1
Talento Humano	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>28</b>	<b>66</b>

**Tabla 3.43 Detalle de extensiones telefónicas Edificio Central**

DEPENDENCIA	EXTENSIONES ACTUALES	EXTENSIONES FUTURAS
<b>EDIFICIO SUR</b>		
Laboratorio CCNN 3	0	1
Inspección General	1	1
Sala de profesores	0	1
Auditorio – Sonido	0	1
Inspección 1	0	1
Inspección 2	0	1
Oficina Mecánica 1	0	1
Departamento de Trabajo Social	0	1
Oficina	0	1
Laboratorio Informática	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>10</b>
<b>EDIFICIO INTERNADO</b>		
Laboratorio de Química	0	1
Bodega 1	0	1
Bodega 2	0	1
Electricidad	0	1
Óptica	0	1
Oficina	0	1
Oficina de Dirección de física	0	1
Mecánica 1	0	1
Mecánica 2	0	1
Sala de profesores de física	0	1
Oficina Etnográfico	0	1
Oficina 1	0	1
Oficina 2	0	1
Oficina 3	0	1
Laboratorio Informática Mintel	0	1
Sala de reuniones	1	1

DEPENDENCIA	EXTENSIONES ACTUALES	EXTENSIONES FUTURAS
Oficina Laboratorio Informática	1	1
Oficina 1 (3er piso)	0	1
Oficina 2 (3er piso)	0	1
Inspección	0	1
Sala de Orientación	1	3
Oficina 1 (4to piso)	0	1
Oficina 2 (4to piso)	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>25</b>

**Tabla 3.44 Detalle de extensiones telefónicas Edificios Internado y Sur**

Las tablas 3.43 y 3.44 se detallan la cantidad de extensiones telefónicas que se tiene actualmente y las que se prevén para el futuro en la Institución.

### 3.11.1 DEMANDA TELEFÓNICA EN EL INSTITUTO NACIONAL MEJÍA

De acuerdo al análisis realizado al momento de tomar datos en la Institución, se obtiene la información de las tablas 3.43 y 3.44, en las cuales se detalla el número de usuarios con extensión telefónica actualmente y también tomando en cuenta el crecimiento a futuro. Con esta información será posible calcular el tráfico telefónico de la institución basándose en las tablas de *Erlang B*. Ver ANEXO G

Considerando las necesidades telefónicas del Instituto Nacional Mejía, el sistema que se implemente deberá ser capaz de gestionar 101 extensiones internas con una duración de llamada de aproximadamente 3 minutos por cada uno. El índice de llamadas perdidas en la institución es del 1%, con estos datos se puede determinar la cantidad de troncales telefónicas necesarias para la interconexión de la Central con la red pública.

*Tráfico ofrecido:* 33 extensiones

*Tiempo de llamada:*  $T_m = 3$  min.

*Tráfico cursado con 1% de pérdida:*  $C_a = 32,67$  llamadas

$$A = C_a * T_m$$

$$A = \frac{32,67 \text{ llamadas}}{\text{hora}} * \frac{3 \text{ min}}{\text{llamada}} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}}$$

$$A = 1,63 \text{ Erlangs}$$

Después de los cálculos realizados, se obtiene el valor de troncales telefónicas necesarias para satisfacer los requerimientos del Instituto Nacional Mejía basándonos en las tablas de *Erlang B*, dando como resultado 11 líneas telefónicas que deberá proveer la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT). Cabe indicar que la Institución cuenta con 15 líneas telefónicas contratadas actualmente, y mediante el servidor de telefonía IP, se disminuirá el uso de 4 de estas. Ver *ANEXO H*.

### **3.11.2 TIPO DE CODEC Y PROTOCOLO A UTILIZAR**

El factor determinante para la elección del códec de voz que se va a utilizar es la velocidad de transmisión que puede generar el mismo. Se ha elegido el Códec G711 por la velocidad de transmisión que tiene y a la capacidad actual de 100 Mbps que posee pudiendo actualizarse a 1Gbps, con este se tendrá una buena calidad de voz en las llamadas. La realización del cálculo de ancho de banda requerido al utilizar el Códec G711 se detalla en el apartado 3.5.1.2. A pesar que existen Códecs con menor ancho de banda como el G729, no se elige este ya que para utilizarlo se requiere de una licencia lo cual resultaría un gasto innecesario dentro del proyecto. Debido a que se va a utilizar el servidor Asterisk el cual soporta varios protocolos de Telefonía IP, se ha seleccionado a SIP (*Session Initiation Protocol*) como el que se utilizará en la red de la Institución. Las razones por las que se ha optado por dicho protocolo son:

- ✓ SIP soporta autenticación del usuario llamante y llamado mediante mecanismos HTTP.
- ✓ El control de llamadas se realiza sin estado, lo que proporciona escalabilidad entre los dispositivos telefónicos y los servidores.
- ✓ SIP necesita menos ciclos de CPU en el servidor para generar mensajes de señalización por lo tanto se podrán manejar simultáneamente más transacciones.
- ✓ Una llamada SIP trabaja independientemente de si existe o no una conexión en la capa de transporte.
- ✓ SIP soporta cualquier mecanismo de seguridad de HTTP como SSH o S-HTTP.

### **3.12 AULA VIRTUAL MOODLE PARA EL INSTITUTO NACIONAL MEJÍA**

Debido a los avances tecnológicos en el entorno educativo actual, se ha dado la posibilidad de que los alumnos de primero, segundo y tercero año de bachillerato interactúen con sus profesores mediante un aula virtual. En esta se podrá subir cursos según las diferentes materias que se dicten en la Institución con el fin de que los alumnos puedan mirar y descargar materiales ofrecidos por los profesores como diapositivas y documentos.

Otra de las ventajas que se tendrá al utilizar una aula virtual es la posibilidad de los alumnos para enviar sus tareas vía Internet a los profesores haciendo que se reduzca el uso de papel y dando un tiempo de entrega apropiado para los mismos. Se podrá ver las calificaciones de los trabajos enviados y pruebas rendidas, lo cual hará que se tenga un mejor control sobre los estudiantes al darle seguimiento a sus notas.

Mediante MOODLE se podrá realizar foros en los que participarán estudiantes y profesores acerca de cualquier tema, tanto educativo como social, brindando ayuda de consulta o realizando integración entre estudiantes organizando reuniones o conversaciones. Los requerimientos de Ancho de Banda que necesita este servidor se detalla en la tabla 3.27y las características de hardware y software en el apartado3.13.1.3.

### **3.13 DIMENSIONAMIENTO DE LOS SERVIDORES**

Los diferentes tipos de servicios que la Institución ofrecerá se alojaría en una granja de servidores de tal manera que se pueda administrar dichos equipos para el acceso de las aplicaciones que se utiliza a través del Internet; a continuación se explica en breve los diferentes tipos de servicios a manejarse por parte del Instituto Nacional Mejía:

- ✓ *WEB*: Dedicado para la página del Instituto Nacional Mejía, cuyo acceso será permitido tanto para usuarios internos como externos.
- ✓ *Correo Electrónico*: Este tipo de servicio ayudará a un mejor manejo de información tanto interna como externa de la Institución, para ello los



usuarios que tendrán acceso es el personal administrativo, docente y alumnos (Asociación de Estudiantes y Banda de Guerra)

- ✓ *DNS*: Permite la gestión de nombres genéricos de fácil manejo administrativo en especial para los equipos de red de la Institución
- ✓ *DHCP*: Permite dar un direccionamiento IP dinámico dentro de cada red segmentada esto con el fin de que el usuario final evite colocar una IP fija al momento que tenga que trasladarse de una área a otra con su portátil en el caso de la red inalámbrica.
- ✓ *Telefonía IP (Asterisk Trixbox)*: Se ofrecerá servicio de telefonía IP al personal administrativo y docente, en el servidor se ejecutará algunas funciones como el de almacenamiento de llamadas, buzones de voz, etc.; dicho sistema puede ser manejado en hardware o software.
- ✓ *Aula Virtual (MOODLE)*: El aula virtual está dedicada exclusivamente para el personal docente y alumnado, ya que debido a los avances tecnológicos que hoy en día exige la sociedad como tal, la parte educativa es un ente principal para integrarse en dicho campo.
- ✓ *Antivirus (Avira)*: Este antivirus se ha optado por utilizar en la Institución por pedido del personal de Sistemas ya que adquirirán con licencia pagada y será instalado en cada equipo de usuario.
- ✓ *Firewall*: Se adquirirá un equipo firewall de tal manera que ayude a proteger la intranet de intrusos que intenten vulnerar la seguridad de la red generando ataques.

Para todo este tipo de servicios que se ofrecerá en la Institución se requiere que los servidores se manejen en un mismo Sistema Operativo pero debido a los requerimientos de cada servicio estarán administrados bajo el sistema operativo Windows 2008 Server y Linux (Ubuntu).

Para los servicios como WEB, Correo Electrónico, DHCP, Telefonía IP se ha elegido el Sistema Operativo Windows 2008 Server debido a que comparten una política de seguridad y una base de datos común, además que su plataforma es estable y amigable para el manejo del Administrador de la Institución.

Para el aula virtual, el Sistema Operativo a utilizarse es Linux UBUNTU ya que es un software de licencia gratuita bajo una plataforma que permite familiarizarse

en entornos de red para servidores y la mejor adaptabilidad de la aplicación MOODLE ya que en plataformas Windows solamente es válida su instalación en la versión XP o Seven las cuales no se pueden utilizar como servidor de manera eficiente.

En la tabla 3.45 se muestran las características mínimas y las recomendadas para los Sistemas Operativos mencionados anteriormente.

CARACTERISTICAS	WINDOWS 2008 SERVER	LINUX / UBUNTU
Procesador mínimo	1 GHz	200 MHz
Procesador recomendado	2 GHz	1 GHz
Memoria RAM mínima	512 Mb	1 Gb
Memoria RAM recomendada	2 Gb	4 Gb
Nº de procesadores	Hasta 4	2
Espacio de Disco mínimo	20 Gb	20 Gb
Espacio de Disco recomendado	40 Gb	40 Gb
Tarjeta gráfica mínima	-	SVGA
Tarjeta gráfica recomendada	Super VGA con resolución de 800-600	Aceleradora gráfica con Open GL
Unidad de DVD	Estándar	Estándar

**Tabla 3.45 Características de equipos para Windows y Linux** <sup>[B65]</sup> <sup>[B66]</sup>

En resumen se puede indicar en la tabla 3.46 las características recomendadas que se requiere para la gestión de los servicios en dichos Sistemas Operativos. Con estas especificaciones se evita que el sistema colapse y se llegue a generar el típico cuello de botella ya que se puede generar por el grado de simultaneidad de usuarios que maneja la Institución.

CARACTERISTICAS	WINDOWS 2008 SERVER	LINUX / UBUNTU
Procesador	2 GHz	4 GHz
Memoria RAM	2 Gb	4 Gb
Espacio Disco	40 Gb	40 Gb

**Tabla 3.46 Resumen de las características para los Sistemas Operativos**

### 3.13.1 HARDWARE Y SOFTWARE PARA LOS SERVIDORES

En este tema se especificará los requerimientos para cada tipo de servicio a gestionarse; por lo que se detallará las características de hardware y aplicaciones adecuadas para una correcta compatibilidad entre dichos servicios de tal manera que para el usuario final esto le sea transparente.

Para una mejor administración de los servidores y evitando una saturación de los mismos convirtiéndose como tal en problemas de seguridad y cuello de botella se ha decidido agrupar ciertos servicios en un mismo equipo, cabe indicar que cada servicio tendrá su propia funcionalidad sin que afecte a otro.

- ✓ *Servidor 1:* Web, DHCP, DNS y Correo electrónico
- ✓ *Servidor 2:* Telefonía IP
- ✓ *Servidor 3:* MOODLE.

### **3.13.1.1 Servidor 1 – Windows Server 2008**

Los servicios WEB, Correo Electrónico, DNS y DHCP serán alojados en un mismo equipo servidor ya que los requerimientos de hardware de cada uno de ellos no son críticos pudiendo ahorrar recursos; además se tiene como ventaja dicha agrupación, ya que se aprovecharía de manera más eficaz su trabajo en conjunto, pues poniendo el caso del servidor de correo electrónico su dominio deberá ser traducido a una dirección IP para lo cual se necesita de un Servidor DNS.

#### *3.13.1.1.1 Requerimientos de software*

*Servicio WEB.*-Como se había mencionado anteriormente, este servidor permitirá albergar la página web del Instituto Nacional Mejía, desde esta página deberá haber vínculos que direccionen al servidor de notas del Ministerio de Educación (C.G.A.) y hacia la plataforma de aula virtual MOODLE, además permite realizar consultas o peticiones por parte del cliente (navegador web) a través de aplicaciones y usando protocolo HTTP; su gestión será administrada únicamente por el personal de Sistemas quien podrá modificar y actualizar la información.

Microsoft tiene la característica de publicación de páginas Web (IIS) incluida en sus aplicaciones al momento de instalar el Sistema Operativo. Solo basta con activar dicha funcionalidad y programar la página que se desea que sea vista en intranet e Internet.

*Correo Electrónico.*-Para este servidor se elegirá la aplicación Microsoft Exchange Server 2007 que proporciona un sistema de mensajería fiable, con protección integrada contra correos no deseados y virus, dando varias opciones para los

usuarios aparte del acceso al correo electrónico tales como calendarios, contactos y la posibilidad de un inicio de sesión desde cualquier lugar utilizando la funcionalidad OWA. La administración de los buzones de correo es más estable por lo cual se tiene una alta disponibilidad del servicio.

En las máquinas de los usuarios deberá ser instalada la aplicación Outlook desde la versión 2007 para poder enviar y recibir correos, administrar contactos, programar agendas y guardar respaldos de sus correos de manera local. El acceso a los buzones de correo a los usuarios mediante la funcionalidad OWA antes mencionada se la puede realizar desde cualquier lugar del mundo con una conexión a Internet y un navegador que soporte el protocolo HTTPS.

*DNS y DHCP.*-Al momento de instalar el servicio de *Active Directory* para la funcionalidad de correo electrónico con Exchange, por defecto se instalará el servicio DNS ya que este facilita un control de los equipos de la red, ayudando a la localización de cada uno de ellos mediante sus direcciones IP o nombres de equipo

El servicio DHCP es uno de los roles que se puede habilitar en el Windows Server 2008, su configuración es bastante intuitiva, se debe solamente tener un rango de direcciones IP para que sean las que se asignarán a los equipos dinámicamente al momento de conectarse a la red de la Institución; la opción de reserva de direcciones mediante dirección MAC es una gran ventaja que se tiene para poder controlar el acceso de dispositivos portátiles a la red de comunicaciones.

#### *3.13.1.1.2 Requerimientos de hardware*

Para el tipo de hardware se necesita que cumpla con las características adecuadas para un buen rendimiento del sistema, entre ello que sea robusto y sea capaz de realizar múltiples tareas, tener potentes interfaces de red y una capacidad de almacenamiento adecuado para por ejemplo en el caso del correo electrónico soportar la cantidad de e-mails dentro de los buzones. Las características específicas de hardware que se detallan en la tabla 3.43 deberán cumplirse para un correcto funcionamiento del servidor.

### 3.13.1.2 Servidor 2 – Telefonía IP (Trixbox)

#### 3.13.1.2.1 *Requerimientos de software*

Se ha escogido la aplicación Trixbox para que funcione como servidor de telefonía IP, la cual es un sistema operativo completo basado en Linux versión Centos. Toda la instalación se realiza siguiendo un asistente que se ejecuta automáticamente desde el CD cuyo contenido será descargado desde Internet. Para mayor facilidad de administración del servidor Trixbox tiene una interfaz gráfica a la cual se puede acceder desde cualquier máquina que esté dentro de la red de la Institución solamente autenticándose correctamente.

#### 3.13.1.2.2 *Requerimientos de hardware*

Para la Telefonía IP se ha considerando el análisis que se ha realizado para la cantidad de troncales telefónicas que son 11 y la cantidad de usuarios a utilizarse presenta a continuación un resumen para la adquisición del Hardware:

- ✓ Procesamiento 2.2 GHz
- ✓ Memoria RAM 2 GB
- ✓ Disco Duro 40 GB
- ✓ Tarjeta de red 10/100/100 Mbps
- ✓ 3 tarjetas PCI de 4 puertos con módulos FXO con posibilidad de adaptarse a FXS. Ver figura 3.35.



**Figura 3.35 Tarjeta PCI de 4 puertos con módulos FXO** <sup>[B67]</sup>

### 3.13.1.3 Servidor 3 – MOODLE (Ubuntu)

#### 3.13.1.3.1 *Requerimientos de software*

Para la instalación de la plataforma MOODLE es necesario que el servidor tenga un sistema operativo basado en Linux, para lo cuál se utilizará la distribución Ubuntu 11.1 que es la recomendada para la habilitación de servicios MOODLE. Dentro de la instalación de la plataforma virtual se deberá descargar y activar MySQL y Apache en sus versiones más actuales y estables.

#### 3.13.1.3.2 *Requerimientos de hardware*

El Servidor MOODLE deberá cumplir con ciertas características en función a la cantidad de usuarios tanto alumnado como docentes que recurran simultáneamente. Teóricamente hablando y según referencias se sabe que por cada 50 usuarios el sistema debe tener 1GB de memoria RAM, por lo que un mínimo de 4GB será suficiente. La plataforma no necesita de un procesador demasiado robusto pero para asegurar una alta velocidad en las transacciones se instalará un procesador doble como mínimo.

La capacidad de almacenamiento del servidor deberá ser relativamente alta debido a que en este se guardarán los materiales de consulta, cursos y tareas por parte de profesores y estudiantes, será suficiente un disco duro 40 GB como mínimo. Para la interconexión del servidor con la red de telecomunicaciones deberá tener tarjetas de red 10/100/1000 Mbps.

Debido a que la carga de usuarios hacia los servidores no es tan alta, no se generan errores de consideración como para dañar los equipos ni sus aplicaciones pero, ya que ningún sistema es totalmente libre de daños se deberá sacar respaldos de las configuraciones de cada uno de los servidores para el caso en que se deba instalar cualquiera de estos en otra máquina, de esta manera dicha acción se realizará más fácilmente. No se ve la necesidad de tener servidores de *backup* físicos siempre funcionando ya que consumirían recursos innecesariamente y sería un gasto inicial tanto de hardware como de software sin beneficio considerable.

### **3.14 POLÍTICAS DE SEGURIDAD**

Debido a que el hardware, software y las conexiones de red nunca serán cien por ciento seguras, y considerando que la Institución tiene información bastante delicada y confidencial como son las notas de los estudiantes y oficios entre autoridades del Colegio y diversas organizaciones, se deben aplicar normativas que controlen los accesos y restricciones a cierta información, consiguiendo de esta manera la disponibilidad, confidencialidad e integridad de todos los datos que manejen tanto administrativos como docentes y estudiantes.

Al momento de aplicar las políticas de seguridad en la Institución, para que resulte efectiva se buscó que todos los usuarios y administradores de red las acepten y estén dispuestos aplicarlas, ya que si no se llega a un acuerdo entre estas partes existiría descontento en los usuarios finales por quizás excesivas restricciones que impidan su labor normal; sin embargo como administradores de red no se debe otorgar demasiadas facilidades de acceso tanto a Internet como a intranet, debe haber un equilibrio para brindar seguridad a los datos que circulen por la red.

Todo usuario del Instituto Nacional Mejía que utilice los servicios de red que se le ofrecen, deberá conocer y aceptar el reglamento vigente sobre su uso, el desconocimiento del mismo no exonera de responsabilidad a ningún usuario ante cualquier eventualidad que involucre la seguridad de la información o de la red institucional.

La oficina de tecnología y sistemas del Instituto Nacional Mejía actualmente está conformado por dos personas, los cuales cumplen distintas funciones referente al soporte y mantenimiento de los equipos de computo, y sistemas de información así como también de la administración de la red; por este motivo se ve la necesidad de emitir políticas de seguridad para los recursos informáticos que tiene la Institución, así pues se detalla a continuación la clasificación de dichas políticas:

- ✓ Cuentas de usuarios
- ✓ Nombres de Equipos
- ✓ Internet

- ✓ Correo Electrónico
- ✓ Red interna
- ✓ Políticas de uso de computadores, impresoras y periféricos
- ✓ Otras políticas

Se ha realizado un listado de consideraciones que se deben tomar en cuenta para el uso adecuado de los recursos informáticos del Instituto Nacional Mejía, el área de tecnología y sistemas deberá realizar auditorías de manera periódica de los equipos de cómputo y periféricos así también como las aplicaciones instaladas en las mismas. Dichas políticas son de cumplimiento obligatorio por todas los usuarios tanto administrativos, docentes y alumnado, quien incumpla dichas normativas de seguridad deberá responder por sus acciones o daños causados a la infraestructura tecnológica de la Institución de acuerdo a las leyes disciplinarias y legales de la misma.

### **3.14.1 CUENTAS DE USUARIOS**

La cuenta de usuario es la manera con la cual una persona autorizada accede a los sistemas de información que posee la Institución, en el caso de la institución el ingreso a sesión dentro de un computador y a su correo electrónico institucional; estas cuentas aíslan al usuario del entorno haciendo que el mismo no pueda causar daños al equipo o a otros usuarios ya que al manejar su propio perfil de red y correo no afectará con sus cambios a ningún otro elemento de la red.

Cada persona de la Institución autorizada a utilizar un computador debe tener una sola cuenta de usuario, lo cual permitirá a los administradores realizar controles, seguimientos y facilidad de darle soporte; con esta cuenta de usuario podrá ingresar o iniciar sesión en cualquier computadora de la red y la ventaja de que sea única es que no afectará a ningún usuario que tenga cuenta en ese computador, ni a su buzón de correo.

La cuenta de usuario asignará permisos o privilegios a la persona para que accedan a los sistemas de información y desarrollar actividad dentro de estos,



dichos privilegios asignados limitan las actividades de los usuarios tanto a configuraciones del equipo como al ingreso a los servicios de red.

A continuación se detalla el procedimiento para la creación de cuentas de usuario nuevas:

- ✓ Se deberá realizar una solicitud escrita para la creación de una nueva cuenta o cambio de privilegios a una existente al área de sistemas quienes serán los encargados de autorizarla.
- ✓ Cuando el área de sistemas analice si es conveniente o no crear la nueva cuenta, aprobará o denegará la solicitud. En el caso de aprobarla, un administrador de red configurará la nueva cuenta de usuario en el computador asignado y la persona deberá firmar un documento donde declara conocer las políticas y procedimientos de seguridad informática y acepta sus responsabilidades con respecto al uso de dicha cuenta.
- ✓ El área de tecnología y sistemas de la Institución no deberá conceder la creación de una cuenta a personas que no forme parte del Instituto Nacional Mejía, a menos que sea debidamente autorizado por el Rector del Colegio.
- ✓ Los usuarios deberán acceder al sistema mediante su cuenta y contraseña, con esto se identificará claramente su identidad, esto también incluye a los administradores de red.
- ✓ El departamento de Talento Humano del Instituto Nacional Mejía al momento de presentarse la salida de un empleado deberá reportar al área de sistemas dicho acontecimiento para que la cuenta de usuario que le pertenecía sea eliminada del sistema.
- ✓ El borrado o copiado de archivos de un usuario diferente del propietario, solamente lo podrá llevar a cabo el administrador de red con su cuenta de usuario que tendrá todos los privilegios posibles.
- ✓ En el caso que se realice mantenimientos preventivos o actividades con los computadores de la Institución mediante técnicos externos, se deberá asignar una cuenta temporal con privilegios suficientes para la realización de su trabajo; dicha cuenta deberá ser eliminada una vez que ha terminado el tiempo requerido por el personal externo.

- ✓ Nunca se crearán cuentas anónimas o de invitados.

### 3.14.2 NOMBRES DE EQUIPOS

Debido a la existencia de un número considerable de computadores en toda la Institución, se necesita organizarlos de manera que se los pueda localizar en donde quiera que se encuentren ubicados, para esto se establecen políticas que definen los nombres a utilizar en los host:

- ✓ Cada equipo de cómputo, servidor o impresora deberá ser registrado en el *Active Directory* de la Institución; los nombres que se asignarán estarán basados en función al tipo de dispositivo y a un número secuencial de cuatro dígitos.
- ✓ Todo computador tanto de escritorio como de portátil deberá ser ingresado al dominio institucional (inm.edu.ec) para poder acceder a los servicios de red de manera autorizada.
- ✓ En el caso de que se de baja a un equipo, el departamento de Sistemas está encargado de eliminar dicho equipo del *Active Directory*. Al adquirir un nuevo computador se deberá asignar un nuevo nombre de equipo mas no repetir el de uno dado de baja.

### 3.14.3 INTERNET

El Internet es una herramienta con la que actualmente se realiza el trabajo de las personas de manera más rápida, pero al existir una inmensa cantidad de información contiene ciertos peligros que pueden afectar a la red de la Institución. Los *hackers* en los últimos tiempos con finalidades de daño, sustracción de la información o simplemente por supuestas protestas vulneran las seguridades de diversas instituciones, por lo cual se debe aplicar una política que procure la seguridad y realice monitoreo constante de todas las vulnerabilidades que se tiene dentro de la red. Para ello se considerará lo siguiente:

- ✓ El acceso al Internet de todo el personal a excepción de los administradores de red se realizará en horas laborables, es decir de 7:00 a 16:00 horas y será de uso exclusivo laboral, no personal. Esto con el fin de no saturar el ancho de banda de la red.

- ✓ Queda estrictamente prohibido el acceso a páginas de redes sociales, entretenimiento, pornografía, de contenido ilícito o que atenta contra la dignidad e integridad humana y todo sitio que este fuera del contexto laboral y educativo.
- ✓ No se deberá compartir información institucional hacia el Internet, así como tampoco el uso inadecuado de archivos adjuntos de dudosa procedencia, esto con la finalidad del ingreso de virus a los computadores.
- ✓ Queda prohibida la descarga y uso de aplicaciones y demos que ni sean de utilidad para el desarrollo de las actividades del personal de la Institución. Ningún usuario tiene autorizada la instalación de software en ordenador. El usuario que requiera algún programa específico para desarrollar su trabajo, deberá solicitarlo al departamento de sistemas quien se encargará de realizar dicha instalación en caso de ser necesario.
- ✓ No debe utilizarse el Internet para realizar llamadas internacionales mediante software descargado e instalado por el usuario.
- ✓ El nivel de acceso a sitios de Internet dependerá del tipo de usuario dentro de la Institución, eso es administrativo, docente o estudiante.

#### **3.14.4 CORREO ELECTRÓNICO**

El servicio de correo electrónico para el personal del Instituto Nacional Mejía se debe utilizar de manera responsable, su propósito es facilitar la comunicación con el medio interno y externo al momento de realizar actividades de gestión institucional. El correo electrónico de la Institución deberá ser utilizado por los usuarios autorizados de forma eficiente, eficaz y ética de acuerdo a la ley. Las políticas a considerar para este servicio serán:

- ✓ Para obtener una cuenta de correo institucional se deberá realizar una solicitud al departamento de tecnología y sistemas del Instituto Nacional Mejía, quienes deberán aprobar o denegar la misma; en el caso de aprobarla un administrador de red deberá configurar el perfil de correo dentro de la cuenta de usuario correspondiente. El usuario deberá firmar

un documento aceptando las políticas de utilización del correo electrónico y confidencialidad de la información, haciéndose responsable de cualquier eventualidad que se llegue a generar por su incumplimiento.

- ✓ El correo electrónico es una herramienta de trabajo y debe servir exclusivamente para uso institucional, para enviar y recibir correos de amigos y familiares estará el correo personal.
- ✓ No se debe enviar correos de gran tamaño a compañeros dentro de la Institución, para esto se pueden crear carpetas compartidas debidamente autorizadas y configuradas por el personal del área de tecnología y sistemas.
- ✓ El tamaño máximo del buzón del correo electrónico de cada persona será de 500 MB, por lo que será responsabilidad del usuario depurar sus bandejas de entrada y salida a archivos locales. El envío de correos con datos adjuntos deberá tener un máximo de 15 MB para evitar la saturación de los procesos del servidor de correo.
- ✓ No facilitar la dirección de correo electrónico institucional a personas o sitios de registro en Internet ya que podrían hacer uso de la misma de manera ilegal o inapropiada, esto afectaría la estabilidad del buzón del correo del usuario provocando posibles daños o ingreso de virus a la red de la Institución.
- ✓ No distribuir mensaje con contenido inapropiado que cause lesiones a la moral y dignidad de un compañero de la Institución, autoridad, funcionario o persona externa al Colegio.
- ✓ Al recibir archivos adjuntos de dudosa procedencia, se deberá consultar al área de tecnología y sistemas de la institución antes de intentar descargarlo y abrirlo, ya que podrían contener códigos maliciosos como virus, gusanos o troyanos.
- ✓ Al contestar un correo, evitar seleccionar la opción de “responder a todos” a menos que esté totalmente seguro que el mensaje contiene información que puede ser recibida por todos los intervinientes.
- ✓ El acceso a cuentas de correo personales debe ser mínimo durante la jornada laboral.

- ✓ El acceso a la cuenta de correo se realiza mediante un nombre de usuario y contraseña, los mismos son asignados por el personal de sistemas al momento de aprobar la solicitud. La protección y mantenimiento de estas contraseñas depende única y exclusivamente del usuario y no deberá proporcionarla a terceros.
- ✓ El usuario deberá eliminar permanentemente los mensajes innecesarios. Se deberá mantener solo los mensajes que se desea conservar y que sean de utilidad.
- ✓ Evitar el uso de las opciones de confirmación de entrega y lectura a menos que sea mensaje muy importante y autorizado por el área de Sistemas o el Rector de la Institución ya que esto provoca excesivo tráfico en la red.

#### **3.14.5 RED INTERNA**

La intranet del Instituto Nacional Mejía consta servidores de correo, DNS, DHCP, Telefonía IP y Aula Virtual. Debido a que todos los usuarios deben tener disponibilidad de los mencionados servicios se debe aplicar políticas de seguridad que permitan la correcta utilización de los mismos:

- ✓ El servidor DHCP deberá asignar direcciones IP de manera dinámica solamente a los equipos portátiles y móviles que deseen conectarse a la red de manera autorizada.
- ✓ No se deberá configurar direcciones IP que estén en el rango del DHCP a equipos de escritorio; se realizará reservas de direcciones IP mediante la MAC de las laptops y equipos móviles.
- ✓ El servicio de telefonía en la Institución deberá ser utilizado únicamente para tareas de carácter administrativo y educativo, y solo en caso de ser necesario de uso personal.
- ✓ El servicio telefónico se dividirá en categorías dependiendo del tipo de usuario y las necesidades del mismo, es decir la posibilidad de realizar llamadas internas, locales, nacionales, a celulares o internacionales.
- ✓ Solo personal de la Institución tendrá privilegios de llamadas internacionales y a celulares, para el resto de usuarios que deseen

aumentar de categoría deberán hacer una solicitud al área de Sistemas justificando las razones por las que desea obtener el servicio.

- ✓ Queda prohibido el uso del servicio de Telefonía IP para causar lesiones que atente contra la moral y dignidad del compañero.
- ✓ Queda prohibido la manipulación de la configuración tanto de los teléfonos IP como de las aplicaciones softphone instaladas en las máquinas de los usuarios. En el caso de haber un fallo en los mencionados equipos y programas se deberá informar de manera inmediata al personal del área de Tecnología y Sistemas.
- ✓ Debido a daños, cambios o mantenimiento de los servidores o tecnologías utilizadas en la red de la Institución, el administrador de red deberá notificar mediante correo electrónico a los usuarios afectados notificándoles de cualquiera de las mencionadas actividades.
- ✓ El usuario deberá estar pendiente de cualquier notificación enviada por el administrador de red y tomar las medidas necesarias frente a los cambios que el mismo indique.
- ✓ Los administradores de red deberán garantizar la operatividad de la red después de restablecerse de algún daño o cambio.

### **3.14.6 POLÍTICAS DE USO DE COMPUTADORES, IMPRESORAS Y PERIFÉRICOS**

Todos los equipos tecnológicos tales como servidores, computadores, *switches*, *Access Point*, UPS, impresoras, auriculares y monitores son activos que pertenecen al Instituto Nacional Mejía, con los cuales se realizan todas las actividades diarias, por lo tanto se deben definir políticas de seguridad para garantizar un adecuado tiempo de vida y útil.

- ✓ Todo equipo de computación de escritorio o portátil con sus respectivos periféricos serán entregados a los usuarios conjuntamente con un acta de entrega y recepción de equipos, la cual deberá ser firmada y sellada por el administrador de red y el usuario final. Se realizará dos copias de cada acta, una para el administrador y otra para el usuario de tal manera que quede constancia física de la entrega de equipo y sus periféricos.

- ✓ Ningún equipo activo de la Institución deberá ser utilizado en funciones diferentes a las administrativas o docentes. Dichos equipos deberán ser ubicados en sitios adecuados, evitando la directa exposición al sol o polvo.
- ✓ No se deberán instalar, ni conectar dispositivos diferentes a los que se han entregado a cada usuario y que consten en su acta. El personal de Sistemas de la Institución será el encargado de la notificación para el retiro de los mismos.
- ✓ Queda prohibido utilizar discos externos o CD sin un previo análisis del antivirus instalado en las computadoras de cada usuario.
- ✓ Los usuarios no podrán instalar, suprimir o modificar el software entregado en su computador originalmente, esta actividad solamente le corresponde al personal del área de tecnología y sistemas de la Institución.
- ✓ Está prohibido desarmar los equipos de computación o periféricos, por personal diferente al área de Sistemas o técnicos autorizados por la Institución.
- ✓ Las impresoras deberán ser utilizadas de manera consciente en cuanto a suministros de papel y tinta, únicamente queda permitido su uso en labores concernientes a la Institución.
- ✓ Queda estrictamente prohibido el traslado o cambio de lugar de los equipos de computación, periféricos e impresoras desde su ubicación original sin previa autorización del área de Sistemas y el cambio del acta respectiva.
- ✓ Se deberá garantizar el buen funcionamiento de las instalaciones eléctricas y equipos de respaldo UPS, asegurando que los sean conectados de manera correcta y así evitar daños a la integridad humana y dispositivos.
- ✓ Es obligatorio para los usuarios informar de manera oportuna al personal del área de Sistemas de cualquier incidente con sus computadores, conexiones eléctricas o equipos de telefonía que pudieran alterar el correcto funcionamiento de sus tareas.
- ✓ El papel tapiz del escritorio de los computadores de escritorio y portátiles, serán establecidos y administrados por el departamento de Tecnología y Sistemas de la Institución y deberán ser homogéneos para todos los usuarios.

- ✓ Los usuarios no deberán tener acceso al *panel* de control de sus computadores, tampoco a la configuración del reloj del Sistema, ni podrá formatear los discos duros por su cuenta.

### 3.14.7 OTRAS POLÍTICAS

Tomando en cuenta que puede existir manipulación lógica y física en los equipos de computación, se ha visto la necesidad de establecer políticas específicas en estos temas:

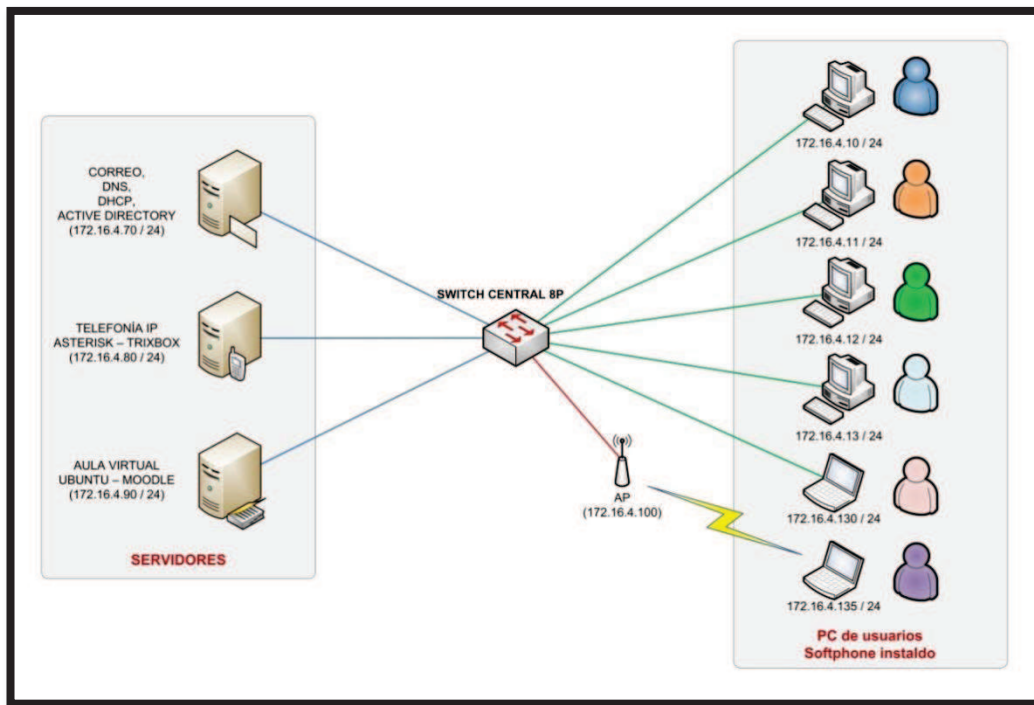
- ✓ Los equipos portátiles personales de los usuarios, no serán administrados ni se les brindará soporte de ninguna índole tanto de software como de hardware por que no son responsabilidad del Instituto Nacional Mejía.
- ✓ Queda prohibido la utilización de discos locales de los computadores de los usuarios para almacenar archivos de música y video con contenido inapropiado o fuera del ámbito educativo o administrativo.
- ✓ Las direcciones IP que se asigne a cada equipo de computación no deberán ser manipuladas por los usuarios; solamente personal del área de Sistemas está autorizado a realizar esta actividad. Esto es con la finalidad de evitar conflictos de IP e inestabilidad en la red de comunicaciones.
- ✓ Como política de seguridad de la información institucional todo usuario está obligado a bloquear su estación de trabajo al momento de no encontrarse en su sitio de labores.
- ✓ Todos los usuarios tiene la obligación de apagar sus computadores de manera adecuada al terminar la jornada laboral.

### 3.15 PROTOTIPO DE PRUEBAS DE LOS SERVIDORES

De acuerdo al estudio realizado para el rediseño de la red de comunicaciones del Instituto Nacional Mejía, se ha visto la necesidad de comprobar el real funcionamiento de los servidores propuestos para la implementación, es decir correo, DNS, DHCP, Telefonía IP y plataforma virtual MOODLE. Esta comprobación se la realizará mediante un prototipo a baja escala, es decir los tres servidores físicos y un número pequeño de computadores que simularán ser las PC del Colegio, en donde se instalarán y configurarán las aplicaciones necesarias



para el completo funcionamiento del prototipo. Además se configurará un equipo *Access Point* para la conexión de equipos portátiles y móviles, con lo que tendrán acceso a los servicios de red. En la figura 3.36, podemos observar el diagrama de la configuración de red para el prototipo de pruebas de los servidores que se diseñaron para el Instituto Nacional Mejía.



**Figura 3.36 Diagrama del prototipo de pruebas para servidor**

### 3.15.1 ELEMENTOS UTILIZADOS PARA EL PROTOTIPO DE PRUEBAS

Los equipos utilizados para la elaboración del prototipo de pruebas son:

#### 3.15.1.1 Servidor Windows Server 2008



**Figura 3.37 Servidor 1 Windows Server 2008**

- ✓ *Procesador: Intel Pentium IV*
- ✓ *Memoria RAM: 1GB*
- ✓ *Disco Duro: 100 GB*
- ✓ *Tarjeta de Red: 10/100 Mbps*
- ✓ *Sistema Operativo instalado: Windows Server 2008 Standard Edition*
- ✓ *Aplicaciones: Microsoft Exchange 2007*

### 3.15.1.2 Servidor Asterisk - Trixbox



**Figura 3.38 Servidor 2 Asterisk - Trixbox**

- ✓ *Procesador: Intel Pentium IV*
- ✓ *Memoria RAM: 1 GB*
- ✓ *Disco Duro: 80 GB*
- ✓ *Tarjeta de Red: 10/100 Mbps*
- ✓ *Sistema Operativo instalado: Asterisk Trixbox*

### 3.15.1.3 Servidor Ubuntu - MOODLE



**Figura 3.39 Servidor 3 Ubuntu - MOODLE**

- ✓ *Procesador:* Intel Pentium IV
- ✓ *Memoria RAM:* 1GB
- ✓ *Disco Duro:* 40 GB
- ✓ *Tarjeta de Red:* 10/100 Mbps
- ✓ *Sistema Operativo instalado:* Ubuntu 10.0
- ✓ *Aplicaciones:* MOODLE

### 3.15.1.4 PC de Usuario

- ✓ *Procesador:* Intel Core Duo, 1.6 GHz x2
- ✓ *Memoria RAM:* 4 GB
- ✓ *Disco Duro:* 120 GB
- ✓ *Tarjeta de Red:* Broadcom 440x 10/100
- ✓ *Tarjeta de audio:* dispositivo de *High Definition Audio*
- ✓ *Sistema Operativo instalado:* *Windows Seven Professional 32 bits*
- ✓ *Aplicaciones:* *softphone X-lite 4.1*

El resto de máquinas que simularán las PC de los usuarios, serán las que se encuentren instalados en el Laboratorio de Informática que se asigne para la prueba, por lo tanto se desconoce las características individuales de cada una de estas. También se utilizarán los computadores portátiles propiedad de los estudiantes Oscar Montoya y Angélica Granda que tienen el sistema operativo Windows 7 Profesional.

### 3.15.1.5 *Switch Central*



**Figura 3.40** Switch de 8 puertos para prototipo de pruebas

Se utilizará un *switch* de 8 puertos marca Encore de nuestra propiedad o el que se asigne. Los servidores y las máquinas de usuario se conectarán todos al *switch* mencionado, haciendo que se encuentren todos en una misma red.

### 3.15.1.6 *Access Point*



**Figura 3.41** Access Point para prototipo de pruebas

- ✓ *Marca:* D-Link
- ✓ *Modelo:* DWL - 2100AP
- ✓ *Frecuencia:* 2.4 GHz
- ✓ *Estándar:* IEEE 802.11b/g/n
- ✓ *Velocidad:* 108 Mbps

Cabe indicar que la configuración de red de los equipos tanto servidores como computadores de usuario será la misma para todas las máquinas, y no las que se ha mencionado en el diseño de la red en el apartado 3.6.1, esto se lo hace debido a que no se cuenta con un dispositivo de capa 3 que realice las funciones de enrutamiento entre VLANS.

La instalación y configuración de los servidores y máquinas de usuario que se utilizarán en el prototipo de pruebas se detallarán en los ANEXOS I, J y K que contienen los manuales de instalación y manejo.

### **3.15.2 FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO DE PRUEBAS**

A continuación se realiza el análisis del funcionamiento de cada uno de los servidores que forman parte del prototipo de pruebas para el Instituto Nacional Mejía y se describen los resultados obtenidos.

#### **3.15.2.1 Servidor 1 - Windows Server 2008**

El objetivo del primer servidor en el prototipo de pruebas será la demostración real de la recepción y envío de correos electrónicos de una máquina a otra con sus respectivos perfiles de usuario correctamente configurados; deberá ser posible también la utilización de las cuentas de correo de usuario mediante interfaz web (OWA). Otra funcionalidad que se debe comprobar de este mismo servidor será la de añadir una máquina al dominio *inm.edu.ec*, y verificar que se ha agregado dicha máquina en el parte de equipos dentro del *Active Directory*.

El servicio de DHCP que brindará este mismo servidor, se comprobará conectando un computador al *switch* central sin configurarle ninguna dirección IP, y verificando después de un tiempo prudente la conexión de esta última a la red de comunicaciones con una dirección que le asigne el servidor.

Otras de las posibilidades será la reserva de direcciones IP mediante la dirección MAC de la computadora cliente, con lo cual se le asignará siempre a una máquina la misma dirección IP a pesar de estar configurada para recibir una dirección IP dinámicamente.

El sistema operativo bajo el cual funcionarán estos servidores es Windows Server 2008 Standard Edition de 32 bits, el cual se ha elegido ya que la Institución cuenta con una licencia original de Microsoft, además por la facilidad de instalación, manejo y administración del servidor. Este sistema operativo soporta hasta 14 roles o funciones, para el prototipo de pruebas, se configurará únicamente el DNS, DHCP y correo electrónico con *Exchange Server*.

La primera configuración necesariamente debe ser asignar una dirección IP fija al servidor, luego de esto instalar las funciones de dominio y *Active Directory*, ya que este será el responsable de almacenar todos los nombres de usuarios y de equipo que se tendrá en la institución, además mediante este se aplicarán las políticas de seguridad y manejo de equipos.

La configuración del servidor de dominio y Active Directory resulta fácil ya que la interfaz del sistema operativo es bastante intuitiva y explicativa; para observar detalladamente ver Anexo I. El formato que se utilizará para los nombres de los usuarios de la institución será la inicial del primer nombre seguida del primer apellido, por ejemplo un usuario llamado Eduardo Aguilar, tendrá un *username* EAguilar; en el caso de que exista un nombre de usuario similar, se añadirán las iniciales del primero y segundo nombre, por ejemplo: Esteban José Aguilar tendría un *username* EAguilar pero estaría duplicado, por lo tanto se cambia a EJAguilar.

La configuración del servidor DHCP es sencilla, debido a que se utiliza el asistente de instalación que proporciona el sistema operativo, hay que tomar en cuenta que se debe tener un rango de direcciones IP libres para que sean asignadas de manera dinámica a los clientes de la red.

Para el funcionamiento del correo electrónico se debe instalar una aplicación que gestione los buzones de usuario, para el prototipo se instaló *Microsoft Exchange 2007*, que también debe tener una licencia original para obtener soporte y actualizaciones. Debido a que el correo electrónico no es un rol embebido en el sistema operativo del servidor, se debe instalar mediante un paquete ejecutable, y seguir paso a paso el asistente de configuración.

Uno de los pasos de la configuración del servicio del correo electrónico es la verificación de los requisitos del sistema operativo, esta es una de las partes más



complicadas en la instalación ya que surgen varios errores por la falta de configuración de los complementos del servidor; estos errores se pueden ir solucionando siguiendo el asistente el cual indica puntualmente cual es la corrección que se debe realizar para continuar la instalación.

Las direcciones de correo electrónico que se asignarán constarán de el primer nombre seguido de un punto y el apellido del usuario, por ejemplo Eduardo Aguilar tendrá una dirección de correo [Eduardo.Aguilar@inm.edu.ec](mailto:Eduardo.Aguilar@inm.edu.ec). En el caso de que exista un homónimo, se añadirá la inicial del segundo nombre o del segundo apellido, por ejemplo [EduardoL.Aguilar@inm.edu.ec](mailto:EduardoL.Aguilar@inm.edu.ec) para Eduardo Luis Aguilar.

#### **3.15.2.2 Servidor 2 – Ubuntu (MOODLE)**

El servidor que se configurará será el de la plataforma virtual MOODLE que se instalará bajo el Sistema Operativo Linux, distribución UBUNTU. Las comprobaciones a realizarse serán, el acceso al aula virtual por parte de profesores, alumnos y administradores, dándoles los privilegios correspondientes a su categoría dentro de la plataforma mediante el ingreso de nombre de usuario y sus respectivas contraseñas.

Al ingresar a MOODLE con categoría profesor, se tendrá la posibilidad de subir contenidos como materiales de consulta, cuestionarios, creaciones de foros y evaluaciones para los estudiantes de un determinado curso y asignatura.

Ingresando con categoría estudiante se podrá consultar el contenido subido por el profesor además de rendir las evaluaciones, participar en los foros y subir archivos correspondientes a las tareas enviadas.

Los administradores de la plataforma tendrán la posibilidad de realizar todos los cambios que deseen hacer ya que sus privilegios son de total acceso.

El ingreso a las aulas virtuales se podrá realizar desde cualquier computador que esté en la red y tenga conectividad al servidor. Cabe aclarar que el mencionado acceso a la plataforma virtual MOODLE no se podrá realizar desde el Internet debido a que el prototipo de pruebas solo servirá para la comprobación del funcionamiento de la intranet.

La plataforma virtual MOODLE está disponible tanto para sistemas basados en Windows como en Linux, la versión compatible con Windows solamente funciona en la versión XP service pack 3, y debido a que no es recomendado ni funcional utilizar esa versión para un servidor, se descartó esta opción a pesar de ser fácil de instalar y utilizar. La versión de MOODLE para Linux resulta más estable en la distribución de DEBIAN UBUNTU, para su instalación es necesario descargar paquetes comprimidos tales como Apache y PHP; mediante varios comandos se ejecuta el proceso de instalación de todos los componentes necesarios para que funcione la plataforma virtual.

Después de seguir varios pasos en una terminal de Linux, finalmente se accede a la configuración de MOODLE mediante un explorador web en cualquier computador que se encuentre conectado a la misma red que el servidor; haciendo más intuitiva y amigable la interfaz tanto para administradores, docentes y estudiantes. Se elige la opción de instalar MOODLE en Linux debido a la estabilidad y seguridad que ofrece el sistema operativo.

Para la configuración de cursos, creación de usuarios y matriculación de estudiantes, es necesario un análisis previo en conjunto con el personal docente y administradores de red, para conocer las asignaturas que se dictan en el establecimiento y el pensum de estudio que tiene cada una de éstas, métodos de calificación y tipos de contenido que se presentarán en la plataforma virtual. Una vez culminada esta coordinación, se procederá a configurar categorías, materias, alumnos, profesores y administradores de la plataforma, se subirá información, vínculos, cuestionarios, foros e imágenes.

El prototipo está configurado de manera básica, es decir la apariencia del sitio web de MOODLE para la institución se presenta sin elementos gráficos añadidos, se comprueba el funcionamiento mediante desktop, laptop y dispositivo móvil que se encuentren conectados a la red del prototipo.

### **3.15.2.3 Servidor 3 – Asterisk (TRIXBOX)**

Este servidores el de telefonía IP, el computador en el que se configurará dicho servidor tendrá instalado el Sistema Operativo basado en Linux, con la distribución CentOS propietario de Trixbox -Asterisk. La configuración de las



extensiones telefónicas se realizará mediante interfaz gráfica desde cualquier computador que se encuentre conectado a la red y tenga conectividad con el servidor. Lo que se demostrará será la realización de llamadas simultáneas entre varias extensiones utilizando las aplicaciones softphone en un mínimo de 4 computadores; todas estas llamadas deberán funcionar correctamente, es decir sin retardos, con una calidad aceptable y sin causar conflictos entre el resto de llamadas que se realice en ese momento. Cabe indicar que no se realizará configuración ni comprobación de llamadas a teléfonos externos mediante troncales telefónicas debido a que el prototipo se basa en la demostración del funcionamiento de servicios únicamente en la intranet.

La instalación del servidor Asterisk es poco complicada ya que el paquete ejecutable se corre desde el CD al arrancar el computador y paso a paso el asistente nos indica el proceso a seguir. Para la asignación de extensiones telefónicas a los usuarios de la institución se coordina con personal de sistemas para elegir los números y rangos para cada área, esto con el fin de segmentar por departamentos las extensiones telefónicas.

El funcionamiento del servidor se comprueba mediante aplicaciones softphone las cuales serán instaladas en las máquinas de los usuarios apuntando como dirección IP al servidor Asterisk, en este se configura, buzones de correo, atajos de teclado, tonos, saludos y libretas de direcciones. La configuración que se realizó para el prototipo de pruebas es básica y suficiente para la comprobación de llamadas simultáneas y almacenamiento de correos de voz con una calidad aceptable y sin caídas de servidor. La administración del servidor de telefonía IP se puede realizar desde el navegador web de cualquier computador que esté conectado a la red del prototipo, se ingresan las credenciales de acceso como administrador y se ingresa a una interfaz bastante amigable e intuitiva para la configuración de los diversos parámetros con los que cuenta Trixbox de Asterisk

Es necesario revisar y documentar la configuración realizada en el servidor, así como también los atajos de teclado para las diferentes opciones del softphone, esto con la finalidad de tener un directorio telefónico actualizado y un manual de instrucciones para el manejo de la aplicación por parte de los usuarios.

Una vez configurados los tres servidores, se conectan a un switch de 8 puertos y a un router inalámbrico para tenerlos interconectados, los computadores de escritorio que simularán ser clientes también se conectarán al switch de 8 puertos, los equipos portátiles y móviles como celulares accederán conectándose a la red wireless.

Después de comprobar conectividad total entre dispositivos de red y computadores, se procederá a verificar el funcionamiento del servidor DHCP, DNS y correo electrónico, conectando un computador por medio de DHCP a la red para luego añadirlo al dominio **inm.edu.ec**; se configurará el correo electrónico mediante Outlook y se probará el envío / recepción de e-mails entre usuarios ingresados al *Active Directory*.

Accediendo a través de un navegador web, se ingresa a la plataforma virtual MOODLE y mediante credenciales de profesor y/o estudiante se accede al contenido correspondiente a categorías y materias, finalmente, se realizarán llamadas entre extensiones telefónicas.

## CAPÍTULO IV

# ANÁLISIS ECONÓMICO DEL REDISEÑO DE LA RED DEL INSTITUTO NACIONAL MEJÍA

### 4.1 ANTECEDENTES

De acuerdo al análisis realizado en el Capítulo III, se ha visto que los equipos de red que utilizan actualmente no son reutilizables para el proyecto debido a que sufrieron daños por la falla de voltaje ocasionada por la caída de un rayo; por lo tanto existe la necesidad de adquirir equipos de red nuevos para todo el Instituto Nacional Mejía.

En cuanto a los accesorios de red pasiva como gabinetes, canaletas, escalerillas y cajas, cabe indicar que no se dispone de los mismos, por lo que habrá que instalar nuevos elementos pasivos en la totalidad de la Institución.

Los edificios que componen el Colegio no cuentan con cielo raso, por tanto para el tendido del cable UTP se utilizará canaleta plástica decorativa de diversos tamaños, lo más alejado posible de la manipulación de personas no autorizadas.

El objetivo de este capítulo es realizar un estudio económico que incluya los costos referenciales del proyecto total, esto se logrará haciendo una comparación entre diferentes marcas de equipos de red, seleccionando la que cumpla con las características que se requiere, combinadas con un costo accesible al Instituto Nacional Mejía, es decir alcanzando el mejor costo – beneficio.

### 4.2 COSTOS REFERENCIALES DE LA RED ACTIVA

La red activa está compuesta de elementos tales como servidores, *switches*, *Access Point*, teléfonos IP y equipos UPS. Se realizará una comparación entre las características técnicas de los dispositivos de red con las marcas más comunes en el mercado como DELL, D-LINK y CISCO que son las más utilizadas actualmente en el ámbito de las redes de datos.

## 4.2.1 SERVIDORES

Para la red del Instituto Nacional Mejía es necesario adquirir tres servidores, los cuales funcionarán para correo electrónico, WEB, DNS, DHCP, Telefonía IP y plataforma virtual MOODLE.

A continuación se presenta la comparación de las características técnicas entre las marcas mencionadas anteriormente.

### 4.2.1.1 Marca comercial DELL

*Servidor dedicado PowerEdge R310* <sup>[B68]</sup>



**Figura 4.1 Servidor DELL PowerEdgeR310** <sup>[B68]</sup>

- ✓ *Procesador:* Procesadores Intel® Xeon® Serie X3400
- ✓ *Sistema Operativo:* Microsoft® Windows Server® 2008 SP2, x86; Red Hat® Enterprise Linux®
- ✓ *Memoria:* Hasta 32 GB (6 ranuras DIMM): 1 GB/2 GB/4 GB/8 GB de 1066 y 1333 MHz
- ✓ *Almacenamiento:* Capacidad máxima de almacenamiento interno hasta 8 TBx2
- ✓ *Controladora de Red:* Controladora Ethernet Gigabit Broadcom 5716
- ✓ *Alimentación:* Dos fuentes de alimentación redundantes de 400 W conectables en marcha
- ✓ *Administración:* Dell™ OpenManage™;
- ✓ *Garantía:* 1 año

#### 4.2.1.2 Marca comercial HP

*Servidor / TV HP ProLiant DL360 G7 E5620 1P* <sup>[B69]</sup>



**Figura 4.2 Servidor HP ProLiant DL360** <sup>[B69]</sup>

- ✓ *Procesador:* Intel® Xeon® E5620 (4 núcleos, 2,40 GHz, 12 MB L3, 80 W)
- ✓ *Sistema Operativo:* Microsoft Windows Server; Red Hat Enterprise Linux (RHEL), VMware
- ✓ *Memoria:* 384 GB (12 slots x 32 GB@ 800 MHz)
- ✓ *Almacenamiento:* Hot Plug SATA 4.0 TB (8 x 500GB SATA)
- ✓ *Controladora de Red:* 2 puertos 1 GbE NC382i multifunción
- ✓ *Alimentación:* Una fuente de alimentación de 750 W multifunción con fuente redundante opcional
- ✓ *Administración:* HP SmartStart; HP Integrated Lights-Out 3 (iLO 3)
- ✓ *Garantía:* 3 años

#### 4.2.1.3 Marca comercial D-LINK

*Server DNS-1550-04* <sup>[B70]</sup>



**Figura 4.3 Servidor D-Link DNS-1550-04** <sup>[B70]</sup>

- ✓ *Procesador:* Intel Atom D525 Dual-Core
- ✓ *Sistema Operativo:* Windows/Mac/Linux/Unix/VMware Ready; Soporta para Windows Active Directory
- ✓ *Memoria:* 2GB RAM

- ✓ *Almacenamiento:* Soporta hasta 12TB con discos de 3TB de 4 unidades de disco SATA intercambiables
- ✓ *Controladora de Red:* 2 puertos 10/100/1000 GbE; 5 puertos USB 2.0
- ✓ *Alimentación :* Posee fuente de alimentación redundante de 226 W
- ✓ *Administración:* Funciones de gestión de cuentas incluyen la capacidad de gestión de usuarios / grupos y lectura / escritura. Crear usuarios, grupos y objetivos iSCSI con autenticación de contraseña. Múltiples configuraciones de disco duro: Modo RAID 0/1/5/6/10/JBOD/ Standard; Diagnóstico de Disco SMART; Predictivo de migración de datos
- ✓ *Garantía:* 5 años

De las marcas comerciales antes descritas, se escoge DLINK como opción más recomendable debido a que las capacidades de disco duro, memoria RAM y potencia de energía son suficientes para los servicios de red que se va a ofrecer a la Institución, DLINK es una marca reconocida que ha ido avanzando firmemente en el mercado del networking además de la garantía que ofrece el proveedor.

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	DELL	HP	DLINK
Procesador	2 GHz mínimo	✓	✓	✓
Memoria RAM	1 GB mínimo	✓	✓	✓
Disco Duro	40 GB mínimo	✓	✓	✓
Sistema Operativo	Windows 2008 Server	✓	✓	✓
	LINUX	✓	✓	✓
Tarjeta de red	Gigabit Ethernet	✓	✓	✓
Características eléctricas	Fuente de poder redundante	✓	✓	✓
COSTO [USD]		2691.00	2343.82	1075.20

Tabla 4.1 Cuadro comparativo de las características mínimas de los servidores

#### 4.2.2 SWITCH DE CORE

Para los *switches* de *Core* del Instituto Nacional Mejía se ha realizado el análisis de los equipos con adquisición de puertos de fibra para la redundancia del enlace con otro *switch* de *Core* y para la conexión con los equipos de distribución. A continuación se presenta la comparación de las características técnicas entre las marcas DELL, CISCO y DLINK.

#### 4.2.2.1 Marca comercial DELL

*PowerConnect 6224F* <sup>[B71]</sup>



**Figura 4.4** *DELL Switch de Core The PowerConnect 6224F* <sup>[B71]</sup>

- ✓ *Puertos:* 24 puertos SFP: 20 ranuras SFP, 4 puertos SFP o cobre,
- ✓ *Rendimiento:* Tasa de reenvío hasta de 95 Mpps
- ✓ *Capacidad de conmutación:* 136 Gbps
- ✓ *Calidad de Servicio:* Modo de seguridad de nivel 2 (etiquetado IEEE 802.1p); modo de seguridad de nivel 3 (DSCP); modo de seguridad de nivel 4 (TCP/UDP); modo avanzado con directivas basadas en flujos de nivel 2/3/4, incluidas la medición/limitación de velocidad y las garantías de ancho de banda y marca; se pueden utilizar hasta 100 ACL para la identificación de flujo de QoS mediante mapas de clase; 8 colas de prioridad por puerto; modo de servicios QoS basado en puerto; modo de servicios QoS basado en flujo.
- ✓ *Administración:* Interfaz de administración basada en Web; CLI, Telnet o puerto serial local; admite SNMPv1, SNMP v2c y SNMPv3; transferencias de TFTP de firmware y archivos de configuración; doble imagen de firmware incorporada; admite carga/descarga de archivos de configuración múltiple; estadística de monitoreo de errores y optimización de rendimiento que incluye cuadros de resumen de puertos; admite administración de direcciones IP BootP/DHCP; Admite VLAN para el etiquetado y basado en puertos según IEEE 802.1Q; hasta 1024 VLAN admitidas.
- ✓ *Estándares:* IEEE 802.1ab, IEEE 802.1D, IEEE 802.1Q, IEEE 802.1p, IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.2, IEEE 802.3, IEEE 802.3I, IEEE 802.3u, IEEE 802.3x, IEEE 802.3z, IEEE 802.3ab, IEEE 802.3ac, IEEE 802.3ad, IEEE 802.3ae, IEEE 802.3ak
- ✓ *Garantía:* 1 año

#### 4.2.2.2 Marca comercial CISCO

*CISCO Core WS-C3750G-12S-S* <sup>[B72]</sup>



**Figura 4.5 CISCO Core WS-C3750G-12S-S** <sup>[B72]</sup>

- ✓ *Puertos:* 12 Gigabit Ethernet SFP ports, Módulo opcional de cuatro puertos de GE o 10GE.
- ✓ *Capacidad de conmutación:* 96 Gbps de throughput
- ✓ *Calidad de Servicio:* cifrado basado en hardware; Seguridad Media Access Control (MACsec) IPv4 e IPv6 routing, multicast routing, avanzada calidad de servicio (QoS) y características de seguridad en hardware
- ✓ *Administración:* Soporte para nuevas tecnologías y servicios; Energy Wise, Cisco Auto Smartports, Cisco Smart Install; Herramientas de gestión de configuración construido a partir de la experiencia de Cisco y recomendaciones Cisco; Supervisión y solución de problemas de capacidad de hardware, incorpora prácticas de Cisco y mejores características de diagnósticos; La automatización en la gestión de inventarios de hardware, las vulnerabilidades de seguridad (PSIRTS) y la plataforma al final de su vida y los ciclos de apoyo
- ✓ *Mean Time Between Failure (MTBF) Hours:* 194224
- ✓ *Estándares:* IEEE 802.1s; IEEE 802.1w; IEEE 802.1x; IEEE 802.1x-Rev IEEE 802.3ad; IEEE 802.1ae; IEEE 802.3af; IEEE 802.3at; IEEE 802.3x full duplex on 10BASE-T, 100BASE-TX, and 1000BASE-T ports; IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol; IEEE 802.1p CoS Prioritization; IEEE 802.1Q VLAN; IEEE 802.3 10BASE-T specification; IEEE 802.3u 100BASE-TX specification; IEEE 802.3ab 1000BASE-T specification; IEEE 802.3z 1000BASE-X specifications
- ✓ *Garantía:* De por vida.



### 4.2.2.3 Marca comercial D-LINK

DGS-3612G<sup>[B73]</sup>



Figura 4.6 D-Link Switch de Core DGS-3612G<sup>[B73]</sup>

- ✓ *Puertos:* 12 puertos de conmutación Gigabit SFP para L3; 4 puertos 10/1000 BASE-T, 100BASE-TX.
- ✓ *Rendimiento:* Tasa de reenvío de 17.86Mpps.
- ✓ *Capacidad de conmutación:* 24 Gbps.
- ✓ *Calidad de Servicio:* Prioridad de colas posee 8 colas; puertos conmutables, VLAN ID, IEEE 802.1p, Prioridad, Direcciones IP y MAC, DSCP, TCP/UDP, nivel de flujo.
- ✓ *Administración:* Clasificación de ACLs soportando puertos conmutables, VLAN ID, IEEE 802.1p, Direcciones IP y MAC, DSCP, TCP/UDP; multicast IGMP v1/2/3, Telnet, CLI/Consola, RMON, Web basada en HTTP, SNMPv1/v2/v3, Cliente TFTP, Cliente DHCP; Soporta hasta 4000 Estáticas, 255 Dinámicas 802.1p grupos de VLANS basadas en puertos.
- ✓ *Estándares:* 802.3 Ethernet, 802.3u Fast Ethernet, 802.3ab Gigabit Ethernet, 802.3z Gigabit Ethernet, 802.1d Spanning Tree, 802.1w Rapid Spanning Tree, 802.1p Priority Tags, 802.1q VLANs (4K static/255 dynamic), 802.3ad Link Aggregation (32 Groups/8 ports), 802.3x Flow Control, 802.1x Port-based/MAC-based Authentication, 802.1s (Multiple Spanning Tree).
- ✓ *Garantía:* De por vida.

De las tres marcas comerciales descritas anteriormente, se escoge CISCO para ser utilizado como *switch* de *core*, ya que las características técnicas que ofrece son las suficientemente necesarias para los servicios de red que se desea implementar, soporta los estándares mínimos requeridos para un eficiente

transporte de la información de los usuarios de la Institución. Excelente asistencia técnica, buen precio y garantía del proveedor.

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	DELL	CISCO	DLINK
Puertos de Fibra Gigabit Ethernet	12 mínimo	✓	✓	✓
Puertos Eth de 10/100/1000 Mbps	4 mínimo	✓	✓	✓
Capacidad mínima de backplane	32 Gbps	✓	✓	
Capacidad de capa 3	Soporte SPT	✓	✓	✓
	Capacidad de conmutación	✓	✓	✓
	Enrutamiento estático.	✓	✓	✓
	Servicio DHCP	✓	✓	✓
Características eléctricas	Con fuente de poder redundante	✓	✓	✓
Administración basada en:	CLI	✓	✓	✓
	WEB	✓	✓	✓
	TELNET	✓	✓	✓
	SNMP v1, v2 y v3	✓	✓	✓
Protocolos y Estándares	IEEE 802.1p	✓	✓	✓
	IEEE 802.1q	✓	✓	✓
	IEEE 802.1x	✓	✓	✓
	IEEE 802.1v	✓	✓	✓
	IEEE 802.1w	✓	✓	✓
	IEEE 802.3x	✓	✓	✓
	IEEE 802.3u	✓	✓	✓
	IEEE 802.3z	✓	✓	✓
	IEEE 802.3d	✓	✓	✓
	IEEE 802.3ab	✓	✓	✓
	IEEE 802.3af	✓	✓	✓
COSTO [usd]		2406,88	3666.88	2526.72

Tabla 4.2 Cuadro comparativo de las características mínimas del switch de Core

#### 4.2.3 SWITCH DE DISTRIBUCIÓN / ACCESO

Los switches de Distribución irán conectados a los switches de Core y brindarán los servicios de red tanto a los switches de acceso como áreas de trabajo que se requieran. La mencionada conexión con los switches de Núcleo se realizará mediante fibra óptica por lo que los equipos se deberán conectar con puertos

SPF; otra característica necesaria en este tipo de *switches* es que deben ser compatibles con el estándar IEEE 802.3 af, con lo cual se proporcionará energía eléctrica a los dispositivos de acceso inalámbrico. A continuación se presentan las características técnicas y comparaciones entre las tres marcas: DELL, D-LINK y CISCO. En base al análisis del capítulo anterior se requiere *switches* de 48 puertos para las conexiones de distribución dentro de la red de comunicaciones

#### 4.2.3.1 Marca comercial DELL

*PowerConnect 2848* <sup>[B74]</sup>



**Figura 4.7 Switch DELL PowerConnect 2848** <sup>[B74]</sup>

- ✓ *Puertos:* 48 puertos de conmutación Gigabit Ethernet 10/100/1000BASE-T de detección automática; 4 puertos combo de fibra SFP que proporcionan soporte para los transceptores 1000BASE-SX y 1000BASE-LX
- ✓ *Rendimiento:* tasa de reenvío de 71,4 Mpps
- ✓ *Capacidad de conmutación:* 96 Gbps.
- ✓ *Calidad de Servicio:* 4 colas de prioridad (puerto); cumple con los valores 802.1p.
- ✓ *Administración:* Contraseña local y direcciones de IP restringidas para el acceso seguro al conmutador; el software del conmutador puede cargarse fácilmente al conmutador por medio de la interfaz de administración por web; las configuraciones pueden cargarse fácilmente al conmutador y desde éste por medio de la interfaz intuitiva de administración por web; supervisión SNMP limitada y administración CLI. Admite hasta 64 VLAN basadas en puertos.

- ✓ *Estándares:* IEEE 802.3ac. Etiquetado VLAN; IEEE 802.3ad. Agregado de enlaces con soporte para LAG estático; IEEE 802.1W; IEEE 802.1D; IEEE 802.1Q. LAN virtuales con VLAN basadas en puertos; IEEE 802.1v. VLAN basadas en protocolos; IEEE 802.1p. Prioridad de Ethernet con asignación y aprovisionamiento de usuarios; IEEE 802.1X. Autenticación de puerto; IEEE 802.3x. Control de flujo.
- ✓ *Garantía:* 1 año

#### 4.2.3.2 Marca comercial CISCO

*Cisco Catalyst 2960-48TC-S*<sup>[B75]</sup>



**Figura 4.8 Cisco Catalyst 2960-48TC-S**<sup>[B75]</sup>

- ✓ *Puertos:* Ethernet 10/100. 2 dual-purpose ports (10/100/1000 or SFP).
- ✓ *Capacidad de conmutación:* 50 Gbps.
- ✓ *Calidad de Servicio:* cifrado basado en hardware; Seguridad Media Access Control (MACsec) IPv4 e IPv6 routing, multicast routing, avanzada calidad de servicio (QoS) y características de seguridad en hardware.
- ✓ *Administración:* Soporte para nuevas tecnologías y servicios; Energy Wise, Cisco Auto Smartports, Cisco Smart Install; Herramientas de gestión de configuración construido a partir de la experiencia de Cisco y recomendaciones Cisco; Supervisión y solución de problemas de capacidad de hardware, incorpora mejores características de diagnósticos.
- ✓ *Estándares:* IEEE 802.1s; IEEE 802.1w; IEEE 802.1x; IEEE 802.1x-Rev IEEE 802.3ad; IEEE 802.1ae; IEEE 802.3x full duplex on 10BASE-T, 100BASE-TX, and 1000BASE-T ports; IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol; IEEE 802.1p CoS Prioritization; IEEE 802.1Q VLAN; IEEE 802.3 10BASE-T specification; IEEE 802.3u 100BASE-TX specification; IEEE 802.3ab 1000BASE-T specification; IEEE 802.3z 1000BASE-X.
- ✓ *Garantía:* Ilimitado.

### 4.2.3.3 Marca comercial D-LINK

48 Puertos DGS-3120-48PC<sup>[B76]</sup>



Figura 4.9 Switch DES-3120-48PC<sup>[B77]</sup>

- ✓ *Puertos:* 44 puertos de conmutación 10/100/1000 BASE-T; 4 puertos de conmutación 10/100/1000BASE-T/ SFP; 1 par de puertos 10/100BASE-TX 802.3af PoE Support; 1 puerto de consola.
- ✓ *Rendimiento:* tasa de reenvío de 13.1 Mbps.
- ✓ *Capacidad de conmutación:* 136 Gbps.
- ✓ *Calidad de Servicio:* Soporta QoS; 802.1p Prioridad de colas hasta 4 colas; los paquetes se clasifican basándose en: *Switch Port, VLAN ID, MAC Address, IPv4, 802.1p Priority, Protocol Type, TCP/UDP Port Number*; crea clases de tráfico basadas sobre listas de control de acceso ACL.
- ✓ *Administración:* D-Link *Single IP Management (SIM) v1.6*; Web GUI; CLI (*Command Line Interface*); *Telnet client/server, TFTP client*; SNMP v1, v2c, v3; RMON v1, v2; *DHCP Auto Configuration; DHCP Relay; DHCP RelayOption 82;SMTP Client (E-mail Notification)*. Admite hasta 64 VLAN basadas en puertos Standard: 802.1Q; 4000 grupos de VLAN estática; 200 grupos de VLAN dinámicas.
- ✓ *Estándares:* IEEE 802.1D *Spanning Tree*; IEEE 802.1W; IEEE 802.3ad. Agregado de enlaces (8 puertos por grupo/ 6 grupos por dispositivo); IEEE 802.1s *Múltiple Spanning Tree*; IEEE 802.3 af, IGMP; STP *Detección de Loopback*; BPDU *Filtración por puertos*. IEEE 802.3x; IEE 802.3u; IEEE 802.3z; IEEE 802.3af.
- ✓ *Garantía:* 1 año.

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	DELL	CISCO	D-LINK
Puertos de Fibra Gigabit Ethernet	4 mínimo	✓	✓	✓
Puertos Eth de 10/100/100 Mbps	48 mínimo	✓	✓	
Capacidad mínima de backplane	56 Gbps	✓	✓	✓
Capacidad de capa 3	Soporte SPT	✓	✓	✓
	Capacidad de conmutación	✓	✓	✓
	Capacidad para troncalización en puertos	✓	✓	✓
Administración basada en:	CLI	✓	✓	✓
	WEB	✓	✓	✓
	TELNET	✓	✓	✓
	SNMP v1, v2 y v3	✓	✓	✓
Protocolos y Estándares	IEEE 802.1p	✓	✓	✓
	IEEE 802.1q	✓	✓	✓
	IEEE 802.1x	✓	✓	✓
	IEEE 802.1v	✓	✓	✓
	IEEE 802.1w	✓	✓	✓
	IEEE 802.3x	✓	✓	✓
	IEEE 802.3u	✓	✓	✓
	IEEE 802.3z	✓	✓	✓
	IEEE 802.3d	✓	✓	✓
	IEEE 802.3ab	✓	✓	✓
	IEEE 802.3af	✓		✓
COSTO [usd]		5952.87	795.20	1086.40

**Tabla 4.3 Cuadro comparativo de características mínimas de sw Distribución -Acceso**

#### 4.2.4 SWITCH DE ACCESO

Este tipo de *switches* servirán para la conexión entre los equipos en el área de trabajo con la red de comunicaciones, se conectarán mediante cable UTP categoría 6a a los *switches* de Distribución contando con una redundancia a nivel físico.

Se requerirá dispositivos de cuenten con 24 puertos, a continuación se presenta la comparación técnica entre las marcas seleccionadas.

#### 4.2.4.1 Marca comercial DELL

24 Puertos – PowerConnect 2824<sup>[B78]</sup>



Figura 4.10 Switch DELL PowerConnect 2824<sup>[B78]</sup>

- ✓ *Puertos:* 24 puertos de conmutación Gigabit Ethernet 10/100/1000 de detección automática; 2 puertos combo de fibra SFP
- ✓ *Rendimiento:* tasa de reenvío de 35,6 Mpps.
- ✓ *Capacidad de conmutación:* 48 Gbps
- ✓ *Calidad de Servicio:* Ofrece 4 colas de prioridad por puerto; cumple con los valores 802.1p
- ✓ *Administración:* Contraseña local y direcciones de IP restringidas para el acceso seguro al conmutador; el software del conmutador puede cargarse fácilmente al conmutador por medio de la interfaz de administración por web; las configuraciones pueden cargarse fácilmente al conmutador y desde éste por medio de la interfaz intuitiva de administración por web; Supervisión SNMP limitada y administración CLI. Admite hasta 64 VLAN (puerto).
- ✓ *Estándares:* IEEE 802.3ac. Etiquetado VLAN; IEEE 802.3ad. Agregado de enlaces con soporte para LAG estático; IEEE 802.1W; IEEE 802.1D; IEEE 802.1Q. LAN virtuales con VLAN basadas en puertos; IEEE 802.1v. VLAN basadas en protocolos; IEEE 802.1p. Prioridad de Ethernet con asignación y aprovisionamiento de usuarios; IEEE 802.1X. Autenticación de puerto; IEEE 802.3x. Control de flujo.
- ✓ *Garantía:* 1 año



#### 4.2.4.2 Marca comercial CISCO

*CISCO Access WS-C2960-24LC-S*<sup>[B79]</sup>



**Figura 4.11 CISCO Access WS-C2960-24LC-S**<sup>[B79]</sup>

- ✓ *Puertos:* 24 Ethernet 10/100. 2 dual-purpose ports (10/100/1000 or SFP)
- ✓ *Capacidad de conmutación:* 50 Gbps
- ✓ *Calidad de Servicio:* cifrado basado en hardware; Seguridad Media Access Control (MACsec) IPv4 e IPv6 *routing*, *multicast routing*, avanzada calidad de servicio (QoS) y características de seguridad en hardware.
- ✓ *Administración:* Soporte para nuevas tecnologías y servicios; EnergyWise, Cisco Auto Smartports, Cisco *Smart Install*; Herramientas de gestión de configuración construido a partir de la experiencia de Cisco y recomendaciones Cisco; Supervisión y solución de problemas de capacidad de hardware, incorpora prácticas de Cisco y mejores características de diagnósticos; La automatización en la gestión de inventarios de hardware, las vulnerabilidades de seguridad (PSIRTS) y la plataforma al final de su vida y los ciclos de apoyo.
- ✓ *Estándares:* IEEE 802.1s; IEEE 802.1w; IEEE 802.1x; IEEE 802.1x-Rev IEEE 802.3ad; IEEE 802.1ae; IEEE 802.3x full dúplex on 10BASE-T, 100BASE-TX, and 1000BASE-T *ports*; IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol; IEEE 802.1p CoS *Prioritization*; IEEE 802.1Q VLAN; IEEE 802.3 10BASE-T *specification*; IEEE 802.3u 100BASE-TX *specification*; IEEE 802.3ab 1000BASE-T *specification*; IEEE 802.3z 1000BASE-X *specifications*.
- ✓ *Garantía:* De por vida.



#### 4.2.4.3 Marca comercial D-LINK

24 Puertos – DGS-3120-24SC-SI<sup>[B80]</sup>



Figura 4.12 Switch D-Link DGS-3120-24SC-SI<sup>[B80]</sup>

- ✓ *Puerto:* 24 puertos de conmutación 10/1000BASE-TX de detección automática; 4 puertos de conmutación 10/100/1000 BASE-T; 2 puertos combo de fibra SFP; 2 puertos 10/100BASE-TX 802.3af PoE; 1 consola.
- ✓ *Rendimiento:* Tasa de reenvío de 9.5 Mbps.
- ✓ *Capacidad de conmutación:* 12.8 Gbps.
- ✓ *Calidad de Servicio:* Soporta QoS; 802.1p Prioridad de colas hasta 4 colas; los paquetes se clasifican basándose en: *SwitchPort*, *VLAN ID*, *MAC Address*, *IPv4*, *802.1p Priority*, *TCP/UDP Port Number*; crea clases de tráfico basadas ACL.
- ✓ *Administración:* D-Link *Single IP Management (SIM) v1.6*; *Web-based GUI*; *CLI (Command Line Interface)*; *Telnet client/server*, *TFTP client*; *SNMP v1, v2c, v3*; *RMON v1, v2*; *Web GUI Traffic/ CPU Monitoring*; *SNMP Trap on MAC Notification*; *DHCP Auto Configuration*; *DHCP Relay*; *DHCP Relay Option 82*; *SMTP Client (E-mail Notification)*. Admite hasta 64 VLAN basadas en puertos; Standard: 802.1Q.
- ✓ *Estándares:* IEEE 802.1D *Spanning Tree*; IEEE 802.1W; IEEE 802.3ad. Agregado de enlaces (8 puertos por grupo/ 6 grupos por dispositivo); IEEE 802.1s *Multiple Spanning Tree*; IGMP; STP *Detección de Loopback*; BPDU *Filtración por puertos*.
- ✓ *Garantía:* 1 año.

Después de la comparación de las características técnicas de las tres marcas anteriormente mencionadas para *Switches* de Distribución - Acceso y *switches* de Acceso, se ha escogido como mejor opción a CISCO, debido a que cumple con

los requerimientos suficientes para funcionar de manera eficiente en la conmutación de la información dentro de la Institución, no soportan el estándar 802.3af (PoE) pero se ve solventado con inyectores de energía de la misma marca para los dispositivos *access point* que sean necesarios. El precio, la garantía que ofrece el proveedor y el prestigio de la marca CISCO en cuanto a equipos de networking también es un factor importante para la decisión.

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	DELL	CISCO	D-LINK
Puertos de Fibra Gigabit Ethernet	4 mínimo	✓	✓	✓
Puertos Eth de 10/100/1000 Mbps	24 mínimo	✓	✓	✓
Capacidad mínima de backplane	50 Gbps		✓	✓
Capacidad de capa 3	Soporte SPT	✓	✓	✓
	Capacidad de conmutación	✓	✓	✓
Administración basada en:	CLI	✓	✓	✓
	WEB	✓	✓	✓
	TELNET	✓	✓	✓
	SNMP v1, v2 y v3	✓	✓	✓
Protocolos y Estándares	IEEE 802.1p	✓	✓	✓
	IEEE 802.1q	✓	✓	✓
	IEEE 802.1x	✓	✓	✓
	IEEE 802.1v	✓	✓	✓
	IEEE 802.1w	✓	✓	✓
	IEEE 802.3x	✓	✓	✓
	IEEE 802.3u	✓	✓	✓
	IEEE 802.3ab	✓	✓	✓
	IEEE 802.3af		✓	✓
COSTO [usd]		525.28	698.92	750.4

**Tabla 4.4 Cuadro comparativo de las características mínimas de switch de Acceso**

#### 4.2.5 EQUIPOS INALÁMBRICOS

Para el análisis de los equipos inalámbricos se ha clasificado en los que son equipos *Access Point* para la red LAN y enlace WiFi para la interconexión entre los tres edificios del Instituto Nacional Mejía.

#### 4.2.5.1 Punto de acceso inalámbrico (AP)

Estos equipos son el complemento para la red LAN del Instituto Nacional Mejía los cuales serán ubicados en los tres bloques de la Institución, a continuación se detalla las características técnica de las marcas TREDNET, HP y D-LINK.

##### 4.2.5.1.1 Marca comercial TREDNET

*Punto de Acceso PoE inalámbrico N a 300 Mbps - TEW-638PAP* <sup>[B81]</sup>



**Figura 4.13 Access Point TEW-639PAP** <sup>[B81]</sup>

- ✓ *Interfaz:* 1 x 10/100Mbps Auto-MDIX PoE LAN
- ✓ *Estándares:* IEEE 802.11n/b/g/e y 802.3 af
- ✓ *Técnicas de Modulación:* OFDM: BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM DBPSK, DQPSK, CCK
- ✓ *Modos:* Punto de acceso, sistema de distribución inalámbrica (WDS en modo AP), cliente AP
- ✓ *Control de acceso:* Filtro de dirección MAC (hasta 64 entradas)
- ✓ *Frecuencia:* 2.412 - 2.472 GHz
- ✓ *Transmisión de datos (auto fallback):* 802.11n: hasta 300Mbps; 802.11g: hasta 54Mbps; 802.11b: hasta 11Mbps
- ✓ *Encriptación:* 64/128-bit WEP, WPA/WPA2-RADIUS, WPA/WPA2-PSK
- ✓ *Canales:* 1-11 (FCC), 1-13 (ETSI)
- ✓ *Cobertura:* Cobertura de hasta 100 metros (328ft.) bajo techo y 300meters (984ft) al aire libre
- ✓ *Garantía:* 1 año, certificación WiFi

#### 4.2.5.1.2 Marca comercial HP

AP – MSM430 Dual Radio 802.11n<sup>[B82]</sup>



**Figura 4.14 Access Point MSM430 Dual Radio 802.11n<sup>[B83]</sup>**

- ✓ *Interfaz:* 1 RJ-45 auto negociación 10/100/1000 port (IEEE 802.3 Type 10BASE-T, IEEE 802.3u Type 100BASE-TX, IEEE 802.3ab Type 1000BASE-T); *Duplex:* 10BASE-T/100BASE-TX: half or full; 1000BASE-T: full only; 1 RJ-45 serial console port
- ✓ *Estándares:* Dual radio: IEEE 802.11a/n y IEEE 802.11ab/g/n; IEEE 802.3af PoE/Gigabit Ethernet
- ✓ *Técnicas de Modulación:* OFDM: BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM DBPSK, DQPSK, CCK
- ✓ *Modos:* Cliente AP, AP automático y controlado
- ✓ *Control de acceso:* Filtro de dirección MAC (hasta 64 entradas)
- ✓ *Frecuencia:* 2.412 - 2.472 GHz
- ✓ *Transmisión de datos (auto fallback):* 802.11n: hasta 300Mbps
- ✓ *Encriptación:* 64/128-bit WEP, WPA/WPA2-RADIUS, WPA/WPA2-PSK
- ✓ *Canales:* 1-11 (FCC), 1-13 (ETSI)
- ✓ *Cobertura:* Cobertura de hasta 100m bajo techo y 300m al aire libre
- ✓ *Garantía:* Limitada de 1 año, certificación WiFi

#### 4.2.5.1.3 Marca comercial D-LINK

AP-DLINK DAP - 1353 <sup>[B84]</sup>



**Figura 4.15 Access Point DAP – 1353** <sup>[B84]</sup>

- ✓ *Interfaz:* 1 Entrada DC (para energía), 1 Botón de *Reset*; 3 Entradas de Antena; 1 Puerto de 10/100/1000BASE-TX: IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3ab
- ✓ *Estándares:* IEEE 802.11b; IEEE 802.11g; IEEE 802.11n *Draft*
- ✓ *Técnicas de Modulación:* 802.11b: DQPSK, DBPSK, DSSS, y CCK; 802.11g y n: BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM, OFDM
- ✓ *Modos de Operación:* *Access Point*; WDS with AP; WDS; *Wireless Client*; AP *Repeater* (H/W Bx)
- ✓ *Control de acceso:* Filtro de dirección MAC (hasta 64 entradas)
- ✓ *Frecuencia:* 2.412 - 2.4835 GHz
- ✓ *Transmisión de datos (auto fallback):* 802.11n: hasta 300Mbps
- ✓ *Encriptación:* 64/128-bit WEP data encryption; *WiFi Protected Access* (WPA, WPA2); 4 SSID Para segmentación de Red; Filtro de dirección MAC; Función de deshabilitar SSID *broadcast*; 802.1Q VLAN *Tagging*
- ✓ *Canales:* 1-11 (FCC), 1-13 (ETSI)
- ✓ *Cobertura:* Cobertura de hasta 100 metros (328ft.) bajo techo y 300 metros (984ft) al aire libre
- ✓ *Garantía:* 1 año; certificación *WiFi*

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	TREDNET	HP	D-LINK
Velocidad de transmisión	54 Mbps mínima	✓	✓	✓
Métodos de encriptación	TKIP, WPA, WPA2	✓	✓	✓
Administración	SNMP, HTTP	✓	✓	✓
Algoritmo de cifrado	MD5, AES	✓	✓	✓
Interfaces	RJ45 LAN 10/100/1000 Mbps	✓	✓	✓
Adicionales	Filtrado de direcciones	✓	✓	✓
	DHCP	✓	✓	✓
	Alta cobertura	✓	✓	✓
Protocolos y Estándares	IEEE 802.11a/b/g/n	✓	✓	
	IEEE 802.3af	✓	✓	✓
	IEEE 802.3u	✓	✓	✓
	IEEE 802.1q	✓	✓	✓
	IEEE 802.1p	✓	✓	✓
COSTO [usd]		263.2	567.95	481.60

**Tabla 4.5 Cuadro comparativo de las características mínimas de los Access Point**

De acuerdo al análisis de las tres marcas comerciales de Puntos de acceso inalámbricos, se ha decidido seleccionar a TREDNET para la utilización dentro de la red, esto es debido a que soporta el estándar 802.1af (PoE) que facilitará la colocación de los dispositivos en cualquier punto de red alrededor de la Institución sin la necesidad de utilizar un adaptador de corriente.

La marca TREDNET es nueva y aceptada en el mercado, la garantía que ofrece el proveedor y el precio son un factor importante para la decisión.

#### 4.2.5.2 Punto de acceso inalámbrico para enlace WiFi

Los equipos que permitirán la conexión entre los bloques Central, Internado y Sur del Instituto Nacional Mejía se ha realizado el análisis en base a los requerimientos que deben cumplir para soportar el paso de información como datos, video, voz, imagen, transferencia de archivos, etc.

A continuación se detalla las características técnicas de las marcas Ubiquiti Nano M2 y Canopy

#### 4.2.5.2.1 Marca comercial UBIQUITI

##### *NanoStation M2*

“El equipo Ubiquiti NanoStation M2 presenta un alcance de hasta 5 km, 25 Mbps de ancho de banda y el potente e intuitivo sistema operativo AirOS de Ubiquiti. Ha sido probada en condiciones de temperatura y meteorología extremas; el diseño avanzado ESD/EMP de inmunidad protege al sistema contra fallos de radio y Ethernet. Contiene herramientas de alineación como RSSI, herramientas de medición de ancho de banda, de *ping* y *traceroute*, *firewall*, direccionamiento de puertos, potencia de transmisión ajustable.” [B85]



**Figura 4.16** Equipo Ubiquiti Nano M2<sup>[B86]</sup>

- ✓ *Banda de operación:* 2.4 – 5.1 [GHz]
- ✓ *Modulación:* OFDM
- ✓ *Compatible con el estándar:* IEEE 802.11a/b/g/n
- ✓ *Potencia de salida:* 26 dBm
- ✓ *Ancho de banda:* 54 Mbps
- ✓ *Modos de operación:* Punto a Punto, punto a multipunto, repetidor, WDS
- ✓ *Seguridad:* WEP (64/128-bit), WPA, WPA2, MAC Address (TKIP, AES, CCMP)
- ✓ *Ancho de canal:* 40/20/10/5 MHz, Seleccionable
- ✓ *Administración:* HTTP, HTTPS, SNMP, Telnet
- ✓ *Modo de funcionamiento de la red:* Bridge/Router
- ✓ *Prioridad de datos seleccionable:* Automática, Voz o video

#### 4.2.5.2.2 Marca comercial CANOPY

Serie PMP 100 de Banda Ancha Inalámbrica de Motorola<sup>[B87]</sup>



**Figura 4.17 Equipo Inalámbrico Canopy<sup>[B87]</sup>**

- ✓ *Banda de operación:* 5.725 - 5.850 [GHz]
- ✓ *Modulación:* OFDM
- ✓ *Compatible con el estándar:* Propietario
- ✓ *Canales sin empalme:* 6
- ✓ *Potencia de salida:* 23 dBm
- ✓ *Ancho de banda:* 20 Mbps
- ✓ *Modos de operación:* Punto a Punto, punto a multipunto
- ✓ *Seguridad:* WEP (AES 128-bit)
- ✓ *Ancho de canal:* 20 MHz
- ✓ *Administración:* HTTP
- ✓ *Modo de funcionamiento de la red:* Bridge
- ✓ *Prioridad de datos seleccionable:* no posee

De acuerdo al análisis de las características de los equipos para el enlace WiFi, se ha decidido utilizar la marca comercial UBIQUITI con el modelo NanoStation M2 debido a que cumple con los requerimientos necesarios para implementar el enlace inalámbrico entre los tres edificios del Instituto Nacional Mejía



PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	UBIQUITI	CANOPY
Banda de operación	2.4 GHz mínima	✓	
Modulación	OFDM	✓	
Estándar	IEEE 802.11a/b/g/n	✓	
Canales sin empalme	13 mínimo	✓	
Potencia de salida	26 dBm mínimo	✓	
Ancho de banda	54 Mbps	✓	
Modos de operación	Punto a Punto	✓	✓
	Punto a Multipunto repetidor	✓	✓
	WDS	✓	
Seguridad	WEP (64/128-bit)	✓	✓
	WPA, WPA2	✓	
	MAC ADDRESS(TKIP, AES, CCMP)	✓	
Ancho de canal	40/20/10/5 MHz	✓	
Administración	HTTP,HTTPS	✓	✓
	SNMP	✓	
	Telnet	✓	
Modo de funcionamiento de la red	Bridge/Router	✓	
Prioridad de datos seleccionable	Automática, Voz o video	✓	
<b>COSTO [usd]</b>		<b>114.24</b>	<b>482.00</b>

**Tabla 4.6 Cuadro comparativo de las marcas Ubiquiti y Canopy para equipos WiFi**

## 4.2.6 EQUIPOS DE TELEFONÍA IP

En lo que respecta a los equipos que se adquirirán para la telefonía IP del Instituto Nacional Mejía, a continuación se presentan los detalles de las características técnicas de las tres marcas comerciales a elegirse, AASTRA, HP y D-LINK.

### 4.2.6.1 Marca comercial HP

*TLF – HP 3101 SP* <sup>[B88]</sup>



**Figura 4.18 Teléfono HP 3101 SP** <sup>[B89]</sup>

- ✓ *Interfaz:* 2 puertos RJ-45 10/100/1000 de detección automática
- ✓ *Estándares:* IEEE 802.3 tipo 10 Base-T; IEEE 802.3u tipo 100 Base-TX; IEEE 802.1p *Priority*; IEEE 802.3af *Power over Ethernet*
- ✓ *Protocolos:* SIP RFC 3261; RTP/RTCP; SRTP; NTP; DNS
- ✓ *Funciones del teléfono:* Administración basada en web solamente en el servidor (requiere licencias de teléfono); 2 Número de líneas de la pantalla; Plataformas compatibles NBX VCX;
- ✓ *CODEC:* G.711 (64k bps); ADPCM; G.729A/B en plataformas NBX; G.722/711/729 en plataformas VCX
- ✓ *QoS:* IEEE 802.1p
- ✓ *IP asignada:* Static IP; DHCP
- ✓ *Garantía:* 1 año

#### 4.2.6.2 Marca comercial D-LINK

TLF – DLINK DHP-150SE <sup>[B90]</sup>



Figura 4.19 Teléfono D-Link DHP – 150 SE <sup>[B90]</sup>

- ✓ *Interfaz:* 1 Puerto 10/100 Mbps Ethernet (Hacia Internet), Soporte para PoE (*Power Over Ethernet*); 1 Puerto 10/100 Mbps *Ethernet* (Hacia PC local)
- ✓ *Estándares:* IEEE 802.3; IEEE 802.3u; 802.3af
- ✓ *Protocolos:* SIP RFC 3261; RTP/RTCP; SRTP; NTP; DNS
- ✓ *Funciones del teléfono:* Muestra ID de llamada; indicador de llamada entrante y en espera
- ✓ *CODEC:* G.711 (64k bps); G.729A/B (8K bps); iLBC
- ✓ *QoS:* IEEE 802.1q; IEEE 802.1p; *Full range VLAN ID Support*
- ✓ *IP asignada:* Static IP; DHCP.
- ✓ *Garantía:* 1 año

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	HP	D-LINK
Puertos RJ-45 LAN 10/100/100 Mbps	2 mínimo	✓	✓
IP asignada	Estática, DHCP	✓	✓
Códec de Voz	G.711 - G.729	✓	✓
Protocolos	SIP	✓	✓
	DNS	✓	✓
	ARP/RARP	✓	✓
	ICMP	✓	✓
	TCP/UDP/IP	✓	✓
	HTTP	✓	✓
Estándares	IEEE 802.3	✓	✓
	IEEE 802.3u	✓	✓
	IEEE 802.1p	✓	✓
	IEEE 802.3 af	✓	✓
COSTO [usd]		<b>186.76</b>	<b>109.21</b>

**Tabla 4.7 Cuadro comparativo de las características mínimas de los teléfonos IP**

Luego de haber hecho la comparación entre las marcas de teléfonos IP, hemos decidido utilizar la opción D-LINK ya que Hewlett Packard tiene todas las características necesarias pero necesita licencias propietarias, lo que hará más costoso el proyecto y por tanto se descartó esta opción.

Además D-LINK ofrece el estándar 802.3af (PoE), el cual facilita la conexión del equipo en cualquier punto de red a lo largo de la Institución.

#### 4.2.7 DISPOSITIVOS UPS

Para los equipos UPS se ha realizado el análisis de las características técnicas con las siguientes marcas: COMPUTER POWER y EATON. Deben ser capaces de soportar las cargas de los laboratorios de Informática de la institución y la sala de equipos. Cabe indicar que para solución económica final se ha escogido solamente utilizar protección UPS para la sala de equipos que se encuentra en el departamento de Sistemas en el edificio Central; esto debido a que colocar equipos de respaldo para toda la institución resulta excesivamente costoso y una institución educativa no cuenta con un presupuesto elevado para este tipo de gastos.

#### 4.2.7.1 Marca comercial EATON DX <sup>[B91]</sup>



Figura 4.20 UPS Eaton DX <sup>[B91]</sup>

- ✓ *Capacidad:* 10kVA
- ✓ *Voltaje:* 60 a 138 VAC (voltaje bajo); 80 a 300 VAC (voltaje alto)
- ✓ *Entrada(Input):* Voltaje: 115V (voltaje bajo), 220V (voltaje alto y para todos los modelos); Frecuencia: 50/60 Hz detección automática
- ✓ *Salida(Output):* Voltaje (en batería): 115V (voltaje bajo), 220V (voltaje alto); Frecuencia (en batería): 50/60Hz detección automática; Tecnología: Alta frecuencia de doble conversión en línea
- ✓ *Batería:* 4(1500 voltaje bajo) 8 (2000 voltaje alto); Tiempo típico de recarga a 90% completo: 5 - 7 horas
- ✓ *Administración:* Software administración de energía; Tipo de conexión *standard* RS232; Interface SNMP
- ✓ *Garantía:* 2 años

#### 4.2.7.2 Marca comercial Computer Power-PVGD <sup>[B92]</sup>

- ✓ *Capacidad:* 10000 (VA)
- ✓ *Entrada (Input):* Voltaje / Carga: 110, 120 V; Frecuencia: 50/60 Hz detección automática
- ✓ *Salida (Output):* Voltaje (en batería): 100, 110, 115 V +/-2%; Frecuencia (en batería): 50/60Hz +/-5%; Tiempo de transferencia: 0ms; Tecnología: En línea / totalmente digitalizado controlado por microprocesador

- ✓ *Batería:*240 VDC; Tiempo típico de recarga a 90% completo: 4 horas; Tiempo de respaldo (*Tower model*): Acerca de 6 minutos a plena carga / carga media 15 minutos
- ✓ *Administración:* Pantalla Visual modelo LCD; Alarma audible (*backup batería* ); Software administración de energía; Tipo de conexión *standard RS232*
- ✓ *Garantía:*2 años



Figura 4.21 UPS Computer Power<sup>[B92]</sup>

Luego de haber realizado la comparación entre las marcas para UPS, se ha decidido utilizar la opción EATON DX, ya que cuenta con modelos de 10KVA de capacidad, que es un requerimiento mínimo para que funcione la energía de respaldo suficiente para abastecer las necesidades de la Institución.

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	EATON DX	COMPUTER POWER
Capacidad	10kVA mínima	✓	
Input	110 - 115 V	✓	✓
Output	110 - 115 V	✓	✓
Frecuencia	60 Hz	✓	✓
Tiempo de respaldo	8 minutos mínimo	✓	
COSTO [usd]		6875.00	5225.00

Tabla 4.8 Cuadro comparativo de las características mínimas de los UPS

## 4.2.8 FIREWALL

### 4.2.8.1 Marca comercial JUNIPER

*JUNIPER SSG5*<sup>[B93]</sup>



**Figura 4.22 Firewall Juniper SSG5**<sup>[B93]</sup>

- ✓ *ScreenOS version tested: Screen OS 6.3*
- ✓ *Firewall Perf (Large Packets): 160 Mbps*
- ✓ *Firewall Performance (IMIX): 90 Mbps*
- ✓ *Firewall Packets Per Second: 30,000 PPS*
- ✓ *3DES+SHA-1 VPN Perf: 40 Mbps*
- ✓ *New Sessions/Second: 2,800*
- ✓ *Max Security Policies: 200*
- ✓ *Max Security Zones: 8*
- ✓ *Max Virtual Routers: 3/4*
- ✓ *Max Virtual LANs: 10/50*
- ✓ *Fixed I/O: 7x10/100*
- ✓ *802.11 a/b/g: Optional*
- ✓ *Garantía: 1 año*

### 4.2.8.2 Marca comercial HP

*Dispositivo HP F1000-E VPN cortafuegos*<sup>[B94]</sup>



**Figura 4.23 Firewall HP F1000-E VPN**<sup>[B94]</sup>

- ✓ *Cortafuegos*: Tasa de transferencia de 40 Gbps que protege el tráfico sin comprometer el rendimiento de la red; máximo de 4 millones de conexiones simultáneas y 180000 conexiones nuevas por segundo.
- ✓ *Redes privadas virtuales (VPN)*: IPSec (Seguridad de protocolo Internet): proporciona túneles seguros a través de una red no confiable, tales como Internet o una red inalámbrica; ofrece confidencialidad, autenticidad e integridad de los datos entre dos puntos extremos de la red.
- ✓ *Gestión*: Registro histórico completo de sesiones: proporciona información detallada para la identificación y solución de problemas-
- ✓ *Encaminamiento de nivel 3*: Enrutamiento estático IP: con enrutamiento de configuración manual; incluye capacidad ECMP
- ✓ *Seguridad*: Proporciona una defensa contra distintos ataques, como DoS/DDoS, suplantación de ARP, paquete ICMP grande, escaneo de dirección/puerto, *Tracert*, paquetes IP con la opción de ruta de registro, listas negras públicas estáticas y dinámicas; admite la vinculación de la dirección MAC y la dirección IP y la defensa inteligente de virus worm.
- ✓ *Garantía y asistencia*: Garantía de 1 año con reemplazo anticipado y entrega en 30 días del calendario.

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	HP	JUNIPER
Interfaces	3 puertos RJ45 mínimo	✓	✓
Configuración de Políticas	50 mínimo	✓	✓
Zonas de Seguridad	3 mínimo	✓	✓
Algoritmo de cifrado	DES, 3 DES, AES	✓	✓
Administración	WEB o Software	✓	✓
<b>COSTO [usd]</b>		<b>12000.00</b>	<b>830.86</b>

**Tabla 4.9 Cuadro comparativo de las características mínimas de los UPS**

Después del análisis realizado se ha elegido como marca para el dispositivo firewall a Juniper, debido a que cumple con todas las características necesarias para brindar seguridad a la red del Instituto Nacional Mejía, otro factor bastante importante para tomar la decisión es el precio demasiado alto de la marca HP que a pesar de ser un excelente equipo necesita una licencia propietaria para funcionar y el colegio no desea adquirirlas.

#### 4.2.9 RESUMEN TOTAL DEL COSTO DE LA RED ACTIVA

EQUIPO ACTIVO	MARCA	MODELO	CANTIDAD	UNITARIO	TOTAL
Servidores	DLINK	DNS-1550-04	3	1075,20	3225,60
Switches de Core	CISCO	WS-C3750G-12S-S	2	3666,88	7333,76
Switches de Distribución - Acceso	CISCO	Catalyst 2960-48TC-S	5	795,20	3976,00
Switches de Acceso 24 P	CISCO	WS-C2960-24LC-S	39	698,92	27257,88
Access Point	TREDNET	TEW-639PAP	38	263,20	10001,60
Enlaces WiFi	UBIQUITI	NanoStation M2	3	114,24	342,72
Teléfonos IP	DLINK	DLINK DHP-150SE	33	109,21	3603,93
UPS	EATON	DX	1	6875,00	6875,00
FIREWALL	JUNIPER	SSG5	2	830,86	1661,72
INYECTORES POE	CISCO	AIR-PWRINJ3	71	53,76	3816,96
<b>TOTAL RED ACTIVA [usd]</b>					<b>68095,17</b>

**Tabla 4.10 Resumen total del costo de la red activa**

#### 4.3 COSTOS REFERENCIALES DE LA RED PASIVA

En este tema se analizarán los costos de la red pasiva del Instituto Nacional Mejía en lo que se refiere a materiales e implementación del Sistema de Cableado Estructurado, de tal forma que se cumpla con la norma ANSI/TIA/EIA 568-C; para lo cual los elementos y componentes a ser considerados como necesarios para dicho análisis y cumplan con el correcto funcionamiento, tales como: canaletas, *faceplates*, *racks*, *patch cords* de fibra óptica, cable UTP categoría 6 y 6a, conectores, gabinetes, certificaciones de cableado y puntos de red.

##### 4.3.1 CÁLCULO PARA ROLLOS DE CABLE UTP

Para el detalle de los materiales a utilizarse en la red pasiva de la Institución se ha clasificado por edificio y dentro de cada uno de estos por piso.

Con este dato permite tener una mejor visibilidad tanto para el análisis actual como para un futuro, ya que se puede distinguir las áreas críticas y permite estimar la cantidad de materiales a utilizarse con más precisión; de tal manera que su implementación sea la más apropiada según las necesidades y presupuesto de la Institución



EDIFICIO	PUNTOS DE RED TOTALES
Central	418
SUR	218
Internado	275
<b>TOTAL</b>	<b>911</b>

**Tabla 4.11 Puntos de red en el I.N.M**

En el apartado 3.3 del capítulo 3 se encuentra a detalle la distribución de los puntos de red de toda la Institución, para determinar el número de rollos de cable UTP categoría 6 se considera los siguientes aspectos importantes:

- ✓ El recorrido del cable desde el área de trabajo ya sea este el punto más cercano como el más lejano hacia el cuarto de telecomunicaciones de cada piso, una vez determinado este dato se obtendrá el promedio.
- ✓ Establecer el porcentaje de holgura el cual se ha contemplado con un valor del 10% para el trayecto y enrutamiento adecuado de las subidas, bajadas y esquineras que deberá realizar el recorrido del cable.
- ✓ Se toma en cuenta como dato fundamental que cada rollo de cable tiene una longitud de 305m.
- ✓ Número de puntos de datos activos e inactivos del Instituto Nacional Mejía, excluyendo los puntos de los laboratorios de informática. Ver tabla 4.11

Se procede a determinar mediante fórmulas los parámetros necesarios que se requiere para el cálculo de los elementos pasivos. A continuación se muestran las ecuaciones correspondientes y un ejemplo con valores tomados del primer piso del Edificio Central:

*Longitud Promedio:*

$$L_{prom} = \frac{d_{min} + d_{max}}{2} + 10\% \text{ holgura};$$

$$L_{prom} = \frac{3 + 90}{2} + 4,65 = 51,15 \text{ m}$$

*Número de Corridas:*

$$\text{No. corridas} = \frac{\text{Longitud del cable por rollo}}{\text{Longitud promedio}}$$

$$N^{\circ} \text{ Corridas} = \frac{305}{51,15} = 5,96 \approx 5$$

*Número de Rollos:*

$$\text{No. Rollos} = \frac{\text{No.puntos de red.}}{\text{No.corridas}};$$

$$\text{No. Rollos} = \frac{87}{6} = 14,5 \approx 15$$

Una vez efectuados los cálculos necesarios, se toma en cuenta que para el número de corridas de cable, el resultado se debe aproximar a su valor inmediatamente inferior y para el número de rollos de cable, se aproxima a su valor inmediato superior, ya que por su naturaleza de elementos debe existir valores enteros. Las ecuaciones realizadas anteriormente serán aplicadas para cada piso de cada Edificio del Instituto Nacional Mejía y se presentarán en los siguientes apartados. Todos los accesorios adicionales necesarios para una correcta instalación de un sistema de cableado estructurado tales como canaletas, tuberías, codos, cajas, bandejas, gabinetes entre otras serán descritos en tablas de acuerdo a la cantidad que sea requerida.

#### 4.3.1.1 Edificio Central

##### *ROLLOS DE CABLE UTP*

PISO	DISTANCIA MINIMA (m)	DISTANCIA MAXIMA (m)	PUNTOS DE RED	CORRIDAS DE CABLE	ROLLOS DE CABLE
Primero	3	90	87	5	15
Segundo	3	90	172	5	35
Tercero	3	90	117	5	24
<b>TOTAL EDIFICIO CENTRAL</b>					<b>74</b>

**Tabla 4.12 Cantidad de rollos de cable UTP Cat. 6 para el Edificio Central**

##### *ACCESORIOS*

ACCESORIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
<i>Rack</i>	1	365,00	365,00
Gabinete	5	156,44	782,20
<i>PatchPanel</i> Cobre de 48 puertos	11	45,00	495,00

ACCESORIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
Organizador de cables horizontal	11	10,83	119,13
Organizador de cables vertical	2	20,00	40,00
Ventiladores de Gabinete	5	30,00	150,00
Tomos de poder	6	10,00	60,00
Canaletas plástica decorativa 100x45 2m	173	9,15	1.582,95
Canaletas plástica decorativa 60x40 2m	88	7,13	627,44
Canaletas plástica decorativa 40x25 2m	30	4,91	147,30
Cajas metálicas	15	6,50	97,50
Patch Panel de fibra (ODF)	1	190,15	190,15
Jack RJ - 45 cat. 6	376	0,12	45,12
Faceplate doble	188	1,03	193,64
Patch cord de 1m. cat 6	376	3,18	1.195,68
Tubo Conduit [3m]	18	12,00	216,00
Angulo Interno	50	1,00	50,00
Angulo Externo	50	1,00	50,00
Sección T	50	1,00	50,00
Caja sobrepuesta de 40mm de plástico	188	1,39	261,32
<b>TOTAL EDIFICIO CENTRAL</b>			<b>6.718,43</b>

**Tabla 4.13 Cantidad de accesorios de red pasiva para el Edificio Central**

#### 4.3.1.2 Edificio sur – aulas

##### ROLLOS DE CABLE UTP

PISO	DISTANCIA MINIMA (m)	DISTANCIA MAXIMA (m)	PUNTOS DE RED	CORRIDAS DE CABLE	ROLLOS DE CABLE
Primero	3	70	9	7	2
Segundo	3	74	43	7	7
Tercero	3	74	39	7	6
<b>TOTAL EDIFICIO SUR – AULAS</b>					<b>15</b>

**Tabla 4.14 Cantidad de rollos de cable UTP Cat. 6 para el Edificio Sur – Aulas**

##### ACCESORIOS

ACCESORIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
Gabinete	3	156,44	469,32
PatchPanel Cobre de 24 puertos	1	25,00	25,00
PatchPanel Cobre de 48 puertos	2	45,00	90,00
Organizador de cables horizontal	6	10,83	64,98
Ventiladores de Gabinete	3	30,00	90,00

ACCESORIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
Tomas de poder	3	10,00	30,00
Canaletas plástica decorativa 60x40	43	7,13	306,59
Canaletas plástica decorativa 40x25	114	4,91	559,74
Cajas metálicas	11	6,50	71,50
Jack RJ - 45 cat. 6	91	0,12	10,92
Faceplate doble	46	1,03	47,38
Patch cord de 1m. cat 6	92	3,18	292,56
Tubo Conduit [3m]	15	12,00	180,00
Angulo Interno	50	1,00	50,00
Angulo Externo	50	1,00	50,00
Sección T	50	1,00	50,00
Caja sobrepuesta de 40mm de plástico	46	1,39	63,94
<b>TOTAL EDIFICIO SUR – AULAS</b>			<b>2.451,93</b>

**Tabla 4.15 Cantidad de accesorios de red pasiva para el Edificio Sur – Aulas**

#### 4.3.1.3 Edificio sur – talleres

##### *ROLLOS DE CABLE UTP*

PISO	DISTANCIA MINIMA (m)	DISTANCIA MAXIMA (m)	PUNTOS DE RED	CORRIDAS DE CABLE	ROLLOS DE CABLE
Primero	3	40	27	12	3
Segundo	3	40	27	12	3
Tercero	3	40	31	12	3
<b>TOTAL EDIFICIO SUR – TALLERES</b>					<b>9</b>

**Tabla 4.16 Cantidad de rollos de cable UTP Cat. 6 para el Edificio Sur – Talleres**

##### *ACCESORIOS*

ACCESORIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
Gabinete	1	156,44	156,44
PatchPanel Cobre de 48 puertos	2	45,00	90,00
Organizador de cables horizontal	2	10,83	21,66
Ventiladores de Gabinete	1	30,00	30,00
Tomas de poder	1	10,00	10,00
Canaletas plástica decorativa 60x40	102	7,13	727,26
Canaletas plástica decorativa 40x25	48	4,91	235,68
Cajas metálicas	3	6,50	19,50
Patch Panel de fibra (ODF)	1	190,15	190,15
Jack RJ - 45 cat. 6	85	0,12	10,20

ACCESORIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
Faceplate doble	43	1,03	44,29
Patch cord de 1m. cat 6	86	3,18	273,48
Tubo Conduit [m]	15	12,00	180,00
Angulo Interno	50	1,00	50,00
Angulo Externo	50	1,00	50,00
Sección T	50	1,00	50,00
Caja sobrepuesta de 40mm de plástico	43	1,39	59,77
<b>TOTAL EDIFICIO SUR – TALLERES</b>			<b>2.198,43</b>

**Tabla 4.17 Cantidad de accesorios de red pasiva para el Edificio Sur – Talleres**

#### 4.3.1.4 Edificio internado

##### ROLLOS DE CABLE UTP

PISO	DISTANCIA MINIMA (m)	DISTANCIA MAXIMA (m)	PUNTOS DE RED	CORRIDAS DE CABLE	ROLLOS DE CABLE
Primero	3	60	64	8	8
Segundo	3	60	32	8	4
Tercero	3	60	59	8	8
Cuarto	3	60	57	8	8
<b>TOTAL EDIFICIO INTERNADO</b>					<b>28</b>

**Tabla 4.18 Cantidad de rollos de cable UTP Cat. 6 para el Edificio Internado**

##### ACCESORIOS

ACCESORIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
Gabinete	4	156,44	625,76
PatchPanel Cobre de 24 puertos	3	25,00	75,00
PatchPanel Cobre de 48 puertos	4	45,00	180,00
Organizador de cables horizontal	8	10,83	86,64
Ventiladores de Gabinete	4	30,00	120,00
Tomadas de poder	4	10,00	40,00
Canaletas plástica decorativa 60x40	154	7,13	1.098,02
Canaletas plástica decorativa 40x25	26	4,91	127,66
Cajas metálicas	12	6,50	78,00
Patch Panel de fibra (ODF)	1	190,15	190,15
Jack RJ - 45 cat. 6	212	0,12	25,44
Faceplate doble	106	1,03	109,18
Patch cord de 1m. cat 6	212	3,18	674,16
Tubo Conduit [m]	16	12,00	192,00

ACCESORIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
Angulo Interno	50	1,00	50,00
Angulo Externo	50	1,00	50,00
Sección T	50	1,00	50,00
Caja sobrepuesta de 40mm de plástico	106	1,39	147,34
<b>TOTAL EDIFICIO INTERNADO</b>			<b>3.919,35</b>

**Tabla 4.19 Cantidad de accesorios de red pasiva para el Edificio Internado**

#### 4.3.2 RESUMEN TOTAL DEL COSTO DE LA RED PASIVA

ACCESORIO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
Rollos de cable UTP Cat. 6	126	240,95	30359,70
Rollos de cable UTP Cat. 6 <sup>a</sup>	1	320,00	320,00
Fibra óptica multimodo 62.5/125um	800	2,00	1600,00
Instalación	911	35	31885,00
Certificación	911	20	18220,00
<b>COSTO DE ACCESORIOS DE RED TOTALES [USD]</b>			<b>15288,13</b>
<b>COSTO TOTAL RED PASIVA [USD]</b>			<b>97.672,83</b>

**Tabla 4.20 Resumen total del costo de la red pasiva**

#### 4.3.3 COSTO TOTAL DEL PROYECTO

El costo del proyecto total se basa en los valores obtenidos tanto para la instalación de la red pasiva como para la red activa, ver tabla 4.21; los valores de mantenimiento de equipos servidores y dispositivos de red así como los de servicios de telefonía fija e internet serán pagados mensualmente por 10 años y se los detalla en la tabla 4.22.

Por tanto el valor que se debe disponer al iniciar el proyecto es de 165768,00 UDS con lo que la red quedará instalada y operativa; el resto de valores de servicios deberán ser considerados en el presupuesto anual de la institución.

DETALLE	VALOR
Red activa	\$ 68.095,17
Red pasiva	\$ 97.672,83
<b>COSTO TOTAL DE LA INSTALACIÓN DE LA RED [USD]</b>	<b>\$ 165.768,00</b>

**Tabla 4.21 Costo total de la instalación de la red activa y pasiva**

DETALLE	VALOR
Pago al proveedor de Internet	\$ 30.102,54
Pago al proveedor de telefonía pública	\$ 10.535,89
Administración de red	\$ 71.520,62
Mantenimiento de la red	\$ 9.141,14
Mantenimiento de equipos activos	\$ 8.654,48
Mantenimiento de servidores	\$ 1.505,13
<b>COSTO TOTAL SERVICIOS A 10 AÑOS [USD]</b>	<b>\$ 131.459,79</b>

**Tabla 4.22 Costo total de servicios para la red de comunicaciones instalada a 10 años**

#### 4.4 ESTUDIO ECONÓMICO DEL PROYECTO

El presente estudio económico del proyecto de rediseño de la red de comunicaciones del instituto Nacional Mejía está orientado a conocer cuan factible es implementarlo en la realidad considerando un presupuesto inicial, costos de operación y depreciación anual.

El cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN) darán una perspectiva de cuan rentable es este proyecto, ya que no es un proyecto en el que se gane anualmente dinero por ventas o derivados, ciertos parámetros de cálculo son cero o repetitivos.

En el apartado anterior se realizó un análisis de los costos referenciales tanto de la red pasiva como de la red activa que se tendrá que hacer para poner en marcha la red de comunicaciones diseñada para el Instituto Nacional Mejía; se definieron gastos administrativos y de mantenimiento de la red instalada. Cabe mencionar que este es un proyecto a 10 años pero que no tendrá ganancias ya que no está siendo implementado para una empresa sino para una institución educativa pública a la cual financia el estado ecuatoriano.

En la tabla 4.25 se presenta el flujo de caja neto del proyecto; donde se considera un periodo de 10 años, desde el año 2013 hasta el 2023; se incluyen valores de servicios y mantenimientos, que se ajustan a una tendencia conforme a la tasa de inflación anual del Ecuador que es 4,94 <sup>[B105]</sup>. Los datos de costos de servicios actuales iniciales se basa en la tabla siguiente:

SERVICIO	COSTO [USD]
Pago al proveedor de Internet (mensuales)	200,00
Pago al proveedor de telefonía pública (mensual)	70,00
Administración de red (Sueldo mensual con beneficios de ley)	475,18
Mantenimiento de la red – 911 puntos (anual)	728,80
Mantenimiento de 46 equipos activos (anual)	690,00
Mantenimiento de 3 servidores (anual)	120,00

**Tabla 4.23 Costos referenciales de los servicios para el mantenimiento de la red**

#### 4.4.1 INDICADORES DE RENTABILIDAD <sup>[B104]</sup>

##### 4.4.1.1 Valor Actual Neto (VAN)

Permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros; matemáticamente el VAN es la diferencia entre el valor actual de los ingresos de la inversión y el valor actual de los egresos.

Cuando se tiene como resultado un valor VAN positivo (mayor a 0) el proyecto será rentable. La fórmula para calcular el VAN es:

$$VAN = -I_o + \sum_{n=1}^m \frac{F_n}{(1+i)^n}$$

Dónde:

$I_o =$  Inversión inicial = 165768,00 USD

$F_n =$  Flujos netos

\$ 21.001,28	\$ 22.038,74	\$ 23.127,46	\$ 24.269,95	\$ 25.468,89	\$ 26.727,05	\$ 28.047,37	\$ 29.432,91	\$ 30.886,90
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

$m =$  Número de periodos considerados = 10

$i =$  Tasa de interés actual = 8,17%

La Tasa de interés vigente en el mercado es 8,17% anual <sup>[B105]</sup>. Calculando se obtiene un valor de **VAN = \$ 5.050,97** que es un valor positivo, por lo que se concluye que el proyecto **ES RENTABLE**.



Parámetros	INICIO 2013	AÑOS DEL PROYECTO															
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023						
<b>Ingresos (USD)</b>																	
Instalación de la red completa	\$ 180.000,00																
Presupuesto para mantenimiento y servicios		\$ 40.000,00	\$ 32.000,00	\$ 33.580,80	\$ 35.239,69	\$ 36.980,53	\$ 38.807,37	\$ 40.724,45	\$ 42.736,24	\$ 44.847,41	\$ 47.062,88						
Total de ingresos	\$ 180.000,00	\$ 40.000,00	\$ 32.000,00	\$ 33.580,80	\$ 35.239,69	\$ 36.980,53	\$ 38.807,37	\$ 40.724,45	\$ 42.736,24	\$ 44.847,41	\$ 47.062,88						
<b>Egresos (USD)</b>																	
Red activa	\$ 68.095,17																
Red pasiva	\$ 97.672,83																
Pago al proveedor de Internet		\$ 2.400,00	\$ 2.518,56	\$ 2.642,98	\$ 2.773,54	\$ 2.910,55	\$ 3.054,33	\$ 3.205,22	\$ 3.363,56	\$ 3.529,72	\$ 3.704,08						
Pago al proveedor de telefonía pública		\$ 840,00	\$ 881,50	\$ 925,04	\$ 970,74	\$ 1.018,69	\$ 1.069,02	\$ 1.121,83	\$ 1.177,24	\$ 1.235,40	\$ 1.296,43						
Administración de red		\$ 5.702,16	\$ 5.983,85	\$ 6.279,45	\$ 6.589,65	\$ 6.915,18	\$ 7.256,79	\$ 7.615,28	\$ 7.991,47	\$ 8.386,25	\$ 8.800,53						
Mantenimiento de la red		\$ 728,80	\$ 764,80	\$ 802,58	\$ 842,23	\$ 883,84	\$ 927,50	\$ 973,32	\$ 1.021,40	\$ 1.071,86	\$ 1.124,81						
Mantenimiento de equipos activos		\$ 690,00	\$ 724,09	\$ 759,86	\$ 797,39	\$ 836,78	\$ 878,12	\$ 921,50	\$ 967,02	\$ 1.014,79	\$ 1.064,92						
Mantenimiento de servidores		\$ 120,00	\$ 125,93	\$ 132,15	\$ 138,68	\$ 145,53	\$ 152,72	\$ 160,26	\$ 168,18	\$ 176,49	\$ 185,20						
Total de egresos	\$ 165.768,00	\$ 10.480,96	\$ 10.998,72	\$ 11.542,06	\$ 12.112,23	\$ 12.710,58	\$ 13.338,48	\$ 13.997,40	\$ 14.688,87	\$ 15.414,50	\$ 16.175,98						
<b>Flujo neto (USD)</b>	\$ 14.232,00	\$ 29.519,04	\$ 21.001,28	\$ 22.038,74	\$ 23.127,46	\$ 24.269,95	\$ 25.468,89	\$ 26.727,05	\$ 28.047,37	\$ 29.432,91	\$ 30.886,90						

Tabla 4.24 Flujo neto del sistema.

#### 4.4.1.2 Tasa Interna De Retorno (TIR)

El valor de la Tasa Interna de Retorno es la tasa de interés que iguala en el tiempo los ingresos y egresos de un flujo de caja; la TIR anula la VAN de una inversión. Siempre que el valor resultante de la TIR sea mayor a la tasa de interés mínima vigente el proyecto será rentable. La fórmula para el cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR) es:

$$TIR = r = -I_o + \sum_{n=1}^m \frac{F_n}{(1+r)^n} = 0$$

Dónde:

$I_o =$  Inversión inicial = 165768,00 USD

$F_n =$  Flujos netos para el periodo  $n$

\$ 21.001,28	\$ 22.038,74	\$ 23.127,46	\$ 24.269,95	\$ 25.468,89	\$ 26.727,05	\$ 28.047,37	\$ 29.432,91	\$ 30.886,90
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

$m =$  Número de periodos totales = 10

$r =$  Tasa Interna de Retorno (TIR)

Realizando el cálculo, se tiene una **TIR = 8,2399%** y, siendo que 8,2399% es mayor a 8,17%, entonces se concluye que el proyecto **ES VIABLE**.

#### 4.4.1.3 Relación costo - beneficio (C/B)

Esta relación determina la rentabilidad del proyecto tomando en cuenta lo invertido con lo ganado, representa las ganancias en cada dólar que se invierte en el proyecto. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$C/B = \frac{\sum_1^n VAN_n}{I_o}$$

Dónde:

$I_o =$  Inversión inicial = 165768,00 USD

$n =$  Duración en años del proyecto = 10 años

$VAN =$  Valor Actual Neto de cada año

AÑO DEL PROYECTO	VAN
1	\$ (138.478,51)
2	\$ (120.529,85)
3	\$ (103.117,14)
4	\$ (86.224,38)
5	\$ (69.836,05)
6	\$ (53.937,07)
7	\$ (38.512,85)
8	\$ (23.549,20)
9	\$ (9.032,38)
10	\$ 5.050,97
<b>TOTAL</b>	<b>\$ (638.166,45)</b>

**Tabla 4.25 Sumatoria de valores de VAN por año**

El análisis de la relación beneficio costo (B/C) toma valores mayores, menores o iguales a 1;  $B/C > 1$  implica que los ingresos son mayores que los egresos, entonces el proyecto es aconsejable.  $B/C = 1$  implica que los ingresos son iguales que los egresos, en este caso el proyecto es indiferente.  $B/C < 1$  implica que los ingresos son menores que los egresos, entonces el proyecto no es aconsejable<sup>[B106]</sup>. Para el sistema analizado se obtiene una relación costo beneficio  $C/B = \$ 3,85$  por lo que se **APRUEBA** el proyecto.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

- ✓ Del análisis realizado a la red de comunicaciones actual del Instituto Nacional Mejía se evidenció que, debido al incumplimiento de las normas de cableado estructurado ANSI/TIA/EIA 568C, ANSI/TIA/ 569A, TIA/EIA/ 606 A, EIA/TIA 697 por parte del personal de Sistemas, el desperdicio de recursos de tiempo y dinero es significativo, provocando de esta manera que no se implementen nuevos proyectos tecnológicos en beneficio de los estudiantes y profesores; la utilización de medio de transmisión anticuado como es el cable UTP cat. 5 en ciertas áreas de trabajo y conexiones entre dispositivos de red causan un bajo rendimiento y evitan la escalabilidad y crecimiento de la red de comunicaciones para que sea compatible con aplicaciones y servicios actuales tales como correo electrónico, telefonía IP, aulas virtuales y administración de red que son necesarias para satisfacer al usuario final.
- ✓ La inexistencia de un diseño técnico para la red de comunicaciones del Instituto Nacional Mejía, provocó que se utilice una exagerada cantidad de switches colocados en cascada generando conflictos con los dominios de broadcast y colisión, haciendo que la red sea deficiente, sensible a fallos y con tendencia a congestión.
- ✓ Debido a las distancias que separan los edificios de la Institución, que es aproximadamente 150 metros entre el edificio Central e internado, y entre el edificio Central y el Sur con una distancia de aproximadamente 100 metros, no es posible utilizar cable de cobre para enlazarlos, por lo tanto es necesario el uso de fibra multimodo de 50/125µ para interconectar los equipos de core y distribución, que el modelo jerárquico de Cisco indica.
- ✓ Al no contar la Institución con servicios de red, más que la navegación de Internet, el retraso tecnológico se evidenció en la manera de cómo trabaja el

personal del colegio, que hace lo posible con los recursos que tiene actualmente, por ende el dimensionamiento de los servidores se realizó de manera que cumpla con requerimientos suficientes y no exagerados de capacidad de procesamiento y almacenamiento, brindando así satisfacción al usuario y evitando gastos innecesarios.

- ✓ Debido a la distribución física de los bloques que conforma la Institución, y el no tener una red de datos estructurada, se planteó un enlace inalámbrico con tecnología WiFi para interconectar los tres edificios y mediante sugerencia del personal de Sistemas se decidió incluir en el diseño la utilización de fibra óptica enrutada de manera subterránea, siendo éste último el enlace principal.
- ✓ Los medios de transmisión utilizados para el cableado horizontal y vertical de la institución soportan una velocidad de transmisión máxima de 100 Mbps y 1 Gbps respectivamente, por lo que las aplicaciones de la intranet y el servicio de Internet funcionarán sin ningún inconveniente proporcionando eficiencia y calidad en la red de datos.
- ✓ Los equipos de conectividad tales como switches de core, distribución y acceso, son dispositivos que se ha elegido trabajar bajo una misma marca, en este caso CISCO, de tal modo se mantenga la homogeneidad, y así poder manejarse bajo los mismos protocolos y estándares sin ningún problema. Dicha marca de acuerdo al estudio económico realizado favorece para que la institución pueda adquirirlo por su costo considerable en el mercado.
- ✓ Para garantizar una red estable, donde el usuario final cumpla con sus tareas laborales sin ninguna interrupción, y sobre todo no sufra de ataques de intrusos, la institución trabajará con equipos redundantes, contando con firewalls, con switches de core que tengan fuentes redundantes, región DMZ para servidores y distintas rutas por las que la red pueda transitar y su información sea confiable y segura para el usuario.
- ✓ En cuanto a telefonía IP, en su mayoría tanto personal administrativo como docente requieren como parte de su trabajo comunicarse ya sea a nivel de la

institución o exterior, por cuanto se ha dispuesto de teléfonos que se conecten a un punto de red y este a su vez a una PC, en el caso de no contar con el teléfonos IP físicamente, serán instalados softphones los cuales se conectan directamente a una PC que tenga servicio de red. De esta manera se está ahorrando recursos, tiempo y dinero.

- ✓ La metodología de enseñanza - aprendizaje actualmente utiliza medios tecnológicos para facilitar el intercambio de conocimientos entre estudiante y profesor, por ende se escogió la plataforma virtual MOODLE que posee funciones de administración, seguridad, compatibilidad y eficiencia, siendo la mejor opción para aplicarse dentro de la Institución y lograr que la interacción entre profesor y alumno se realice incluso fuera del establecimiento y horario de clases.
- ✓ La convergencia de servicios de red permite que se ahorre recursos tanto económicos como tecnológicos sin perder como tal la eficiencia y disponibilidad para los usuarios. Se comprobó implementando un prototipo de pruebas a menor escala que incluye un switch de 8 puertos, un router inalámbrico, 3 CPU que actuarán de servidores y varios PC para estaciones de trabajo, que todos los servicios que se ofrecen pueden ser utilizados por un mismo usuario, sin que esto implique complejidad, adición de dispositivos, cables o que surjan problemas de reubicación física del mismo.
- ✓ La autenticidad, confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información y recursos es el objetivo de la seguridad en la red, por lo que se definieron políticas tanto a nivel físico como lógico tomando en cuenta criterios de redes y también el punto de vista de autoridades y personal de Sistemas de la Institución, logrando así un adecuado y ordenado manejo tanto de la información como de los equipos de cómputo que utilicen los usuarios del colegio.
- ✓ La distribución de puntos de red, la cantidad de dispositivos y accesorios de cableado estructurado se debe realizar sin exceder el nivel de utilización que

tendrán los mismos con el fin de no sobredimensionar el diseño, por tal motivo se realizó un estudio económico donde se comparó entre varios proveedores y marcas escogiendo la mejor opción que brinda un equilibrio entre el costo y beneficio de la implementación del diseño efectuado a nivel físico y lógico.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- ✓ Las aplicaciones (correo electrónico, aula virtual, telefonía IP) que serán manejadas por los usuarios dentro de la Institución, requieren de una capacitación previa a su utilización, especificando las opciones, funcionalidad y beneficios que presenten cada una de ellas, de tal manera que los usuarios se familiaricen con la tecnología a implementarse evitando de esta manera los imprevistos que esto conlleva.
  
- ✓ La utilización de la plataforma virtual MOODLE mediante accesos desde Internet por parte de estudiantes, profesores y administradores implica que se contrate un gran ancho de banda, lo que quiere decir un aumento en el costo de la adquisición de dicho servicio, por tal motivo es una mejor opción la contratación de un hosting en donde se almacene el sitio web del aula virtual, donde será administrada y permanecerá disponible a cargo de los proveedores en caso de algún imprevisto; no se pierde capacidad de administración por parte del personal de Sistemas de la Institución, solamente se ubica al servidor en un lugar más seguro y que cuente con una infraestructura de red más robusta.
  
- ✓ Debido a que la fibra óptica para enlazar los edificios de la Institución se va a canalizar de manera subterránea, las cajas de revisión deberán ser ubicadas lo más alejado posible del tránsito común de personas y vehículos con el fin de que reciban el menor impacto y así evitar daños en la misma.
  
- ✓ Debido al alto costo que representa la adquisición de UPS para todos los laboratorios de informática de la Institución, se recomienda solamente la compra de equipos de regulación y respaldo de voltaje para el cuarto de equipos ubicado en el Edificio Central ya que ahí se encuentran alojados

todos los servidores, y una falla de energía sería crítica ya que provocaría el daño de los mismos y una posible pérdida de información que manejan los usuarios.

- ✓ Es de importancia que el administrador de red cuente con documentación técnica de los programas, aplicaciones y manuales de usuario actualizados en un tiempo que se considere prudente de acuerdo a los cambios que se vayan generando en la Institución, lo que permitirá llevar un control exacto de los usuarios, sus equipos y aplicaciones instaladas.
- ✓ A pesar de tener un sistema de aterrizaje eficiente dentro de la implementación del diseño de la red, se sugiere la instalación de pararrayos en cada edificio, obteniendo así una mayor protección contra este fenómeno natural.



## BIBLIOGRAFÍA

### LIBROS

- [B1] D. Barnett, D. Groth, and J. McBee, “*Cabling: The Complete Guide to Network Wiring*”: Unshielded Twisted Pair (UTP). San Francisco: SYBEX Inc.,2004, pág. 12.
- [B2] D. Barnett, D. Groth, and J. McBee, “*Cabling: The Complete Guide to Network Wiring*”: Screened Twisted Pair (ScTP). San Francisco: SYBEX Inc.,2004, pág. 16.
- [B3] D. Barnett, D. Groth, and J. McBee, “*Cabling: The Complete Guide to Network Wiring*”: Optical-Fiber Cable. An Francisco: SYBEX Inc., 2004, pág. 19.
- [B4] D. Barnett, D. Groth, and J. McBee, “*Cabling: The Complete Guide to network Wiring*”: Single-Mode Fiber-Optic Cable. Lenders: SYBEX Inc., 2004, pág. 20.
- [B5] D. Barnett, D. Groth, and J. McBee, “*Cabling: The Complete Guide to Network Wiring*”: Multimode Fiber-Optic Cable. Lenders: SYBEX Inc., 2004,pág. 21.
- [B9] J. Joskowicz, “*Cableado Estructurado para Redes Corporativas*”: TMGB (Barra principal de tierra para telecomunicaciones). Montevideo, 2006, pág. 19.
- [B24] Staky, “Cisco Networking Academy, CCNA 1 and 2”: MODELO OSI MicroCisco, 2009, pág. 44.
- [B25] Staky, “Cisco Networking Academy, Cisco 1 and 2”: MODELO TCP/IP. MicroCisco, 2009, pág. 47.
- [B26] Staky, “Cisco Networking Academy, Cisco 1 and 2”: MODELO OSI. MicroCisco, 2009, pág. 47.
- [B27] Staky, “Cisco Networking Academy. Cisco 1 and 2”: Direcciones IP Clase, A, B, C, D y E. MicroCisco, 2009, pág. 188.
- [B28] Staky, “Cisco Networking Academy. Cisco 1 and 2”: MODELO TCP/IP. . MicroCisco, 2009, pág. 51.

- [B29] Moreno, R. “*Introducción a las redes*”: Protocolos de la arquitectura TCP/IP Madrid. 2006, pág. 27.
- [B31] Staky. “Cisco Networking Academy. *Cisco 3 and 4*”: Switches de LAN. MicroCisco, 2009, pág. 148.
- [B43] Vinueza, M. “*Folleto de Redes de Área Local*”: Estándares de la red LAN. Quito, Pichincha, Ecuador, 2010.
- [B99] Vinueza, M. “*Fundamentos y Normas de Sistemas de Cableado Estructurado*”: ANSI/TIA/EIA 568-C, Quito, 2010.
- [B100] Vinueza, M. “*Fundamentos y Normas de Sistemas de Cableado Estructurado*”: ANSI/TIA/EIA 569 A, Quito, 2010.
- [B101] Vinueza, M. “*Fundamentos y Normas de Sistemas de Cableado Estructurado*”: TIA/EIA 606 A, Quito, 2010.
- [B102] Vinueza, M. “*Fundamentos y Normas de Sistemas de Cableado Estructurado*”: TIA/EIA 607. Quito, 2010.
- [B103] Vinueza, M. “*Fundamentos y Normas de Sistemas de Cableado Estructurado*”: TIA 568. Quito, 2010.
- [B105] Banco Central del Ecuador. *Indicadores*, 6 de diciembre de 2012.

## PROYECTOS DE TITULACIÓN

- [B46] Olipa, Y. “*Rediseño De La Red Del Hospital Eugenio Espejo Para Soporte De Videoconferencia*”: Protocolos del Estándar 802.11. Quito. Escuela Politécnica Nacional, 2010, pág. 50.
- [B51] Bazurto, J. y Mena, D. “*Rediseño de la red del Instituto Tecnológico Superior Central Técnico*”. Quito. Escuela Politécnica Nacional, 2011.

**DIRECCIONES ELECTRÓNICAS**

- [B6] (Octubre de 2010).O. E. R. “TIA-568, C.0”:  
<http://obedhr.blogspot.com/>
- [B7] (Octubre de 2010). O. E.R. “TIA 568, C.2”:  
<http://obedhr.blogspot.com/>
- [B8] (2010)Anónimo. “Estándar de Cableado Estructurado”:  
<http://es.escribd.com/doc/8979654>
- [B10] (2010).Acosta, J. “Subsistemas de Cableado Estructurado”<http://www.slideshare.net/ocwmexico/sistemas-de-cableado-estructurado>
- [B11] (28 de Marzo de 2011).Aldana, S. “Guía Para La Creación de Un Cableado Estructurado, Canaleta”:  
<http://es.scribd.com/doc/58928259/Guia-Para-La-Creacion-de-Un-Cableado-Estructurado>
- [B12] (Noviembre de 2012).Anónimo. “Insumos de Control Industrial, Tubería Conduit de Acero Galvanizado”:  
[http://tienda.insumosdecontrol.com/product\\_info.php?products\\_id=250](http://tienda.insumosdecontrol.com/product_info.php?products_id=250)
- [B13] (Octubre de 2012).Anónimo. “Cableado, TIA-568B”:  
<http://es.wikipedia.org/wiki/TIA-568B>
- [B14] (2012).OLARETTA. “Guía para la selección de gabinetes, racks o brackets, Estructuras Cerradas Racks”:  
[http://www.olaretta.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=60&Itemid=92&showall=1](http://www.olaretta.com/index.php?option=com_content&view=article&id=60&Itemid=92&showall=1)
- [B15] (2012).OLARETTA. “Guía para la selección de gabinetes, racks o brackets, Estructuras Cerradas Gabinetes”:  
[http://www.olaretta.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=60&Itemid=92&showall=1](http://www.olaretta.com/index.php?option=com_content&view=article&id=60&Itemid=92&showall=1)

- [B16] (2009). Diego Molina. “Componentes Electrónicos Utilizados en una Red de Cableado Estructurado, Patch Panel”:  
[http://dieguitomolina.blogspot.com/2009\\_03\\_01\\_archive.html](http://dieguitomolina.blogspot.com/2009_03_01_archive.html)
- [B17] (19 de Mayo de 2008). Grupo Innovigi. “Configuración de Red Alámbrica, Conexión de red alámbrica”:  
<http://alambgrupo01.blogspot.com/>
- [B18] (2012). APS PANAMÁ. “Fibra Óptica”.  
<http://apspanama.wordpress.com/telecomunicaciones/fibra-optica/>
- [B19] (2012).SINFOTECNIA. “Organizadores de Cable”:  
[http://sinfotecnia.com/prestashop/product.php?id\\_product=17](http://sinfotecnia.com/prestashop/product.php?id_product=17)
- [B20] (28 de Marzo de 2011).Samuel Julián Aldana G. “Guía Para La Creación de Un Cableado Estructurado, Patch Cord”:  
<http://es.scribd.com/doc/58928259/Guia-Para-La-Creacion-de-Un-Cableado-Estructurado>
- [B21] (2012). GLOBAL B2B NETWORK. “Jack RJ45”:  
[http://www.global-b2b-network.com/b2b/96/529/82200/sell\\_jack\\_rj45.html](http://www.global-b2b-network.com/b2b/96/529/82200/sell_jack_rj45.html)
- [B22] (2012). MERCADO LIBRE. “Regleta Eléctrica Para Rack. 12 Tomas Ac, Supresor Picos”:  
[http://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-401305107-regleta-electrica-para-rack-12-tomas-ac-supresor-picos-\\_JM](http://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-401305107-regleta-electrica-para-rack-12-tomas-ac-supresor-picos-_JM)
- [B23] (2012). PINSOFT. “Conector RJ45”:  
[http://pinsoft.ec/product\\_info.php?products\\_id=2683](http://pinsoft.ec/product_info.php?products_id=2683)
- [B30] (28 de Noviembre de 2008). R, Luis. “El modelo jerárquico de 3 capas de Cisco. IP Reference”:  
<http://ipref.wordpress.com/2008/11/28/modelo-jerarquico-de-red/>
- [B32] CISCO NETWORKING ACADEMY. “Cisco CCNA 3 Exploration - Conmutación y Conexión Inalámbrica de Lan Versión 4.0 Español, Diámetro de la RED”:  
<http://es.scribd.com/doc/17481738/Cisco-CCNA-3-Exploration-Conmutacion-y-Conexion-Inalambrica-de-Lan-Version-40-Espanol->

- [B33] (6 de Mayo de 2007). Vergara, K. “Topología en estrella. Topología de red: malla, estrella, árbol, bus y anillo”:  
<http://www.bloginformatico.com/topologia-de-red.php>
- [B34] (6 de Mayo de 2007). Vergara, K. “Topología de red: malla, estrella, árbol, bus y anillo”:  
<http://www.bloginformatico.com/topologia-de-red.php>
- [B35] (6 de Mayo de 2007). Vergara, K. “Topología en bus: malla, estrella, árbol, bus y anillo”:  
<http://www.bloginformatico.com/topologia-de-red.php>
- [B36] (6 de Mayo de 2007). Vergara, K. “Topología en anillo: malla, estrella, árbol, bus y anillo”:  
<http://www.bloginformatico.com/topologia-de-red.php>
- [B37] (2012). Strauss, E. “Webelectronica, El Módem”:  
<http://www.webelectronica.com.ar/news31/nota05.htm>
- [B38] (1 de Octubre de 2012). Aguirre Aranda, G. “Tipos de servidores, Computadores, Servidores y Redes Lan”:  
<http://es.scribd.com/doc/77723929/Com-Put-Adores-Servidores-y-Redes-Lan>
- [B39] (2012). Rey, N. “Estadísticas de Internet en América Latina. Posicionamiento Web”: <http://www.posicionamientowebenbuscadores.com/blog/estadisticas-de-internet-en-america-latina/>
- [B40] (25 de Octubre de 2012). Carrero, A. “Novedades de la versión 2 de la plataforma Moodle. Programación en castellano”:  
[http://www.programacion.com/noticia/novedades\\_de\\_la\\_version\\_2\\_de\\_la\\_plataforma\\_moodle\\_1957](http://www.programacion.com/noticia/novedades_de_la_version_2_de_la_plataforma_moodle_1957)
- [B41] (2008). Ganzábal, J. M. “Cálculo de la longitud del paquete, Cálculo de Ancho de Banda en VoIP”:  
<http://www.idris.com.ar/lairant/pdf/ART0001%20-%20Calculo%20de%20ancho%20de%20banda%20en%20VoIP.pdf>

- [B42] (2000). CISCO SYSTEMS. “Teléfono IP Cisco 7960”. [http://www.um.es/atika/documentos/datasheet\\_7960.pdf](http://www.um.es/atika/documentos/datasheet_7960.pdf)
- [B44] (Febrero de 2010). Alulema Flores, D. “Red de infraestructura, Revista Eídos”: <http://www.ute.edu.ec/posgrados/revistaEIDOS/edicion2/art04.html>
- [B45] (Febrero de 2010). Alulema Flores, D. “Redes Ad-Hoc, Revista Eídos”: <http://www.ute.edu.ec/posgrados/revistaEIDOS/edicion2/art04.html>
- [B47] (30 de Septiembre de 2004). Antonio Villalón Huerta. “Norma ISO 17799”. <http://www.shutdown.es/ISO17799.pdf>
- [B48] (12 de Febrero de 2012). GOOGLE. “Google Mapss”: <http://www.google.com>
- [B49] (Noviembre de 2012). GOOGLE. “Google maps”: <http://maps.google.com.ec/maps?hl=es&tab=wl>
- [B50] (2012). ELEMSIN E.I.R.L. “Instalaciones Eléctricas, Canaletas planas”: [http://www.instalaciones.com.pe/satra\\_canaletas.html](http://www.instalaciones.com.pe/satra_canaletas.html)
- [B52] (2012). PÍNANZON. S.L. “RACK MURAL 2 CUERPOS 19”: <http://shop.pinanson.com/murales-19-/204-wall-rack-2-cuerpos-19-.html>
- [B53] (2012). ARMARIOS RACK. “UNIDAD DE VENTILACION 1U CON 2 VENTILADORES”. <http://www.armariosrack.es/ventiladoresunidad-ventilacion-c-65.html>
- [B54] (2012). Anónimo. “Divisiones Modulares – Oficina”: <http://www.electrona.8m.com/divmodu.html>
- [B55] (2012). INFORMATICA MODERNA. “Capacidades del UPS, El respaldo de energía UPS”: <http://www.informaticamoderna.com/UPS.htm>
- [B56] (19 de Enero de 2011). MICROSOFT EXCHANGE SERVER. “Client Network Traffic, White Paper: Outlook Anywhere Scalability with Outlook 2007, Outlook 2003, and Exchange 2007”: <http://technet.microsoft.com/library/cc540453%28EXCHG.80%29.aspx>

- [B57] (2007). Herrera, E. “Desarrollando el estándar IEEE 802.11n, un paso adelante en WLAN”:  
<http://cachanilla.itmexicali.edu.mx/~adiaz/Publicaciones/Estandar80211.pdf>
- [B58] (2012). LASER WIFI. “Descripción del estándar para redes Wi-Fi, IEEE 802.11N”:  
<http://www.laserwifi.com/estander802n.11.htm>
- [B59] (15 de Septiembre de 2006). Castiella, M. “Proyecto UD-WIFI”:  
<http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/380/1/38760tfc.pdf>
- [B60] (2012). Anónimo. “WDS”:  
<http://es.wikipedia.org/wiki/WDS>
- [B61] (2012). ADSL ZONE. “Diferencias entre WEP y WPA2-PSK ENTRE WEP Y WPA2-PSK”:  
<http://www.adslzone.net/tutorial-44.18.html>
- [B62] (2012). UBIQUITI NETWORKS.  
<http://www.ubnt.com/airmax>
- [B63] (2012). OLX. “TELFONO IPBUDGETONE 200”:  
<http://santiago.olx.cl/telefono-ip-iid-141955102>
- [B64] (2012). Anónimo. “Comparison of VoIP software”:  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison\\_of\\_VoIP\\_software](http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_VoIP_software)
- [B65] (2012). Anónimo. “Requisitos Hardware para la instalación de Windows 2003/2008 Server, Introducción a los sistemas operativos en red”:  
<http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448169468.pdf>
- [B66] (2012). Fabián Pérez. “Linux y software código abierto, Requisitos Recomendados para instalar Ubuntu Linux”:  
<http://fabianperez.blogspot.com/2008/03/requisitos-del-sistema-para-instalar.html>
- [B67] (2012). VENDETUTTI.COM. “Módulos FXO FXS (centrales ip: asterisk, trixbox, elastix). Tarjeta digium original tdm410p para 4”:

<http://www.vendetutti.com/aviso-tarjeta-digium-original-tdm410p-para-4-modulos-fxo-fxs-centrales-ip-asterisk-trixbox-elastix-c33393.html>

- [B68] (2012). DELL. “Servidor Dedicado PowerEdge R310”:  
<http://www.dell.com/ec/empresas/p/poweredge-r310/pd>
- [B69] (2012). HEWETT PACKARD. “Servidor / TV HP ProLiant DL360 G7 E5620 1P, 6 GB-R, SFF, SAS, 750 W, PS (470065-481)- Especificaciones”:  
<http://h10010.www1.hp.com/wwpc/es/es/sm/WF06b/15351-15351-3328412-241475-241475-4091408-5085138.html?dnr=1>
- [B70] (2012). D-LINK. “DNS-1550-04”:  
<http://www.dlink.com/ca/en/business-solutions/network-storage/unified-network-storage/dns-1550-04-sharecenter-pro-1550-s-series-network-storage>
- [B71] (2012). DELL. “High performance fibre gigabit Ethernet, PowerConnect 6224F Switch”: [http://www.dell.com/us/enterprise/p/powerconnect-6224f/pd?refid=pwcnt\\_6224f&isredir=true](http://www.dell.com/us/enterprise/p/powerconnect-6224f/pd?refid=pwcnt_6224f&isredir=true)
- [B72] (2012). ACAL TECHNOLOGY. “switch CISCO Core WS-C3750G-12S-S”:  
<http://www.tuseguridadonline.es/p-8623-switch-CISCO-Core-WS-C3750G-12S-S.aspx>
- [B73] (2012). D-LINK. “DGS-3612G - Revisión A. Support”:  
<http://www.dlink.com/us/en/support/product/dgs-3612g-xstack-12-port-sfp-layer-3plus-gigabit-switch>
- [B74] (2012). DELL. “Dell PowerConnect 2848”:  
<http://www.dell.com/ec/empresas/p/powerconnect-2848/pd?~ck=anav>
- [B75] (2012). ACAL TECHNOLOGY. “switch Access CISCO WS-C2960-48TC-S”:  
<http://www.tuseguridadonline.es/p-8611-switch-Access-CISCO-WS-C2960-48TC-S.aspx>
- [B76] (2012). D-LINK. “DGS-3120-48PC-EI-US”:  
<http://www.dlink.com/us/en/support/product/dgs-3120-48pc-ei>



- [B77] (2012). D-LINK. “Imágenes Dlink”:  
[http://images.dlink.com/new/products/DES-3052P/DES-3052P\\_right.jpg](http://images.dlink.com/new/products/DES-3052P/DES-3052P_right.jpg)
- [B78] (2012). DELL. “Dell PowerConnect-2824”:  
<http://www.dell.com/ec/empresas/p/powerconnect-2824/pd?~ck=anav>
- [B79] (2012). ACAL TECHNOLOGY. “switch CISCO Access WS-C2960-24LC-S”:  
<http://www.tuseguridadonline.es/p-8614-switch-CISCO-Access-WS-C2960-24LC-S.aspx>
- [B80] (2012). D-LINK. “DGS-3120-24SC-SI”:  
<http://www.dlinkla.com/dgs-3120-24sc-si>
- [B81] (2012). TRENDNET. “Punto de acceso PoE inalámbrico N300”:  
[http://www.trendnet.com/langsp/products/proddetail.asp?prod=150\\_TEW-638PAP&cat=124](http://www.trendnet.com/langsp/products/proddetail.asp?prod=150_TEW-638PAP&cat=124)
- [B82] (2012). HEWLETT PACKARD. “HP MSM-802.11n Dual Radio Access Point Series”:  
<http://h17007.www1.hp.com/docs/ballybunion/4AA3-2358ENW.pdf>
- [B83] (2012). HEWLETT PACKARD. “Laptop-Software”:  
<http://www.laptop-software.com/wp-content/uploads/2011/02/c02628010.jpg>
- [B84] (2012). S.M COMPUTERS & TECHNOLOGIES. “Access Point”:  
<http://www.smcomputechs.com/wireless.html>
- [B85] (8 de marzo de 2012). MASWIFI. “Ubiquiti Nanostation M2 Manual como Punto de Acceso (AP)”:  
<http://www.maswifi.com/blog/2012/03/ubiquiti-nanostation-m2-manual-como-punto-de-acceso-ap/>
- [B86] (2012). UBIQUITI NETWORKS. “NanoStation M”:  
<http://www.ubnt.com/airmax#nanostationm>
- [B87] (2012). WINETSHOP. “SM LITE MOTOROLA CANOPY”:  
[http://www.winetshop.com/product.php?id\\_product=20](http://www.winetshop.com/product.php?id_product=20)

- [B88] (2012). SHOPPYDOO. “HP 3101SP Basic Speaker Phone”:  
[http://es.shopydoo.com/precio-telefono\\_fijo-hp\\_3101sp\\_basic\\_speaker\\_phone.html](http://es.shopydoo.com/precio-telefono_fijo-hp_3101sp_basic_speaker_phone.html)
- [B89] (2012). HP NETWORKING. “HP 310x IP Phone Series”:  
[http://h17007.www1.hp.com/us/en/products/unified-communications/HP\\_310x\\_IP\\_Phone\\_Series/index.aspx](http://h17007.www1.hp.com/us/en/products/unified-communications/HP_310x_IP_Phone_Series/index.aspx)
- [B90] (2012). MERCADO LIBRE. “Teléfono Ip D-link - Dph-150se”:  
[http://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-430909497-telefono-ip-d-link-dph-150se-\\_JM](http://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-430909497-telefono-ip-d-link-dph-150se-_JM)
- [B91] (2012). FIRMESA. “UPS DX Descripción”:  
<http://www.firmesa.com/web/energia/ups/online/dx>
- [B92] (2012). FIRMESA. “COMPUTER POWER-PVGD SERIES”:  
<http://www.firmesa.com/web/energia/ups/computer-power/serie-pvpg>
- [B93] (2012). JUNIPER NETWORKS. “SSG5 Secure Services Gateway”:  
<http://www.juniper.net/us/en/products-services/security/ssg-series/ssg5/#specifications>
- [B94] (2012). HEWLETT PACKARD. “Dispositivo HP F1000-EI VPN cortafuegos (JG214A)- Especificaciones”:  
<http://h10010.www1.hp.com/wwpc/es/es/sm/WF06b/12883-12883-3542972-4172272-4172272-4177945-5171757.html?dnr=1>
- [B95] (2012). Anónimo. “Conmutadores Switch”:  
<http://www.mitecnologico.com/Main/ConmutadoresSwitch>
- [B96] (2012). INSTITUTO NACIONAL MEJÍA:  
[http://www.inmejia.edu.ec/index.php?option=com\\_phocadownload&view=file&id=1&Itemid=78](http://www.inmejia.edu.ec/index.php?option=com_phocadownload&view=file&id=1&Itemid=78)
- [B97] (2012). UBIQUITI NETWORKS. “Anchura del canal (Channel Width)”:  
[http://wiki.ubnt.com/AirOS\\_5\\_Spanish#Red](http://wiki.ubnt.com/AirOS_5_Spanish#Red)

- [B98] (2012). CNT. “Servicios en línea CNT:”  
[http://www.cnt.gob.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=192&Itemid=17](http://www.cnt.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=192&Itemid=17)
- [B104] (2007). Urbina, G. “Fundamentos de ingeniería económica. México: McGraw Hill”: <http://www.bloginformatico.com/topologia-de-red.php>
- [B106] (16 de Noviembre de 2007). Anónimo. “Relación Costo / Beneficio”:  
<http://trabajodegradoaleida.blogdiario.com/1195222980/>
- [B107] (2012). VoIPForo. “Codecs”: <http://www.voipforo.com/codec/codecs.php>