



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE  
COMUNICACIÓN**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN**

**TEMA:**

**“TRANSICIÓN DE PROTOCOLO IPV4 A PROTOCOLO IPV6 PARA LA  
RED INALÁMBRICA EDUROAM DENTRO DE LA UNIVERSIDAD  
TÉCNICA DEL NORTE”**

**AUTOR: GARRIDO CARRERA JEFFERSON JOSELO**

**DIRECTOR: ING. CARLOS ALBERTO VÁSQUEZ AYALA**

**IBARRA-ECUADOR**

**2018**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD  
 TÉCNICA DEL NORTE**

**1.- IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DEL CONTACTO</b>	
<b>Cédula de Identidad</b>	040162354-1
<b>Apellidos y Nombres</b>	Garrido Carrera Jefferson Joselo
<b>Dirección</b>	Juana Atavalipa y Cap. Espinoza de los Monteros
<b>E-mail</b>	jjgarridoc@utn.edu.ec
<b>Teléfono Fijo</b>	062601009
<b>Teléfono Móvil</b>	0989781286
<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>Título</b>	“TRANSICIÓN DE PROTOCOLO IPV4 A PROTOCOLO IPV6 PARA LA RED INALÁMBRICA EDUROAM DENTRO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE”
<b>Autor</b>	Garrido Carrera Jefferson Joselo
<b>Fecha</b>	15 de enero del 2018
<b>Programa</b>	Pregrado
<b>Título por el que se aspira:</b>	Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación
<b>Director</b>	Ing. Carlos Alberto Vásquez Ayala

## **2.- AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD**

Yo, GARRIDO CARRERA JEFFERSON JOSELO, con cédula de identidad Nro. 040162354-1, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad de material y como apoyo a la educación, investigación y extensión, en concordancia con la ley de Educación Superior artículo 144.

## **3.- CONSTANCIAS**

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 15 días del mes de enero de 2018



.....

Jefferson Joselo Garrido Carrera

040162354-1



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR  
DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, JEFFERSON JOSELO GARRIDO CARRERA, con cédula de identidad Nro. 040162354-1, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor del trabajo de grado denominado: **“TRANSICIÓN DE PROTOCOLO IPV4 A PROTOCOLO IPV6 PARA LA RED INALÁMBRICA EDUROAM DENTRO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE”**, que ha sido desarrollado para optar el título de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos concedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 15 días del mes de enero de 2018

.....  
Jefferson Joselo Garrido Carrera

040162354-1



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**DECLARACIÓN**

Yo, Jefferson Joselo Garrido Carrera, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; y que éste no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por las Leyes de Propiedad Intelectual, Reglamentos y Normatividad vigente de la Universidad Técnica del Norte

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Jefferson Garrido", is written over a dotted line.

.....  
Jefferson Joselo Garrido Carrera

040162354-1



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CERTIFICACIÓN**

Msc. CARLOS VÁSQUEZ, DIRECTOR DEL PRESENTE TRABAJO DE  
TITULACIÓN

CERTIFICA

Que, el presente Trabajo de Titulación “TRANSICIÓN DE PROTOCOLO IPV4 A PROTOCOLO IPV6 PARA LA RED INALÁMBRICA EDUROAM DENTRO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE” ha sido desarrollado por el señor Garrido Carrera Jefferson Joselo bajo mi supervisión.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Carlos Vásquez", is written over a horizontal dotted line.

Ing. Carlos Vásquez.

**Director de Tesis**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

#### AGRADECIMIENTOS

*Agradezco a Dios y a la Virgencita de la Caridad, por haber estado siempre conmigo en los momentos más difíciles, dándome fuerzas, encaminándome a nunca rendirme y seguir adelante hasta siempre culminar mis metas y objetivos propuestos.*

*A mi familia en especial a mis padres y mi ñaña por estar siempre al pendiente de mí, por ese gran apoyo en mi vida estudiantil, por ese ejemplo y valores que me han dado y han hecho la persona que soy en la actualidad.*

*A la Universidad Técnica del Norte y a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, a sus docentes, por brindarme sus conocimientos y experiencias para poder enfrentarme a la vida profesional con ética y humildad.*

*Al Departamento de Desarrollo Tecnológico e Informático por haber depositado en mi la confianza de utilizar las herramientas necesarias para lograr la implementación de mi trabajo de titulación.*

*A mi director, Ing. Carlos Vásquez, que, con sus conocimientos, su apoyo y su amistad, ha despertado en mi destrezas y habilidades para el desarrollo del presente trabajo de titulación.*

*Jefferson Garrido*



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**DEDICATORIA**

*A mi madre, Consuelo del Carmen Carrera Mendoza, por su apoyo, dedicación, humildad y confianza depositada en mí para alcanzar mis todos mis objetivos.*

*A mi padre, Luis Joselito Garrido Romero, por su ejemplo, dedicación, apoyo y valores brindados, los cuales día a día me han ayudado a desenvolverme en mi vida estudiantil.*

*A mi ñaña, Jazmin Mariuxy Garrido Carrera, que con sus ocurrencias y consejos me han ayudado a seguir adelante en la culminación de mis proyectos y trabajos.*

*A mi tío, Segundo Miguel Carrera Mendoza, que, con su paciencia, experiencias, ha sabido apoyarme y ayudarme en la culminación de mi vida universitaria.*

*Jefferson Garrido*

## RESUMEN

Con el crecimiento de dispositivos electrónicos, equipos de comunicación, entre otros, aumenta la necesidad de que estos dispongan de una dirección IP propia, pero por el agotamiento de direcciones IPv4 a nivel mundial, los proveedores de servicios de Internet, instituciones, empresas y otras organizaciones han empezado un proceso de transición a un nuevo protocolo IPv6 sin que este afecte su coexistencia con el anterior protocolo.

Una vez identificado el problema, la Universidad Técnica del Norte ha empezado en sus plataformas y servicios, una transición que le permita coexistir ambos protocolos, entre los principales servicios se encuentra la red Inalámbrica EDUROAM, la cual mediante un levantamiento de información nos permitirá realizar las configuraciones y cambios necesarios para dicha coexistencia.

El Departamento de Desarrollo Tecnológico e Informático de la Universidad, según lo establecido por CEDIA, sugiere que se realice una migración del Sistema Operativo en el que estaba instalado el Servicio de EDUROAM para una mayor integración de los Dispositivos de Red, con la migración de Debian a CentOS7, se procede a realizar las pruebas de conectividad de los usuarios al servicio en IPv4, con diferentes dispositivos electrónicos.

Una vez en funcionamiento EDUROAM en CentOS7, se procede a realizar las configuraciones necesarias para su coexistencia con IPv6, para ello se configuraron, el switch de core, el LAN controller, las interfaces del Servidor EDUROAM en lo que respecta a la parte física, y los servicios como, firewalld, OpenLDAP, FreeRadius, PhpLdapAdmin, y varios ficheros de configuración en lo que respecta a la parte lógica.

Una vez realizadas las configuraciones, se realizaron las pruebas de funcionamiento y conectividad con usuarios locales, de otras instituciones educativas nacionales, regionales e internacionales, corroborando así la factibilidad del trabajo realizado, además se realizó un estudio costo beneficio en el cual se detallan aspectos importantes del servicio EDUROAM.

## ABSTRACT

With the growth of electronic devices, communication among, and others, increases the need for these have an own IP address, but by the exhaustion of IPv4 global addresses, providers of Internet services, institutions, companies and other organizations they have begun a process of transition to a new IPv6 protocol without this affecting its coexistence with the previous protocol.

Having identified the problem, the Technical University Northern started their platforms and services, a transition that allows coexist both protocols, the main services is eduroam wireless network, which through a collection of information will allow us to perform configurations and changes necessary for such coexistence.

The Department of Technology and Information Technology Development at the University, as established by CEDIA, suggests that a migration of the operating system which was installed Service EDUROAM for further integration of Network Devices with migration Debian to be performed CentOS7, proceed to perform tests user connectivity to service in IPv4, with different electronic devices.

Once operational EDUROAM in CentOS7, proceed to make the necessary configurations for coexistence with IPv6, for it were configured, the switch core, the LAN controller, interfaces EDUROAM Server with respect to the physical part, and services as firewalld, OpenLDAP, FreeRadius, phpLDAPadmin, and several configuration files with respect to the logic part.

After completing the configurations, performance testing and connectivity to local users, other national, regional and international educational institutions, thus corroborating the feasibility of the work performed, plus a study was conducted cost-benefit in which important aspects are detailed the EDUROAM service.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	II
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	IV
DECLARACIÓN	V
CERTIFICACIÓN	VI
ÍNDICE DE CONTENIDOS	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XVI
ÍNDICE DE TABLAS	XXV
1 CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	1
1.1 PROBLEMA	1
1.2 OBJETIVOS	2
1.2.1 OBJETIVO GENERAL	2
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.3 JUSTIFICACIÓN	2
1.4 ALCANCE	4
2 CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1 Protocolos de Internet	7
2.2 Protocolo de Internet Versión 4	8
2.2.1 Características	8
2.2.2 Limitaciones de IPv4	11
2.3 Protocolo de Internet Versión 6	13
2.3.1 Nacimiento	13
2.3.2 Características	14
2.3.3 Nomenclatura	15
2.3.4 Direccionamiento	16
2.3.5 Cabecera IPv6	19
2.3.6 Características de Seguridad	21
2.4 Mecanismos de Transición	22
2.4.1 Dual Stack	22
2.4.2 Tunneling	23
2.4.3 Traducción	26

2.5	Análisis Comparativo entre IPv4 e IPv6	27
2.6	IPv6 en Ecuador	29
2.7	CEDIA	30
2.7.1	Instituciones que conforman CEDIA	31
2.8	IPv6 CEDIA	33
2.9	IPv6 Universidad Técnica del Norte	33
2.10	EDUROAM	34
2.10.1	EDUROAM EC	35
2.11	Wireless LAN Controller	36
2.12	Dispositivos Inalámbricos	38
3	CAPITULO III: Situación actual de la red Eduroam en la universidad técnica del norte y migración de ésta a ipv6	43
3.1	Situación Actual CEDIA	43
3.2	Análisis de la Red Inalámbrica	47
3.2.1	Infraestructura	47
3.2.2	Cobertura	56
3.2.3	Conectividad	67
3.2.4	Distribución de Canales de Trabajo	80
3.2.5	Frecuencias de Trabajo	93
3.2.6	Ancho de Banda	94
3.3	EDUROAM UTN	95
3.3.1	Plataforma	95
3.3.2	Migración	96
3.3.3	Disponibilidad Eduroam	100
3.3.4	Conexión con el servidor	100
3.3.5	Seguridad	101
3.3.6	Bases de Datos	102
3.4	Estructura IPv6 de la Universidad Técnica del Norte	103
3.5	Configuración IPv6 en los equipos de Red	105
3.6	Configuración EDUROAM en IPv6	106
3.6.1	Configuración de Equipos de Red	106
3.7	Configuración Servidor EDUROAM en IPv6	107
3.7.1	Interfaces	107
3.7.2	Configuración de Archivos	108

	XV
3.7.3 Enrutamiento	109
3.8 Autenticación en IPv6	110
4 CAPITULO IV: Pruebas de Funcionamiento del servicio y Estudio Económico	111
4.1 Pruebas de Funcionamiento del Servicio EDUROAM	111
4.1.1 Pruebas de Conectividad en la Red EDUROAM	111
4.1.2 Conectividad con Servicios IPv6	117
4.2 Estudio Económico	119
4.2.1 Equipos	120
4.2.2 Análisis Costo-Beneficio	121
5 CAPITULO V: conclusiones y recomendaciones	123
5.1 Conclusiones	123
5.2 Recomendaciones	125
Bibliografía	127
Glosario de términos	133
ANEXO A	137
ANEXO B	163
ANEXO C	167

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Clase A del Protocolo IPv4 .....	9
Figura 2. Clase B del Protocolo IPv4 .....	9
Figura 3. Clase C del Protocolo IPv4 .....	10
Figura 4. Clase D del Protocolo IPv4 .....	10
Figura 5. Resumen de las Clases del Protocolo IPv4 .....	11
Figura 6. Reglas de abreviación IPv6 .....	16
Figura 7. Dirección Link-Local .....	17
Figura 8. Dirección Site-Local.....	17
Figura 9. Dirección Global IPv6 Unicast.....	18
Figura 10. Direcciones Anycast.....	19
Figura 11. Direcciones Multicast.....	19
Figura 12. Cabecera IPv6.....	20
Figura 13. Dual Stack o Doble Pila .....	23
Figura 14. Tunneling.....	23
Figura 15. Túnel 6to4.....	25
Figura 16. Túnel 6over4.....	26
Figura 17. Evolución del Protocolo IPv6 vs IPv4 en Ecuador .....	29
Figura 18. Red CEDIA .....	30
Figura 19. Posiciones a nivel Mundial (Transiciones) .....	33
Figura 20. Education-Roaming.....	34
Figura 21. Ubicación del servicio EDUROAM en Ecuador.....	36
Figura 22. WLC Cisco 5508 .....	37

Figura 23. Cisco Prime Infraestructure .....	38
Figura 24. CISCO 3700 .....	40
Figura 25. CISCO 1200 .....	40
Figura 26. CISCO Aironet 1600 .....	41
Figura 27. CISCO Aironet 1500 .....	41
Figura 28. Redes Avanzadas a nivel mundial .....	43
Figura 29. Conexión Miembros CEDIA .....	44
Figura 30. Topología Física y Lógica red CEDIA .....	45
Figura 31. Interconexión EDUROAM a nivel Nacional .....	46
Figura 32. Infraestructura del Campus de la Universidad Técnica del Norte .....	48
Figura 33. Topología de Red de la Universidad Técnica del Norte .....	49
Figura 34. Distribución Física Red UTN .....	49
Figura 35. Topología Física y lógica de la Red Inalámbrica .....	50
Figura 36. Cobertura Planta Baja Edificio FICA .....	56
Figura 37. Cobertura Planta Baja Edificio FACAE .....	57
Figura 38. Cobertura Planta Baja Edificio FECYT .....	58
Figura 39. Cobertura Planta Baja Edificio FICAYA .....	59
Figura 40. Cobertura Planta Baja Edificio FCSALUD .....	59
Figura 41. Cobertura Planta Baja Edificio CAI .....	60
Figura 42. Cobertura Planta Baja Edificio POSTGRADO .....	61
Figura 43. Cobertura Planta Baja Edificio BIENESTAR .....	61
Figura 44. Cobertura Planta Baja Edificio Central .....	62
Figura 45. Cobertura Planta Baja Edificio AUDITORIO .....	63

Figura 46. Cobertura Edificio PISCINA.....	63
Figura 47. Cobertura Cancha Edificio POLIDEPORTIVO.....	64
Figura 48. Cobertura Planta Baja BIBLIOTECA.....	65
Figura 49. Cobertura Planta Baja Electricidad .....	65
Figura 50. Cobertura Edificio GIMNASIO .....	66
Figura 51. Cobertura de APs exteriores.....	67
Figura 52. SSID Edificio Central.....	68
Figura 53. SSID CAI .....	69
Figura 54. SSID Electricidad .....	69
Figura 55. SSID Exteriores.....	69
Figura 56. SSID FACAE .....	70
Figura 57. SSID FCCSS .....	70
Figura 58. SSID FECYT.....	70
Figura 59. SSID FICA .....	71
Figura 60. SSID FICAYA .....	71
Figura 61. SSID Gimnasio.....	71
Figura 62. SSID Mecánica.....	72
Figura 63. SSID Piscina.....	72
Figura 64. SSID Polideportivo.....	72
Figura 65. SSID Postgrado .....	73
Figura 66. Cobertura de canales FACAE .....	81
Figura 67. Cobertura de canales FECYT .....	82
Figura 68. Cobertura de canales FICAYA.....	83

Figura 69. Cobertura de canales FICA .....	84
Figura 70. Cobertura de canales Postgrados .....	85
Figura 71. Cobertura de canales CAI.....	86
Figura 72. Cobertura de canales Bienestar Universitario .....	87
Figura 73. Cobertura de canales Edificio Central.....	88
Figura 74. Cobertura de canales Mantenimiento Eléctrico.....	89
Figura 75. Cobertura de canales Agustín Cueva.....	89
Figura 76. Cobertura de canales Polideportivo.....	90
Figura 77. Cobertura de canales Piscina .....	90
Figura 78. Cobertura de canales Biblioteca .....	91
Figura 79. Cobertura de canales Gimnasio .....	92
Figura 80. Cobertura de canales Puntos de Acceso Externos.....	92
Figura 81. Frecuencias de Trabajo en AP interno .....	93
Figura 82. Frecuencias de Trabajo AP externo.....	93
Figura 83. Instalación repositorio epel .....	97
Figura 84. Actualización de paquetes .....	98
Figura 85. Instalación Firewalld .....	98
Figura 86. Instalación Freeradius.....	98
Figura 87. Instalación Open-Ldap .....	98
Figura 88. Instalación openvpn.....	100
Figura 89. Configuración del Firewall para openvpn .....	101
Figura 90. Enrutamiento de Interfaces.....	101
Figura 91. Configuración red externa .....	101

Figura 92. Emisión de Certificados por CEDIA.....	102
Figura 93. Configuración de Permisos para los certificados emitidos .....	102
Figura 94. Base de Datos Cargada en EDUROAM.....	103
Figura 95. Direccionamiento IPv6 en Equipos de la UTN .....	105
Figura 96. Habilitación IPv6 en la Vlan EDUROAM .....	106
Figura 97. Configuración de Interfaces del WLC en IPv6 .....	107
Figura 98. Configuración de la Interfaz de EDUROAM en IPv6 .....	107
Figura 99. Configuración clients.conf en IPv6 .....	108
Figura 100. Habilitación de protocolos en archivo default.....	109
Figura 101. Enrutamiento entre interfaces en IPv6 .....	109
Figura 102. Autenticación IPv6 en WLC .....	110
Figura 103. Habilitación de la Autenticación IPv6 creada .....	110
Figura 104. Solicitud de Autenticación con el AP.....	112
Figura 105. Búsqueda de Usuario en la Ldap.....	113
Figura 106. Autorización y asignación de una Dirección IPv6 .....	114
Figura 107. Conexión de un Usuario local a EDUROAM modo Debug .....	115
Figura 108. Conexión de un usuario Local via radtest .....	116
Figura 109. Conexión de un usuario Externo via radtest.....	116
Figura 110. Conexión de Usuario Regional.....	116
Figura 111. Asignación de direcciones.....	117
Figura 112. Conexión a Google .....	118
Figura 113. Conexión al Mirror de CEDIA.....	118
Figura 114. Ping a Google .....	119

Figura 115. Ping a CEIDA.....	119
Figura 116. Ping a Mirrora de CEDIA .....	119
Figura 117. Página de Inicio para acceder CISCO PRIME.....	137
Figura 118. Página Inicial CISCO PRIME.....	137
Figura 119. Maps CISCO PRIME .....	138
Figura 120. Ventana Principal de los Mapas de CISCO PRIME .....	138
Figura 121. Distribución de Puntos de Acceso.....	139
Figura 122. Edificio Central (Planta Baja) .....	139
Figura 123. Edificio Central (Primer Piso).....	140
Figura 124. Edificio Central (Segundo Piso).....	140
Figura 125. Edificio Central (Tercer Piso) .....	141
Figura 126. Edificio Central (Cuarto Piso).....	141
Figura 127. FACAE (Planta Baja) .....	142
Figura 128. FACAE (Primer Piso) .....	142
Figura 129. FACAE (Segundo Piso) .....	143
Figura 130. FACAE (Tercer Piso).....	143
Figura 131. FECYT (Planta Baja) .....	144
Figura 132. FECYT (Primer Piso).....	144
Figura 133. FECYT (Segundo Piso).....	145
Figura 134. FECYT (Tercer Piso) .....	145
Figura 135. FICAYA (Planta Baja) .....	146
Figura 136. FICAYA (Primer Piso).....	146
Figura 137. FICAYA (Segundo Piso).....	146

Figura 138. FICAYA (Tercer Piso) .....	147
Figura 139. FICA (Planta Baja) .....	147
Figura 140. FICA (Primer Piso) .....	148
Figura 141. FICA (Segundo Piso) .....	148
Figura 142. FICA (Tercer Piso) .....	148
Figura 143. FICA (Cuarto Piso) .....	149
Figura 144. FCCSS (Planta Baja) .....	149
Figura 145. FCCSS (Primer Piso).....	149
Figura 146. FCCSS (Segundo Piso) .....	150
Figura 147. FCCSS (Tercer Piso) .....	150
Figura 148. FCCSS (Cuarto Piso).....	150
Figura 149. Edificio de Postgrado (Planta Baja) .....	151
Figura 150. Edificio de Postgrado (Primer Piso).....	151
Figura 151. Edificio de Postgrado (Segundo Piso).....	152
Figura 152. CAI (Planta Baja) .....	152
Figura 153. CAI (Primer Piso).....	153
Figura 154. CAI (Segundo Piso).....	153
Figura 155. CAI (Tercer Piso) .....	154
Figura 156. CAI (Cuarto Piso).....	154
Figura 157. Bienestar Universitario (Planta Baja) .....	155
Figura 158. Bienestar Universitario (Primer Piso) .....	155
Figura 159. Bienestar Universitario (Segundo Piso) .....	156
Figura 160. Bienestar Universitario (Tercer Piso).....	156

Figura 161. Mantenimiento Eléctrico .....	157
Figura 162. Auditorio Agustín Cueva.....	157
Figura 163. Polideportivo (Canchas) .....	158
Figura 164. Polideportivo (Graderío) .....	158
Figura 165. Polideportivo (Planta Baja) .....	158
Figura 166. Piscina .....	159
Figura 167. Biblioteca (Planta Baja).....	159
Figura 168. Biblioteca (Primer Piso) .....	160
Figura 169. Biblioteca (Segundo Piso) .....	160
Figura 170. Biblioteca (Tercer Piso).....	161
Figura 171. Gimnasio .....	161
Figura 172. Puntos de Acceso Exteriores .....	162
Figura 173. Página Inicial CentOS 7 .....	163
Figura 174. Configuración Idioma del Sistema en CentOS 7.....	163
Figura 175. Configuración Hora, Fecha, Teclado CentOS 7 .....	164
Figura 176. Configuración de Particiones CentOS 7 .....	164
Figura 177. Configuración de Red en CentOS 7 .....	165
Figura 178. Instalación del Sistema Operativo CentOS 7 .....	166
Figura 179. Instalación repositorio epel .....	167
Figura 180. Actualización de paquetes .....	167
Figura 181. Instalación Firewallld .....	167
Figura 182. Instalación Freeradius.....	167
Figura 183. Instalación Open-Ldap .....	168

Figura 184. Lista de Zonas Disponibles .....	169
Figura 185. Cambio de zonas de la Tarjeta de red.....	169
Figura 186. Cambio de zonas de los servicios.....	169
Figura 187. Acceso al archivo clients.conf.....	170
Figura 188. Configuración archivo clients.conf .....	170
Figura 189. Acceso archivo proxy.conf.....	171
Figura 190. Configuración archivo proxy.conf .....	171
Figura 191. Respaldo del archivo DB_CONFIG.example .....	171
Figura 192. Permisos de lectura y escritura en el archivo DB_CONFIG.....	172
Figura 193. Creación de la contraseña para la ldap .....	172
Figura 194. Respaldo de contraseñas ldap.....	172
Figura 195. Importación de schemas básicos .....	173

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1.</b> Análisis comparativo entre IPv4 e IPv6 .....	27
<b>Tabla 2.</b> Beneficios CEDIA .....	30
<b>Tabla 3.</b> Instituciones Pertenecientes a CEDIA .....	31
<b>Tabla 4.</b> Distribución Access Point Edificio Central .....	51
<b>Tabla 5.</b> Distribución Access Point FACAE.....	51
<b>Tabla 6.</b> Distribución Access Point FECYT .....	51
<b>Tabla 7.</b> Distribución Access Point FYCAYA .....	52
<b>Tabla 8.</b> Distribución Access Point FICA.....	52
<b>Tabla 9.</b> Distribución Access Point FCCSS.....	52
<b>Tabla 10.</b> Distribución Access Point Edificio Postgrados .....	53
<b>Tabla 11.</b> Distribución Access Point CAI.....	53
<b>Tabla 12.</b> Distribución Access Point Bienestar Universitario .....	53
<b>Tabla 13.</b> Distribución Access Point Mantenimiento Eléctrico.....	54
<b>Tabla 14.</b> Distribución Access Point Auditorio .....	54
<b>Tabla 15.</b> Distribución Access Point Polideportivo .....	54
<b>Tabla 16.</b> Distribución Access Point Edificio Piscina .....	54
<b>Tabla 17.</b> Distribución Access Point Biblioteca .....	54
<b>Tabla 18.</b> Distribución Access Point Gimnasio .....	55
<b>Tabla 19.</b> Distribución Access Point Exteriores .....	55
<b>Tabla 20.</b> Usuarios conectados (FICA).....	73
<b>Tabla 21.</b> Usuarios conectados (FACAE).....	74
<b>Tabla 22.</b> Usuarios conectados (FECYT) .....	74

<b>Tabla 23.</b> Usuarios conectados FICAYA.....	75
<b>Tabla 24.</b> Usuarios conectados FCSALUD .....	75
<b>Tabla 25.</b> Usuarios conectados CAI.....	76
<b>Tabla 26.</b> Usuarios conectados en Postgrados .....	76
<b>Tabla 27.</b> Usuarios conectados en Bienestar Universitario .....	77
<b>Tabla 28.</b> Usuarios conectados Edificio Central .....	77
<b>Tabla 29.</b> Usuarios conectados en el Auditorio Agustín Cueva .....	78
<b>Tabla 30.</b> Usuarios conectados en la Piscina .....	78
<b>Tabla 31.</b> Usuarios conectados en el Polideportivo .....	78
<b>Tabla 32.</b> Usuarios conectados en la Biblioteca .....	79
<b>Tabla 33.</b> Usuarios conectados en el Edificio de Electricidad.....	79
<b>Tabla 34.</b> Usuarios conectados en el Gimnasio .....	80
<b>Tabla 35.</b> Usuarios conectados en los AP Externos.....	80
<b>Tabla 36.</b> Distribución Vlans y Ancho de Banda .....	94
<b>Tabla 37.</b> Plan de Direccionamiento IPv6 UTN .....	104
<b>Tabla 38.</b> Presupuesto Hardware .....	120
<b>Tabla 39.</b> Presupuesto Software.....	120

## CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

### 1.1 PROBLEMA

En la actualidad con el aumento de dispositivos electrónicos (teléfonos, computadoras, tablets, etc.) aumenta la necesidad de que más equipos de comunicación dispongan de una dirección IP propia, pero por el agotamiento de direcciones IPv4 a nivel mundial tanto como para Latinoamérica y Ecuador, se ha visto factible la transición de estos servicios a IPv6 para que los usuarios tengan un acceso de alta velocidad y la red tenga una visión de crecimiento.

A nivel mundial desde el año 2010 la Agencia Internacional de asignación de números de internet (IANA) entregó su último bloque de direcciones disponibles, por esta razón ahora el cambio de IPv4 a IPv6 es inminente, lo que implica que redes internacionales y redes nacionales como CEDIA y la Universidad Técnica del Norte deben empezar el proceso de cambio en sus servicios.

El incremento de usuarios en la red inalámbrica Education Roaming (Eduroam) de la Universidad Técnica del Norte desemboca en la dificultad de conectividad, debido a que el protocolo IPv4 es limitado a un cierto número de direcciones. Haciendo que menos usuarios ingresen a la red provocando inconformidad en ellos al querer acceder a la red; por lo que se presenta la necesidad de realizar la transición de este protocolo en versión 4 a IPv6

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 OBJETIVO GENERAL**

- Implementar la transición de protocolo IPv4 a protocolo IPv6 en la red inalámbrica Eduroam dentro de la Universidad Técnica del Norte.

### **1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir la metodología en redes inalámbricas para la transición de Ipv4 a Ipv6 en la red Eduroam como base para el desarrollo del presente proyecto dentro de la Universidad Técnica del Norte.
- Realizar el levantamiento de información de la situación actual de la red Eduroam descrito por CEDIA y por ende en la Universidad Técnica del Norte analizando sus antecedentes y parámetros necesarios para su transición.
- Realizar el diseño de la red inalámbrica Eduroam en protocolo Ipv6, aplicando la coexistencia con el protocolo Ipv4 dentro de la Universidad Técnica del Norte.
- Realizar pruebas de funcionamiento en la red Eduroam en IPv6, con la finalidad de determinar la interconectividad de diferentes dispositivos electrónicos que manejan sistemas operativos como Android e IOS (IPHONE, MAC) dentro de la Universidad Técnica del Norte.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

A nivel mundial varios entes y organismos de investigación han desarrollado un servicio de movilidad segura para la comunidad académica, llamado Education Roaming (Eduroam), al ser un proyecto educacional destinado a entes internacionales y nacionales, en algunos países ya se encuentra en funcionamiento como en el proyecto RedIris

encargada de coordinar a nivel nacional los esfuerzos de instituciones académicas con el fin de conseguir un espacio único de movilidad, además de ser operada por varias redes académicas europeas en forma global mediante Eduroam Europa , y tiende puentes con Eduroam Canadá, Eduroam US, y Eduroam APAN (Asia y Pacífico).

En Ecuador también se maneja esta red federada mediante las universidades que tienen convenio con la Red Nacional de Investigación y Educación (RNIE).

La Universidad Técnica del Norte mediante este convenio, está desarrollando este entorno inalámbrico para todos los usuarios, mediante servidores de Autenticación Remota Dial-In (RADIUS).

La Universidad Técnica del Norte, es una institución de educación superior, pública y acreditada, encargada de formar profesionales de excelencia, críticos, humanistas, líderes y emprendedores con responsabilidad social; genera, fomenta y ejecuta procesos de investigación, de transferencia de saberes, de conocimientos científicos, tecnológicos y de innovación, además cuenta con varias facultades y un edificio central, el cual maneja la parte administrativa de la misma.

Actualmente la Universidad Técnica del Norte se encuentra dentro del convenio de la Red Nacional de Investigación y Educación (CEDIA), e internamente se desarrolla un servicio de movilidad segura para la comunidad académica, llamado Education Roaming (Eduroam) aplicado en muchos países a nivel mundial, dentro de la Universidad existe en uso este servicio implementado en IPv4 el cual por el aumento de usuarios y teniendo en cuenta el internet de las cosas (IoT), que a nivel mundial crece en forma gradual y por ende dentro del país también se lo está adaptando, hace que el número de direcciones disponibles para esta versión se esté acabando y posiblemente en algunos años se terminen, además que en otros países ya se ha migrado de protocolos a IPv6 y es posible

que en algunas Universidades no haya coexistencia de protocolos para el uso de este servicio.

Al realizarse la migración del protocolo IPv4 a IPv6 en Eduroam perteneciente a la Red Nacional de Investigación y Educación (CEDIA), no existirá problemas en la asignación de direcciones IP a cada usuario de la red, esto provocará que estos tengan libre acceso al servicio previo a una autenticación necesaria para la habilitación de entrada en la red federada.

#### **1.4 ALCANCE**

De acuerdo al planteamiento de Jordi Palet que argumenta “que no debe existir una ruptura del protocolo IPv4 sino que tanto el protocolo en versión 4 como en versión 6, deberían coexistir por algún tiempo”, el presente proyecto está encaminado a lograr dicha coexistencia, aplicando uno de los mecanismos de transición (Dual Stack, Tunelling, Traducción), dentro de la red inalámbrica Eduroam de la Universidad Técnica del Norte (Palet, 2011).

Para la realización de la transición de los protocolos IPv4 a IPv6 primero se realizará el levantamiento de información de la situación actual de la red inalámbrica Eduroam en la Universidad Técnica del Norte, además revisar los parámetros establecidos por la Red Nacional de Investigación y Educación (CEDIA) en cuanto a limitaciones y autenticaciones de los dispositivos móviles de acuerdo al sistema operativo que estos usen (Android, Windows, IOS, entre otros).

Una vez realizado el levantamiento de información y haber determinado la metodología adecuada para la respectiva transición en base a lo propuesto por Palet, se

realizará el diseño de la red Eduroam en protocolo IPv6, permitiendo su coexistencia con IPv4 (Palet, 2011).

Cuando la red Eduroam se encuentre trabajando en IPv6 se realizarán pruebas de funcionamiento para determinar la compatibilidad de los sistemas operativos descritos anteriormente, que podrían interactuar dentro de la red federada, como también la realización de manuales orientados a los usuarios para que puedan acceder a este servicio.

Por último se realizará un estudio socio económico para garantizar la factibilidad del servicio, dado por la red inalámbrica Eduroam a los usuarios de la Universidad Técnica del Norte, además de concluir y recomendar propuestas para un futuro mejoramiento del proyecto presentado.



## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Protocolos de Internet

Protocolo de Internet (Internet Protocol) o ip, es un protocolo no orientado a conexión de capa de red tomando como referencia al modelo OSI y de capa internet tomando como referencia al modelo TCP/IP, el cual es usado para la comunicación de datos dentro de una red, desde un punto origen hacia un punto destino (EcuRed, 2016).

Este protocolo utiliza cuatro mecanismos clave para la prestación de sus servicios en redes directamente conectadas:

- Tipo de Servicio
- Tiempo de Vida
- Opciones
- Suma de Control de Cabecera

El tipo de servicio es un conjunto de parámetros utilizados para indicar la calidad del servicio deseado en redes interconectadas, además usa o muestra mecanismos para una transmisión efectiva de datos de un salto a otro, encaminando estos paquetes o datagramas desde un punto origen a un destino dentro de la red (RFC, 1981).

Según el RFC 791 el tiempo de vida se define como “una indicación de un límite superior en el periodo de vida de un datagrama internet” (RFC, 1981). El tiempo de vida es especificado por el remitente del paquete y se va reduciendo a lo largo de la red hasta que estos datos lleguen a su destino, en caso de que este parámetro llegue a cero antes de su llegada será destruido.

Las opciones proporcionan opciones de control dentro de un entorno de comunicación, estos pueden ser el tiempo, seguridad de los paquetes, y encaminamientos especiales (RFC, 1981).

La suma de control de cabecera verifica la información procesada en un datagrama para que exista una transmisión correcta, sin errores, si esta falla o se detecta algún error en ella, los paquetes son descartados (RFC, 1981).

## **2.2 Protocolo de Internet Versión 4**

### **2.2.1 Características**

El protocolo de internet en versión 4 (IPv4), está formado por cuatro octetos de 8 bits cada uno, separados por un punto, es decir consta de 32 bits, esto nos da un limitante de direcciones de 2 elevado a la 32 ( $4^{294.967.296}$  direcciones), estas direcciones se dividen en dos porciones, una para host y otra para red (Sánchez G. L., 2010).

La porción de red nos permite identificar a los dispositivos que están trabajando en una misma red, es decir los que comparten servicios en común, en cambio la porción de host es para poder designar un nombre lógico a los dispositivos en particular (Alvarez, 2009).

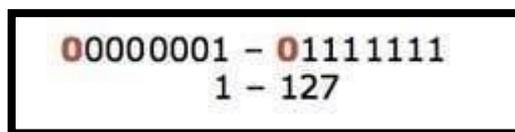
Existen varias formas de notación para este tipo de protocolo, siendo las principales las siguientes:

- La notación binaria, la cual utiliza cuatro octetos separados por un punto cada uno de ellos y representando los 8 bits de cada una de las porciones,  
11000000.10101000.00000001.00000001.

- La notación hexadecimal, utiliza el mismo criterio de la notación binaria pero con la diferencia que esta agrupa 4 bits de cada octeto y lo transforma a un número hexadecimal, C0.A8.1.1.
- La notación decimal, siendo para todos la más conocida, esta transforma los 8 bits de cada uno de los octetos a un número decimal, 192.168.1.1

Además de las notaciones, estas direcciones están divididas en 5 clases diferentes y cada una de ellas con una función en especial:

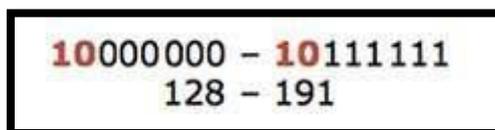
- Clase A, el primer octeto de la dirección es asignada para red y las otras porciones para host, la manera de identificar esta clase es mediante el primer bit del primer octeto el cual es 0, en forma decimal el rango de estas direcciones es desde el 1.0.0.0 hasta 127.255.255.255, siendo el rango 127.x.x.x una de las direcciones reservadas para direcciones de loopback.



**Figura 1.** Clase A del Protocolo IPv4

**Fuente:** [http://www.tutorialspoint.com/es/ipv4/images/class\\_a\\_addresses.jpg](http://www.tutorialspoint.com/es/ipv4/images/class_a_addresses.jpg)

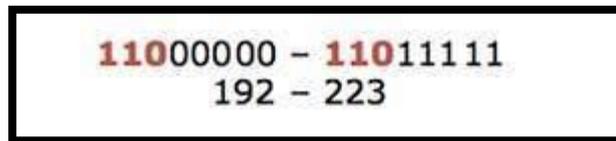
- Clase B, los dos primeros octetos son asignados para red y los otros dos octetos son reservados para host, esta clase se identifica mediante los 2 primeros bits del primer octeto, estos son 10, en forma decimal el rango de direcciones es desde el 128.0.0.0 hasta 191.255.255.255.



**Figura 2.** Clase B del Protocolo IPv4

**Fuente:** [http://www.tutorialspoint.com/es/ipv4/images/class\\_b\\_addresses.jpg](http://www.tutorialspoint.com/es/ipv4/images/class_b_addresses.jpg)

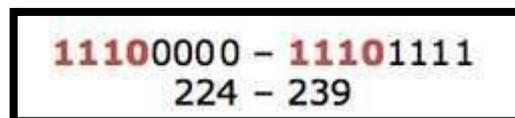
- Clase C, los tres primeros octetos son para red y la última porción es para host, esta clase se identifica por los 3 primeros bits del primer octeto, estos son 110, en forma decimal el rango de direcciones es desde 192.0.0.0 hasta 223.255.255.255.



**Figura 3.** Clase C del Protocolo IPv4

Fuente: [http://www.tutorialspoint.com/es/ipv4/images/class\\_c\\_addresses.jpg](http://www.tutorialspoint.com/es/ipv4/images/class_c_addresses.jpg)

- Clase D, las direcciones de esta clase tienen sus bits más significativos de la siguiente manera 1110, siendo en forma decimal desde 224.0.0.0 hasta 239.255.255.255, estas direcciones son multicast, son indispensables en el envío de información a múltiples destinos al mismo tiempo.



**Figura 4.** Clase D del Protocolo IPv4

Fuente: [http://www.tutorialspoint.com/es/ipv4/images/class\\_d\\_addresses.jpg](http://www.tutorialspoint.com/es/ipv4/images/class_d_addresses.jpg)

- Clase E, estas direcciones están reservadas para fines experimentales o de estudio y tienen su rango desde 240.0.0.0 hasta 255.255.255.254, esta es la única clase que no tiene una máscara de subred.

Cada dirección ip va acompañada con una máscara, la cual identifica subred pertenecen los dispositivos finales dentro de una red, la estructura de esta dirección es similar a la dirección ip normal, está formada por 32 bits separados en cuatro octetos, con la diferencia de que esta máscara muestra en valor 1 las porciones de red y en valor 0 a las porciones de host (NAVA, 2011).

Para cada una de las clases de las direcciones ip, existe una máscara representativa a excepción de la clase E, así:

- Clase A, en forma binaria se la representa como

11111111.00000000.00000000.00000000 de los cuales los estados de valor 1 representan la porción de red y el valor 0 representa los valores de host, en forma decimal se lo expresa así 255.0.0.0.

- Clase B, en forma binaria se la representa como

11111111.11111111.00000000.00000000 de los cuales los estados de valor 1 representan la porción de red y el valor 0 representa los valores de host, en forma decimal se lo expresa así 255.255.0.0.

- Clase C, en forma binaria se la representa como

11111111.11111111.11111111.00000000 de los cuales los estados de valor 1 representan la porción de red y el valor 0 representa los valores de host, en forma decimal se lo expresa así 255.255.255.0.

Classes IPv4 e Máscara de Rede					
Classe	Início	Fim	Máscara de Rede Padrão	Notação CIDR	Nº de Endereços por Rede
A	1.0.0.0	126.255.255.255	255.0.0.0	/8	16 777 216
	127.0.0.0	127.255.255.255	255.0.0.0	/8	Localhost
B	128.0.0.0	191.255.255.255	255.255.0.0	/16	65 536
C	192.0.0.0	223.255.255.225	255.255.255.0	/24	256
D	224.0.0.0	239.255.255.255			Multicast
E	240.0.0.0	255.255.255.255			Uso futuro; atualmente reservada a testes pela IETF

**Figura 5.** Resumen de las Clases del Protocolo IPv4

Fuente: [http://wiki.brazilfw.com.br/\\_media/wiki:ipv4-lan-mask.png](http://wiki.brazilfw.com.br/_media/wiki:ipv4-lan-mask.png)

### 2.2.2 Limitaciones de IPv4

Con el avance de la tecnología y con el incremento de usuarios en la Internet, IPv4 ha estado en una actualización constante en cuanto a sus características, sin embargo, a

pesar de todos estos cambios este protocolo enfrenta tres problemas los cuales se describe a continuación:

- **Direcciones IPv4 Agotadas.** El protocolo de internet versión cuatro, cuenta con una cantidad limitada de direcciones, las cuales están alrededor de 4000 millones, que por el aumento de dispositivos que requieren una IP habilitada, el incremento de conexiones permanentes, el crecimiento de países y regiones no tan avanzadas, han creado la necesidad de buscar otros medios para que cada vez más usuarios puedan acceder a la Internet (Ecovi, 2016).

Este agotamiento de direcciones no es apreciable en algunas regiones del mundo, como es el caso de Norteamérica, Latinoamérica, entre otros, sin embargo, en Europa y Asia el entorno es agravante, todo esto se debe al desarrollo de nuevas tecnologías, así como también el aumento de dispositivos móviles y la aparición comercial de la UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), que se destaca por su propuesta que describe el Internet de las Cosas (IoT), en donde todos los dispositivos necesitarán conectarse a Internet, por esta razón necesitarán una dirección IP fija y única (Blogger, 2012).

- **Enrutamiento.** IPv4 es un protocolo que consume muchos recursos en cada uno de los routers en una red, mientras más nodos existan, estos verifican sus tablas de enrutamiento en busca de un mejor camino para llevar la información a su destino deseado, dichas rutas hacen que se llene la capacidad de memoria en cada uno de los dispositivos presentes en la dicha red, haciendo más lento el procesamiento de los datos (Ecovi, 2016).
- **Conectividad Extremo a extremo.** Este protocolo utiliza un sistema para traducir direcciones privadas a públicas llamado NAT, esta tecnología hace que muchos dispositivos puedan utilizar una misma dirección pública al salir de sus

redes, pero hace que las IP locales o internas se escondan, provocando un problema para las tecnologías que requieran una conexión extremo a extremo (Ecovi, 2016).

A pesar de estas limitaciones IPv4 también presenta otro tipo de dificultades, este protocolo no soporta algunas aplicaciones de nueva generación, como son la capacidad de transmitir audio y video en tiempo real, además de mantener una apropiada seguridad en los datos transmitidos entre redes (Blogger, 2012).

### **2.3 Protocolo de Internet Versión 6**

El protocolo de internet versión 6 (IPv6), es un protocolo creado principalmente para mejorar algunas de las características de la anterior versión (IPv4), no solo tiene un mayor direccionamiento, sino que es más eficiente al interactuar con nuevas tecnologías como son el Internet de las cosas, el crecimiento de la telefonía móvil, entre otros.

#### **2.3.1 Nacimiento**

En Julio de 1991, el grupo de trabajo de ingeniería de Internet, conocido por sus siglas en ingles IETF (Internet Engineering Task Force), al ver el problema de agotamiento de direcciones IPv4, comenzó a desarrollar un nuevo protocolo de internet, que ayudaría a corregir dicho inconveniente y a mejorar algunas características que el anterior protocolo no tenía (Bermejo, 2008).

Un año después en 1992, apareció un nuevo grupo de trabajo llamado protocolo de internet de nueva generación, conocido por sus siglas en ingles IPng (Internet Protocol Next Generation), el cual en conjunto con el IETF estudiaron las varias opciones y características que tenía que tener el nuevo protocolo de internet (Bermejo, 2008).

En 1993, fue creado el RFC 1550, en el cuál se dio una pequeña introducción a lo que sería el nuevo protocolo y en él se llamaba a participar con propuestas y

comentarios de los nuevos requerimientos que debían incluir en el proceso de desarrollo para el protocolo de nueva generación (Bermejo, 2008).

En 1994, se lanzó oficialmente una recomendación de IPng para luego en 1995 crear el RFC 1952, en el cuál se describía los requisitos de este protocolo en cuando al formato de su PDU y características sobre su direccionamiento, seguridad, y enrutamiento.

Luego de varias investigaciones y de un continuo trabajo le asignaron un numero de versión a IPng, llamándose así protocolo de internet versión 6, conocido por sus siglas en inglés como IPv6, y con la aparición de este, se integraron nuevos grupos de trabajo para crear así normas y estándares para lograr una transición de IPv4 a IPv6.

### 2.3.2 Características

Entre las principales características que presenta el protocolo de nueva generación o IPv6, están las siguientes:

- **Aumento en el direccionamiento.** A diferencia de IPv4 que constaba de 32 bit, el protocolo de versión 6 presenta 128 bits que soportan un mayor número de jerarquías de direccionamiento, dichos bits representan a 340 cuatrillones de direcciones, por lo que con esto se espera que muchos más dispositivos de red puedan conectarse a la Internet.
- **Header y procesamiento de información.** Algunos campos del formato de encabezado de IPv6 se tornan en opcionales, pese a un gran tamaño en su estructura, su procesamiento es mucho más rápido que en IPv4, esto se debe a que ocupa un menor ancho de banda y la manera como codifica cada uno de los campos de su cabecera permiten un reenvío de información más eficaz, seguro y flexible.

- **Carga Útil.** Los paquetes ip poseen una capacidad de carga útil de las de 65.536 bytes.
- **Flujo de Etiquetado.** Este es agregado habilitando el etiquetado en paquetes para clasificar los tráficos relacionados con la transmisión y recepción de echos, diferenciándole de la calidad de servicio o clase de servicio en tiempo real.
- **Autenticación.** Una de las mejoras que presenta IPv6 es la autenticación de paquetes que permite también la integridad de la información.
- **IPsec.** A parte de la autenticación, este nuevo protocolo presenta una seguridad de extremo a extremo, asegurando así las comunicaciones de los paquetes ip, utilizando claves de cifrado para el envío y arribo de la información.
- **Multi-Homing.** Permite a los dispositivos conectarse a varias redes de internet a la vez, lo que permite que un usuario puede acceder a varios proveedores o ISP.
- **Movilidad.** Una de las características principales de IPv6 y de las redes de nueva generación es el IP Mobile, el cual es un estándar creado por el IETF, permitiendo a los dispositivos conectarse de una red a otra manteniendo direcciones permanentes, esta movilidad funciona para redes homogéneas y heterogéneas.

### 2.3.3 Nomenclatura

Una dirección IPv6 consta de 128 bits a diferencia de una dirección IPv4 que solo constaba de 32 bits, lo que conlleva a tener muchas más direcciones que el anterior protocolo, es decir, una dirección de ip en versión 6 tiene  $2^{128}$  que da un total de 340.282.366.920.938.463.374.607.431.768.211.456 direcciones disponibles.

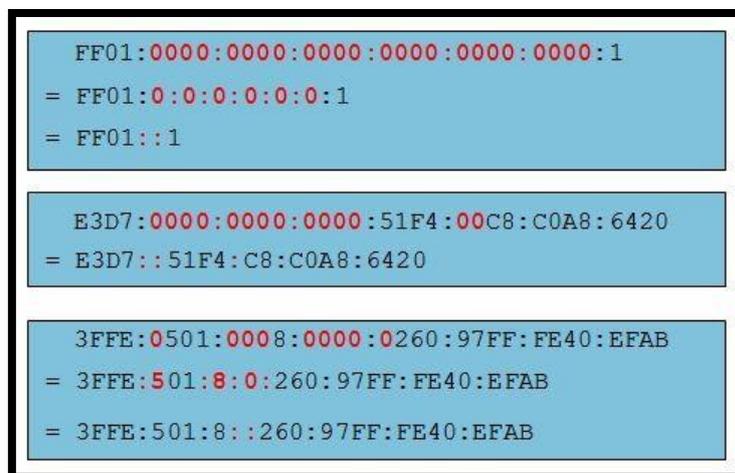
Estas direcciones se dividen en 8 grupos de 16 bits cada uno y están separados mediante dos puntos (:), está representada a diferencia de una dirección IPv4 por letras y números, las letras pueden ser mayúsculas o minúsculas de la siguiente manera:

2001: acad:0db8: fe01:1111:2222: 0000:1101

### 2.3.3.1 Reglas de abreviación de las direcciones IPv6

Existen 2 reglas para una mejor abreviatura de una dirección ip:

- **Omisión de ceros.** Este permite omitir los ceros a la izquierda en cada uno de los grupos de una dirección.
- **Ceros Continuos.** Permite representar un conjunto de ceros continuos por medio de cuatro puntos (: :), utilizando este símbolo una sola vez en una dirección.



**Figura 6.** Reglas de abreviación IPv6

Fuente: <http://ecovi.uagro.mx/ccna1/course/files/8.2.5.4%20Lab%20-%20Identifying%20IPv6%20Addresses.pdf>

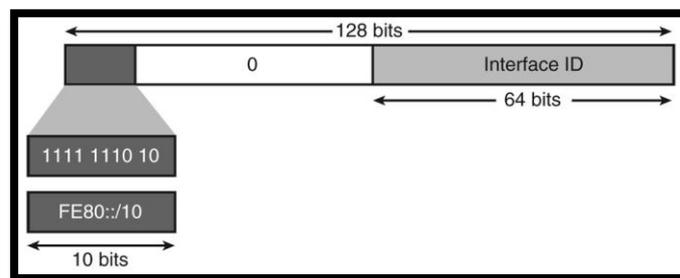
### 2.3.4 Direccionamiento

Al igual que en IPv4, el protocolo en versión 6 tienen nuevas representaciones, sintaxis y tipos, existen tres tipos de direcciones IPv6:

### 2.3.4.1 Direcciones Unicast

Las direcciones unicast se utilizan como identificadores para una sola interfaz, son direcciones de unidifusión y se diferencian de otras por el coste de octeto de alto nivel, existen varias direcciones IPv6 unicast, entre estas tenemos:

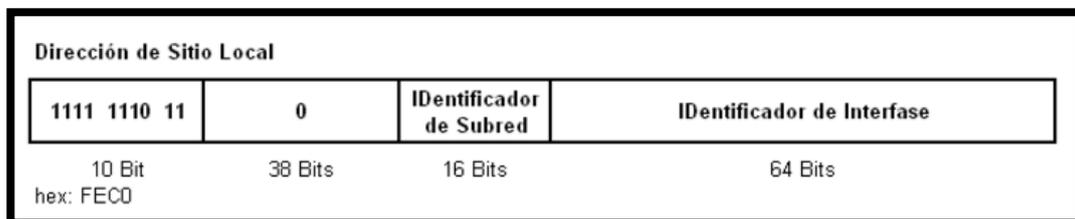
- **Enlace Local (Link-Local).** Estas direcciones no pueden ser enrutadas, se las utilizan para enlaces sencillos, poseen el formato FE80::Interface ID, se utilizan para mecanismos de autoconfiguración.



**Figura 7.** Dirección Link-Local

Fuente: <http://images.techhive.com/images/idge/imported/article/nww/2007/04/10fig08-100299970-orig.jpg>

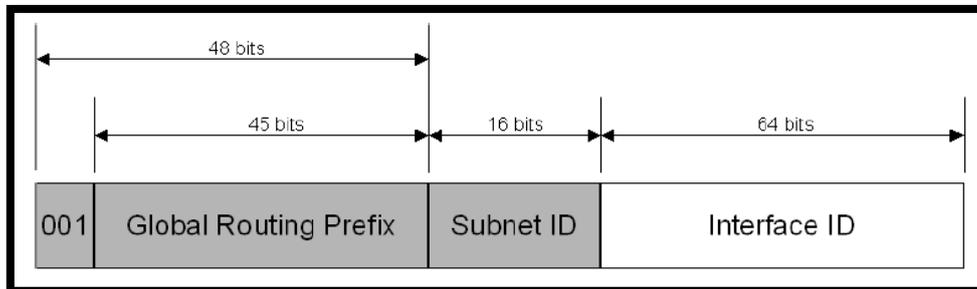
- **Sitio local (Site-Local).** Estas direcciones pertenecen a un mismo nodo en la red, contienen datos de subred dentro de su direccionamiento, no tienen un prefijo global, tienen un enrutamiento local pero su información no puede salir de este, poseen el formato FEC0 :: Interface ID.



**Figura 8.** Dirección Site-Local

Fuente: [http://www.ipv6.mx/images/M\\_images/ipv6\\_1.png](http://www.ipv6.mx/images/M_images/ipv6_1.png)

- **Global IPv6 unicast addresses.** Son utilizadas mediante internet para verificar el tráfico de la información, son consideradas fundamentales en la arquitectura de IPv6.

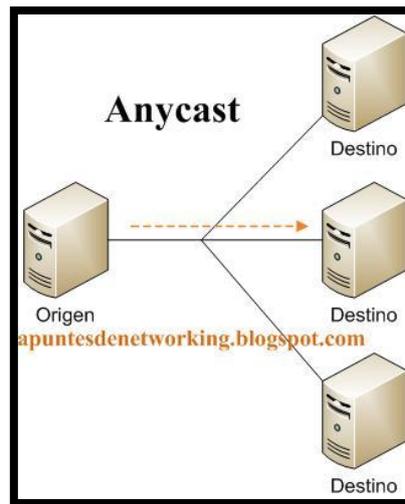


**Figura 9.** Dirección Global IPv6 Unicast  
Fuente: [goo.gl/yHCI9e](http://goo.gl/yHCI9e)

- **Loopback.** Como en IPv4 las direcciones de loopback, son usadas en un mismo nodo, estas están formadas por el prefijo 0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001 o representado también por su abreviatura ::1.
- **Sin Especificar.** Existe también una dirección que no puede ser asignada a ninguna interfaz, al utilizarse significa que no existe una dirección configurable en los nodos, solamente es utilizada para diseños en especial, el formato es el siguiente 0000:0000:0000:0000: 0000:0000:0000:0000 o según su abreviatura (: :).

#### 2.3.4.2 Direcciones Anycast

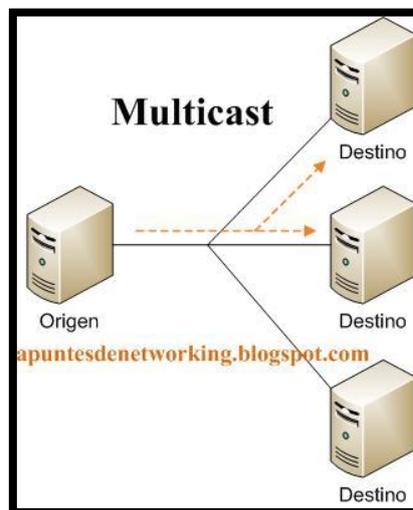
Estas direcciones se les puede establecer en diferentes interfaces, al enviar paquetes a una dirección anycast, estos son entregados a las interfaces más cercanas al origen, determinado por la distancia que tengan de acuerdo a las métricas, por lo general son direcciones utilizadas para una comunicación de uno a uno de muchos, repartiendo así el tráfico o la carga entre algunos dispositivos o servidores.



**Figura 10.** Direcciones Anycast  
Fuente: <https://goo.gl/5T8rNW>

### 2.3.4.3 Direcciones Multicast

Estas direcciones son utilizadas al identificar varias interfaces, al enviar un paquete a una de estas direcciones, este se envía al conjunto de interfaces o a un grupo de host (host group), que están asociadas a la dirección, estas son utilizadas en la comunicación de uno a muchos, llamadas también direcciones de multidifusión.



**Figura 11.** Direcciones Multicast  
Fuente: <https://goo.gl/65LT1H>

### 2.3.5 Cabecera IPv6

El formato de la cabecera del protocolo de internet versión 6 (IPv6), consta de 8 campos, cada uno de estos campos cumplen con una función específica.



**Figura 12.** Cabecera IPv6

Fuente: <https://protocoloip6.wikispaces.com/file/view/Ip6.jpg/135960077/627x272/Ip6.jpg>

Como observamos en la Figura 12, a continuación, detallaremos cada uno de los campos de este nuevo protocolo:

- **Versión.** Este campo tiene un tamaño de 4 bits, se agrega el número de versión del protocolo, a diferencia de IPv4 en el cual se añadía el número 4, para este nuevo protocolo utilizamos el número 6.
- **Clase de Tráfico.** Este campo tiene un tamaño o longitud igual a 1 byte (8 bits), el cual se encarga de dar prioridades a los paquetes según el servicio que estos presten, especificando como la información debe ser manejada (GUARNIZO, 2015).
- **Etiqueta de Flujo.** Este tiene un tamaño de 20 bits, se encarga de identificar y realizar un control en el flujo de los paquetes IPv6, facilitando su revisión en tiempo continuo (Serrato, 2009).
- **Longitud de Carga Útil.** Este campo tiene un tamaño igual a 2 bytes (16 bits), el cual es el encargado de indicar la longitud de los datos a enviarse (Serrato, 2009).
- **Siguiente Cabecera.** Este campo de tamaño igual a 8 bits se encarga de identificar la siguiente cabecera, inmediata, después de la cabecera principal (GUARNIZO, 2015).

- **Límite de Saltos.** En este campo se limita el número de saltos que un paquete puede dar, disminuyendo una unidad cada vez que realiza un salto, si este número llega a ser cero, este paquete simplemente es descartado (GUARNIZO, 2015).
- **Dirección de Origen.** Este campo tiene un tamaño de 128 bits, en el cual va indicado la dirección IPv6 origen, es decir, la dirección donde se originó el paquete a ser enviado (Serrato, 2009).
- **Dirección Destino.** Este campo tiene un tamaño de 128 bits, en el cual va indicado la dirección IPv6 destino, el cual se encarga de recibir toda la información del origen al destino (GUARNIZO, 2015).

### 2.3.6 Características de Seguridad

Una de las características que brinda el protocolo IPv6 es el soporte de IPseg, el cual no es más que un conjunto de normas y estándares que definen políticas de seguridad en el envío y recepción de la información (Bier, 2010).

IPseg provee las siguientes características:

- **Confidencialidad.** El tráfico que se genere el en envío y recepción de la información viene cifrado por los algoritmos Data Encryption Standard (DES) y Triple Data Encryption Standard (TDES o 3DES) (Bier, 2010).
- **Autenticación del Origen.** Se añaden bits de comprobación en los paquetes al ser enviados, el cual sirve como una contraseña compartida únicamente entre origen y destino (Bier, 2010).
- **Integridad.** A los paquetes enviados se les asigna un grupo o conjunto de bits de comprobación, que sirve para verificar que la información no haya sido alterada en su recorrido (Bier, 2010).

## 2.4 Mecanismos de Transición

Con el agotamiento de direcciones IPv4 y la llegada del nuevo protocolo de internet IPng o IPv6, se ha comenzado a ver varios mecanismos para la transición de estos, pero el cambio depende de un proceso progresivo por lo que estas dos versiones deberán funcionar juntas durante algún tiempo (Landy, 2013).

No se puede saber con exactitud cuándo terminará el proceso de migrar IPv4 a IPv6, debido a que los costos para realizar estos cambios son muy elevados, los equipos deben ser muy robustos para enfrentar las nuevas tecnologías y por ende las empresas e instituciones tendrán que cambiar sus infraestructuras actuales ya que existen muchos nodos IPv4 lo que desmotiva el cambio de este protocolo (Coellar, 2013).

En los países más desarrollados como en Estados Unidos y la mayoría del continente europeo se ha visto la necesidad de implementar estos cambios en el protocolo por lo que han desarrollado varios mecanismos de transición, entre los principales tenemos:

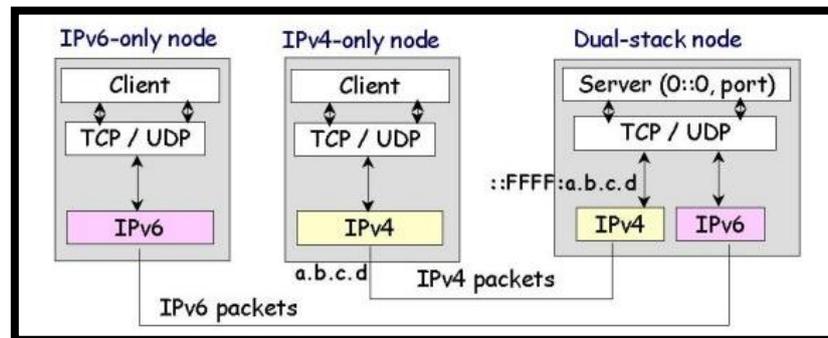
- Dual Stack
- Tunneling
- Traducción

### 2.4.1 Dual Stack

Este mecanismo de transición definido en el RFC 4213 se basa en la implementación completa de los dos protocolos tanto como IPv4 e IPv6 en una sola infraestructura de red, todas las peticiones y aplicaciones del protocolo de versión 4 utilizarán la pila IPv4 y de la misma manera lo hará los entornos que utilicen el nuevo protocolo IPv6 (Landy, 2013).

Este método de transición es el más básico, establece conexiones de acuerdo al tipo de paquetes recibidos, el proceso de verificación de estos se encuentra en las capas

inferiores, el cual verifica la versión y da paso a la información a capas superiores, desplegando las dos versiones en una misma red (Portalipv6, 2012).



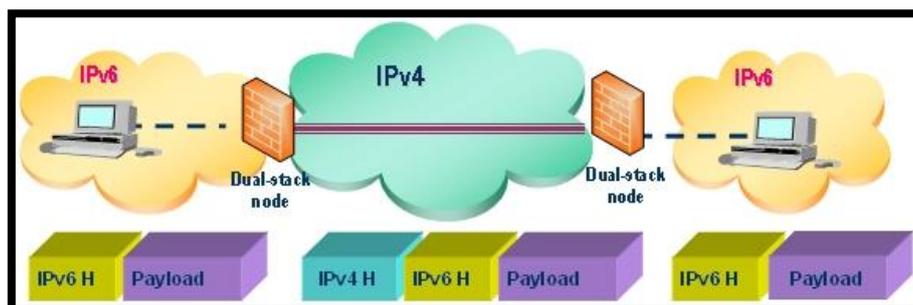
**Figura 13.** Dual Stack o Doble Pila

Fuente: <http://bit.ly/2eTt6k5>

## 2.4.2 Tunneling

Este mecanismo de transición llamado también como túnel es utilizado para el envío de paquetes IPv6 encapsulados dentro de los encabezados (headers) de IPv4 de un nodo a otro nodo en redes con infraestructura completa en IPv4 (Landy, 2013).

Una de las complicaciones que tiene este mecanismo de transición es el retardo existente en el envío de la información, el cual es producido por el encapsulamiento y desencapsulamiento de los paquetes IPv6 dentro de los paquetes IPv4, además de la disminución del espacio en los datos de la cabecera IPv4.



**Figura 14.** Tunneling

Fuente: <http://bit.ly/2elZJ6J>

### 2.4.2.1 Túneles Manuales

Los túneles manuales son configurados manualmente como una ruta estática, en donde cuando se requiere enviar información de un nodo IPv6 a otro del mismo protocolo por un medio netamente IPv4, toda esta información se encapsula dentro de la cabecera IPv4 para poder ser transportada por dicho túnel (IPv6, 2015).

### 2.4.2.2 Túneles Automáticos

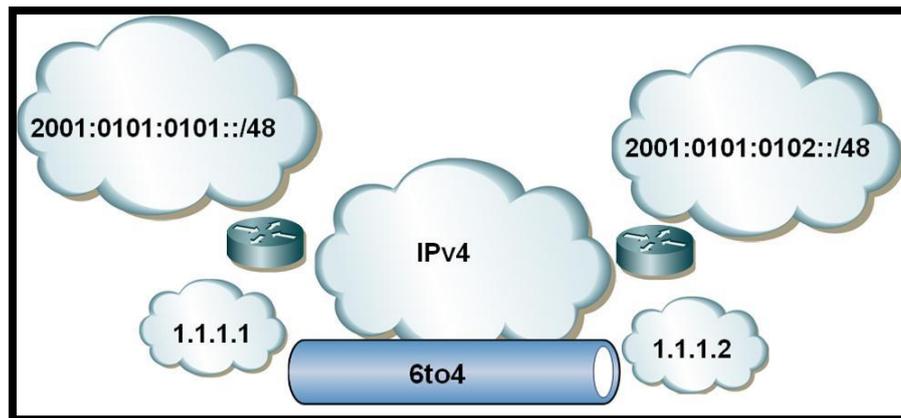
Estos túneles como su nombre lo dicen, se configuran automáticamente de forma dinámica, el empaquetado IPv6 debe poder transportarse sobre un entorno IPv4 (Landy, 2013).

Esta configuración se la puede realizar de la siguiente manera:

- **Router a Router.** Esta configuración se la realiza en forma automática en donde routers IPv6 al estar apartados por un entorno IPv4 pueden realizar el encapsulamiento de paquetes entre ellos sin necesidad de utilizar alguna configuración extra en la infraestructura IPv4 (Landy, 2013).
- **Host a Router.** En este caso un host que se encuentra trabajando netamente en IPv6 puede realizar el encapsulamiento de paquetes, para poder enviar estos a un router intermedio que trabaje en ambos protocolos y que permita hacer el ruteo en IPv4 (Landy, 2013).
- **Host a Host.** El método para poder enviar paquetes desde un host a otro host es utilizando una configuración manual que permitan interconectar los entornos IPv4 e IPv6 entre ellos (Landy, 2013).
- **Router a Host.** Para ellos se permite una configuración manual donde los router deberán ser configurados para poder encapsular los paquetes IPv6 y poder ser enviados a su destino final (Landy, 2013).

#### 2.4.2.2.1 Túnel 6to4

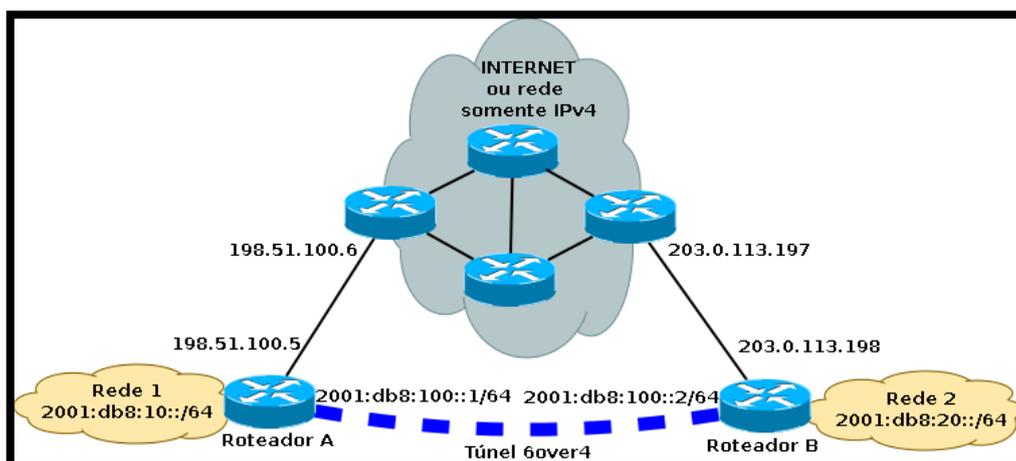
El túnel 6to4 se maneja como una técnica de configuración que permite la interconexión dinámica y transparente entre islas completamente con infraestructuras IPv6, esta comunicación es punto a punto y utiliza routers de frontera que manejen protocolos Dual-Stack (Sánchez J. , 2010).



**Figura 15.** Túnel 6to4  
Fuente: <http://bit.ly/2f5Jsnw>

#### 2.4.2.2.2 Túnel 6over4

En la realización de pruebas de interconexión entre de nueva generación utilizando protocolos IPv6, el mecanismo más habitual en la utilización de túneles 6over4, estos se encargan de realizar el encapsulamiento de los paquetes IPv6 sobre redes IPv4 nativas, formando así una red interna punto a punto para el envío de la información entre estos protocolos (Nicanet, 2011).



**Figura 16.** Túnel 6over4

Fuente: <http://ipv6.br/media/noticias/transicao-15.png>

### 2.4.3 Traducción

Este método es conocido también como Address Family Translation (AFT), el cual permite el envío de la información entre nodos IPv6 nativos a nodos IPv4, esta técnica facilita la transición de estos protocolos y se basa en dos tecnologías como son el NAT-PT (Network Address Translation – Protocol Translation) y NAT64 (Network Address Translation IPv6 to IPv4) (Gerometta, 2015).

- **NAT-PT.** Su funcionamiento se basa en la captura, traducción y envío de la información en redes IPv6 a IPv4 y viceversa, este tipo de configuración trabaja sola, es decir, no es recomendable utilizar otros métodos de traducción cuando este método está activo, NAT-PT también se diseñó para que pueda ejecutarse en gama baja, ya que puede trabajar con equipos o sistemas que solo tengan una sola tarjeta de red (Tomicki, 2012).

Éste método de traducción puede trabajar de manera transparente con varios protocolos como son: HTTP, IMAP, POP3, SMTP, MMS, SSH, FTP, DNS, telnet, silbido.

- **NAT64.** Este modelo o tecnología de traducción puede trabajar en dos estados, uno de ellos es Sin Estado NAT64, el cual se define en el RFC 6145, este

mecanismo se encarga de realizar un mapeo de direcciones IPv6 a IPv4 y viceversa, no mantiene enlaces ni estados de sesión en las redes (CISCO, 2012).

El otro mecanismo se llama Con Estado NAT64, el cual se define en el RFC 6146, este tiene la función de traducir direcciones IPv6 a IPv4 y viceversa, al contrario del anterior mecanismo, modifica el estado de la sesión mientras se realiza la traducción, su compatibilidad reside en el uso de comunicaciones estáticas o manuales (CISCO, 2012).

## 2.5 Análisis Comparativo entre IPv4 e IPv6

En la Tabla 1 que está a continuación se mostrara un análisis comparativo entre el protocolo de internet en versión 4 y el protocolo de nueva generación IPv6:

**Tabla 1.** Análisis comparativo entre IPv4 e IPv6

Descripción	IPv4	IPv6
<b>Dirección</b>	<p>El tamaño de las direcciones IPv4 es de 32 bits (4 bytes). Esta dirección posee dos partes importantes en su uso, una es la parte para designar redes y la otra para determinar o para el uso de host, estos dependen de varias clases, las cuales son A, B, C, D o E. El número total de direcciones IPv4 es de 4 294 967 296</p> <p>Las direcciones IPv4 se representan por 4 octetos separados por un punto de la siguiente manera:</p> <p style="text-align: center;">X.X.X.X</p>	<p>El tamaño de las de las direcciones IPv6 es de 128 bits (16 bytes). Poseen 64 bits para la porción de red y 64 bits para la porción de host, dependiendo del requerimiento que se necesite en su uso. El número total de direcciones IPv6 es de 340 cuatrillones aproximadamente.</p> <p>La representación de las direcciones es de la siguiente manera:</p> <p>xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx, donde cada x es un dígito hexadecimal que representa 4 bits.</p>
<b>Asignación de direcciones</b>	<p>Para la asignación de direcciones se utiliza dos técnicas importantes las cuales son CIDR y VLSM las cuales permiten utilizar de mejor manera los recursos de una red.</p>	<p>Al existir mayor cantidad de direcciones IPv6 la IETF (Internet Engineering Task Force) ha recomendado el uso de /48 para dejando así 16 bits para la distribución o creación de subredes.</p>
<b>Máscara de dirección</b>	<p>Es utilizada para especificar la red o subred en la cual se está trabajando.</p>	<p>No utiliza</p>
<b>Prefijo de dirección</b>	<p>Es representado como /n, es utilizado para designar las porciones de red y las porciones de host.</p>	<p>Similar a IPv4, pero con una mayor cantidad de prefijos por su gran cantidad de direcciones.</p>

<b>ARP (protocolo de resolución de dirección)</b>	El uso de ARP es indispensable para el envío de paquetes dentro y fuera de una red, se utiliza para encontrar la dirección física de los dispositivos del siguiente salto.	IPv6 utiliza diferentes algoritmos para poder enviar sus paquetes al destino como son la autoconfiguración sin estado y el descubrimiento de vecino, con el uso de ICMPv6 (Internet Control Message Protocol versión 6).
<b>Tipos de dirección</b>	Poseen tres tipos de direcciones, direcciones anycast, direcciones multicast y direcciones de difusión.	Las direcciones IPv6 poseen tres tipos de direcciones como son las direcciones unicast, anycast y multicast.
<b>DHCP</b>	Este es utilizado para la asignación dinámica de direcciones IPv4 en una red.	Es similar a IPv4 solo que para la asignación dinámica de direcciones utiliza el protocolo DHCPv6.
<b>FTP</b>	Es utilizado para el envío y recepción de archivos dentro de una red	Utiliza el mismo soporte que el de IPv4
<b>Fragmentos</b>	Cuando al envío de paquetes es muy grande este puede ser fragmentado por el sistema o nodo principal.	IPv6 es similar a IPv4 en cuanto a su fragmentación, cuando los paquetes son demasiado grandes en nodo de envío descompone y la desfragmentación o unión de los paquetes se realiza en el nodo de recepción.
<b>ICMP</b>	Es un protocolo encargado de enviar información del estado de la red.	Es similar a IPv4, pero al utilizarse nuevos sistemas como la autoconfiguración y detección del vecino se añaden códigos nuevos para dar soporte a las funciones mencionadas.
<b>Cabecera IP</b>	Varia de 20 a 60 bytes.	Tiene un tamaño de 40 bytes y a pesar de ser una dirección más grande su cabecera es mucho más sencilla.
<b>LAN</b>	La conexión IPv4 se realiza por una interfaz LAN, esta puede ser Ethernet el cual permite la conectividad con otros dispositivos.	IPv6 puede utilizar las mismas interfaces que en IPv4 a pesar de que el envío recepción de paquetes es mucho más veloz.
<b>NAT</b>	El NAT en IPv4 se lo utiliza con el fin de proteger las redes internas de un ataque, NAT permita disfrazar las redes privadas en redes públicas.	No existe NAT en IPv6, ya que la estructura hace que sea un poco más robusto que en IPV4
<b>OSPF</b>	OSPF es un protocolo de enrutamiento que soporta IPv4.	Para IPv6 se utiliza la versión mejorada de este protocolo como es OSPFv3
<b>Calidad de servicio (QoS)</b>	Nos permite administrar de mejor manera los recursos de la red como son el ancho de banda y la prioridad de envío de paquetes.	En IPv6 se da un soporte robusto en lo que respecta a esta característica.
<b>RIP</b>	Es un protocolo de enrutamiento básico que utiliza direccionamiento IPv4	IPv6 cuenta también con este protocolo, pero mejorado este protocolo se llama RIPng.
<b>SNMP</b>	Permite administrar los diferentes dispositivos de la red en cuanto a su estado y características.	Si es utilizable en IPv6
<b>Telnet</b>	Permite el acceso remoto a diferentes dispositivos de la red.	Este es similar a IPv4

<b>Redes privadas virtuales (VPN)</b>	Mediante el protocolo IPseg las redes privadas o VPN permite ampliar una red interna a lo largo de una red pública o externa.	Si soporta IPv6.
---------------------------------------	---	------------------

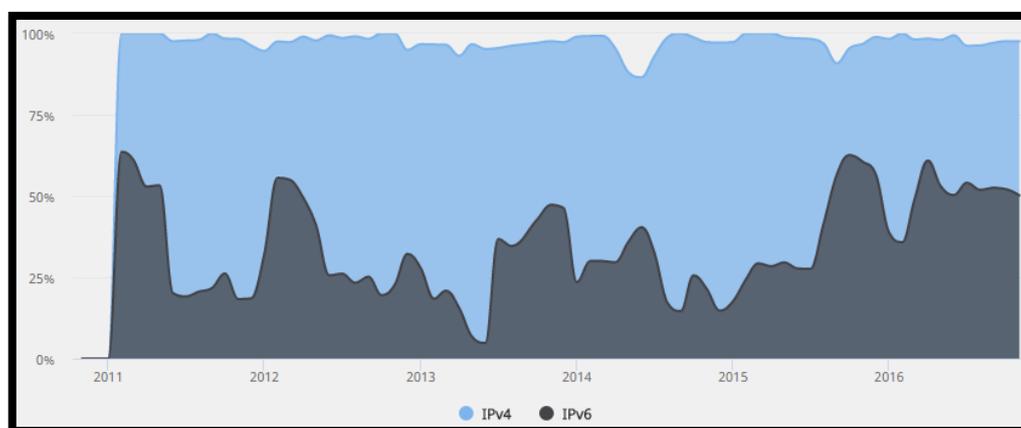
Fuente. [http://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/ssw\\_ibm\\_i\\_72/rzai2/rzai2compip4ip6.htm](http://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/ssw_ibm_i_72/rzai2/rzai2compip4ip6.htm)

## 2.6 IPv6 en Ecuador

El protocolo de nueva generación o IPv6, en Ecuador se ha venido desarrollando desde su lanzamiento realizado en enero del 2012, según el Registro Regional de Internet para América Latina y el Caribe (LACNIC), nuestro país es uno de los principales referentes para el uso e implementación de nuevos protocolos de internet en América Latina (Información, 2014).

El Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información en el país ha estado trabajando en forma ordenada la migración del protocolo IPv4 a IPv6 y así poder coexistir con los diferentes proveedores o prestadores de servicios de internet (ISP), además con entidades públicas y privadas del país (Información, 2014).

La figura 17 muestra la evolución del protocolo IPv6 contra IPv4 desde que empezó su crecimiento, la parte azul representa a la evolución del protocolo versión 4 y la parte gris representa el protocolo de nueva generación (Test, 2016).



**Figura 17.** Evolución del Protocolo IPv6 vs IPv4 en Ecuador  
Fuente: <http://ipv6-test.com/stats/country/EC>

## 2.7 CEDIA

El Consorcio Ecuatoriano para el Desarrollo de Internet Avanzado (CEDIA), es la Red Nacional de Investigación y Educación Ecuatoriana (RNIE), esta red propone un modelo de Redes Avanzadas creadas para la estimulación, y coordinación del desarrollo tecnológico e innovador del modelo educativo en el Ecuador (CEDIA, 2016).

Este consorcio impulsa a docentes, alumnos e investigadores de las Instituciones Educativas a mejorar y facilitar sus mecanismos de enseñanza – aprendizaje, mediante varios servicios que esta presenta, entre los principales están la conectividad a internet, capacitaciones, eventos, financiamiento a proyectos de investigación entre otros (CEDIA, 2016).



**Figura 18.** Red CEDIA  
Fuente: <https://www.cedia.org.ec/>

En la Tabla 2 se puede apreciar los beneficios y el link de acceso a estos, que esa red brinda además de los ya mencionados anteriormente:

**Tabla 2.** Beneficios CEDIA

Beneficio	Link de Acceso
Acceso a publicaciones científicas y bibliotecas digitales	<a href="http://gtrepositorios.cedia.org.ec/">http://gtrepositorios.cedia.org.ec/</a>

<b>Uso de recursos de computación avanzada de altas prestaciones</b>	<a href="https://www.cedia.org.ec/infraestructura/cluster">https://www.cedia.org.ec/infraestructura/cluster</a>
<b>Servicios en la nube</b>	<a href="https://www.cedia.org.ec/infraestructura/nube">https://www.cedia.org.ec/infraestructura/nube</a>
<b>Acceso a videoconferencias multipunto en alta definición</b>	<a href="https://www.cedia.org.ec/infraestructura/videoconferencia-hd">https://www.cedia.org.ec/infraestructura/videoconferencia-hd</a>
<b>Transmisiones en vivo y grabación de eventos</b>	<a href="https://www.cedia.org.ec/infraestructura/grabacion-de-eventos">https://www.cedia.org.ec/infraestructura/grabacion-de-eventos</a>
<b>Ambientes de aprendizaje</b>	<a href="https://www.cedia.org.ec/infraestructura/campus-virtual-cedia">https://www.cedia.org.ec/infraestructura/campus-virtual-cedia</a>
<b>Concursos para financiar proyectos de investigación y capacitaciones</b>	<a href="https://www.cedia.org.ec/cepra/">https://www.cedia.org.ec/cepra/</a> <a href="https://www.cedia.org.ec/cecira/">https://www.cedia.org.ec/cecira/</a>

**Fuente:** <https://www.cedia.org.ec/inicio/cuales-son-los-beneficios>

### 2.7.1 Instituciones que conforman CEDIA

En la Tabla 3 se muestra todas las Instituciones que forman parte de la Red Nacional CEDIA:

**Tabla 3.** Instituciones Pertencientes a CEDIA

Logo	Institución	Logo	Institución
	Escuela Politécnica Nacional - EPN		Escuela Superior Politécnica del Chimborazo - ESPOCH
	Escuela Superior Politécnica del Litoral - ESPOL		Instituto Oceanográfico de la Armada - INOCAR
	Pontificia Universidad Católica del Ecuador - PUCE		Pontificia Universidad Católica del Ecuador Ambato - PUCESA
	Pontificia Universidad Católica del Ecuador Ibarra - PUCESI		Pontificia Universidad Católica del Ecuador Santo Domingo - PUCESD

	Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación - SENESCYT		Universidad Católica de Cuenca - UCACUE
	Universidad Católica Santiago de Guayaquil - UCSG		Universidad Central del Ecuador - UCE
	Universidad de Cuenca - UCUENCA		Universidad de las Américas - UDLA
	Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE		Universidad del Azuay - UDA
	Universidad Estatal Amazónica - UEA		Universidad Estatal de Bolívar - UEB
	Universidad Internacional del Ecuador - UIDE		Universidad Nacional de Educación - UNAE
	Universidad Nacional de Loja - UNL		Universidad Nacional de Milagro - UNEMI
	Universidad Nacional del Chimborazo - UNACH		Universidad Politécnica Estatal del Carchi - UPEC
	Universidad Politécnica Salesiana - UPS		Universidad Regional Autónoma de los Andes - UNIANDES
	Universidad San Francisco de Quito - USFQ		Universidad Técnica de Ambato - UTA
	Universidad Técnica de Babahoyo - UTB		Universidad Técnica de Machala - UTMACH
	Universidad Técnica del Norte - UTN		Universidad Técnica Equinoccial - UTE
	Universidad Tecnológica Indoamérica - UTI		Universidad Técnica Particular de Loja - UTPL
	Universidad San Gregorio de Portoviejo - USGP		Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí
	Universidad de las Artes – UARTES		

Fuente: <https://www.cedia.org.ec/instituciones-miembros>

## 2.8 IPv6 CEDIA

El protocolo de nueva generación o IPv6 es una versión que se ha diseñado y se ha estructurado para en un futuro reemplazar a Ipv4 que actualmente se encuentra funcionando en la mayoría de redes a nivel mundial (Ticec, 2014).

IPv6 está sujeto a normas para sustituir a su predecesora versión que tenía limitaciones en direcciones que limita el crecimiento del internet, actualmente se trabaja en el mejoramiento de las redes en forma global y la transición de protocolos es fundamental, a nivel mundial el protocolo de nueva generación tiene una adopción del 50.32%, CEDIA se encuentra en el puesto número 37 y primero en el Ecuador con sus trabajos continuos en esta actualización (Ticec, 2014).

Participating Network	ASN(s)	IPv6 deployment
University of New Hampshire	11745	50.94%
Alhambra Eidos	15450	50.77%
RAU - UdelaR	1797	50.60%
Xente	57309	50.54%
PREGINET	9821	50.38%
AIMES Grid Services	48954	50.33%
CEDIA	27841	50.32%
CICA/Junta de Andalucía	198096	50.05%
Fluidata	39545	50.02%
AMS-IX	1200	49.82%

**Figura 19.** Posiciones a nivel Mundial (Transiciones)  
Fuente: <https://ticec2016.cedia.org.ec/images/recordipv6.png>

## 2.9 IPv6 Universidad Técnica del Norte

Actualmente La Universidad Técnica del Norte a través del Consorcio Ecuatoriano para el Desarrollo de Internet Avanzado (CEDIA), tiene asignado un pool de direcciones en IPv6, además cuenta con un mecanismo de traducción IPv4 a IPv6, el cual garantiza la coexistencia de estos protocolos de internet, mediante este mecanismo

se pueden utilizar varias aplicaciones y recursos para poder acceder a los beneficios que CEDIA nos brinda como son, publicaciones, investigaciones, libros, capacitaciones, cursos, talleres, entre otros no solo nacionales sino también en el ámbito internacional (Villada, 2016).

## 2.10 EDUROAM

EDUROAM (Education-Roaming), es un servicio que permite la movilidad segura, desarrollado para fines académicos y de investigación, permite conectarse a Internet a través de una Red Avanzada en cualquier campus académico a nivel nacional e internacional (REDCEDIA, 2014).

Education-Roaming es una red federada que se encuentra disponible en más de 74 países y en más de 15000 instituciones a nivel mundial, los servidores y access point poseen una configuración que permite que cualquier persona perteneciente a alguna institución en la que esté activo el servicio de EDUROAM, mediante un dispositivo móvil o computadora portátil pueda conectarse en otras instituciones a través de un túnel de autenticación (REDCEDIA, 2014).



**Figura 20.** Education-Roaming

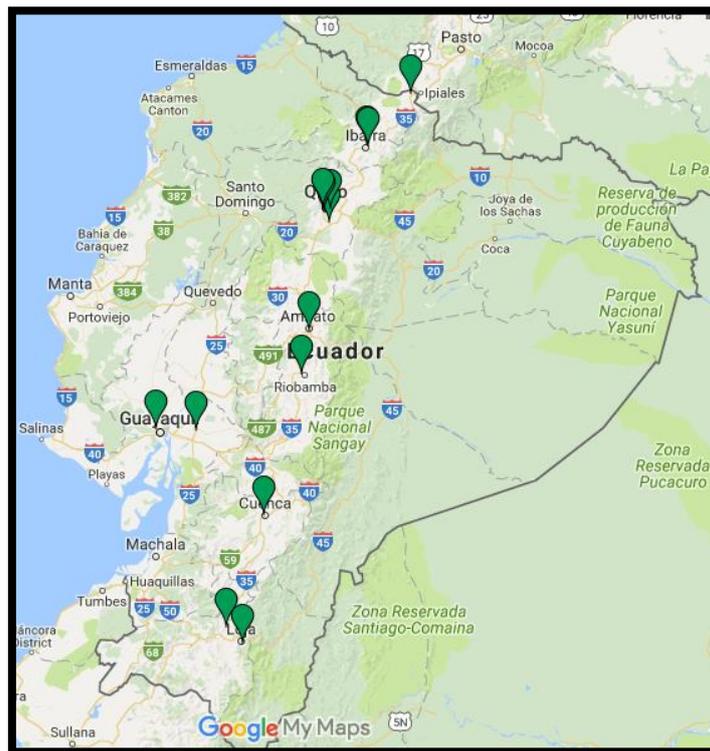
Fuente: [http://www.uma.es/media/tinyimages/img/image\\_681.gif](http://www.uma.es/media/tinyimages/img/image_681.gif)

### **2.10.1 EDUROAM EC**

Actualmente en Ecuador el servicio de EDUROAM se encuentra funcionando en la mayoría de instituciones pertenecientes a la red CEDIA, permitiendo a investigadores, docentes y estudiantes poder hacer uso de Internet con su usuario y contraseña perteneciente a su propia institución en cualquier otra con el servicio activo (Alba, 2014).

Las redes EDUROAM pertenecientes a las instituciones en el Ecuador son:

- EDUROAM ESPE
- EDUROAM UNL
- EDUROAM EPN
- EDUROAM USFQ
- EDUROAM ESPOCH
- EDUROAM UTN
- EDUROAM PUCESI
- EDUROAM UC
- EDUROAM UTA
- EDUROAM UTPL
- EDUROAM UPS
- EDUROAM UNEMI
- EDUROAM UPEC
- EDUROAM UTE
- EDUROAM FIEC.ESPOL



**Figura 21.** Ubicación del servicio EDUROAM en Ecuador  
Fuente: [goo.gl/MXM3uH](http://goo.gl/MXM3uH)

## 2.11 Wireless LAN Controller

En la actualidad el uso de redes inalámbricas es muy utilizado por todos y hace que esta tecnología crezca cada diariamente y está en constante mejoramiento, CISCO en función a esto ha desarrollado un concepto conocido como Red Inalámbrica Unificada (CUWN), que permite administrar y unificar redes inalámbricas a gran escala. El Controlador de Redes LAN conocido por sus siglas en inglés como WLC (Wireless LAN Controller), es la fuente central para el desarrollo de CUWN, permitiendo administrar estas redes desde un nodo centralizado (Cisco, 2015).

Todos los puntos de acceso o dispositivos inalámbricos en la red llamados Lightweight Access Point (LAPs), se registran en un nodo centralizado (WLC), y este hace un tunnel entre los paquetes de datos y administración WLCs, todas las

configuraciones se las realiza en su estación central y desde ahí se pueden observar todos los dispositivos conectados en la red (Cisco, 2015).

La Universidad Técnica del Norte cuenta actualmente con dos dispositivos WLC cisco 5508 y un software de gestión llamado Cisco Prime Infrastructure, detallados a continuación:

- **WLC Cisco 5508.** Este controlador posee un rendimiento fiable, es flexible y presenta servicios para una mejor gestión de los dispositivos inalámbricos en la red, además presenta características como voz y video para su interacción con el administrador (WLC, 2106).

Presenta un máximo rendimiento y escalabilidad por soportar hasta 500 puntos de accesibilidad y alrededor de 7000 conexiones, está diseñado para soportar 802.1n y 802.1ac.

Permite conectarse a la red desde entornos muy exigentes gracias a su alta intensidad y paso de obstáculos que este presenta, permite el paso para streaming de video constante y fiable.

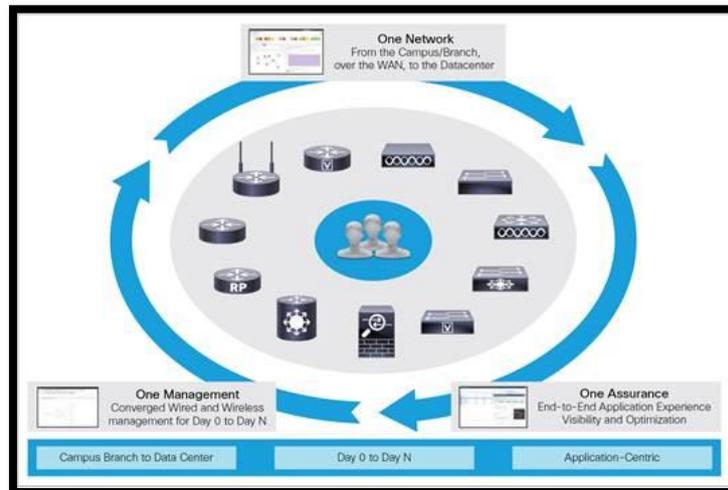


**Figura 22.** WLC Cisco 5508  
Fuente: [goo.gl/0nfCeD](https://goo.gl/0nfCeD)

- **Cisco Prime Infrastructure.** Es una herramienta que permite administrar todos los nodos inalámbricos en la red, haciendo que esta trabaje de manera

más eficiente y eficaz, logrando así niveles altos de rendimiento y disponibilidad (Prime, 2015).

Ofrece una plataforma gráfica que permite monitorear, asegurar y gestionar los servicios en la red, ayuda además a resolver problemas que puedan tener en el acceso los usuarios finales, maximizando el uso de los dispositivos.



**Figura 23.** Cisco Prime Infrastructure  
Fuente: [goo.gl/UyvJOL](http://goo.gl/UyvJOL)

## 2.12 Dispositivos Inalámbricos

Estos dispositivos permiten ampliar la cobertura para la conexión de una red inalámbrica (WLAN), para ello existen varios dispositivos que ayudan a que esto suceda entre ellos están:

- **NIC Inalámbricos.** Este adaptador de red inalámbrico permite comunicarse con varios dispositivos entre sí, además de compartir información entre ellos.
- **Puntos de Acceso.** Los Access Point (AP), son dispositivos que se encuentran conectados es un área o en una red inalámbrica, estos se encargan de autorizar a uno o a un grupo de usuarios la conexión en base a su configuración, con esto permite el acceso hacia el Internet.

- **Router Inalámbrico.** Este dispositivo permite la interconexión de varias redes inalámbricas, haciendo que la información viaje a través de estas de una manera correcta determinando según los datos que cada uno posee el mejor camino para que los paquetes lleguen a su destino.
- **Bridge Inalámbrico.** Permiten o son diseñados para conectar dos o más redes inalámbricas juntas, esta conexión se puede hacer punto a punto o desde un punto a múltiples puntos.
- **Antenas.** Estas permiten difundir una o varias redes inalámbricas a largas distancias a través de ondas electromagnéticas (Angel, 2013).

A continuación, se describen algunas características de los equipos actualmente utilizados dentro de la Universidad Técnica del Norte:

- **CISCO 3700.** Estos AP utilizan una onda 801.11ac, ofrece hasta 1,3 Gbps de velocidad, son utilizados principalmente para redes empresariales por el rendimiento que estos ofrecen, posee características como alta densidad y gran escalabilidad, brinda a los usuarios una cruz AP que reduce el ruido a la hora de acceder a este dispositivo, AP roaming que permite una conexión transparente entre varios dispositivos de la red, además permite en conexiones unificadas tener un máximo de 18000 puntos de acceso (AIRONET, 2017).



**Figura 24.** CISCO 3700  
Fuente: [goo.gl/OXaUPa](http://goo.gl/OXaUPa)

- **CISCO 1200.** Son utilizados para entornos de radiofrecuencia muy complicados, ofrecen versatilidad, alta capacidad, seguridad y muchas funciones de tipo empresarial, utiliza 802.g de una sola banda, permite además actualizar a 802.a /g, este producto posee una versión ligera o autónoma para permitir actualizaciones por parte del administrador (Series, 2014).



**Figura 25.** CISCO 1200  
Fuente: [goo.gl/7o2scC](http://goo.gl/7o2scC)

- **CISCO 1600.** La serie 1600 posee un gran rendimiento a bajo costo, posee una gran cobertura para redes que en su nivel de entrada tienen clientes mixtos, su tecnología está basado en 802.11n de entrada múltiple y salida múltiple (MIMO), es ideal para pequeñas y medianas empresas, además

posee una gestión de recursos de radio (RRM), es escalable y permite una configuración rápida y sencilla en todos sus puntos de acceso (Series, 2014).



**Figura 26.** CISCO Aironet 1600  
Fuente: [goo.gl/S3TlxB](http://goo.gl/S3TlxB)

- **CISCO 1500.** Este AP funciona de forma outdoor, es decir es un dispositivo que trabaja al aire libre, para exteriores, se basa en la tecnología 802.11n y crea un punto de auto-curación con optimización en el impacto de una red inalámbrica, es flexible, escalable y un alto rendimiento creado para trabajar en áreas metropolitanas de gran tamaño, es compatible con múltiples servicios entre ellos movilidad a tiempo real, videovigilancia, generaciones 4G de acceso Wi-Fi entre otros (Outdoor, 2016).



**Figura 27.** CISCO Aironet 1500  
Fuente: [goo.gl/cq7jdX](http://goo.gl/cq7jdX)

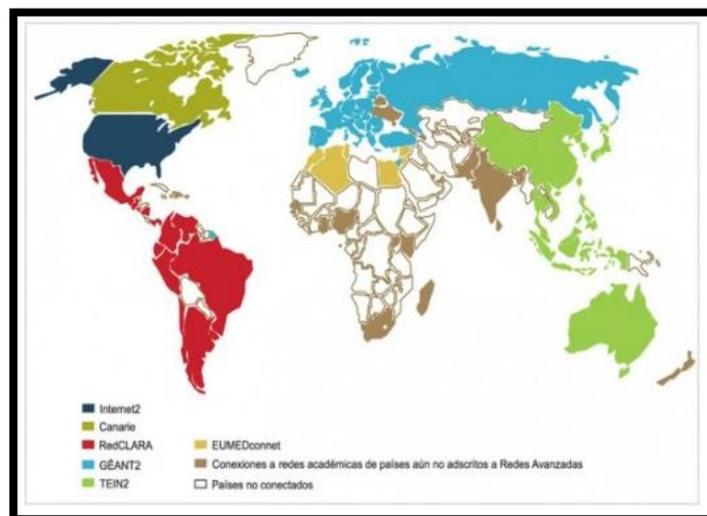


## CAPITULO III: SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED EDUROAM EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE Y MIGRACIÓN DE ÉSTA A IPV6

### 3.1 Situación Actual CEDIA

Para poder describir la situación actual de la Red CEDIA se analizó los siguientes parámetros:

- **Estructura Internacional de la Red.** Red CEDIA se encuentra dentro de la Red CLARA (Cooperación Latinoamericana de Redes Avanzadas), y ésta a su vez está conectada con el resto de redes avanzadas en el mundo como son Internet2 (I2) oUCAID (University Corporation for Advanced Internet Development), Canarie(Canadian Network for the Advancement of Research, Industry and Education), GEANT2(Europa), TEIN2(Trans-Eurasia Information Network), EUMEDconnect y otras conexiones a redes académicas de países aun no adscritos a Redes Avanzadas.



**Figura 28.** Redes Avanzadas a nivel mundial  
Fuente:

- Estructura Nacional de la Red CEDIA.** Esta red en el Ecuador parte de dos puntos o nodos principales uno se encuentra ubicado en la ciudad de Quito y el otro en la ciudad de Guayaquil, estos puntos fueron situados de forma estratégica para poder comunicar a todas las universidades del país. El proveedor de servicios contratado por CEDIA para la interconexión de las instituciones afines a esta es TELCONET.



**Figura 29.** Conexión Miembros CEDIA

Fuente: [goo.gl/A1fSKS](http://goo.gl/A1fSKS)

- Análisis de la Estructura Física y Lógica.** Para mayor confiabilidad en la transición de información y disponibilidad de los recursos y servicios que brinda la Red CEDIA a nivel nacional, el equipamiento de alto rendimiento que ésta utiliza es de marca CISCO, su enlace principal a la RedClara está conectado en un switch de borde Catalyst 6500T, en la provincia de Loja. El 99.9% de la interconexión de las instituciones del país son a través de dos enlaces o arterias principales Quito-Guayaquil, una es vía Costa y la otra Vía Sierra. La Figura 30 muestra la topología Lógica y Física de la red CEDIA.

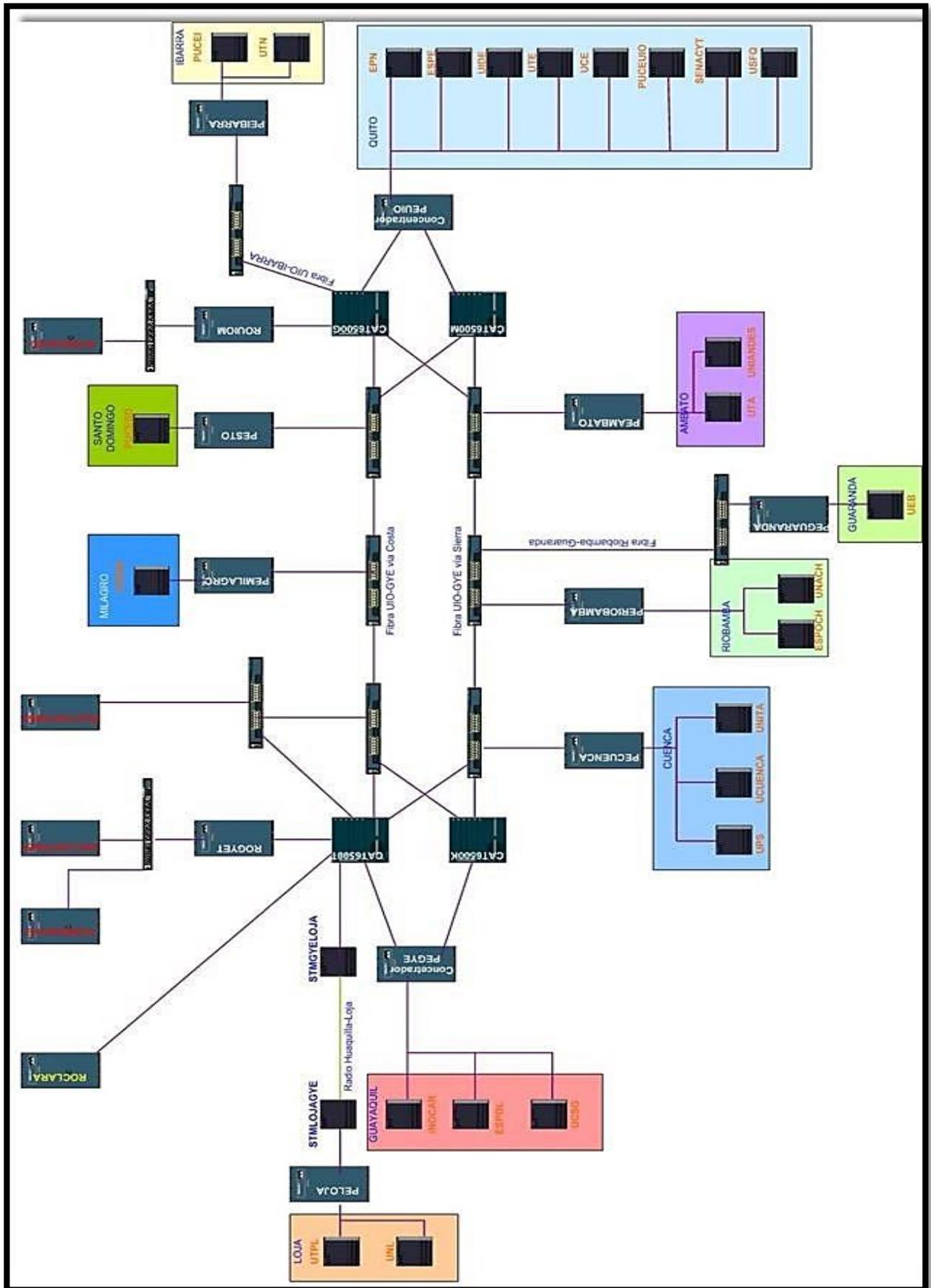
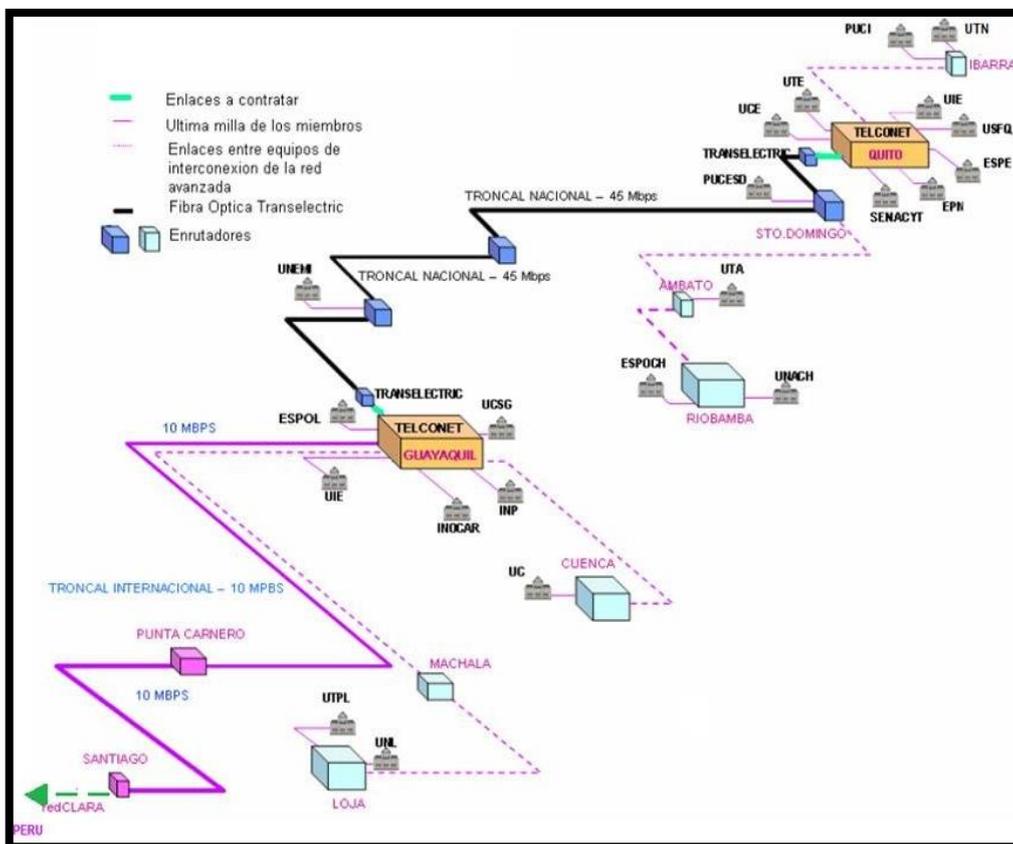


Figura 30. Topología Física y Lógica red CEDIA  
Fuente: goo.gl/Ui2hD2

- **Análisis de la Estructura EDUROAM Nacional.** En el capítulo II del presente proyecto, se hizo un análisis de las instituciones que ya tienen en funcionamiento la red EDUROAM, en la Figura 31 se muestra cómo es la conexión de estas instituciones y el medio de comunicación entre ellos.



**Figura 31.** Interconexión EDUROAM a nivel Nacional

Fuente: [goo.gl/yHF97T](http://goo.gl/yHF97T)

- **Análisis de la Estructura EDUROAM-UTN.** El servidor EDUROAM se encuentra ubicado en el datacenter principal de la Universidad Técnica del norte, este se encuentra en el Departamento de Informática (DDTI), en el Edificio Central, este a su vez está conectado a un Wireless LAN Controller para ofrecer el servicio a todos los usuarios dentro del campus universitario. En la Figura 33 podremos observar en la topología física de la Universidad Técnica del Norte la Ubicación del servidor EDUROAM.

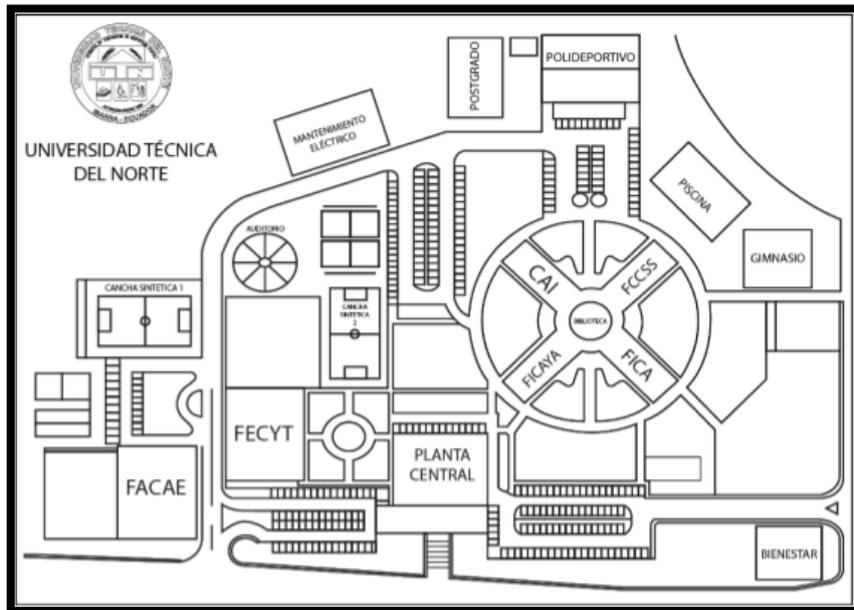
## 3.2 Análisis de la Red Inalámbrica

### 3.2.1 Infraestructura

El campus principal de la Universidad Técnica del Norte consta de varios edificios como son:

- FICA (Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas)
- FICAYA (Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales)
- FACAE (Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas)
- FECYT (Facultad de Educación Ciencia y Tecnología)
- FCSALUD (Facultad de Ciencias de la Salud)
- CAI (Centro Académico de Idiomas)
- Biblioteca
- Edificio Central
- Instituto de Postgrado
- Bienestar Universitario
- Mantenimiento Eléctrico
- Polideportivo
- Complejo Acuático
- Auditorio Agustín Cueva
- Gimnasio

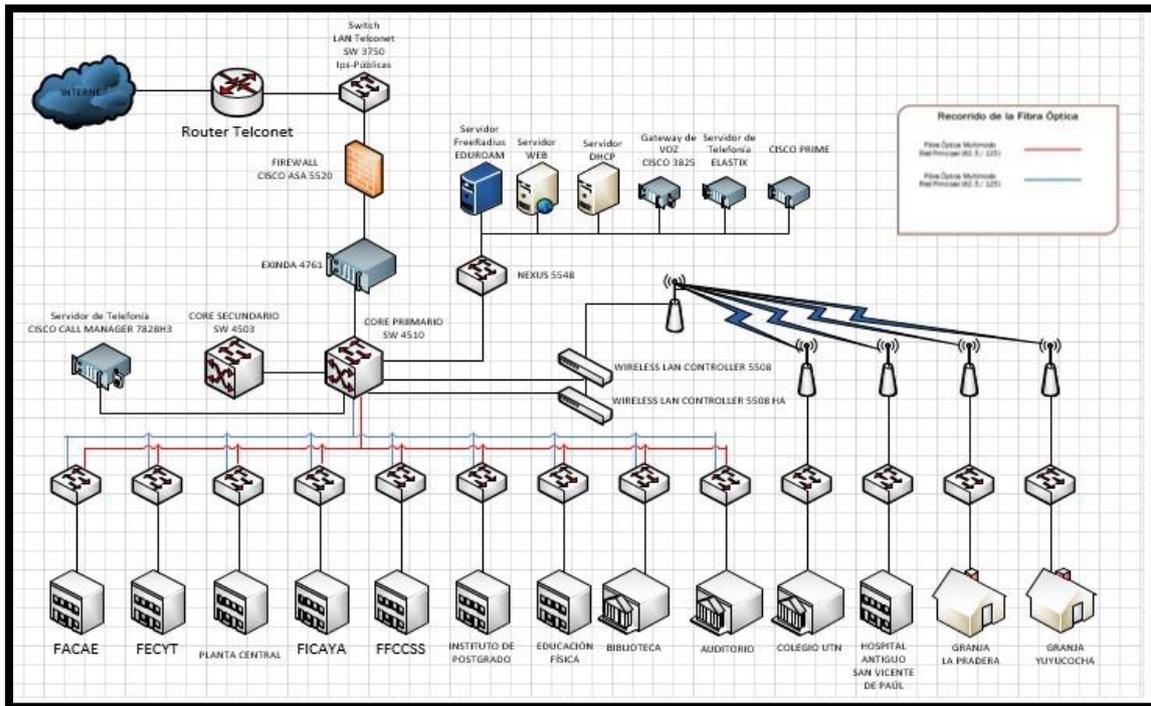
Los edificios anteriormente mencionados y su distribución dentro del Campus Universitario se muestran en la Figura 32.



**Figura 32.** Infraestructura del Campus de la Universidad Técnica del Norte  
Fuente: Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático (2017)

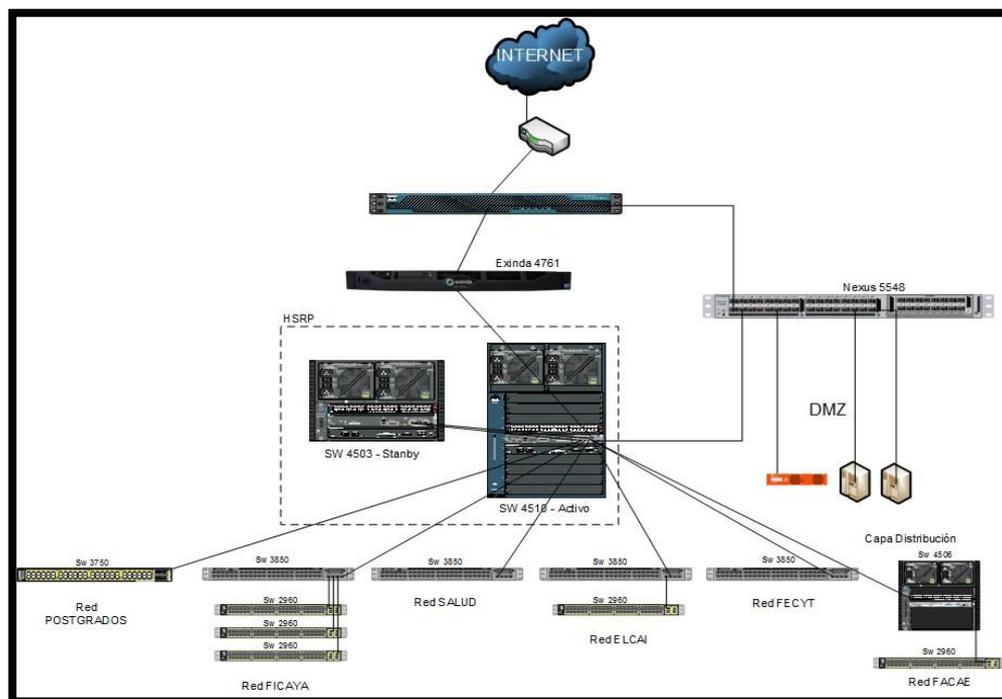
En lo que respecta a la red de la Universidad Técnica del Norte, esta se centraliza en el Edificio Central, todos los equipos están ubicados en el Data Center del Departamento de Tecnologías, donde de modo jerárquico se distribuye la red al resto de edificios dentro y fuera del Campus universitario.

La Figura 33 muestra la topología de red de la Universidad, en ella se observa su distribución dentro y fuera de la misma.



**Figura 33.** Topología de Red de la Universidad Técnica del Norte  
Fuente: Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático (2017)

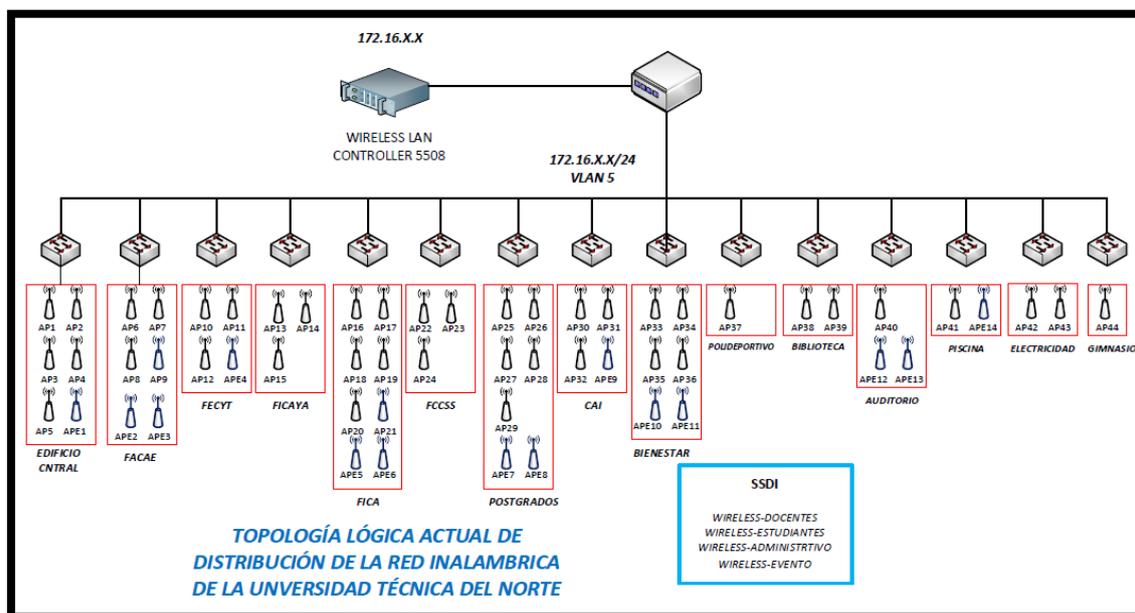
En la Figura 34 se observa la distribución física de Equipos desde el Centro de Datos principal hacia los racks de las diferentes facultades dentro del Campus Universitario.



**Figura 34.** Distribución Física Red UTN  
Fuente: Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático (2017)

La Universidad Técnica del Norte para difundir sus redes inalámbricas, actualmente cuenta con 99 puntos de acceso interiores y 16 exteriores, de los cuales 61 APs interiores son CISCO 3700, 32 son CISCO 1200, 6 son CISCO 1600 y para los puntos exteriores se están utilizando CISCO 1500.

En la Figura 35 podemos ver la distribución física y lógica de la red Inalámbrica de la Universidad Técnica del Norte.



**Figura 35.** Topología Física y lógica de la Red Inalámbrica  
Fuente: Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático (2017)

Por la distribución de los AP la distribución del servicio EDUROAM se realizará dentro del Campus Principal de la Universidad Técnica del Norte, que consta de los edificios Central, FACAE, FICA, FEYCYT, FICAYA, FCCSS, Postgrados, Bienestar Universitario, Auditorio, Gimnasio, Piscina, Polideportivo.

Las tablas 4 a la 19, muestran como es la distribución de los puntos de acceso inalámbricos dentro de la universidad:

- **Edificio Central**

**Tabla 4.** Distribución Access Point Edificio Central

# AP	Edificio	Nombre AP
1	Central	AP-CENTRAL-PB-DDTI
2	Central	AP-CENTRAL-PB-I-AB
3	Central	AP-CENTRAL-PB-I-V
4	Central	AP-CENTRAL-PA1-D
5	Central	AP-CENTRAL-PA1-I
6	Central	AP-CENTRAL-PA2-D
7	Central	AP-CENTRAL-PA2-D-P
8	Central	AP-CENTRAL-PA2-I
9	Central	AP-CENTRAL-PA3-D
10	Central	AP-CENTRAL-PA3-I
11	Central	AP-CENTRAL-PA4-D
12	Central	AP-CENTRAL-PA4-I

**Fuente:** Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático (2017)

- **FACAE**

**Tabla 5.** Distribución Access Point FACAE

# AP	Edificio	Nombre AP
13	FACAE	AP-FACAE-PB-I
14	FACAE	AP-FACAE-PB-D
15	FACAE	AP-FACAE-PB-C
16	FACAE	AP-FACAE-PA1-D
17	FACAE	AP-FACAE-PA1-I
18	FACAE	AP-FACAE-PA2-D
19	FACAE	AP-FACAE-PA2-I
20	FACAE	AP-FACAE-PA3-D
21	FACAE	AP-FACAE-PA3-I
22	FACAE	AP-FACAE-PA4

**Fuente:** Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático (2017)

- **FECYT**

**Tabla 6.** Distribución Access Point FECYT

# AP	Edificio	Nombre AP
23	FECYT	AP-FECYT-PB-D
24	FECYT	AP-FECYT-PB-I
25	FECYT	AP-FECYT-PA1-D
26	FECYT	AP-FECYT-PA1-I
27	FECYT	AP-FECYT-PA2-D
28	FECYT	AP-FECYT-PA2-I
29	FECYT	AP-FECYT-PA3-D

30	FECYT	AP-FECYT-PA3-I
31	FECYT	AP-FECYT-PA4

**Fuente:** Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático (2017)

- **FICAYA**

**Tabla 7.** Distribución Access Point FYCAYA

# AP	Edificio	Nombre AP
32	FICAYA	AP-FICAYA-PB-I
33	FICAYA	AP-FICAYA-PA1-D
34	FICAYA	AP-FICAYA-PA1-I
35	FICAYA	AP-FICAYA-PA2-D
36	FICAYA	AP-FICAYA-PA2-I
37	FICAYA	AP-FICAYA-PA3-D
38	FICAYA	AP-FICAYA-PA3-I
39	FICAYA	AP-FICAYA-PA4

**Fuente:** Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático (2017)

- **FICA**

**Tabla 8.** Distribución Access Point FICA

# AP	Edificio	Nombre AP
40	FICA	AP-FICA-PB-D
41	FICA	AP-FICA-PA1-I
42	FICA	AP-FICA-PA2-D
43	FICA	AP-FICA-PA3-I
44	FICA	AP-FICA-PA4-D
45	FICA	AP-FICA-PA4-I

**Fuente:** Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático (2017)

- **FCCSS**

**Tabla 9.** Distribución Access Point FCCSS

# AP	Edificio	Nombre AP
46	FCCSS	AP-FCCSS-PB-D
47	FCCSS	AP-FCCSS-PB-I
48	FCCSS	AP-FCCSS-PA1-D
49	FCCSS	AP-FCCSS-PA1-I
50	FCCSS	AP-FCCSS-PA2-D
51	FCCSS	AP-FCCSS-PA2-I
52	FCCSS	AP-FCCSS-PA3-D
53	FCCSS	AP-FCCSS-PA3-I
54	FCCSS	AP-FCCSS-PA4-D

**Fuente:** Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático (2017)

- **Postgrados**

**Tabla 10.** Distribución Access Point Edificio Postgrados

# AP	Edificio	Nombre AP
55	Postgrados	AP-POSTGRADO-AU-D
56	Postgrados	AP-POSTGRADO-AU-I
57	Postgrados	AP-POSTGRADO-PB-CUBI
58	Postgrados	AP-POSTGRADO-PB-PASILLO
59	Postgrados	AP-POSTGRADO-PA1-D
60	Postgrados	AP-POSTGRADO-PA1-I
61	Postgrados	AP-POSTGRADO-PA2-D
62	Postgrados	AP-POSTGRADO-PA2-I

**Fuente:** Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático (2017)

- **Centro Académico de Idiomas**

**Tabla 11.** Distribución Access Point CAI

# AP	Edificio	Nombre AP
63	CAI	AP-CAI-PB-I
64	CAI	AP-CAI-PB-D
65	CAI	AP-CAI-PA1-D
66	CAI	AP-CAI-PA1-I
67	CAI	AP-CAI-PA2-D
68	CAI	AP-CAI-PA2-I
69	CAI	AP-CAI-PA3-D
70	CAI	AP-CAI-PA3-I
71	CAI	AP-CAI-PA4-D
72	CAI	AP-CAI-PA4-I

**Fuente:** Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático (2017)

- **Bienestar Universitario**

**Tabla 12.** Distribución Access Point Bienestar Universitario

# AP	Edificio	Nombre AP
73	Bienestar	AP-BIENESTAR-PB-D
74	Bienestar	AP-BIENESTAR-PB-I
75	Bienestar	AP-BIENESTAR-PA1-D
76	Bienestar	AP-BIENESTAR-PA1-I
77	Bienestar	AP-BIENESTAR-PA2-D
78	Bienestar	AP-BIENESTAR-PA2-I
79	Bienestar	AP-BIENESTAR-PA3-D
80	Bienestar	AP-BIENESTAR-PA3-I

**Fuente:** Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático (2017)

- **Mantenimiento Eléctrico**

**Tabla 13.** Distribución Access Point Mantenimiento Eléctrico

# AP	Edificio	Nombre AP
81	Mantenimiento	AP-ELECTRICIDAD-MECANICA
82	Mantenimiento	AP-ELECTRICIDAD-PASILLO

**Fuente:** Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático (2017)

- **Auditorio**

**Tabla 14.** Distribución Access Point Auditorio

# AP	Edificio	Nombre AP
83	Auditorio	AP-AUDITORIO-I

**Fuente:** Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático (2017)

- **Polideportivo**

**Tabla 15.** Distribución Access Point Polideportivo

# AP	Edificio	Nombre AP
84	Polideportivo	AP-POLIDEPORTIVO-CB-D
85	Polideportivo	AP-POLIDEORTIVO-DANZA
86	Polideportivo	AP-POLIDEPORTIVO-PB
87	Polideportivo	AP-POLIDEPORTIVO-SNNA
88	Polideportivo	AP-POLIDEPORTIVO-PA1

**Fuente:** Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático (2017)

- **Piscina**

**Tabla 16.** Distribución Access Point Edificio Piscina

# AP	Edificio	Nombre AP
89	Piscina	AP-PISCINA-INTERIOR

**Fuente:** Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático (2017)

- **Biblioteca**

**Tabla 17.** Distribución Access Point Biblioteca

# AP	Edificio	Nombre AP
90	Biblioteca	AP-BIBLIOTECA-PB

91	Biblioteca	AP-BIBLIOTECA-PA1-I
92	Biblioteca	AP-BIBLIOTECA-PA1-D
93	Biblioteca	AP-BIBLIOTECA-PA1-H
94	Biblioteca	AP-BIBLIOTECA-PA2-R
95	Biblioteca	AP-BIBLIOTECA-PA2
96	Biblioteca	AP-AUDITORIO-D
97	Biblioteca	AP-POLIDEPORTIVO-CB-I
98	Biblioteca	AP-FICAYA-PB-D

Fuente: Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático (2017)

- **Gimnasio**

**Tabla 18.** Distribución Access Point Gimnasio

# AP	Edificio	Nombre AP
99	Gimnasio	AP-GIMNASIO-PA1

Fuente: Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático (2017)

- **Puntos de Acceso Exteriores**

**Tabla 19.** Distribución Access Point Exteriores

# AP	Edificio	Nombre AP
100	Exterior	AP-EXTERIOR-POST-PISCINA
101	Exterior	AP-EXTERIOR-FACAE-PARQUE
102	Exterior	AP-EXTERIOR-FICA-FICAYA
103	Exterior	AP-EXTERIOR-FICA
104	Exterior	AP-EXTERIOR-FACAE-PARQUEADERO
105	Exterior	AP-EXTERIOR-AUDITORIO CANCHAS
106	Exterior	AP-EXTERIOR-FACAE-GRADAS
107	Exterior	AP-EXTERIOR-AUDITORIO-PLAZA
108	Exterior	AP-EXTERIOR-POST-PARQUE
109	Exterior	AP-EXTERIOR-FICA/FCCSS
110	Exterior	AP-EXTERIOR-ENTRADA-NORTE-D
111	Exterior	AP-EXTERIOR-ENTRADA-NORTE-I
112	Exterior	AP-EXTERIOR-CENTRAL
113	Exterior	AP-EXTERIOR-FECYT
114	Exterior	AP-EXTERIOR-CAI/FICAYA
115	Exterior	AP-EXTERIOR-PISCINA

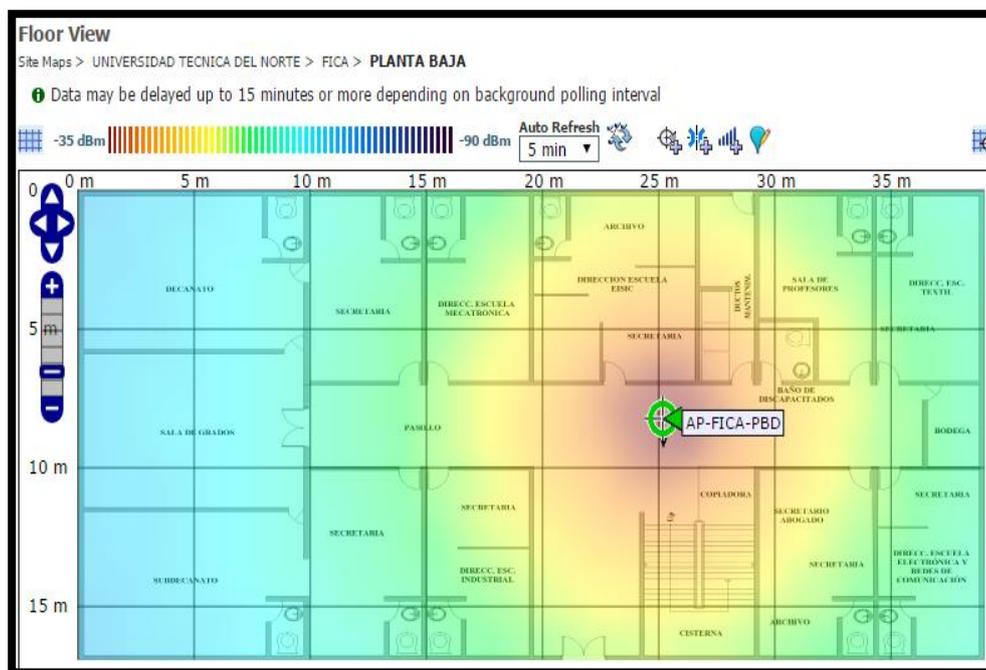
Fuente: Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático (2017)

### 3.2.2 Cobertura

A continuación, se detallan un estudio de la cobertura y del nivel de potencia, de los dispositivos inalámbricos dentro de la Universidad, tanto en Access point internos como externos:

- **Facultad de ingeniería en Ciencias Aplicadas (FICA)**

La Figura 36, muestra la cobertura del primer piso de la Facultad y el nivel de potencia de los equipos, los siguientes pisos de la facultad se podrán observar en el Anexo A

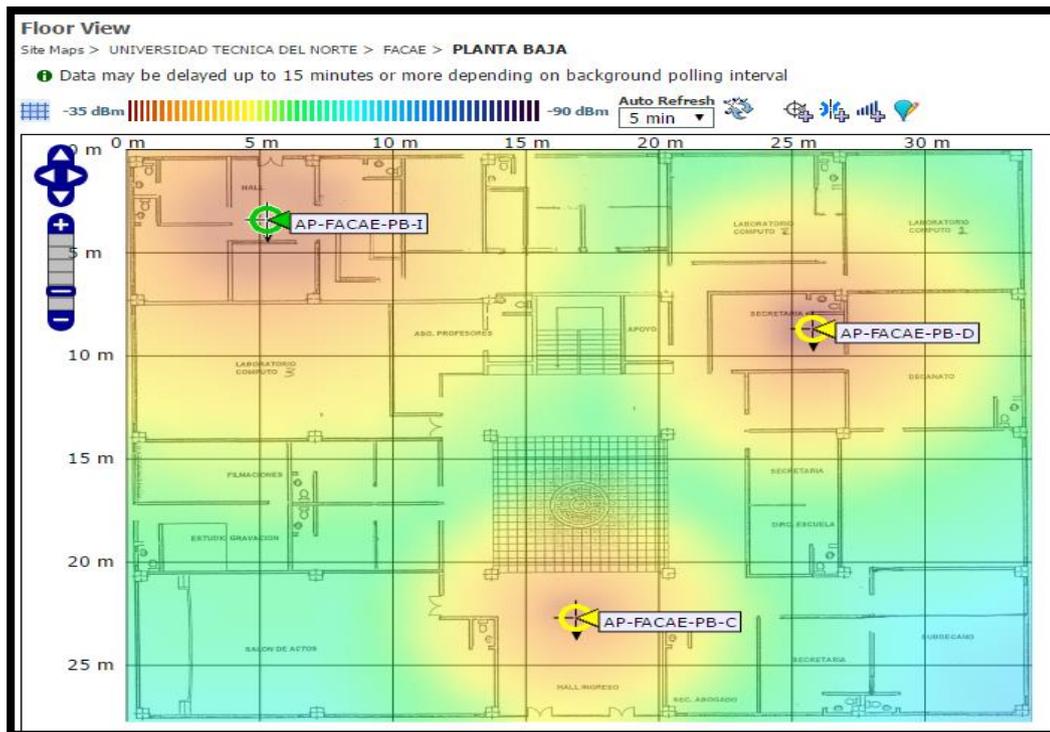


*Figura 36. Cobertura Planta Baja Edificio FICA*

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: Cisco Prime Infrastructure 2.2

- **Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas (FACAE)**

La Figura 37, muestra la cobertura del primer piso de la Facultad y el nivel de potencia de los equipos, los siguientes pisos de la facultad se podrán observar en el Anexo A

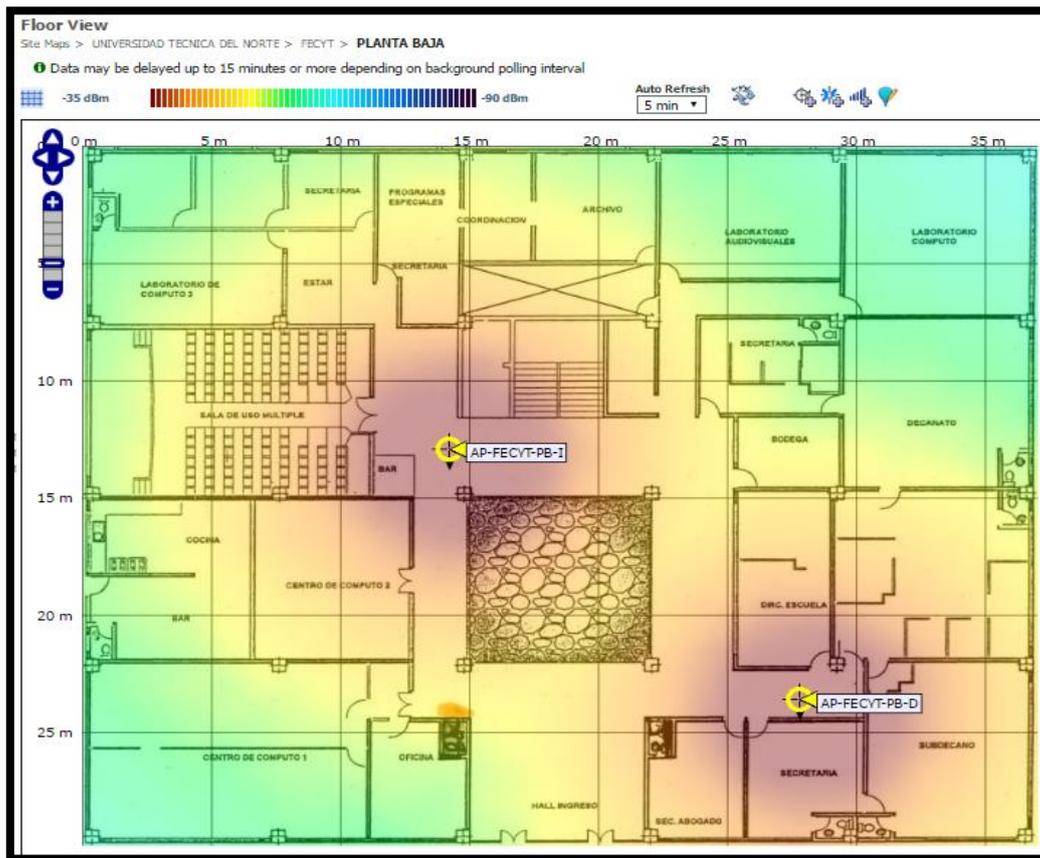


**Figura 37.** Cobertura Planta Baja Edificio FACAE

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: Cisco Prime Infrastructure 2.2

- **Facultad de Educación Ciencia y Tecnología (FECYT)**

La Figura 38, muestra la cobertura del primer piso de la Facultad y el nivel de potencia de los equipos, los siguientes pisos de la facultad se podrán observar en el Anexo A



**Figura 38.** Cobertura Planta Baja Edificio FECYT

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*

- **Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA)**

La Figura 39, muestra la cobertura del primer piso de la Facultad y el nivel de potencia de los equipos, los siguientes pisos de la facultad se podrán observar en el Anexo A



**Figura 39.** Cobertura Planta Baja Edificio FICAYA

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*

- **Facultad de Ciencias de la Salud (FCSALUD)**

La Figura 40, muestra la cobertura del primer piso de la Facultad y el nivel de potencia de los equipos, los siguientes pisos de la facultad se podrán observar en el Anexo A

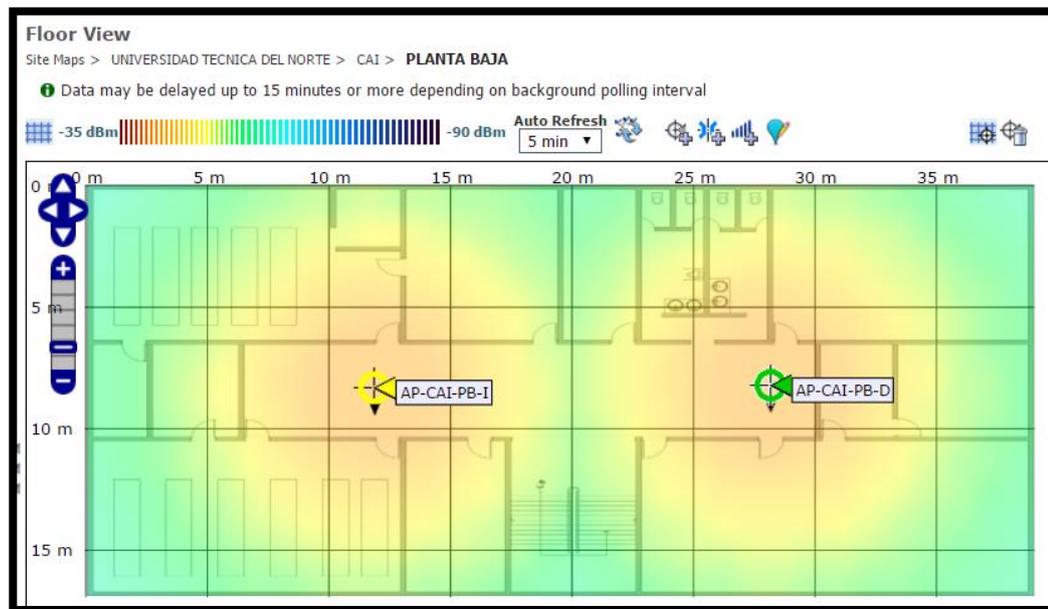


**Figura 40.** Cobertura Planta Baja Edificio FCSALUD

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*

- **Centro Académico de Idiomas (CAI)**

La Figura 41, muestra la cobertura del primer piso del Edificio y el nivel de potencia de los equipos, los siguientes pisos de la facultad se podrán observar en el Anexo A



**Figura 41.** Cobertura Planta Baja Edificio CAI

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*

- **Edificio de Postgrados**

La Figura 42, muestra la cobertura del primer piso del Edificio y el nivel de potencia de los equipos, los siguientes pisos de la facultad se podrán observar en el Anexo A

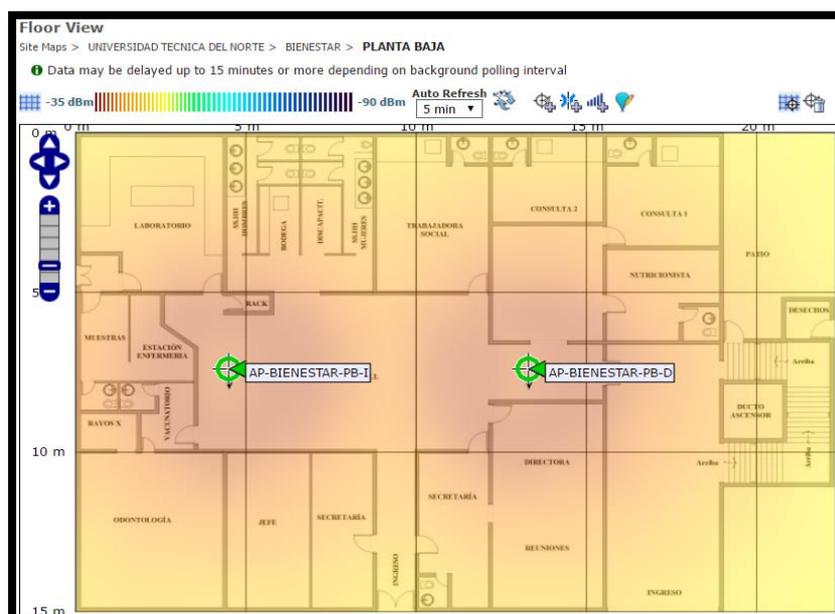


**Figura 42.** Cobertura Planta Baja Edificio POSTGRADO

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*

- **Edificio de Bienestar Universitario**

La Figura 43, muestra la cobertura del primer piso del Edificio y el nivel de potencia de los equipos, los siguientes pisos de la facultad se podrán observar en el Anexo A

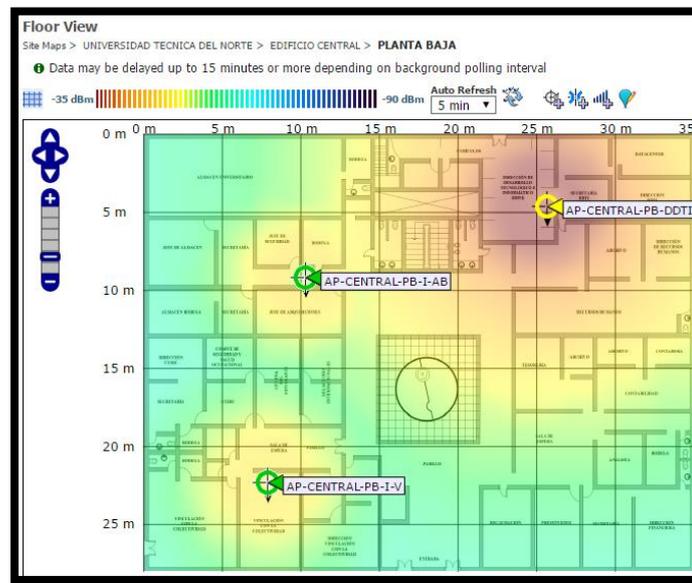


**Figura 43.** Cobertura Planta Baja Edificio BIENESTAR

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*

- **Edificio Central**

La Figura 44, muestra la cobertura del primer piso del Edificio y el nivel de potencia de los equipos, los siguientes pisos de la facultad se podrán observar en el Anexo A

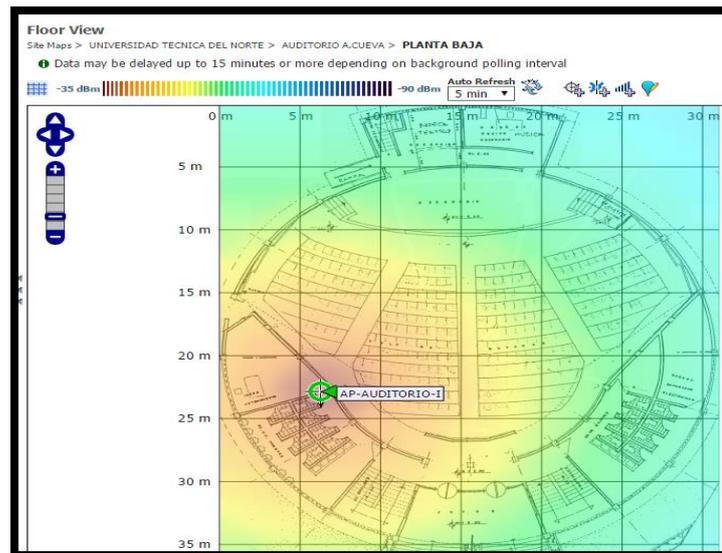


**Figura 44.** Cobertura Planta Baja Edificio Central

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*

- **Auditorio Agustín Cueva**

La Figura 45, muestra la cobertura del Auditorio Agustín Cueva y el nivel de potencia de los equipos.

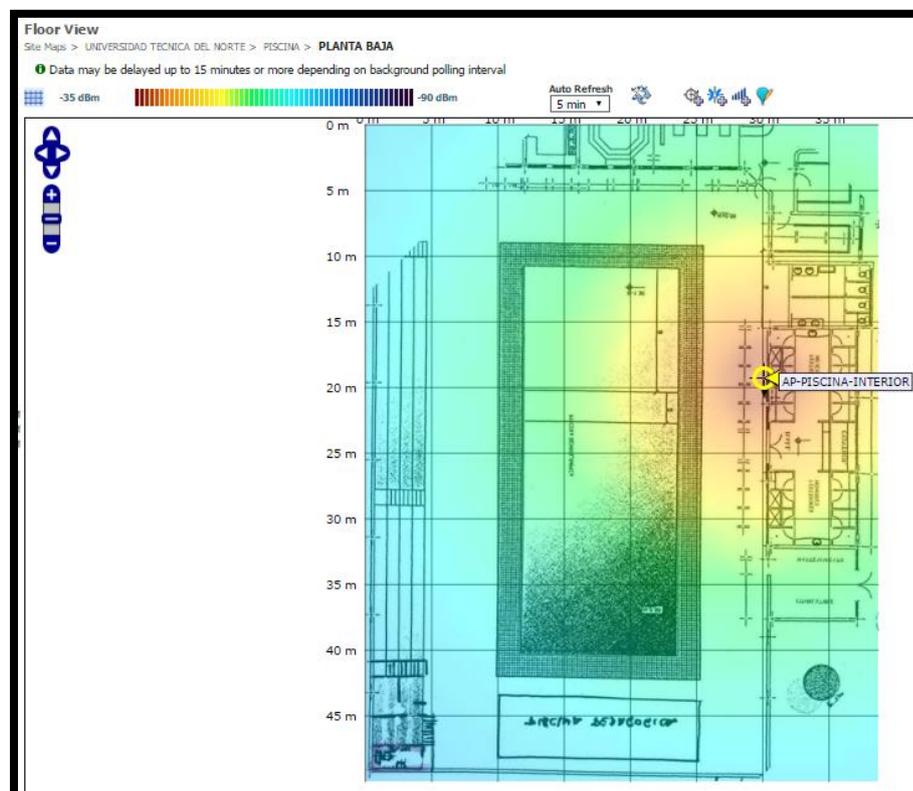


**Figura 45.** Cobertura Planta Baja Edificio AUDITORIO

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*

- **Piscina**

En la figura 46, se muestra la cobertura de los puntos de acceso en la piscina y el nivel de potencia de sus equipos.

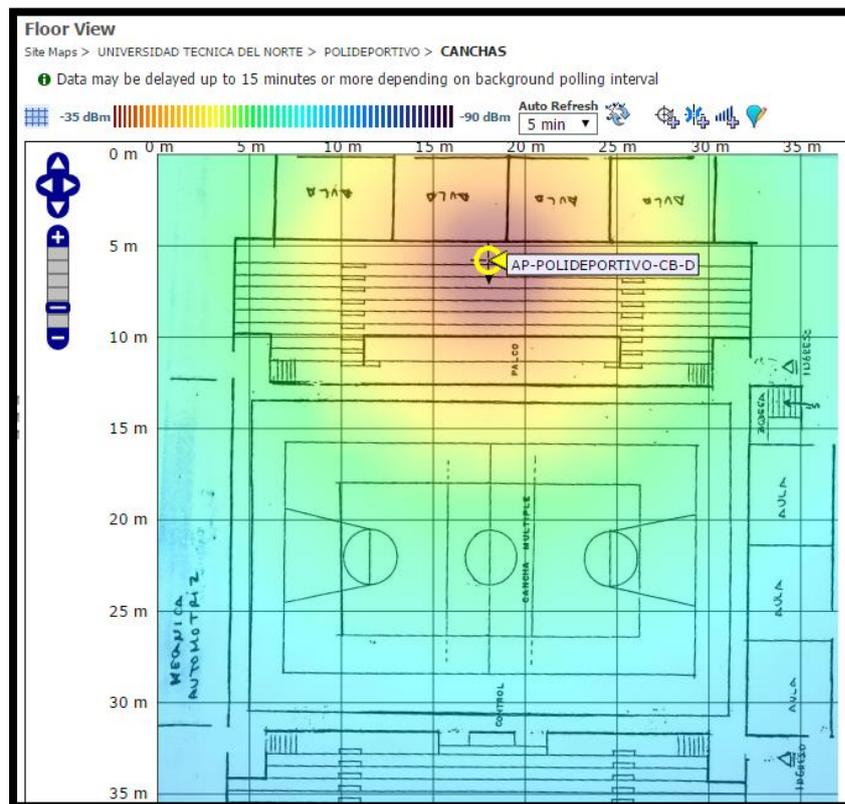


**Figura 46.** Cobertura Edificio PISCINA

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*

- **Polideportivo**

La Figura 47, muestra la cobertura del primer piso del Edificio y el nivel de potencia de los equipos, los siguientes pisos de la facultad se podrán observar en el Anexo A

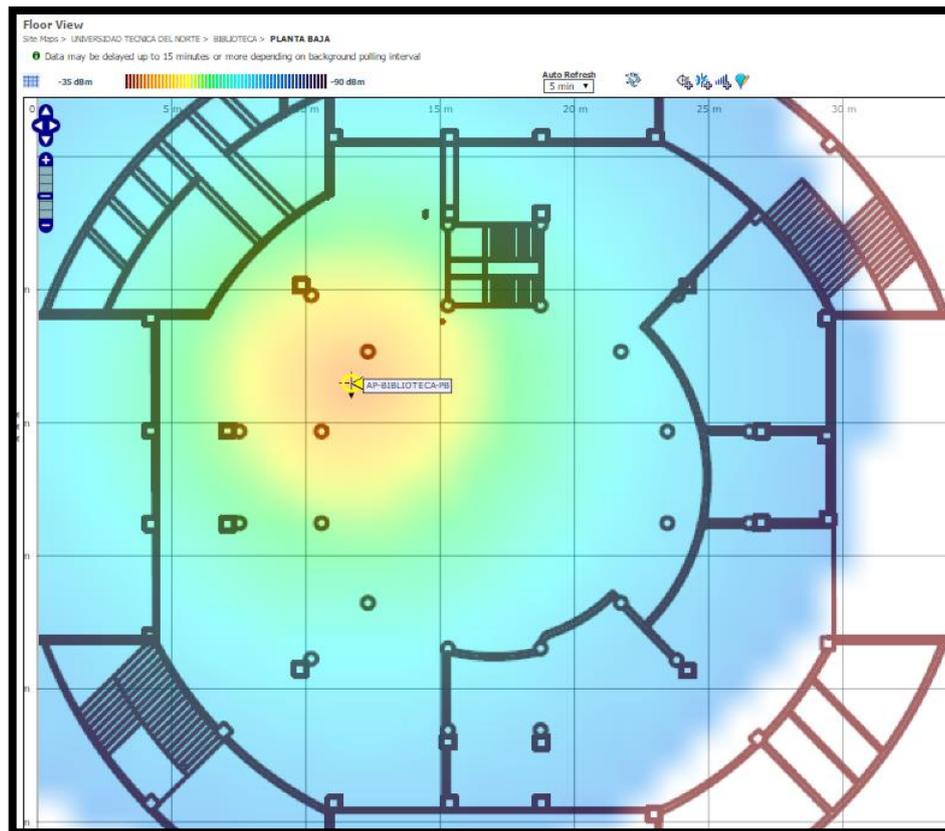


**Figura 47.** Cobertura Cancha Edificio POLIDEPORTIVO

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*

- **Biblioteca**

La Figura 48, muestra la cobertura del primer piso del Edificio y el nivel de potencia de los equipos, los siguientes pisos de la facultad se podrán observar en el Anexo A

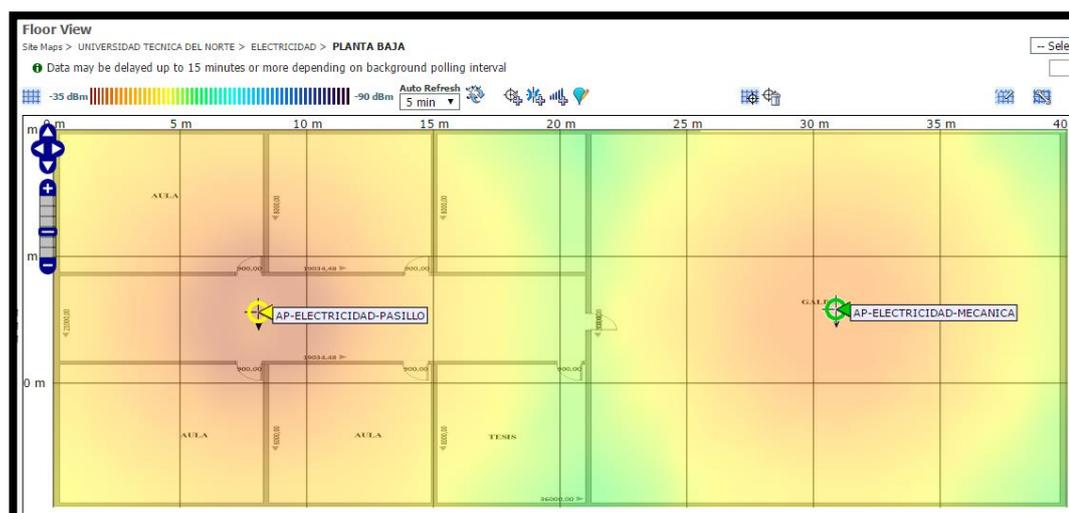


**Figura 48.** Cobertura Planta Baja BIBLIOTECA

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: Cisco Prime Infrastructure 2.2

- **Edificio de Electricidad**

En la Figura 49, se muestra la cobertura y el nivel de potencia de los puntos de acceso en el Edificio.

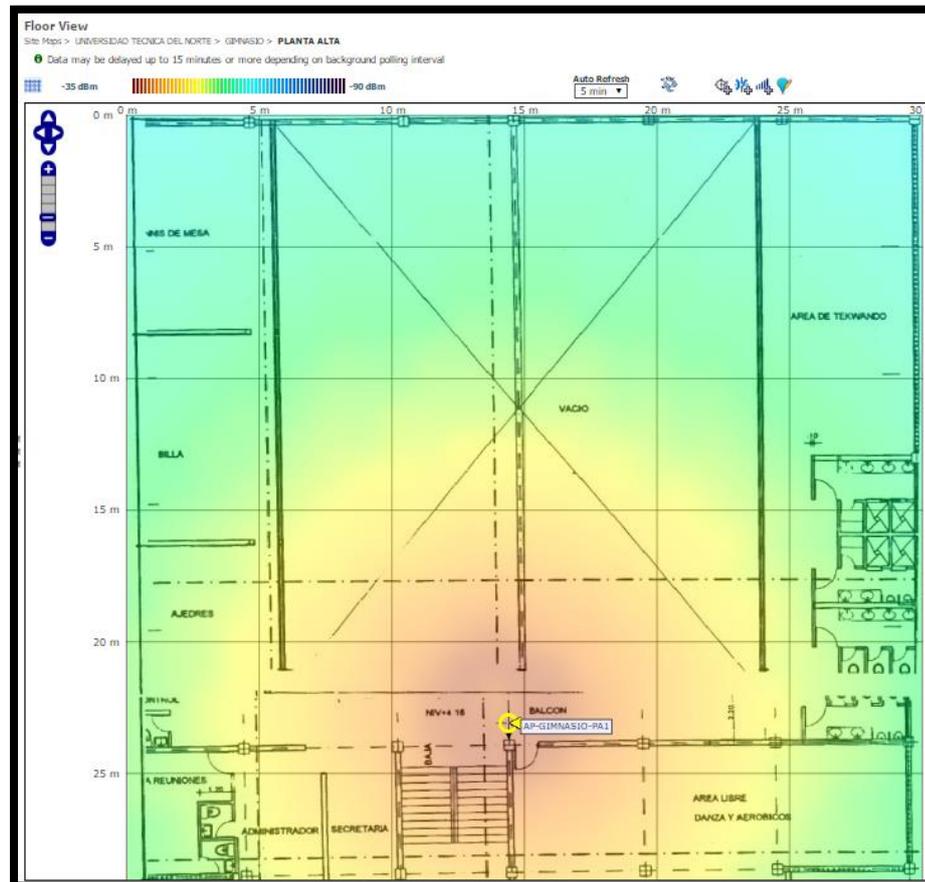


**Figura 49.** Cobertura Planta Baja Electricidad

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: Cisco Prime Infrastructure 2.2

- **Gimnasio**

En la Figura 50, se muestra la cobertura y el nivel de potencia de los puntos de acceso en el gimnasio.

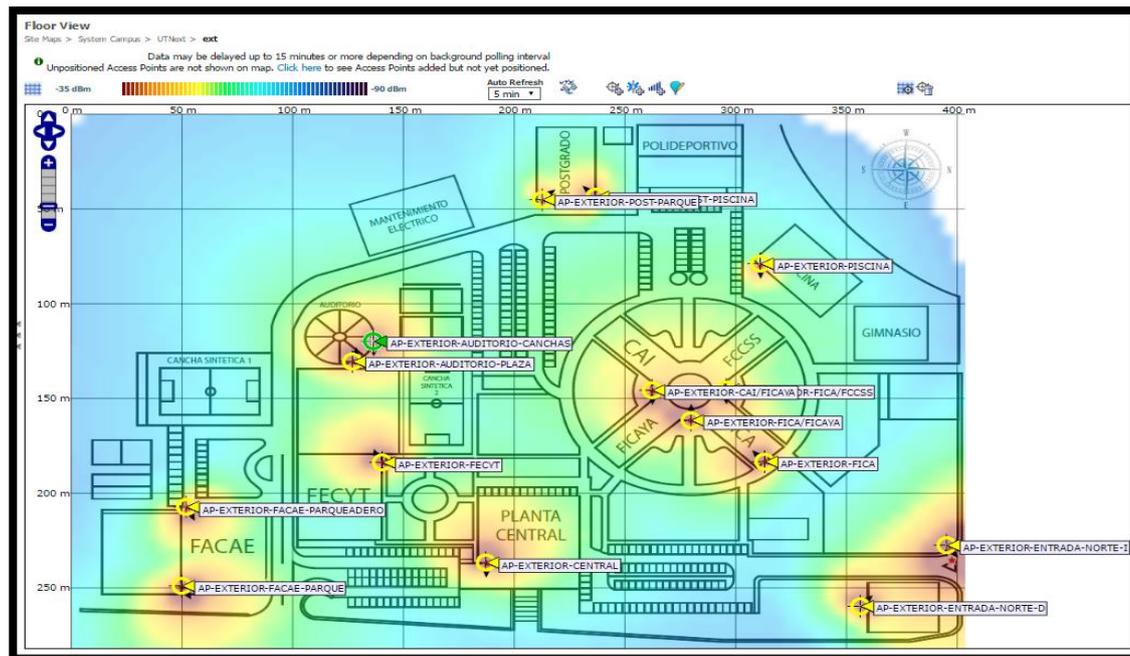


**Figura 50.** Cobertura Edificio GIMNASIO

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*

- **Puntos Exteriores**

En la Figura 51, se muestra la cobertura y el nivel de potencia de los puntos de acceso externos.



**Figura 51.** Cobertura de APs exteriores

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*

### 3.2.3 Conectividad

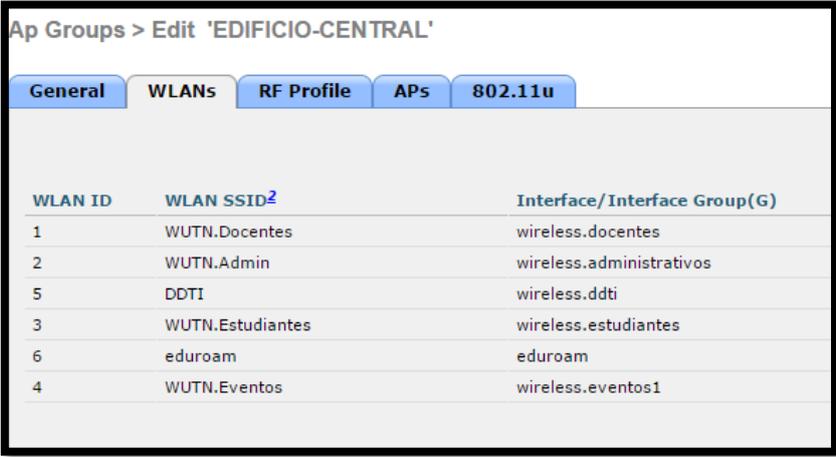
#### 3.2.3.1 SSID

Dentro del campus Universitarios se manejan varias redes inalámbricas que tiene cada uno, un uso específico, a continuación, se detallan estas:

- **Wireless Administrativos.** Esta red es para uso exclusivo del personal administrativo de la universidad, su nombre o SSID es “WUTN Admin”, esta red está protegido con autenticación MAC y una contraseña para su uso.
- **Wireless Docentes.** Esta red inalámbrica es para uso exclusivo del personal docente de la universidad, su nombre propagado o SSID es “WUTN Docentes”, esta al igual que la red de Administrativos también tiene un nivel de seguridad empleando autenticación MAC y una contraseña para poder hacer uso de la misma.

- **Wireless Eventos.** Esta red es exclusiva para eventos que se realicen dentro del campus universitarios, estos pueden ser conferencias, charlas informativas, encuentro de semilleros entre otros realizados por la universidad y por los diferentes clubes que hay en la misma, su nombre o SSID es “WUTN Eventos”, para poder acceder a esta red solamente se necesita saber su contraseña, además esta red solo se propaga en los diferentes auditorios y en lugares donde se realice el evento.
- **Wireless Estudiantes.** El uso exclusivo de esta red es para los estudiantes dentro del campus universitario, para poder acceder a esta red es necesario saber su contraseña, el nombre que se propaga o SSID es “WUTN Estudiantes”.
- **Wireless Eduroam.** Esta red es para uso exclusivo de todo el personal de la Universidad Técnica del Norte, tanto administrativos, docentes y estudiantes, para poder autenticarse en esta red necesita conocer su correo institucional y su contraseña, el nombre o SSID es “EDUROAM”

Las distribuciones de los SSID se muestran en las siguientes Figuras:



WLAN ID	WLAN SSID <sup>2</sup>	Interface/Interface Group(G)
1	WUTN.Docentes	wireless.docentes
2	WUTN.Admin	wireless.administrativos
5	DDTI	wireless.ddti
3	WUTN.Estudiantes	wireless.estudiantes
6	eduroam	eduroam
4	WUTN.Eventos	wireless.eventos1

**Figura 52.** SSID Edificio Central

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Wireless LAN Controller*

Ap Groups > Edit 'CAI'

General WLANs RF Profile APs 802.11u

WLAN ID	WLAN SSID <sup>2</sup>	Interface/Interface Group(G)
1	WUTN.Docentes	wireless.docentes
2	WUTN.Admin	wireless.administrativos
3	WUTN.Estudiantes	wireless.estudiantes
5	DDTI	wireless.ddti
6	eduroam	eduroam

**Figura 53.** SSID CAI

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Wireless LAN Controller*

Ap Groups > Edit 'ELECTRICIDAD'

General WLANs RF Profile APs 802.11u

WLAN ID	WLAN SSID <sup>2</sup>	Interface/Interface Group(G)
3	WUTN.Estudiantes	wireless.estudiantes
1	WUTN.Docentes	wireless.docentes
6	eduroam	eduroam

**Figura 54.** SSID Electricidad

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Wireless LAN Controller*

Ap Groups > Edit 'EXTERIORES'

General WLANs RF Profile APs 802.11u

WLAN ID	WLAN SSID <sup>2</sup>	Interface/Interface Group(G)
3	WUTN.Estudiantes	wireless.estudiantes
6	eduroam	eduroam
1	WUTN.Docentes	wireless.docentes
2	WUTN.Admin	wireless.administrativos
4	WUTN.Eventos	wireless.eventos1

**Figura 55.** SSID Exteriores

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Wireless LAN Controller*

Ap Groups > Edit 'FACAE'

General WLANs RF Profile APs 802.11u

WLAN ID	WLAN SSID <sup>2</sup>	Interface/Interface Group(G)
3	WUTN.Estudiantes	wireless.estudiantes
1	WUTN.Docentes	wireless.docentes
2	WUTN.Admin	wireless.administrativos
5	DDTI	wireless.ddti
6	eduroam	eduroam
10	WUTN	wireless.eventos2

**Figura 56.** SSID FACAE

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Wireless LAN Controller*

Ap Groups > Edit 'FCCSS'

General WLANs RF Profile APs 802.11u

WLAN ID	WLAN SSID <sup>2</sup>	Interface/Interface Group(G)
5	DDTI	wireless.ddti
1	WUTN.Docentes	wireless.docentes
2	WUTN.Admin	wireless.administrativos
3	WUTN.Estudiantes	wireless.estudiantes
6	eduroam	eduroam

**Figura 57.** SSID FCCSS

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Wireless LAN Controller*

Ap Groups > Edit 'FECYT'

General WLANs RF Profile APs 802.11u

WLAN ID	WLAN SSID <sup>2</sup>	Interface/Interface Group(G)
5	DDTI	wireless.ddti
1	WUTN.Docentes	wireless.docentes
2	WUTN.Admin	wireless.administrativos
3	WUTN.Estudiantes	wireless.estudiantes
6	eduroam	eduroam

**Figura 58.** SSID FECYT

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Wireless LAN Controller*

Ap Groups > Edit 'FICA'

General WLANs RF Profile APs 802.11u

WLAN ID	WLAN SSID <sup>2</sup>	Interface/Interface Group(G)
3	WUTN.Estudiantes	wireless.estudiantes
1	WUTN.Docentes	wireless.docentes
2	WUTN.Admin	wireless.administrativos
6	eduroam	eduroam

**Figura 59.** SSID FICA

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Wireless LAN Controller*

Ap Groups > Edit 'FICAYA'

General WLANs RF Profile APs 802.11u

WLAN ID	WLAN SSID <sup>2</sup>	Interface/Interface Group(G)
3	WUTN.Estudiantes	wireless.estudiantes
1	WUTN.Docentes	wireless.docentes
6	eduroam	eduroam
2	WUTN.Admin	wireless.administrativos

**Figura 60.** SSID FICAYA

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Wireless LAN Controller*

Ap Groups > Edit 'GIMNASIO'

General WLANs RF Profile APs 802.11u

WLAN ID	WLAN SSID <sup>2</sup>	Interface/Interface Group(G)
1	WUTN.Docentes	wireless.docentes
2	WUTN.Admin	wireless.administrativos
6	eduroam	eduroam

**Figura 61.** SSID Gimnasio

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Wireless LAN Controller*

Ap Groups > Edit 'MECANICA'

General WLANs RF Profile APs 802.11u

WLAN ID	WLAN SSID <sup>2</sup>	Interface/Interface Group(G)
1	WUTN.Docentes	wireless.docentes
6	eduroam	eduroam

**Figura 62.** SSID Mecánica

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Wireless LAN Controller*

Ap Groups > Edit 'PISCINA'

General WLANs RF Profile APs 802.11u

WLAN ID	WLAN SSID <sup>2</sup>	Interface/Interface Group(G)
1	WUTN.Docentes	wireless.docentes
3	WUTN.Estudiantes	wireless.estudiantes
2	WUTN.Admin	wireless.administrativos
6	eduroam	eduroam

**Figura 63.** SSID Piscina

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Wireless LAN Controller*

Ap Groups > Edit 'POLIDEPORTIVO'

General WLANs RF Profile APs 802.11u

WLAN ID	WLAN SSID <sup>2</sup>	Interface/Interface Group(G)
1	WUTN.Docentes	wireless.docentes
3	WUTN.Estudiantes	wireless.estudiantes
6	eduroam	eduroam
2	WUTN.Admin	wireless.administrativos

**Figura 64.** SSID Polideportivo

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Wireless LAN Controller*

WLAN ID	WLAN SSID <sup>2</sup>	Interface/Interface Group(G)
10	WUTN	wireless.eventos2
1	WUTN.Docentes	wireless.docentes
5	DDTI	wireless.ddti
6	eduroam	eduroam
2	WUTN.Admin	wireless.administrativos

**Figura 65.** SSID Postgrado

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Wireless LAN Controller*

### 3.2.3.2 Usuarios

A continuación, se detallan un estudio del número de usuarios que se conectan a cada uno de los dispositivos inalámbricos dentro de la universidad, tanto en Access point internos como externos en horas donde hay usuarios conectados a la red.

La Tabla 20 muestra el número de usuarios conectados en los equipos inalámbricos instalados en la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas (FICA), en ella se puede observar que el número promedio de conexiones a la semana es de 329 usuarios.

**Tabla 20.** Usuarios conectados (FICA)

EDIFICIO	UBICACIÓN	L	M	X	J	V	Promedio a la Semana
FICA	Planta Baja Derecha	48	55	50	34	51	48
	Primer Piso	36	42	70	55	45	50
	Segundo Piso	73	46	72	80	45	63
	Tercer Piso	75	62	70	83	55	69
	Cuarto Piso Derecha	42	71	60	45	36	51
	Cuarto Piso Izquierda	61	47	65	32	35	48
		335	323	387	329	267	329

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido del Departamento de Informática

La Tabla 21 muestra el número de usuarios conectados en la Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas (FACAE), en ella se puede observar que el número promedio de conexiones a la semana es de 331 usuarios.

**Tabla 21.** Usuarios conectados (FACAE)

EDIFICIO	UBICACIÓN	L	M	X	J	V	Promedio a la Semana
<b>FACAE</b>	PLANTA BAJA CENTRO	32	27	36	40	19	31
	PLANTA BAJA DERECHA	18	23	27	28	14	22
	PLANTA BAJA IZQUIERDA	19	21	20	14	20	19
	PRIMER PISO IZQUIERDA	31	35	28	12	20	25
	PRIMER PISO DERECHA	41	42	34	19	37	35
	SEGUNDO PISO IZQUIERDA	41	40	45	12	40	36
	SEGUNDO PISO DERECHA	75	110	87	33	65	74
	TERCER PISO IZQUIERDA	45	59	35	17	26	36
	TERCER PISO DERECHA	77	64	70	16	43	54
		<b>380</b>	<b>420</b>	<b>382</b>	<b>191</b>	<b>283</b>	<b>331</b>

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido del Departamento de Informática

La Tabla 22 muestra los usuarios conectados en horas pico en la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología (FECYT), en ella se puede observar que el número promedio de conexiones a la semana es de 239 usuarios.

**Tabla 22.** Usuarios conectados (FECYT)

EDIFICIO	UBICACIÓN	L	M	X	J	V	Promedio a la Semana
<b>FECYT</b>	PLANTA BAJA IZQUIERDA	31	40	33	29	20	31
	PLANTA BAJA DERECHA	23	24	22	30	21	24
	PRIMER PISO IZQUIERDA	20	30	26	21	12	22
	PRIMER PISO DERECHA	21	46	37	35	21	32
	SEGUNDO PISO IZQUIERDA	23	30	29	15	19	23
	SEGUNDO PISO DERECHA	46	64	52	27	28	44
	TERCER PISO IZQUIERDA	41	29	29	14	13	25
	TERCER PISO DERECHA	37	56	46	20	34	39
		<b>243</b>	<b>318</b>	<b>275</b>	<b>191</b>	<b>167</b>	<b>239</b>

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido del Departamento de Informática

La Tabla 23 muestra los usuarios conectados en la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA), en ella se puede observar que el número promedio de conexiones a la semana es de 168 usuarios.

**Tabla 23.** Usuarios conectados FICAYA

EDIFICIO	UBICACIÓN	L	M	X	J	V	Promedio a la Semana
<b>FICAYA</b>	PLANTA BAJA IZQUIERDA	17	24	24	20	17	21
	PLANTA BAJA DERECHA	2	3	4	1	1	2
	PRIMER PISO IZQUIERDA	11	17	14	9	17	14
	PRIMER PISO DERECHA	18	31	22	21	30	24
	SEGUNDO PISO IZQUIERDA	26	29	47	28	34	33
	SEGUNDO PISO DERECHA	27	41	29	17	34	30
	TERCER PISO IZQUIERDA	12	9	10	12	15	12
	TERCER PISO DERECHA	38	44	32	17	37	34
		<b>152</b>	<b>196</b>	<b>182</b>	<b>125</b>	<b>187</b>	<b>168</b>

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido del Departamento de Informática

La Tabla 24 muestra los usuarios conectados en la Facultad de Ciencias de la Salud (FCSALUD), en ella se puede observar que el número promedio de conexiones a la semana es de 216 usuarios.

**Tabla 24.** Usuarios conectados FCSALUD

EDIFICIO	UBICACIÓN	L	M	X	J	V	Promedio a la Semana
<b>FCSALUD</b>	PLANTA BAJA IZQUIERDA	16	12	12	22	13	15
	PLANTA BAJA DERECHA	23	13	14	36	13	20
	PRIMER PISO IZQUIERDA	49	34	19	15	35	30
	PRIMER PISO DERECHA	59	50	36	21	37	41
	SEGUNDO PISO IZQUIERDA	51	35	27	21	27	32
	SEGUNDO PISO DERECHA	3	2	3	2	3	2
	TERCER PISO IZQUIERDA	48	37	6	11	14	23
	TERCER PISO DERECHA	41	27	5	31	15	24
	CUARTO PISO DERECHA	36	28	27	21	34	29
		<b>325</b>	<b>237</b>	<b>150</b>	<b>179</b>	<b>192</b>	<b>216</b>

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido del Departamento de Informática

La Tabla 25 muestra los usuarios conectados en el Centro Académico de Idiomas (CAI), en ella se puede observar que el número promedio de conexiones a la semana es de 168 usuarios.

**Tabla 25.** Usuarios conectados CAI

EDIFICIO	UBICACIÓN	L	M	X	J	V	Promedio a la Semana
<b>CAI</b>	PLANTA BAJA IZQUIERDA	38	30	37	20	33	32
	PLANTA BAJA DERECHA	9	16	11	11	3	10
	PRIMER PISO IZQUIERDA	7	14	11	2	7	8
	PRIMER PISO DERECHA	10	20	24	8	9	14
	SEGUNDO PISO IZQUIERDA	6	9	8	1	8	6
	SEGUNDO PISO DERECHA	35	26	24	7	32	25
	TERCER PISO IZQUIERDA	6	3	7	6	3	5
	TERCER PISO DERECHA	71	29	22	3	32	31
	CUARTO PISO IZQUIERDA	16	31	20	10	14	18
	CUARTO PISO DERECHA	24	19	27	8	12	18
		<b>222</b>	<b>198</b>	<b>191</b>	<b>75</b>	<b>153</b>	<b>168</b>

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido del Departamento de Informática

La Tabla 26 muestra el número de usuarios conectados en el Edificio de Postgrados, en ella se puede observar que el número promedio de conexiones a la semana es de 68 usuarios.

**Tabla 26.** Usuarios conectados en Postgrados

EDIFICIO	UBICACIÓN	L	M	X	J	V	Promedio a la Semana
<b>POSTGRADOS</b>	PLANTA BAJA AUDITORIO IZQ	1	0	0	35	25	12
	PLANTA BAJA AUDITORIO DER	10	2	2	16	22	10
	PLANTA BAJA CUBICULOS	6	6	5	12	13	8
	PLANTA BAJA PASILLO	8	7	8	10	2	7
	PRIMER PISO IZQUIERDA	3	3	4	11	5	5
	PRIMER PISO DERECHA	14	18	12	7	6	11
	SEGUNDO PISO IZQUIERDA	15	21	19	1	2	12
	SEGUNDO PISO DERECHA	2	1	3	2	0	2
	TERCER PISO IZQUIERDA	0	0	0	0	0	0

TERCER PISO DERECHA	0	0	0	0	0	0
	<b>58</b>	<b>59</b>	<b>53</b>	<b>95</b>	<b>75</b>	<b>68</b>

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido del Departamento de Informática

En la Tabla 27 se muestra los usuarios conectados en el Edificio de Bienestar Universitario, en ella se puede observar que el número promedio de conexiones a la semana es de 25 usuarios.

**Tabla 27.** Usuarios conectados en Bienestar Universitario

EDIFICIO	UBICACIÓN	L	M	X	J	V	Promedio a la Semana
<b>BIENESTAR UNIVERSITARIO</b>	PLANTA BAJA IZQUIERDA	3	4	4	6	3	4
	PLANTA BAJA DERECHA	6	4	5	4	4	5
	PRIMER PISO IZQUIERDA	4	4	4	2	1	3
	PRIMER PISO DERECHA	3	2	3	2	2	2
	SEGUNDO PISO IZQUIERDA	2	3	1	3	1	2
	SEGUNDO PISO DERECHA	1	1	0	1	1	1
	TERCER PISO IZQUIERDA	5	3	5	6	3	5
	TERCER PISO DERECHA	3	2	1	6	3	3
		<b>28</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>30</b>	<b>17</b>	<b>25</b>

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido del Departamento de Informática

La Tabla 28 muestra los usuarios conectados en el Edificio Central, en ella se puede observar que el número promedio de conexiones a la semana es de 83 usuarios.

**Tabla 28.** Usuarios conectados Edificio Central

EDIFICIO	UBICACIÓN	L	M	X	J	V	Promedio a la Semana
<b>EDIFICIO CENTRAL</b>	PLANTA BAJA IZQUIERDA	12	12	18	15	17	15
	PLANTA BAJA DERECHA	12	3	5	7	6	7
	PRIMER PISO IZQUIERDA	7	6	6	7	7	6
	PRIMER PISO DERECHA	3	5	5	1	4	4
	SEGUNDO PISO IZQUIERDA	4	5	0	2	1	2
	SEGUNDO PISO DERECHA	4	5	4	7	6	5
	TERCER PISO IZQUIERDA	8	7	6	10	5	7
	TERCER PISO DERECHA	9	8	9	13	9	10
CUARTO PISO IZQUIERDA	18	8	15	21	16	16	

CUARTO PISO DERECHA	4	5	0	0	0	2
DDTI 1	27	26	0	0	0	10
DDTI 2	0	0	0	0	0	0
	<b>106</b>	<b>90</b>	<b>68</b>	<b>83</b>	<b>70</b>	<b>83</b>

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido del Departamento de Informática

En la Tabla 29 se muestra los usuarios conectados en el Auditorio Agustín Cueva, en ella se puede observar que el número promedio de conexiones a la semana es de 57 usuarios.

**Tabla 29.** Usuarios conectados en el Auditorio Agustín Cueva

EDIFICIO	UBICACIÓN	L	M	X	J	V	Promedio a la Semana
<b>AUDITORIO</b>	AUDITORIO IZQUIERDA	4	3	2	23	41	15
	AUDITORIO DERECHA	1	4	1	1	1	2
		<b>57</b>	<b>50</b>	<b>52</b>	<b>61</b>	<b>65</b>	<b>57</b>

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido del Departamento de Informática

La Tabla 30 se muestran los usuarios conectados en punto de acceso ubicado dentro de la piscina, en ella se puede observar que el número promedio de conexiones a la semana es de 24 usuarios.

**Tabla 30.** Usuarios conectados en la Piscina

EDIFICIO	UBICACIÓN	L	M	X	J	V	Promedio a la Semana
<b>PISCINA</b>	INTERIOR	23	24	25	18	29	<b>24</b>

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido del Departamento de Informática

En la Tabla 31 se muestran los usuarios conectados en el polideportivo, en ella se puede observar que el número promedio de conexiones a la semana es de 151 usuarios.

**Tabla 31.** Usuarios conectados en el Polideportivo

EDIFICIO	UBICACIÓN	L	M	X	J	V	Promedio a la Semana
POLIDEPORTIVO	CANCHA IZQUIERDA	1	1	0	1	15	4

CANCHA DERECHA	31	34	47	45	11	34
OFICINAS PRIMER PISO	8	11	10	24	10	12
POLIDEPORTIVO PLANTA BAJA	20	16	15	32	16	20
POLIDEPORTIVO AULA DANZA	26	21	27	23	14	22
OFICINAS SNNA	25	23	21	24	34	25
	<b>143</b>	<b>141</b>	<b>157</b>	<b>178</b>	<b>138</b>	<b>151</b>

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido del Departamento de Informática

La Tabla 32 muestra los usuarios conectados dentro de la Biblioteca, en ella se puede observar que el número promedio de conexiones a la semana es de 148 usuarios.

**Tabla 32.** Usuarios conectados en la Biblioteca

EDIFICIO	UBICACIÓN	L	M	X	J	V	Promedio a la Semana
<b>BIBLIOTECA</b>	PLANTA BAJA	57	44	52	22	45	44
	PRIMER PISO IZQUIERDA	36	29	30	15	35	29
	PRIMER PISO DERECHA	48	42	31	7	26	31
	SEGUNDO PISO	55	63	47	20	35	44
		<b>196</b>	<b>178</b>	<b>161</b>	<b>65</b>	<b>140</b>	<b>148</b>

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido del Departamento de Informática

La Tabla 33 muestra los usuarios conectados en el Edificio de Electricidad, en ella se puede observar que el número promedio de conexiones a la semana es de 40 usuarios.

**Tabla 33.** Usuarios conectados en el Edificio de Electricidad

EDIFICIO	UBICACIÓN	L	M	X	J	V	Promedio a la Semana
<b>ELECTRICIDAD</b>	AULAS PASILLO	49	40	44	34	21	38
	GALPON	3	2	4	2	2	3
		<b>52</b>	<b>42</b>	<b>48</b>	<b>36</b>	<b>23</b>	<b>40</b>

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido del Departamento de Informática

La Tabla 34 muestra los usuarios conectados en el Gimnasio, en ella se puede observar que el número promedio de conexiones a la semana es de 10 usuarios.

**Tabla 34.** Usuarios conectados en el Gimnasio

EDIFICIO	UBICACIÓN	L	M	X	J	V	Promedio a la Semana
<b>GIMNASIO</b>	<b>PRIMER PISO</b>	8	11	12	11	9	<b>10</b>

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido del Departamento de Informática

La Tabla 35 nos muestra los usuarios conectados en los Puntos de Acceso exteriores, en ella se puede observar que el número promedio de conexiones a la semana es de 518 usuarios.

**Tabla 35.** Usuarios conectados en los AP Externos

EDIFICIO	UBICACIÓN	L	M	X	J	V	Promedio a la Semana
<b>FACAE</b>	FACAE EXTERIOR BAR FACAE EXTERIOR GRADAS	41	48	59	56	40	<b>49</b>
		19	28	27	45	17	<b>27</b>
	FACAE EXTERIOR PARQUE	18	22	19	32	20	<b>22</b>
<b>FECYT</b>	FECYT EXTERIOR PARQUE	40	21	29	55	35	<b>36</b>
<b>AUDITORIO</b>	AUDITORIO EXTERIOR PLAZA	4	3	3	0	1	<b>2</b>
	AUDITORIO EXTERIOR CANCHAS	2	4	2	4	2	<b>3</b>
<b>PLANTA CENTRAL</b>	PLANTA CENTRAL EXTERIOR	18	27	30	34	30	<b>28</b>
<b>POSTGRADO</b>	POSTGRADO EXTERIOR PARQUE	10	10	5	36	11	<b>15</b>
	POSTGRADO EXTERIOR PISCINA	11	14	14	31	13	<b>17</b>
<b>CAI/FICAYA</b>	CAI/FICAYA EXTERIOR	29	26	22	43	27	<b>29</b>
<b>FICA/FICAYA</b>	FICA/FICAYA EXTERIOR	68	66	66	81	91	<b>74</b>
<b>FICA/FCCSS</b>	FICA/FCCSS EXTERIOR	25	31	27	53	43	<b>36</b>
<b>PISCINA</b>	PISCINA EXTERIOR	9	6	3	9	5	<b>6</b>
<b>FICA</b>	FICA EXTERIOR	109	105	107	176	146	<b>128</b>
		13	11	9	23	9	<b>13</b>
<b>ENTRADA NORTE</b>	ENTRADA NORTE BIENESTAR	14	30	18	46	57	<b>33</b>
	ENTRADA NORTE BIENESTAR	13	11	9	23	9	<b>13</b>

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido del Departamento de Informática

### 3.2.4 Distribución de Canales de Trabajo

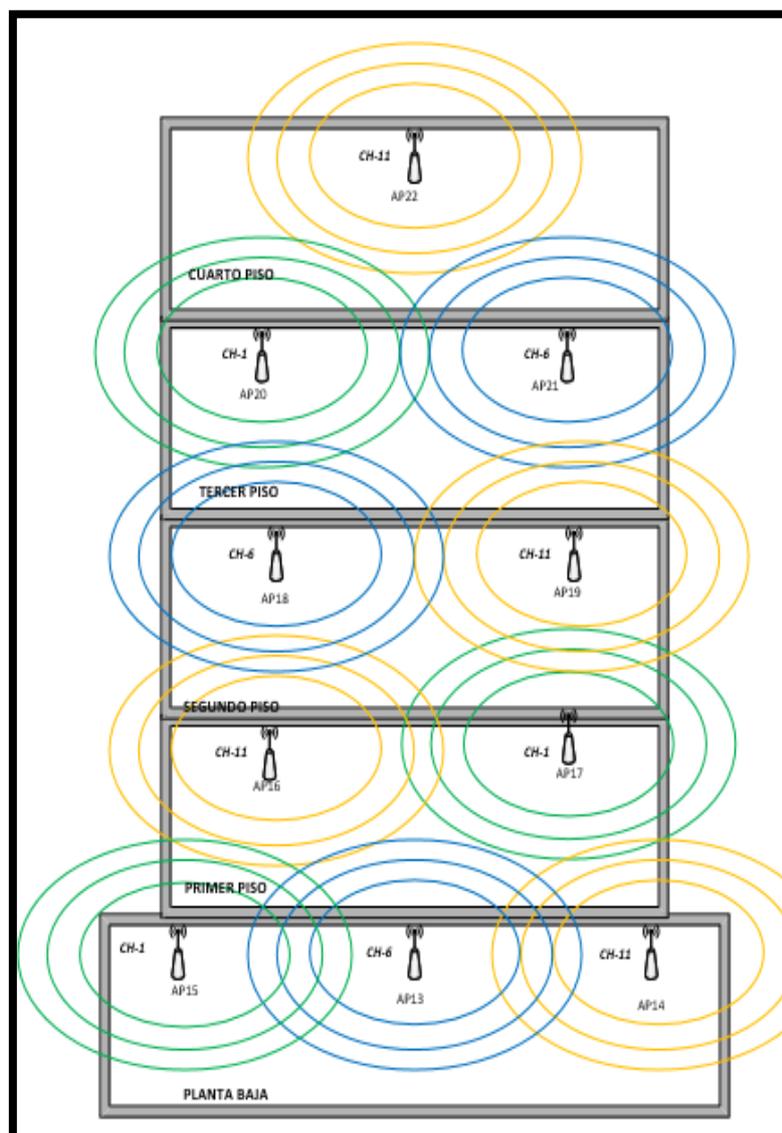
Además, la red inalámbrica para permitir una buena conectividad hacia los usuarios posee una distribución de canales para que la comunicación y accesos permitan una mayor disponibilidad de la red inalámbrica, para dicha distribución se ha utilizado tres

colores para identifica los canales en los que actualmente se está trabajando, estos son verde, azul y naranja que representan a los canales 1 ,6y 11 respectivamente.

A continuación, se realizará un análisis de la distribución de canales y su cobertura por facultades y edificios:

- FACAE

En la Figura 66 se muestra la cobertura con su canal específico de acuerdo con lo mencionado para cada punto de acceso en la Facultad.

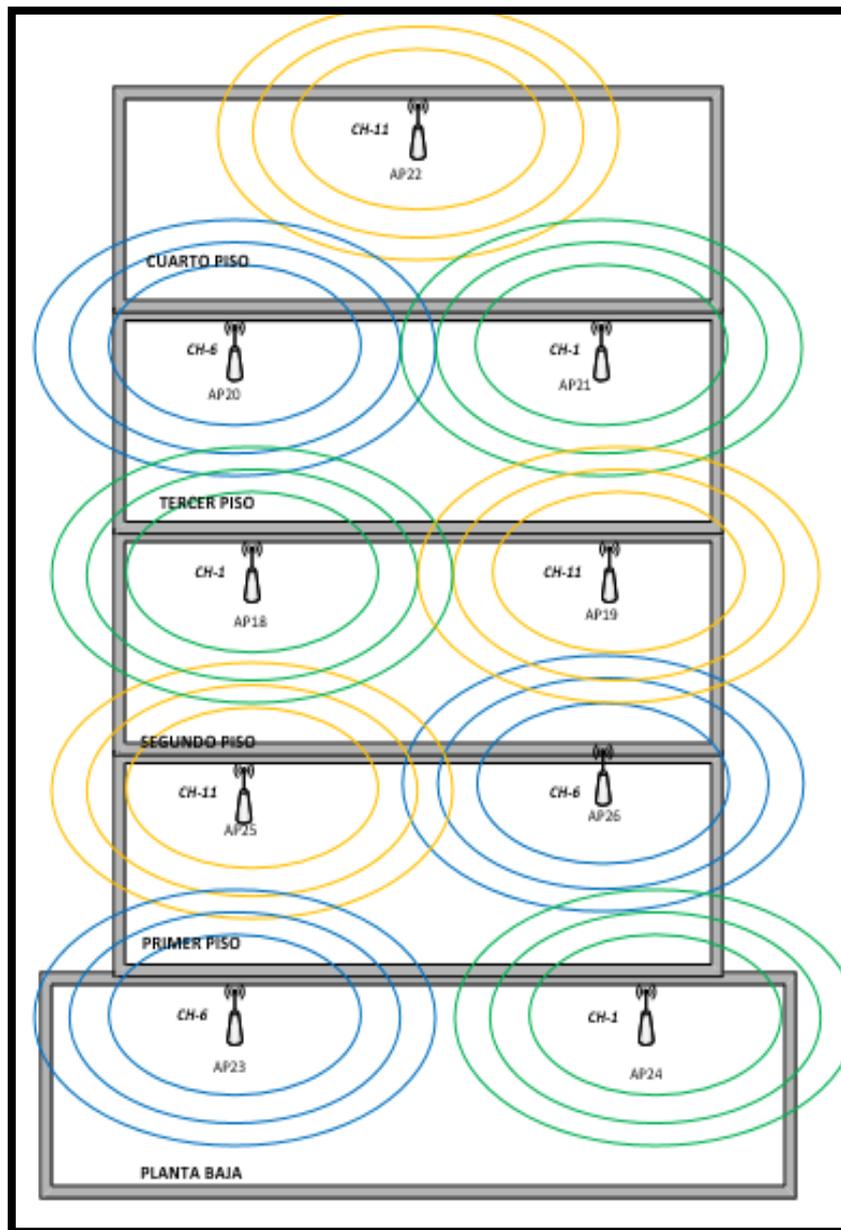


**Figura 66.** Cobertura de canales FACAE

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido del Departamento de Informática

- FECYT

En la Figura 67 se muestra la cobertura con su canal específico, de acuerdo con lo mencionado para cada punto de acceso.

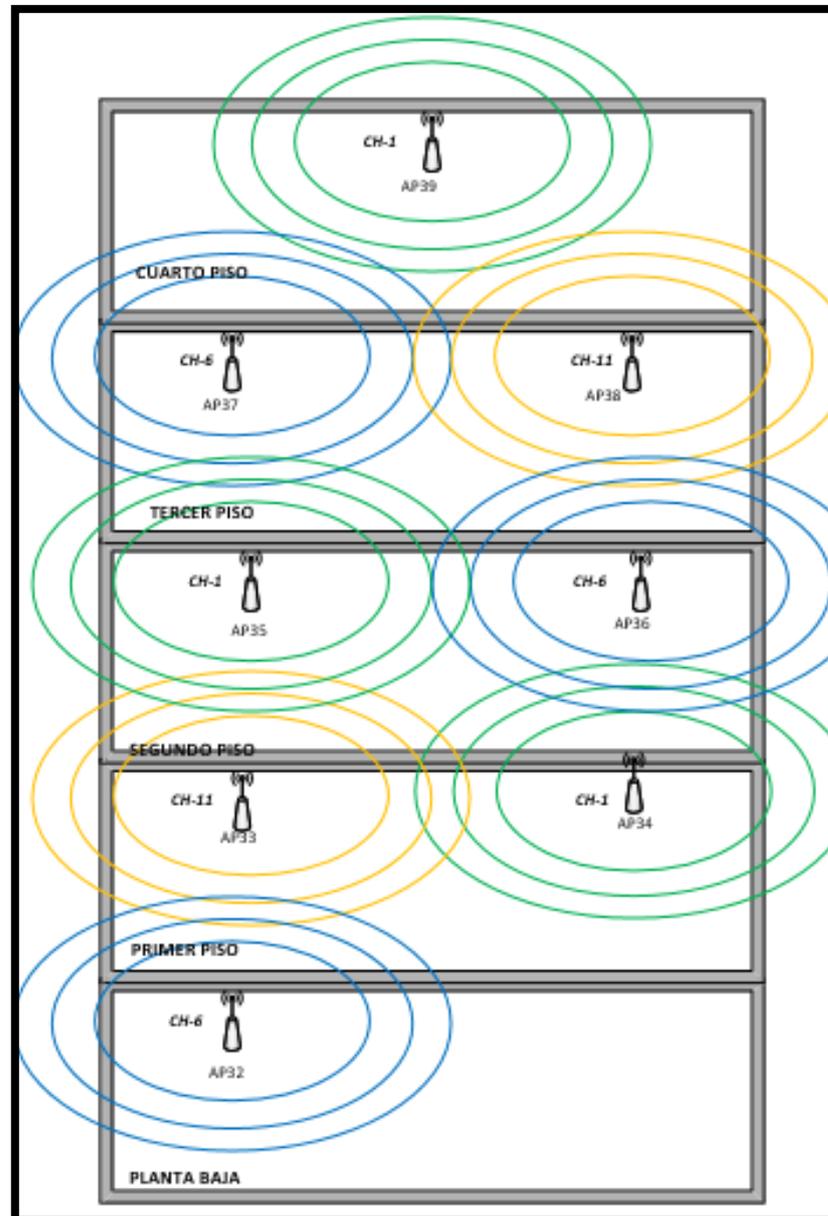


**Figura 67.** Cobertura de canales FECYT

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido del Departamento de Informática

- FICAYA

En la Figura 68 se muestra la cobertura con su canal específico, de acuerdo con lo mencionado para cada punto de acceso.

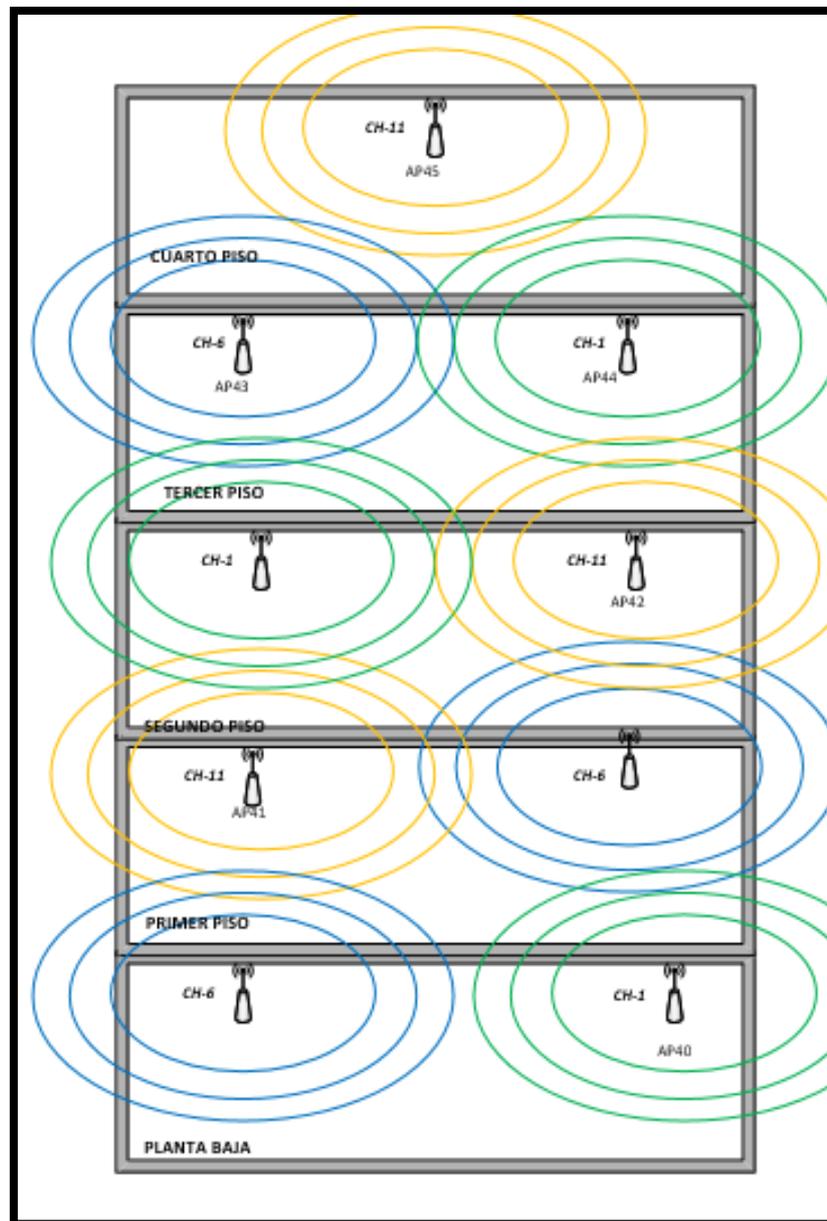


**Figura 68.** Cobertura de canales FICAYA

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido del Departamento de Informática

- FICA

En la Figura 69 se muestra la cobertura con su canal específico, de acuerdo con lo mencionado para cada punto de acceso.

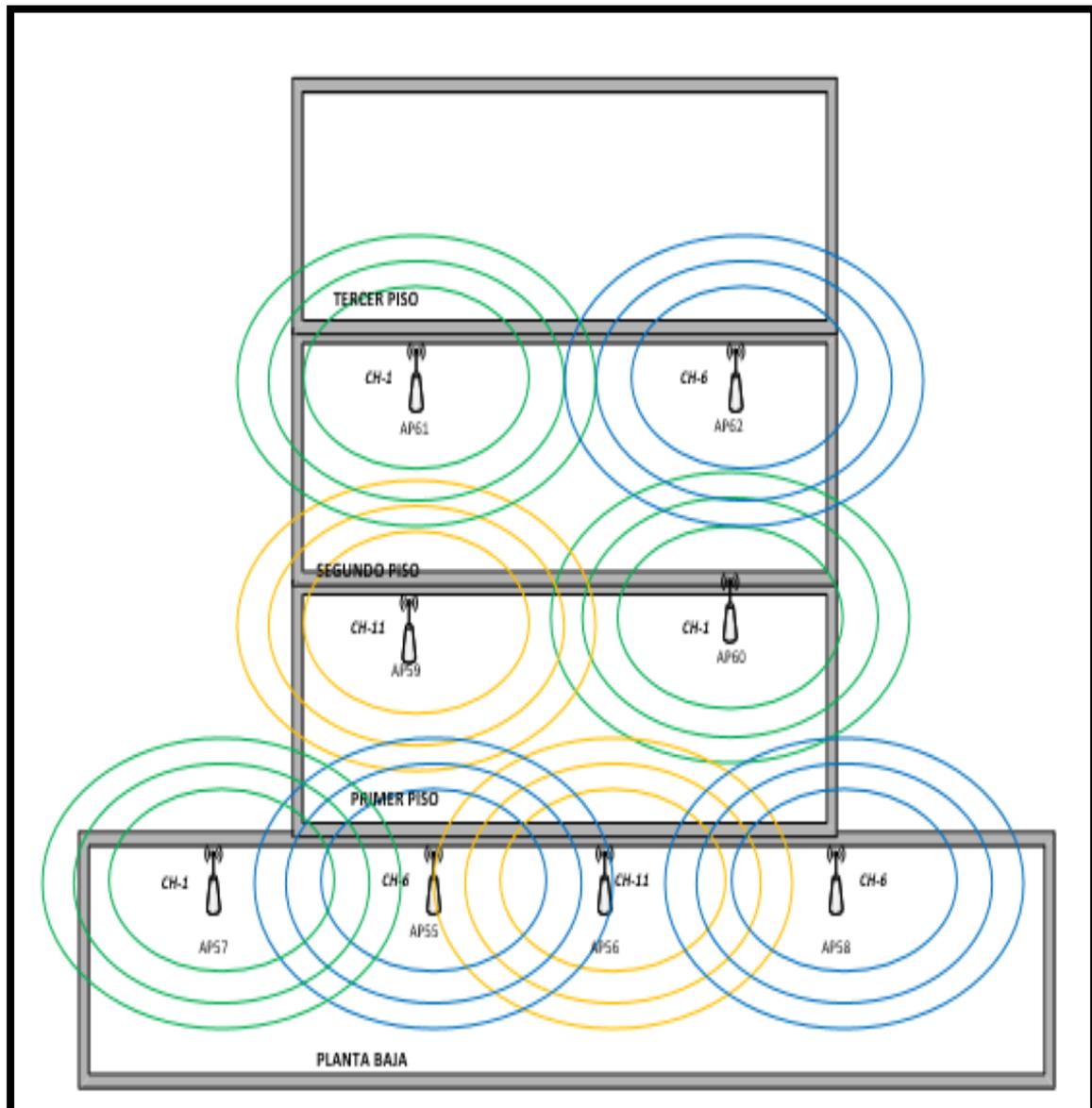


**Figura 69.** Cobertura de canales FICA

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido del Departamento de Informática

- Postgrado

En la Figura 70 se muestra la cobertura con su canal específico, de acuerdo con lo mencionado para cada punto de acceso.

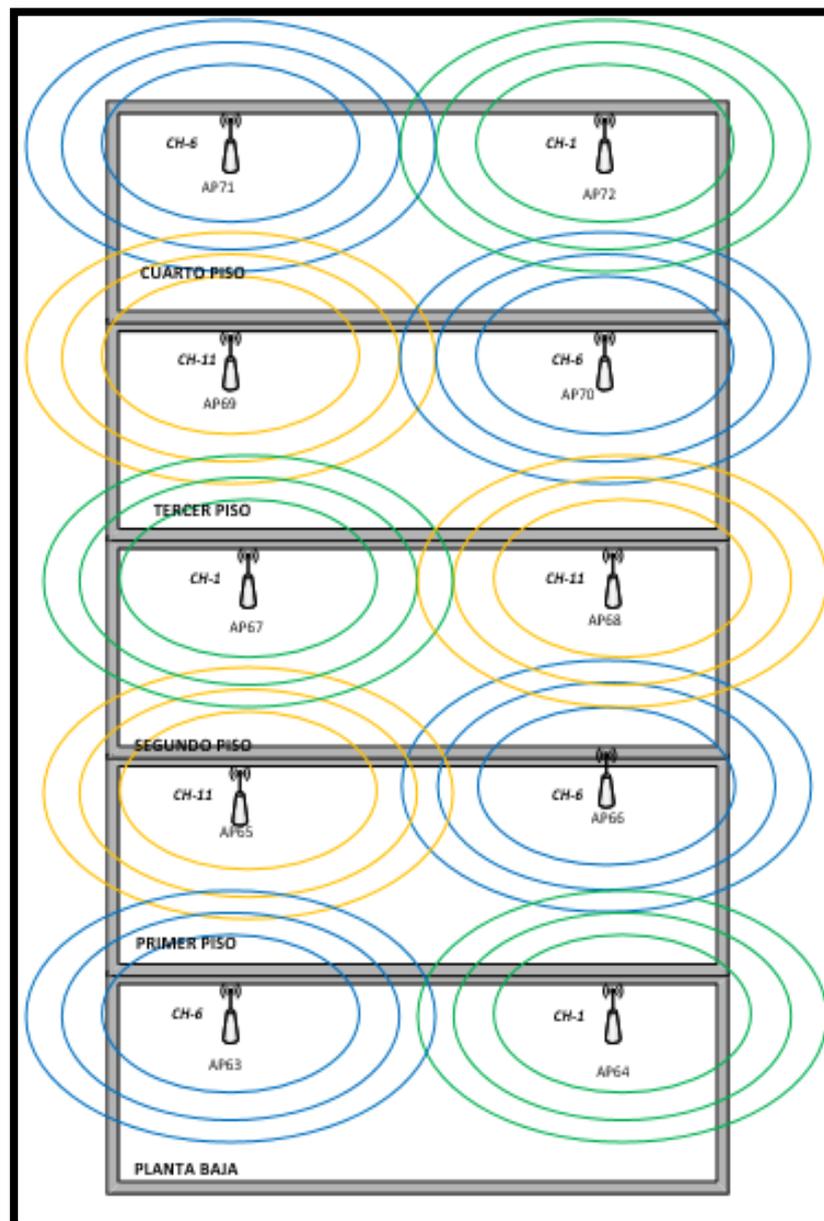


**Figura 70.** Cobertura de canales Postgrados

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido del Departamento de Informática

- CAI

En la Figura 71 se muestra la cobertura con su canal específico, de acuerdo con lo mencionado para cada punto de acceso.

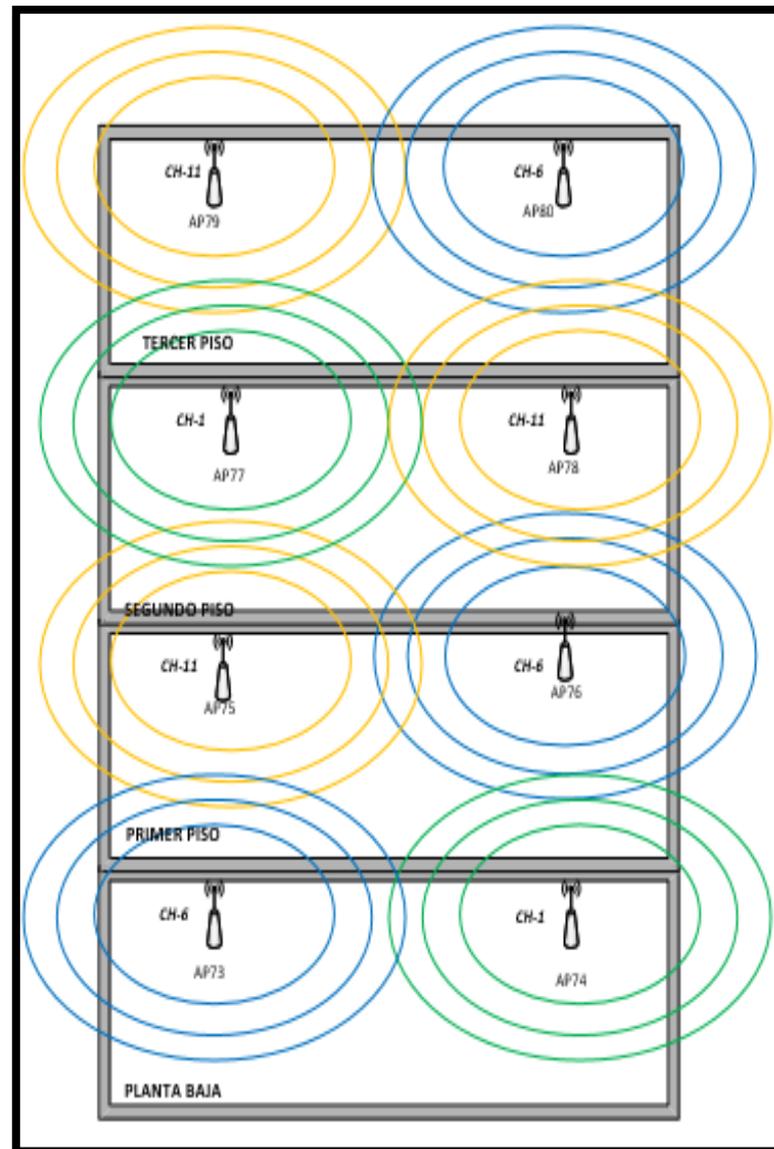


**Figura 71.** Cobertura de canales CAI

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido del Departamento de Informática

- Bienestar Universitario

En la Figura 72 se muestra la cobertura con su canal específico, de acuerdo con lo mencionado para cada punto de acceso.

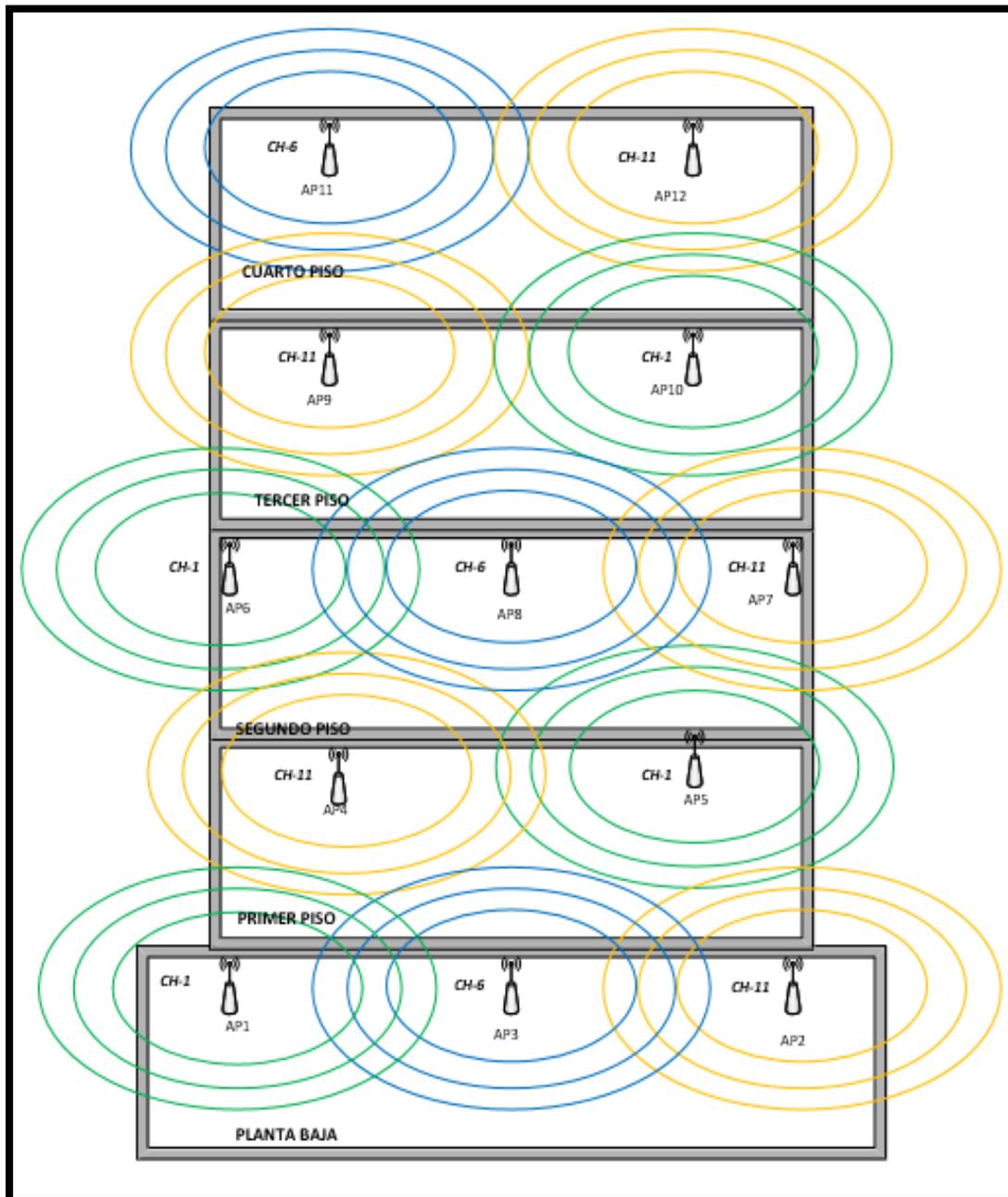


**Figura 72.** Cobertura de canales Bienestar Universitario

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido del Departamento de Informática

- Edificio Central

En la Figura 73 se muestra la cobertura con su canal específico, de acuerdo con lo mencionado para cada punto de acceso.

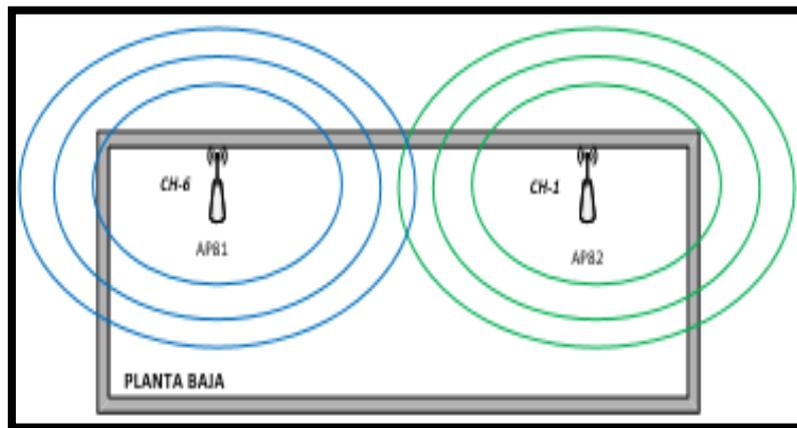


**Figura 73.** Cobertura de canales Edificio Central

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido del Departamento de Informática

- Mantenimiento Eléctrico

En la Figura 74 se muestra la cobertura con su canal específico, de acuerdo con lo mencionado para cada punto de acceso.

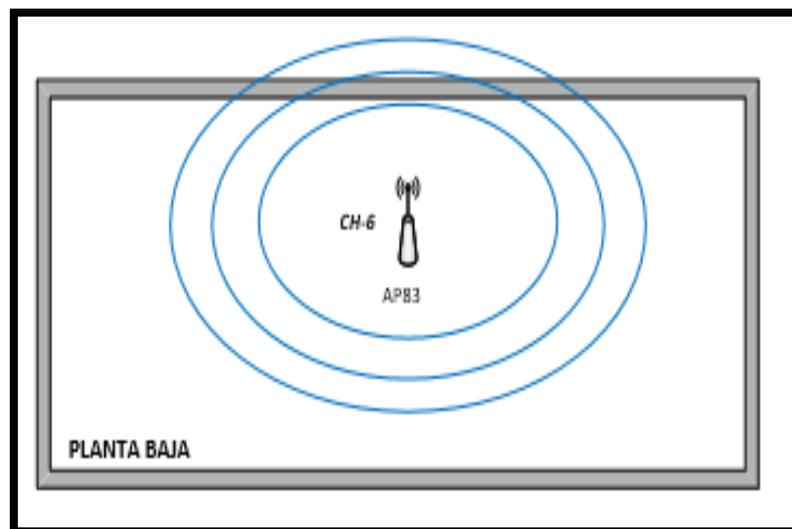


**Figura 74.** Cobertura de canales Mantenimiento Eléctrico

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido del Departamento de Informática

- Auditorio Agustín Cueva

En la Figura 75 se muestra la cobertura con su canal específico, de acuerdo con lo mencionado para cada punto de acceso.

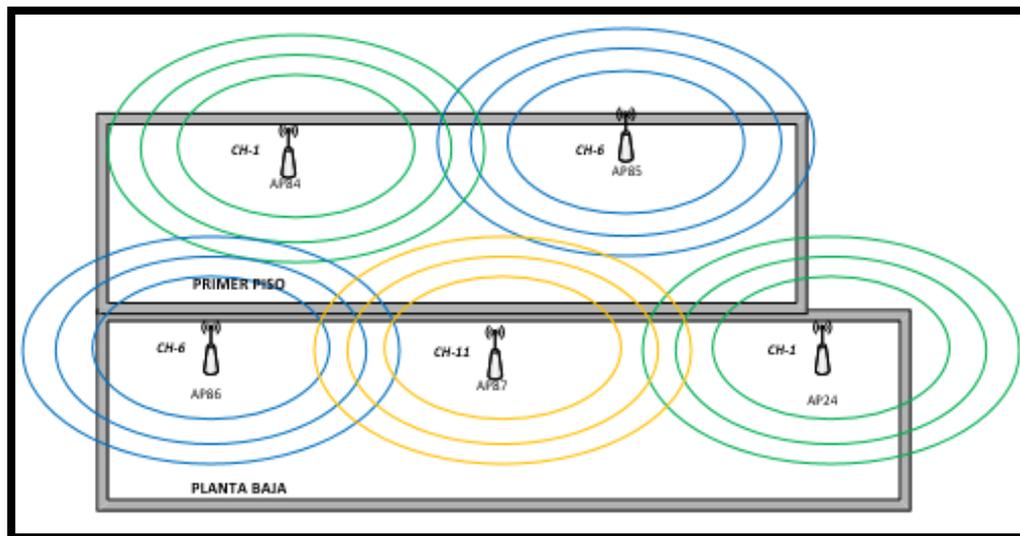


**Figura 75.** Cobertura de canales Agustín Cueva

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido del Departamento de Informática

- Polideportivo

En la Figura 76 se muestra la cobertura con su canal específico, de acuerdo con lo mencionado para cada punto de acceso.

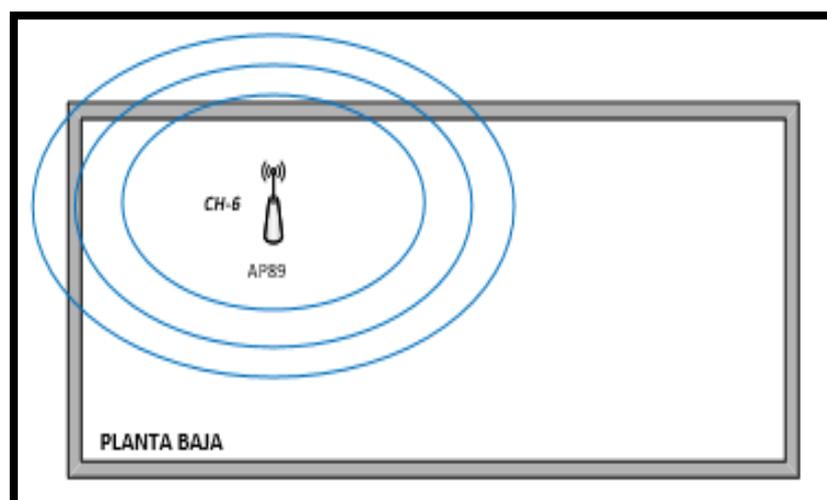


**Figura 76.** Cobertura de canales Polideportivo

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido del Departamento de Informática

- Piscina

En la Figura 77 se muestra la cobertura con su canal específico, de acuerdo con lo mencionado para cada punto de acceso.

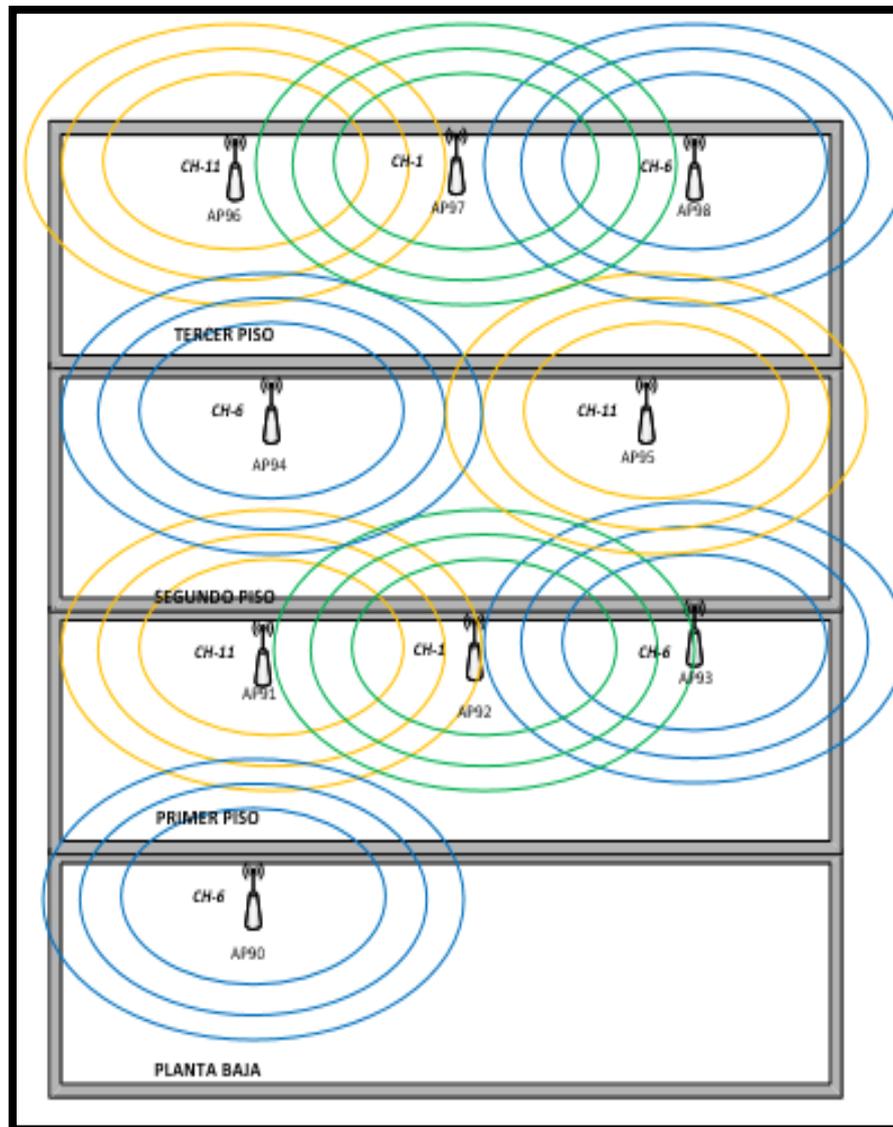


**Figura 77.** Cobertura de canales Piscina

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido del Departamento de Informática

- Biblioteca

En la Figura 78 se muestra la cobertura con su canal específico, de acuerdo con lo mencionado para cada punto de acceso.

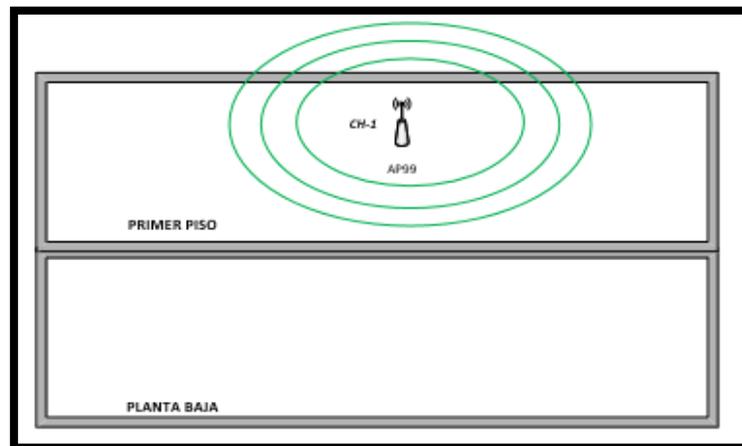


**Figura 78.** Cobertura de canales Biblioteca

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido del Departamento de Informática

- Gimnasio

En la Figura 79 se muestra la cobertura con su canal específico, de acuerdo con lo mencionado para cada punto de acceso.

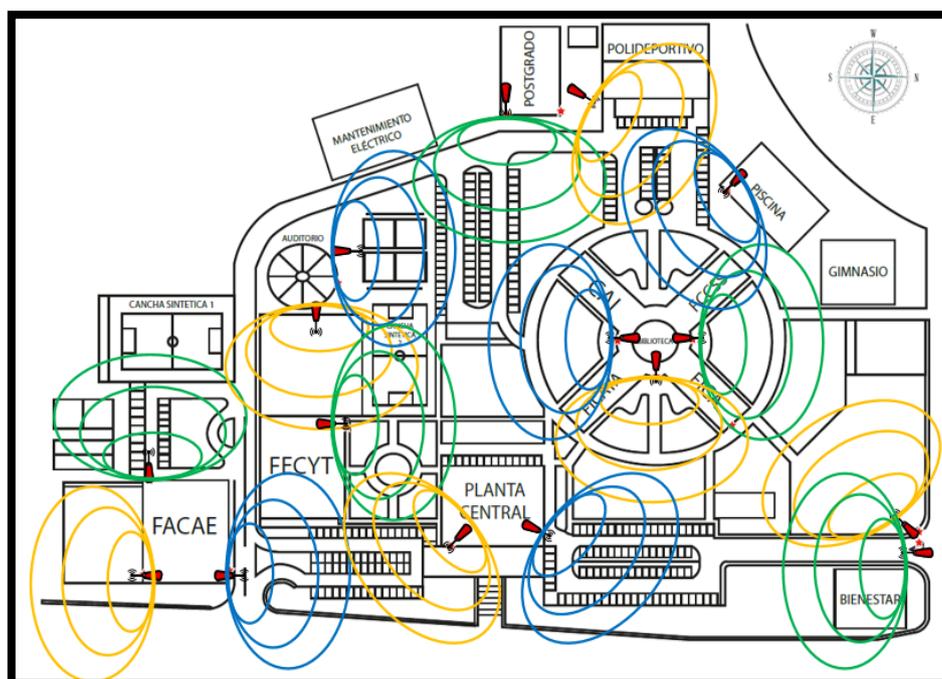


**Figura 79.** Cobertura de canales Gimnasio

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido del Departamento de Informática

- Puntos de Acceso Externos

En la Figura 80 se muestra la cobertura con su canal específico, de acuerdo con lo mencionado para cada punto de acceso.



**Figura 80.** Cobertura de canales Puntos de Acceso Externos

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido del Departamento de Informática

### 3.2.5 Frecuencias de Trabajo

Los Puntos de Acceso trabajan en dos Frecuencias de Banda o de trabajo, para los puntos de acceso interiores están configurados por defecto para trabajar a 5GHz y a 2.4GHz, en cambio para todos los puntos Externos para poder alcanzar mayores distancias están trabajando a 2.4 GHz.

Las Figuras 81 y 82 muestran la configuración realizada en cuanto a frecuencias de trabajo en un AP interior y en un AP exterior respectivamente.

AP-FICA-PA11								
Device Details Configuration								
General Interfaces CDP Neighbors Current Associated Clients Clients Over Time								
Interface	Admin Status	Operational Status	Rx Unicast Packets	Tx Unicast Packets	Rx Non-Unicast Packets	Tx Non-Unicast Packets		
GigabitEthernet0	Up	Up	433922106	150818775	28647426	300293		
Protocol	Admin Status	CleanAir Capable	CleanAir Status	Channel Number	Extension Channel	Power Level	Channel Width (MHz)	Antenna
802.11b/g/n	Enabled	No	N/A	11*	N/A	2*	20	Internal-3700-2.4GHz
802.11a/n/ac	Enabled	No	N/A	44*	N/A	2*	20	Internal-3700-5GHz

\* Global assignment

**Figura 81.** Frecuencias de Trabajo en AP interno

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Wireless LAN Controller*

AP-EXTERIOR-FACAE-GRADAS								
Device Details Configuration								
General Interfaces CDP Neighbors Current Associated Clients Clients Over Time								
Interface	Admin Status	Operational Status	Rx Unicast Packets	Tx Unicast Packets	Rx Non-Unicast Packets	Tx Non-Unicast Packets		
GigabitEthernet0	Up	Up	260153848	1172339	35809528	233364		
GigabitEthernet1	Up	Down	0	0	0	0		
Protocol	Admin Status	CleanAir Capable	CleanAir Status	Channel Number	Extension Channel	Power Level	Channel Width (MHz)	Antenna
802.11b/g/n	Enabled	No	N/A	11*	N/A	1*	20	AIR-ANT2588P3M-N-2.4GHz
802.11a/n	Enabled	No	N/A	149*	N/A	1*	20	AIR-ANT5180V-N

\* Global assignment

**Figura 82.** Frecuencias de Trabajo AP externo

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Wireless LAN Controller*

### 3.2.6 Ancho de Banda

El ancho de banda de la Universidad Técnica del norte está distribuido como muestra la tabla 36, en ella podemos observar el número de usuarios frecuentes por cada distribución, así como también la VLAN y el porcentaje del ancho de banda que ocupa del total.

**Tabla 36.** Distribución Vlans y Ancho de Banda

N°	DESCRIPCIÓN	# DE USUARIOS CONCURRENTES	AB (Mbps)	PORCENTAJE	VLAN
1	AUTORIDADES	11	24	4%	12
2	DDTI	14	24	4%	14
3	FINANCIERO	20	18	3%	16
4	COMUNICACION- ORGANIZACIONAL	32	24	4%	18
5	ADMINISTRATIVOS	300	18	3%	20
6	ADQUISICIONES	6	18	3%	22
7	U-EMPRENDE	30	6	1%	24
8	AGUSTIN-CUEVA	10	12	2%	26
9	BIENESTAR-DOCENTES	171	18	3%	28
10	BIENESTAR- ADMINISTRATIVOS	4	12	2%	30
11	PROYECTO-INDIA	60	12	2%	32
12	CLUBES-UTN	30	12	2%	34
13	FICA-LABORATORIOS	163	24	4%	40
14	FICA-WIRELESS	500	18	3%	42
15	FICA-ADMINISTRATIVOS	18	12	2%	44
16	FICAYA-LABORATORIOS	92	24	4%	48
17	FICAYA- ADMINISTRATIVOS	21	12	2%	52
18	FECYT-LABORATORIOS	132	24	4%	56
19	FECYT- ADMINISTRATIVOS	14	12	2%	60
20	FACAE-LABORATORIOS	129	24	4%	64
21	FACAE- ADMINISTRATIVOS	14	12	2%	68
22	FCCSS-LABORATORIOS	72	24	4%	72
23	FCCSS- ADMINISTRATIVOS	17	12	2%	76
24	POSTGRADO- LABORATORIOS	57	12	2%	80
25	POSTGRADO- ADMINISTRATIVOS	4	6	1%	84
26	CAI-LABORATORIOS	50	6	1%	88
27	CAI-ADMINISTRATIVOS	5	6	1%	92
28	BIBLIOTECA- LABORATORIOS	43	12	2%	96

29	BIBLIOTECA-DOCENTES	20	12	2%	98
30	BIBLIOTECA- ADMINISTRATIVOS	15	12	2%	100
31	COLEGIO- LABORATORIOS	50	12	2%	104
32	COLEGIO- ADMINISTRATIVOS	3	6	1%	108
33	WIRELESS-DOCENTES	388	24	4%	112
34	WIRELESS- ADMINISTRATIVOS	50	24	4%	120
35	EDUROAM	-	30	5%	128
36	WIRELESS-EVENTOS	350	24	4%	160/168
37	WIRELESS-ESTUDIANTES	2000	12	2%	192
38	COPIADORA	10	6	1%	201
	TOTAL	4905	600	100%	

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Exinda*

### 3.3 EDUROAM UTN

En la actualidad en la Universidad Técnica del Norte se encuentra habilitado y en funcionamiento el servicio federado EDUROAM, este permite la conectividad de los usuarios internos como son personal administrativo, personal docente y estudiantes, así como la conexión para usuarios externos siempre y cuando pertenezcan a Instituciones Educativas dentro de la red CEDIA en el Ecuador u otros organismos en el exterior con el mismo servicio.

#### 3.3.1 Plataforma

El Servicio Federado EDUROAM en la Universidad Técnica del Norte, se encuentra desplegado sobre una distribución “CentOS 7”, compatible con el WLC de la Universidad.

Esta distribución o sistema operativo, es libre y muy utilizado a nivel empresarial, CentOS posee una gran estabilidad operacional comparado con otros sistemas que también son parte de la misma distribución, reduce el riesgo de bloqueos o pérdidas de datos o información.

Además, CentOS tiene una operatividad mucho mayor a otros sistemas Linux porque en su entorno se ejecutan operaciones básicas e importantes de software, haciendo que el procesador analice menos datos con mayor velocidad

Con lo descrito anteriormente, en la actualidad el desarrollo de EDUROAM se realizó en CentOS y cuenta con las siguientes características:

- La clasificación de jerarquías de usuarios dentro del servicio EDUROAM está desplegado sobre un servidor FreeRadius.
- El servidor FreeRadius posee un enlace hacia un directorio LDAP que permite clasificar y administrar en forma ordenada a los usuarios dentro de la red (Administrativos, Facultades, Docentes y Estudiantes por Facultad y Carrera).
- El servicio federado posee una alta seguridad gracias a que éste utiliza certificados digitales al momento de establecer una conexión.
- FreeRadius al ser un servidor AAA, permite la autenticación por medio del correo institucional y contraseña, la autorización permitiendo acceder a una dirección IP del servicio, y la contabilidad cuando el servicio responde a la petición realizada por el usuario.
- El servicio EDUROAM se encuentra dentro de la DMZ de la Universidad Técnica del Norte, permitiendo aislar a éste del resto de la red evitando ataques, tener accesibilidad de servicios desde el exterior, entre otras.

### **3.3.2 Migración**

El Departamento de Desarrollo y Tecnologías de Información de la Universidad Técnica del Norte, ha solicitado que la presente implementación del servidor para la red

EDUROAM se realice sobre la distribución de Centos 7 de acuerdo con los siguientes parámetros:

- Centos 7, es una distribución creada para trabajar con muchos servidores en entornos profesionales, gracias a la robustez de sus funciones y su gran interacción con los usuarios finales.
- Centos 7, en sus repositorios tiene la versión de FreeRadius más actual.
- El personal Técnico y de TI de la red CEDIA, ha solicitado que la red EDUROAM este instalada sobre una distribución de Centos, de preferencia Centos 7.

Por lo descrito en esta sección a continuación se muestra el proceso de migración del servicio EDUROAM dentro del campus principal de la Universidad Técnica del Norte sobre la distribución de Centos 7.

### 3.3.2.1 Configuración Inicial

El primer paso es la instalación de esta distribución Linux, el ANEXO B muestra paso a paso su instalación y su configuración inicial para empezar con la configuración.

Una vez realizada la instalación y configuración básica con el comando *yum install epel-release*, procedemos la descarga del repositorio EPEL el cual es indispensable para la descarga de algunos paquetes necesarios en el proceso de EDUROAM.

```
[root@localhost ~]# yum install epel-release
```

**Figura 83.** Instalación repositorio epel  
**Fuente:** Desarrollo Eduroam en CentOS 7

Una vez concluida la instalación de los repositorios Epel, se procede con la actualización de todos los paquetes cargados en todos los repositorios con los comandos *yum upgrade* y *yum update*.

```
[root@localhost ~]# yum update
```

```
[root@localhost ~]# yum upgrade
```

**Figura 84.** Actualización de paquetes  
**Fuente:** Desarrollo Eduroam en CentOS 7

Con los repositorios actualizados se procede a la instalación de los paquetes necesarios para el desarrollo de EDUROAM, mediante el comando *yum install firewalld*, se instala el firewall para Centos 7, el cual ayuda a la protección de los servicios trabajando por niveles de seguridad llamadas zonas.

```
[root@localhost ~]# yum install firewalld
```

**Figura 85.** Instalación Firewalld  
**Fuente:** Desarrollo Eduroam en CentOS 7

Para la instalación de freeradius, se utiliza el siguiente comando, *yum install freeradius freeradius-utils freeradius-ldap*.

```
[root@localhost ~]# yum install firewalld freeradius freeradius-utils freeradius-ldap
```

**Figura 86.** Instalación Freeradius  
**Fuente:** Desarrollo Eduroam en CentOS 7

Una vez instalado el freeradius, se procede a la instalación de openldap con el siguiente comando, *yum install openldap-servers openldap-clients*.

```
[root@localhost eduroam_utm]# yum install openldap-servers openldap-clients
```

**Figura 87.** Instalación Open-Ldap  
**Fuente:** Desarrollo Eduroam en CentOS 7

Con esto se concluye con la instalación de los paquetes necesarios para la configuración de EDUROAM en Centos 7.

### 3.3.2.2 Configuración Firewall

CentOS 7, posee un manejo diferente en el modelo de seguridad, las versiones anteriores manejaban comandos de configuración y reglas basadas en iptables, la nueva

versión utiliza una seguridad distribuida en zonas para los diferentes tipos de servicios que se desee brindar.

En el Anexo C se encuentra la configuración paso a paso de todo el firewall, sus reglas, zonas y niveles de seguridad.

### **3.3.2.3 Configuración Básica freeradius**

Para la configuración de freeradius se debe modificar los archivos clients.conf y proxy.conf, en ellos se cambian y agregan varios parámetros incluyendo clientes como CEDIA, localhost, Wirelles Lan Controler así como también el proxy para dichos clientes.

En el Anexo C se encuentra la configuración básica paso a paso del servicio freeradius.

### **3.3.2.4 Configuración servidor OpenLDAP**

El servicio OpenLDAP, como nos muestra el Anexo C, permite poder administrar contraseñas en las bases de datos de los usuarios, crear dominios DNS en el directorio LDAP, identificar la organización a la que pertenecen dichos usuarios y así poder definir una estructura jerárquica de estos.

### **3.3.2.5 Configuración Phpldapadmin**

Phpldapadmin es una herramienta que brinda una interfaz web basada en código PHP que facilita la administración del servidor OpenLDAP, en este se podrá visualizar la jerarquía de los usuarios del directorio creado en el punto anterior, en el Anexo C se encuentra la configuración paso a paso de esta herramienta, así como también la conexión de esta a nuestro servidor.

### 3.3.3 Disponibilidad Eduroam

El servicio de EDUROAM UTN se encuentra disponible dentro del campus universitario, está distribuido en todos los puntos de acceso tanto internos como externos en todos los edificios.

En los puntos 3.2.2 y 3.2.3 se puede observar la cobertura y conectividad de la red inalámbrica de la Universidad y en ella la distribución de EDUROAM en todo el campus Universitario, dando a esta red una alta disponibilidad de acceso para los estudiantes, docentes y personal administrativo.

### 3.3.4 Conexión con el servidor

EDUROAM UTN se encuentra conectado al servidor principal de CEDIA mediante una red virtual o VPN punto a punto permitiendo que el servicio de la universidad pueda acceder al servicio principal.

En primer lugar, se realizó la instalación del servicio openvpn en el servidor EDUROAM, la Figura 88 nos muestra los comandos utilizados para dicha instalación.

```
yum install epel-release  
yum install openvpn easy-rsa  
rpm -q openvpn
```

**Figura 88.** Instalación openvpn  
**Fuente:** Desarrollo Eduroam en CentOS 7

Una vez realizada la instalación se da permisos en el firewall para que el servicio quede configurado como interno y pueda salir a comunicarse con otras redes sin que este afecte a otros servicios configurados ya en el servidor, la Figura 89 muestra los comandos a utilizarse para lo descrito en este párrafo.

```
ls /usr/lib/firewalld/services/
firewall-cmd --permanent --zone=internal --add-service=openvpn
firewall-cmd --reload
firewall-cmd --zone=internal --list-all
```

**Figura 89.** Configuración del Firewall para openvpn

**Fuente:** Desarrollo Eduroam en CentOS 7

El siguiente paso en el enrutamiento entre las interfaces para permitir que las redes internas puedan pasar de una interfaz a otra y así salir para la utilización del servicio, la Figura 90 muestra la configuración.

```
vi /etc/sysctl.conf
net.ipv4.ip_forward = 1
```

**Figura 90.** Enrutamiento de Interfaces

**Fuente:** Desarrollo Eduroam en CentOS 7

Por último, en el archivo hosts configuramos la ip pública de CEDIA para poder acceder al servicio federado.

```
vi /etc/hosts
192.168.200.222 ftlr.cedia.org.ec
```

**Figura 91.** Configuración red externa

**Fuente:** Desarrollo Eduroam en CentOS 7

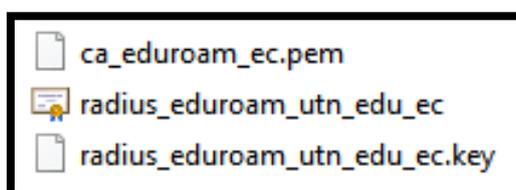
### 3.3.5 Seguridad

Para garantizar un alto nivel de seguridad en el servicio EDUROAM se emplean certificados digitales los mismos que poseen las credenciales necesarias para la autenticación de los usuarios de cada institución.

La red CEDIA emite estos certificados a cada una de las instituciones pertenecientes a esta red, estos tienen dos formatos, el uno es un “.crt” y otro “.key”, los cuales garantizan la seguridad de los usuarios conectados.

Para el uso de estos certificados en el servidor, se debe realizar una copia en la carpeta `/etc/raddb/certs/`, una vez copiados les damos permisos de lectura y escritura para poder usarlos en nuestro servicio.

La Figura 92 muestra los certificados emitidos por CEDIA y la Figura 93 los permisos mencionados en el párrafo anterior.



**Figura 92.** Emisión de Certificados por CEDIA  
Fuente: Universidad Técnica del Norte (2017) Obtenido: DDTI

```
cd /etc/raddb/certs/
ls -l
chown root:root radius_eduroam_utn_edu_ec.*
chmod 644 radius_eduroam_utn_edu_ec.crt
chmod 640 radius_eduroam_utn_edu_ec.key
ls -l|
chown root:radiusd radius_eduroam_utn_edu_ec.*
ls -lZ
chcon --reference=client.crt radius_eduroam_utn_edu_ec.*
chcon --reference=client.crt ca_eduroam_ec.pem
chown root:radiusd ca_eduroam_ec.pem
chmod 640 ca_eduroam_ec.pem
ls -lZ
```

**Figura 93.** Configuración de Permisos para los certificados emitidos  
Fuente: Desarrollo Eduroam en CentOS 7

### 3.3.6 Bases de Datos

El departamento de Desarrollo en Tecnologías de las Información (DDTI) de la Universidad Técnica del Norte tiene generado una base de datos en la cual se muestra toda la información como nombres, facultades a la que pertenecen, carrera o profesión en la que desarrollan, correos electrónicos de estudiantes, docentes y personal administrativo.

Esta base de datos fue modificada y se adaptó en ella las autenticaciones necesarias para la utilización del servidor FreeRadius en el servicio de EDUROAM, con esto al cargar esta información al servidor se ha dado un mayor orden para poder administrar dicha información.

La Figura 94 muestra la jerarquización de la información ya cargada en la base de datos en el servidor EDUROAM.



**Figura 94.** Base de Datos Cargada en EDUROAM  
**Fuente:** Desarrollo Eduroam en CentOS 7

### 3.4 Estructura IPv6 de la Universidad Técnica del Norte

Telconet ha asignado a la Universidad Técnica del Norte un pool de direcciones ipv6 /48 para el cual el departamento de desarrollo de tecnologías de la información (DDTI), ha realizado un plan de direccionamiento acorde a las necesidades en las redes y equipos de trabajo.

La Tabla 37 muestra las redes ipv6 asignadas a cada una de las redes de la Universidad.

**Tabla 37.** Plan de Direccionamiento IPv6 UTN

DISTRIBUCIÓN DE SUBREDES (VLANS) IPv6					
N°	DESCRIPCIÓN	VLAN	DIRECCIÓN IP	Prefijo	GATEWAY
1	EQUIPOS-ACTIVOS	1	xxxx:xxxx:xxxx:1::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:1::1
2	DMZ	2	xxxx:xxxx:xxxx:2408::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:2408::1
3	EQUIPOS-ACTIVOS-WIRELESS	5	xxxx:xxxx:xxxx:5::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:5::1
4	CCTV	6	xxxx:xxxx:xxxx:6::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:6::1
5	RELOJES-BIOMETRICOS	7	xxxx:xxxx:xxxx:7::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:7::1
6	TELEFONIA-IP-ELASTIX	8	xxxx:xxxx:xxxx:8::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:8::1
7	AUTORIDADES	12	xxxx:xxxx:xxxx:12::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:12::1
8	DDTI	14	xxxx:xxxx:xxxx:14::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:14::1
9	FINANCIERO	16	xxxx:xxxx:xxxx:16::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:16::1
10	COMUNICACION-ORGANIZACIONAL	18	xxxx:xxxx:xxxx:18::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:18::1
11	ADMINISTRATIVOS	20	xxxx:xxxx:xxxx:20::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:20::1
12	ADQUISICIONES	22	xxxx:xxxx:xxxx:22::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:22::1
13	U-EMPRENDE	24	xxxx:xxxx:xxxx:24::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:24::1
14	AGUSTIN-CUEVA	26	xxxx:xxxx:xxxx:26::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:26::1
15	BIENESTAR-DOCENTES	28	xxxx:xxxx:xxxx:28::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:28::1
16	BIENESTAR-ADMINISTRATIVOS	30	xxxx:xxxx:xxxx:30::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:30::1
17	PROYECTO-INDIA	32	xxxx:xxxx:xxxx:32::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:32::1
18	CLUBES-UTN	34	xxxx:xxxx:xxxx:34::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:34::1
19	NATIVA	39	----	----	----
20	FICA-LABORATORIOS	40	xxxx:xxxx:xxxx:40::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:40::1
21	FICA-WIRELESS	42	xxxx:xxxx:xxxx:42::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:42::1
22	FICA-ADMINISTRATIVOS	44	xxxx:xxxx:xxxx:44::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:44::1
23	FICAYA-LABORATORIOS	48	xxxx:xxxx:xxxx:48::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:48::1
24	FICAYA-ADMINISTRATIVOS	52	xxxx:xxxx:xxxx:52::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:52::1
25	FECYT-LABORATORIOS	56	xxxx:xxxx:xxxx:56::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:56::1
26	FECYT-ADMINISTRATIVOS	60	xxxx:xxxx:xxxx:60::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:60::1
27	FACAE-LABORATORIOS	64	xxxx:xxxx:xxxx:64::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:64::1
28	FACAE-ADMINISTRATIVOS	68	xxxx:xxxx:xxxx:68::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:68::1
29	FCCSS-LABORATORIOS	72	xxxx:xxxx:xxxx:72::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:72::1
30	FCCSS-ADMINISTRATIVOS	76	xxxx:xxxx:xxxx:76::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:76::1
31	POSTGRADO-LABORATORIOS	80	xxxx:xxxx:xxxx:80::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:80::1
32	POSTGRADO-ADMINISTRATIVOS	84	xxxx:xxxx:xxxx:84::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:84::1
33	CAI-LABORATORIOS	88	xxxx:xxxx:xxxx:88::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:88::1
34	CAI-ADMINISTRATIVOS	92	xxxx:xxxx:xxxx:92::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:92::1
35	BIBLIOTECA-LABORATORIOS	96	xxxx:xxxx:xxxx:96::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:96::1
36	BIBLIOTECA-ADMINISTRATIVOS	100	xxxx:xxxx:xxxx:100::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:100::1
37	COLEGIO-LABORATORIOS	104	xxxx:xxxx:xxxx:104::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:104::1
38	COLEGIO-ADMINISTRATIVOS	108	xxxx:xxxx:xxxx:108::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:108::1
39	WIRELESS-DOCENTES	112	xxxx:xxxx:xxxx:112::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:112::1
40	WIRELESS-ADMINISTRATIVOS	120	xxxx:xxxx:xxxx:120::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:120::1
41	EDUROAM	128	xxxx:xxxx:xxxx:128::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:128::1

42	WIRELESS-EVENTOS1	160	xxxx:xxxx:xxxx:160::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:160::1
43	WIRELESS-EVENTOS2	168	xxxx:xxxx:xxxx:168::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:168::1
44	WIRELESS-ESTUDIANTES	192	xxxx:xxxx:xxxx:192::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:192::1
45	COPIADORA	201	xxxx:xxxx:xxxx:201::	/64	xxxx:xxxx:xxxx:201::1

Fuente: Universidad Técnica del Norte (2017) Obtenido: DDTI

### 3.5 Configuración IPv6 en los equipos de Red

Una vez realizado el plan de direccionamiento se utilizará la red IPv6 perteneciente a la red de EQUIPOS-ACTIVOS de la Universidad para configurar las interfaces de cada uno de los equipos de red.

La Figura 95 muestra la asignación de ip en los equipos de red que se encuentran en el datacenter principal de la Universidad.

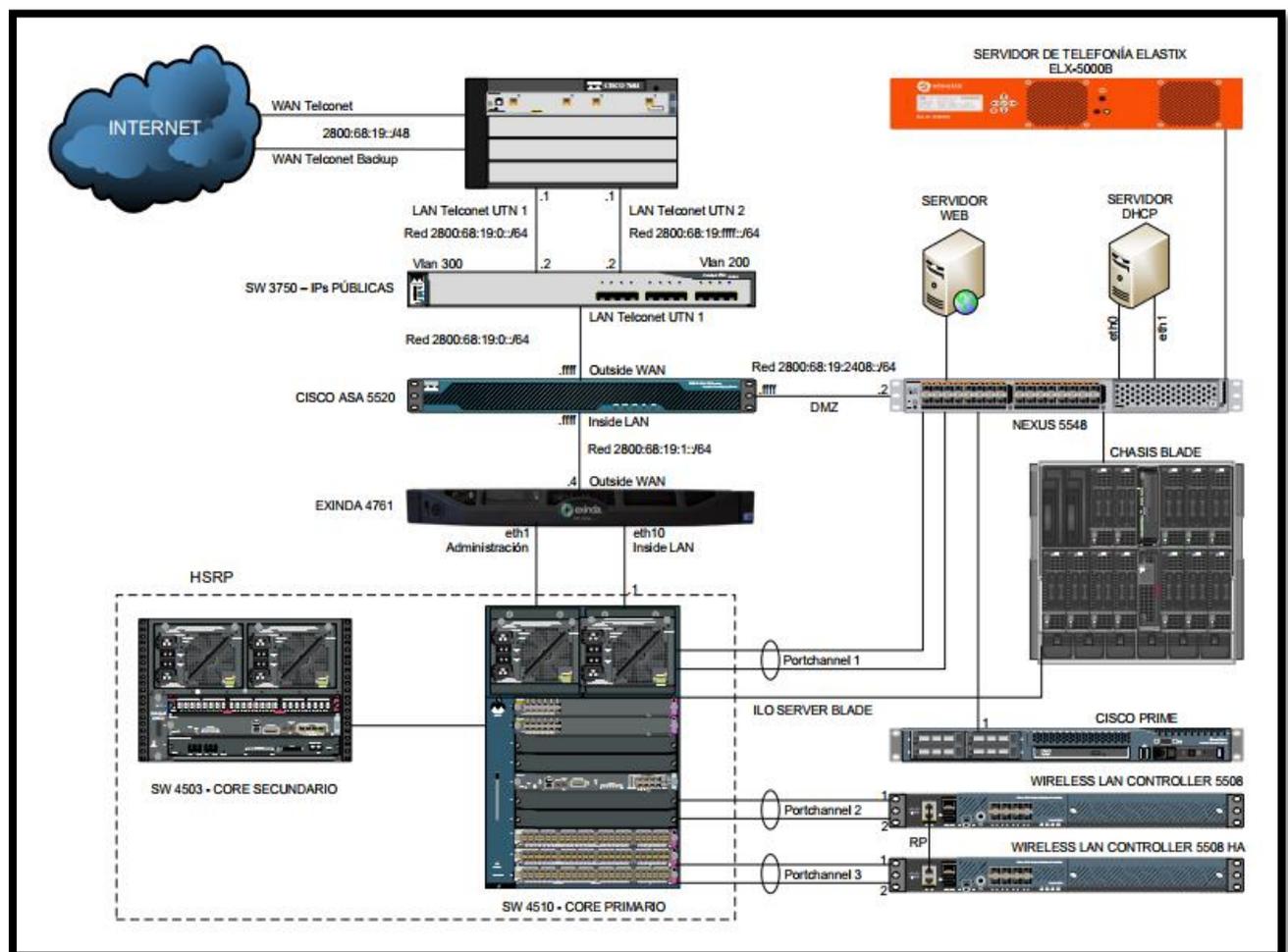


Figura 95. Direccionamiento IPv6 en Equipos de la UTN  
Fuente: Universidad Técnica del Norte (2017) Obtenido: DDTI

## 3.6 Configuración EDUROAM en IPv6

### 3.6.1 Configuración de Equipos de Red

#### 3.6.1.1 Habilitación IPv6 en SW-Core

El servicio EDUROAM en el plan de direccionamiento IPv6 de la Universidad Técnica del Norte se encuentra en la Vlan 128, por esta razón se debe habilitar la propagación de direcciones IPv6 en esta red. La siguiente figura muestra la configuración.

```
SW-ZEUS-PRIMARIO#sh run interface vlan 128
Building configuration...

Current configuration : 344 bytes
!
interface Vlan128
description EDUROAM
ip address 172.20.128.2 255.255.224.0
no ip redirects
no ip unreachable
no ip proxy-arp
standby version 2
standby 128 ip 172.20.128.1
standby 128 timers 5 15
standby 128 priority 200
standby 128 preempt
standby 128 authentication DdtiHsrp
ipv6 address 2800:68:19:128::1/64
ipv6 enable
end
```

**Figura 96.** Habilitación IPv6 en la Vlan EDUROAM  
Fuente: Desarrollo Eduroam en IPv6

#### 3.6.1.2 Configuración IPv6 en el WLC

Para lograr la conectividad del servidor EDUROAM con el Wireless LAN Controller (WLC), se debe configurar en este la interfaz en IPv6, La Figura 97 muestra dicha configuración.



**Figura 97.** Configuración de Interfaces del WLC en IPv6  
Fuente: Desarrollo Eduroam en IPv6 Obtenido: Wireless LAN Controller

### 3.7 Configuración Servidor EDUROAM en IPv6

#### 3.7.1 Interfaces

En el Servidor EDUROAM se configura una dirección IPv6 que esté dentro del rango de direcciones disponibles en la DMZ de la Universidad Técnica del Norte, con el afán de brindar una mayor seguridad a la hora de trabajar en este servicio, la Figura 98 muestra la configuración de la interfaz de dicho servidor.

```

TYPE=Ethernet
BOOTPROTO=static
IPADDR=10.24.8.6
NETMASK=255.255.255.0
PREFIX=24
GATEWAY=10.24.8.1
DNS1=172.16.1.254
DOMAIN=utn.edu.ec
DEFROUTE=yes
PEERDNS=yes
PEERROUTES=yes
IPV4_FAILURE_FATAL=no
IPV6INIT=yes
IPV6ADDR=2800:68:19:2408::6
IPV6_DEFAULTGW=2800:68:19:2408::ffff
DNS2=2800:68:0:bebe::4
IPV6_AUTOCONF=no
IPV6_DEFROUTE=yes
IPV6_FAILURE_FATAL=no
IPV6_PEERDNS=yes
IPV6_PEERROUTES=yes
IPV6_PRIVACY=no
NAME=enp14s0

```

**Figura 98.** Configuración de la Interfaz de EDUROAM en IPv6  
Fuente: Desarrollo Eduroam en IPv6 Obtenido: Servidor EDUROAM

### 3.7.2 Configuración de Archivos

Una vez hecha la configuración de las Interfaces en el Servidor EDUROAM, se procede a realizar la configuración en dos archivos los cuales se explican a continuación:

- Clients.conf

Este archivo contiene la información de los clientes alojados dentro del servidor EDUROAM para su conexión, en este se encuentran configurados el Servidor Federado, cliente local y el cliente WLC.

A parte de dichos clientes se debe configurar un nuevo cliente local y un cliente WLC para su trabajo y conexión en IPv6, la Figura 99 muestra esta configuración.

```
##### IPv6 #####
client ::1 {
    secret = AdminLdap@Eduroam
    shortname = localserver
}
client 2800:68:19:5::10 {
    secret = RadiusWlc@Eduroam
    shortname = WLC-UTN
    nas_type = cisco
}
```

**Figura 99.** Configuración clients.conf en IPv6

Fuente: Desarrollo Eduroam en IPv6 Obtenido: Servidor EDUROAM

- Default

En este archivo se debe realizar la activación de los protocolos IP en los cuales va a trabajar el servidor EDUROAM, para esto, ingresar al archivo en la dirección /etc/raddb/sites-enabled/default y habilitar los protocolos en las líneas 101, 175, 217, 229 como se muestra a continuación.

```

99      # ipv4addr = *
100     # ipv6addr = *
101     ipaddr = *

175     ipaddr = *
176 #    ipv6addr = ::

215 listen {
216     type = auth
217     ipv6addr = :: # any. ::1 == localhost
218     port = 0
219 #    interface = eth0
220 #    clients = per_socket_clients
221     limit {
222         max_connections = 16
223         lifetime = 0
224         idle_timeout = 30
225     }
226 }
227
228 listen {
229     ipv6addr = ::
230     port = 0
231     type = acct
232 #    interface = eth0
233 #    clients = per_socket_clients
234
235     limit {
236 #    max_pps = 0
237 #    idle_timeout = 0

```

**Figura 100.** Habilitación de protocolos en archivo default.

Fuente: Desarrollo Eduroam en IPv6 Obtenido: Servidor EDUROAM

### 3.7.3 Enrutamiento

Una vez realizada la configuración de las interfaces y de algunos archivos específicos en IPv6, se debe permitir el enrutamiento entre interfaces para el nuevo protocolo, la Figura 101 muestra el código de comandos que se debe configurar en la dirección /etc/sysctl.conf.

```

# For more information, see sysctl.conf(5) and sysctl.d(5)
net.ipv4.ip_forward = 1
#net.ipv6.conf.all.forwarding = 1

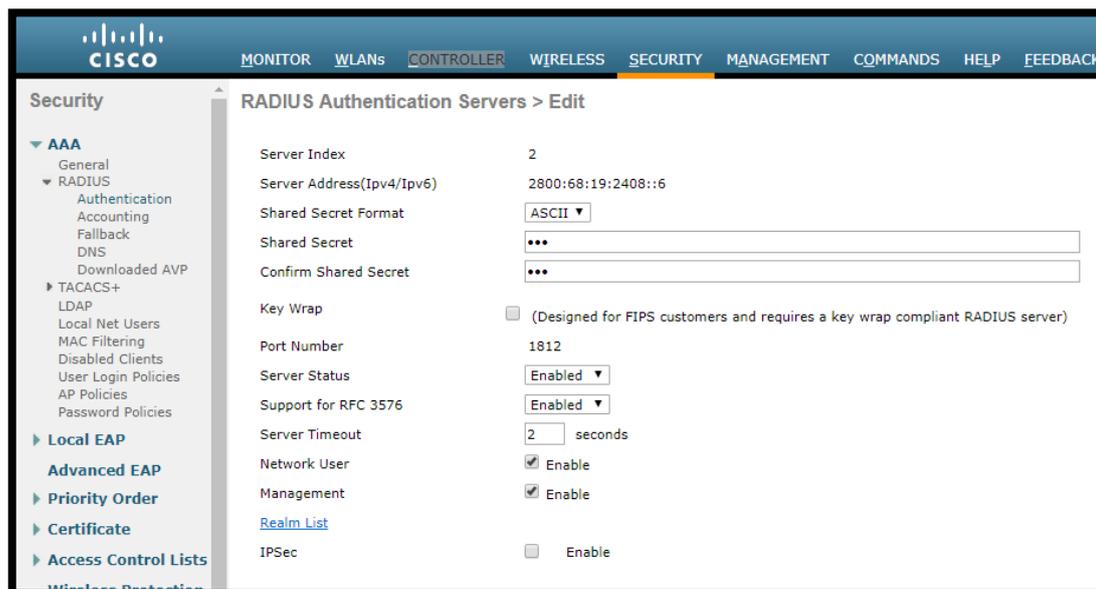
```

**Figura 101.** Enrutamiento entre interfaces en IPv6

Fuente: Desarrollo Eduroam en IPv6 Obtenido: Servidor EDUROAM

### 3.8 Autenticación en IPv6

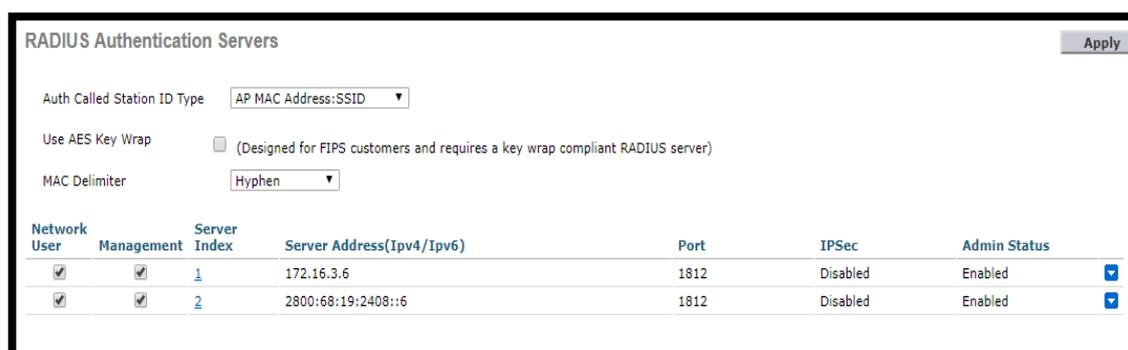
Una vez configurado el servidor EDUROAM, se debe habilitar la autenticación IPv6 en el WLC de la Universidad Técnica del Norte, en este se configura la dirección del servidor radius como también sus credenciales, puerto de emparejamiento entre otras, la Figura 102 muestra la configuración dicha en este párrafo.



**Figura 102.** Autenticación IPv6 en WLC

Fuente: Desarrollo Eduroam en IPv6 Obtenido: Wireless LAN Controller

Por último, habilitar la autenticación creada para que podamos utilizar nuestro servicio EDUROAM.



**Figura 103.** Habilitación de la Autenticación IPv6 creada

Fuente: Desarrollo Eduroam en IPv6 Obtenido: Servidor EDUROAM

## **CAPITULO IV: PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SERVICIO Y ESTUDIO ECONÓMICO**

### **4.1 Pruebas de Funcionamiento del Servicio EDUROAM**

A continuación, se detallan las pruebas realizadas para garantizar el funcionamiento del presente trabajo de titulación, su conectividad en la red local, externa nacional, externa regional y su conexión con servicios IPv6.

#### **4.1.1 Pruebas de Conectividad en la Red EDUROAM**

##### **4.1.1.1 Prueba de Autenticación en IPv6**

Para realizar las pruebas de Autenticación de los usuarios en la red EDUROAM en IPv6, se realizó un análisis de la estructura de los paquetes recibidos mediante wireshark en el cual se puede observar como un usuario realiza la petición al servidor Radius (EDUROAM), para obtener la autorización del acceso y poder conectarse a esta red.

Las Figuras 104 a la 106, muestran lo descrito en el párrafo anterior.

The image shows a Wireshark packet capture window for 'Capturas ipv6.pcapng'. The main pane displays a list of 25 packets. Packet 1 is highlighted in blue and has a red box around its details pane. The details pane shows the following information:

- No.:** 1
- Time:** 0.000000
- Source:** fe80::f94d:e064:29bc:65ea
- Destination:** ff02::1:ffe9:d53f
- Protocol:** ICMPv6
- Length:** 86
- Info:** Neighbor Solicitation for fe80::8a1d:fcff:fee9:d53f from 14:2d:27:cf:dc:e5

The packet list below shows the following details for the highlighted packet:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::1:ffe9:d53f	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fe80::8a1d:fcff:fee9:d53f from 14:2d:27:cf:dc:e5
2	0.056815	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::1:ffe9:d53f	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fe80::8a1d:fcff:fee9:d53f from 14:2d:27:cf:dc:e5
3	0.068025	fe80::8a1d:fcff:fee9:d53f	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ICMPv6	86	Neighbor Advertisement fe80::8a1d:fcff:fee9:d53f (rtr, sol, ovr) is at 88:ld:fc:ea:d5:3f
4	0.079620	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::1:2	DHCPv6	154	Solicit XID: 0xd35ba CID: 000100011f3da3456cc2175dc076
5	0.082892	2800:68:19:128:f081:78ca:91aa:ac37	fec0:0:0:ffff::3	DNS	104	Standard query 0xa07c AAAA ipv6.msftconnecttest.com
6	0.163514	::	ff02::1:1:ffbc:65ea	ICMPv6	78	Neighbor Solicitation for 2800:68:19:128:f94d:e064:29bc:65ea
7	0.163656	::	ff02::1:1:ffbc:65ea	ICMPv6	78	Neighbor Solicitation for 2800:68:19:128:f081:78ca:91aa:ac37
8	0.163759	::	ff02::1:1:ffaa:ac37	ICMPv6	62	Router Solicitation
9	0.163960	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::2	ICMPv6	130	Multicast Listener Report Message V2
10	0.164191	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::16	ICMPv6	118	Router Advertisement from 88:ld:fc:ea:d5:3f
11	0.182426	fe80::8a1d:fcff:fee9:d53f	ff02::1	ICMPv6	104	Standard query 0xa07c AAAA ipv6.msftconnecttest.com
12	0.427210	2800:68:19:128:f081:78ca:91aa:ac37	fec0:0:0:ffff::2	DNS	95	Standard query 0x51bc AAAA wpad.utm.edu.ec
13	0.581381	2800:68:19:128:f081:78ca:91aa:ac37	fec0:0:0:ffff::3	DNS	130	Multicast Listener Report Message V2
14	0.662680	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::16	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fe80::8a1d:fcff:fee9:d53f from 14:2d:27:cf:dc:e5
15	1.078011	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::1:ffe9:d53f	ICMPv6	154	Solicit XID: 0xd35ba CID: 000100011f3da3456cc2175dc076
16	1.079735	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::1:2	DHCPv6	86	Neighbor Advertisement fe80::f94d:e064:29bc:65ea (ovr) is at 14:2d:27:cf:dc:e5
17	1.162765	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::1	ICMPv6	86	Neighbor Advertisement 2800:68:19:128:f94d:e064:29bc:65ea (ovr) is at 14:2d:27:cf:dc:e5
18	1.162823	2800:68:19:128:f94d:e064:29bc:65ea	ff02::1	ICMPv6	86	Neighbor Advertisement 2800:68:19:128:f081:78ca:91aa:ac37 (ovr) is at 14:2d:27:cf:dc:e5
19	1.162848	2800:68:19:128:f081:78ca:91aa:ac37	ff02::1	ICMPv6	86	Neighbor Advertisement 2800:68:19:128:f081:78ca:91aa:ac37 (ovr) is at 14:2d:27:cf:dc:e5
20	1.165759	fe80::8a1d:fcff:fee9:d53f	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ICMPv6	86	Neighbor Advertisement fe80::8a1d:fcff:fee9:d53f (rtr, sol, ovr) is at 88:ld:fc:ea:d5:3f
21	1.172014	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Message V2
22	1.173606	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::1:3	LLMNR	92	Standard query 0xa958 ANY JEFERARRIDO
23	1.193089	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::16	ICMPv6	90	Multicast Listener Report Message V2
24	1.242399	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::c	UDP	1245	63865 → 3702 Len=1183
25	1.291094	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::c	UDP	1245	63865 → 3702 Len=1183

The bottom pane shows the packet bytes on wire (688 bits), 86 bytes captured (688 bits) on interface 0. The Ethernet II, Src: HonHaiPr\_cf:dc:e5 (14:2d:27:cf:dc:e5), Dst: IPv6mcast\_ff:e9:d5:3f (33:33:ff:e9:d5:3f) and Internet Protocol Version 6, Src: fe80::f94d:e064:29bc:65ea, Dst: ff02::1:ffe9:d5:3f fields are visible.

**Figura 104.** Solicitud de Autenticación con el AP  
Fuente: Pruebas Eduroam en IPv6 Obtenido: Wireshark

The image shows a Wireshark capture of network traffic. The main pane displays a list of packets with columns for No., Time, Source, Destination, Protocol, Length, and Info. A red box highlights a specific DNS query packet (No. 121) with the following details in the Info pane:

- 121 Standard query 0x077c SRV \_ldap.\_tcp.dc.\_msdcs.WORKGROUP.utm.edu.ec
- 686 56918 → 3702 Len=624
- 686 56918 → 3702 Len=624

The table below represents the data visible in the Wireshark packet list pane:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
49	1.868255	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::c	SSDP	183	M-SEARCH * HTTP/1.1
50	1.893284	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::c	SSDP	183	M-SEARCH * HTTP/1.1
51	1.918319	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::c	SSDP	183	M-SEARCH * HTTP/1.1
52	2.079446	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::c	UDP	1245	63865 → 3702 Len=1183
53	2.164740	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::c	UDP	1245	63865 → 3702 Len=1183
54	2.338058	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::c	UDP	686	56918 → 3702 Len=624
55	2.457185	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::c	UDP	686	56918 → 3702 Len=624
56	2.467690	2800:68:19:128:f081:78ca:91aa:ac37	fec0:0:0:ffff::3	DNS	121	Standard query 0x077c SRV _ldap._tcp.dc._msdcs.WORKGROUP.utm.edu.ec
57	2.693879	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::c	UDP	686	56918 → 3702 Len=624
58	3.080247	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::1:2	DHCPv6	154	Solicit XID: 0xd35ba CID: 000100011f3da3456cc2175dc076
59	3.144161	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::c	UDP	686	56918 → 3702 Len=624
60	3.428451	2800:68:19:128:f081:78ca:91aa:ac37	fec0:0:0:ffff::1	DNS	104	Standard query 0xa07c AAAA ipv6.msftconnecttest.com
61	3.428676	2800:68:19:128:f081:78ca:91aa:ac37	fec0:0:0:ffff::2	DNS	104	Standard query 0xa07c AAAA ipv6.msftconnecttest.com
62	3.428860	2800:68:19:128:f081:78ca:91aa:ac37	fec0:0:0:ffff::3	DNS	104	Standard query 0xa07c AAAA ipv6.msftconnecttest.com
63	3.467640	2800:68:19:128:f081:78ca:91aa:ac37	fec0:0:0:ffff::2	DNS	121	Standard query 0x077c SRV _ldap._tcp.dc._msdcs.WORKGROUP.utm.edu.ec
64	3.583002	2800:68:19:128:f081:78ca:91aa:ac37	fec0:0:0:ffff::1	DNS	95	Standard query 0x51bc AAAA wpad.utm.edu.ec
65	4.994294	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::c	SSDP	183	M-SEARCH * HTTP/1.1
66	5.020189	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::c	SSDP	183	M-SEARCH * HTTP/1.1
67	5.045365	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::c	SSDP	183	M-SEARCH * HTTP/1.1
68	5.071055	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::c	SSDP	183	M-SEARCH * HTTP/1.1
69	5.096099	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::c	SSDP	183	M-SEARCH * HTTP/1.1
70	5.121448	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::c	SSDP	183	M-SEARCH * HTTP/1.1
71	5.146512	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::c	SSDP	183	M-SEARCH * HTTP/1.1
72	5.171952	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::c	SSDP	183	M-SEARCH * HTTP/1.1
73	5.197006	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::c	SSDP	183	M-SEARCH * HTTP/1.1

**Figura 105.** Búsqueda de Usuario en la Ldap  
Fuente: Pruebas Eduroam en IPv6 Obtenido: Wireshark

The image shows a Wireshark capture of network traffic. The main pane displays a list of packets with columns for No., Time, Source, Destination, Protocol, Length, and Info. A red box highlights packet 117, which is a Neighbor Solicitation message (ICMPv6) from 14:2d:27:cf:dc:e5 to ff02::c. The packet details pane shows the Neighbor Solicitation structure, including the Solicited Node ID (00100011f3da3456cc2175dc076) and the Neighbor Address (ff02::c).

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
97	11.430381	2800:68:19:128:f081:78ca:91aa:ac37	fec0:0:0:ffff::3	DNS	90	Standard query 0x6f9d AAAA utn.edu.ec
98	11.540030	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::c	UDP	718	64373 → 3702 Len=656
99	11.560641	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::c	UDP	714	64373 → 3702 Len=652
100	11.774065	2800:68:19:128:f081:78ca:91aa:ac37	fec0:0:0:ffff::2	DNS	90	Standard query 0x6f9d AAAA utn.edu.ec
101	11.844789	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::c	UDP	718	64373 → 3702 Len=656
102	11.893402	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::c	UDP	714	64373 → 3702 Len=652
103	12.502675	2800:68:19:128:f081:78ca:91aa:ac37	2800:68:19:128:f081:78ca:91aa:ac37	TCP	86	TCP Retransmission! 50887 → 1688 [SYN] Seq=0 Min=8192 Len=0 MSS=1440 SACK_PERM=1
104	12.775000	2800:68:19:128:f081:78ca:91aa:ac37	fec0:0:0:ffff::1	DNS	90	Standard query 0x6f9d AAAA utn.edu.ec
105	12.832000	fe80::f9b6:3966:9e1d:b0ff	ff02::1:3	LLMNR	84	Standard query 0xc052 A wpad
106	12.833979	fe80::f9b6:3966:9e1d:b0ff	ff02::1:3	LLMNR	84	Standard query 0x0fad AAAA wpad
107	12.891353	fe80::f9b6:3966:9e1d:b0ff	ff02::1:3	LLMNR	84	Standard query 0xc052 A wpad
108	12.891900	fe80::f9b6:3966:9e1d:b0ff	ff02::1:3	LLMNR	84	Standard query 0x0fad AAAA wpad
109	14.588465	2800:68:19:128:f081:78ca:91aa:ac37	fec0:0:0:ffff::1	DNS	90	Standard query 0xba55 AAAA utn.edu.ec
110	14.717426	2800:68:19:128:f081:78ca:91aa:ac37	fec0:0:0:ffff::2	DNS	90	Standard query 0x85cc A g.api.mega.co.nz
111	14.775171	2800:68:19:128:f081:78ca:91aa:ac37	fec0:0:0:ffff::1	DNS	90	Standard query 0x6f9d AAAA utn.edu.ec
112	14.775314	2800:68:19:128:f081:78ca:91aa:ac37	fec0:0:0:ffff::1	DNS	90	Standard query 0x6f9d AAAA utn.edu.ec
113	14.775388	2800:68:19:128:f081:78ca:91aa:ac37	fec0:0:0:ffff::2	DNS	90	Standard query 0x6f9d AAAA utn.edu.ec
114	15.081623	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ff02::1:2	DHCPv6	154	Solicit XID: 0xd35ba CID: 000100011f3da3456cc2175dc076
115	15.589193	2800:68:19:128:f081:78ca:91aa:ac37	fec0:0:0:ffff::3	DNS	90	Standard query 0xba55 AAAA utn.edu.ec
116	17.593541	2800:68:19:128:f081:78ca:91aa:ac37	fec0:0:0:ffff::2	DNS	90	Standard query 0xba55 AAAA utn.edu.ec
117	17.662635	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	fe80::8a1d:fcff:fee9:d53f	ICMPv6	86	Neighbor Solicitation for fe80::8a1d:fcff:fee9:d53f from 14:2d:27:cf:dc:e5
118	17.800523	fe80::8a1d:fcff:fee9:d53f	fe80::f94d:e064:29bc:65ea	ICMPv6	78	Neighbor Advertisement fe80::8a1d:fcff:fee9:d53f (rtr, sol)
119	17.917530	2800:68:19:128:f081:78ca:91aa:ac37	fec0:0:0:ffff::3	DNS	90	Standard query 0x85cc A g.api.mega.co.nz
120	18.502710	2800:68:19:128:f081:78ca:91aa:ac37	2800:68:19:128:f081:78ca:91aa:ac37	TCP	82	TCP Retransmission! 50887 → 1688 [SYN] Seq=0 Min=8192 Len=0 MSS=1440 SACK_PERM=1
121	18.777930	2800:68:19:128:f081:78ca:91aa:ac37	fec0:0:0:ffff::1	DNS	90	Standard query 0x6f9d AAAA utn.edu.ec

Frame 98: 718 bytes on wire (5744 bits), 718 bytes captured (5744 bits) on interface 0  
 Ethernet II, Src: HonHaiPr\_cf:dc:e5 (14:2d:27:cf:dc:e5), Dst: IPv6mcast\_0c (33:33:00:00:00:0c)  
 Internet Protocol Version 6, Src: fe80::f94d:e064:29bc:65ea, Dst: ff02::c  
 User Datagram Protocol, Src Port: 64373, Dst Port: 3702 (3702)  
 Data (656 bytes)

Figura 106. Autorización y asignación de una Dirección IPv6  
 Fuente: Pruebas Eduroam en IPv6 Obtenido: Wireshark

#### 4.1.1.2 Conectividad Usuario Local

Para realizar las pruebas de conectividad de un usuario local se utilizó el modo Debug o modo de trabajo a tiempo real en el servidor y mediante la conexión del usuario, se puede observar como autoriza el acceso del usuario a la red.

La Figura 107 muestra cómo se realizó una conexión de un usuario local, para esta prueba, el estudiante Pedro Alexander Alquedan Heredia y gracias a la jerarquización mencionada en el punto 3.3.6 se puede observar que pertenece a la Carrera de Licenciatura en Diseño y Publicidad en la Facultad FECYT.

```
(16) ldap : Waiting for bind result...
(16) ldap : Bind successful
(16) ldap : Bind as user "cn=Pedro Alexander Alquedan Heredia,cn=CARRERA DE LICENCIATURA EN DISEÑO Y PUBLICIDAD,cn=FECYT,ou=ESTUDIANTES,dc=utn.edu.ec"
rlm_ldap (ldap): Released connection (4)
(16) [ldap] = ok
(16) } # Auth-Type LDAP = ok
(16) EXPAND Usuario Aceptado :) ${User-Name}
(16) --> Usuario Aceptado :) paalquedanh@utn.edu.ec
(16) Login OK: [paalquedanh@utn.edu.ec] (from client WLC-UTN port 0 via TLS tunnel) Usuario Aceptado :) paalquedanh@utn.edu.ec
(16) # Executing section post-auth from file /etc/raddb/sites-enabled/default
(16) post-auth { ... } # empty sub-section is ignored
(16) Reply:
(16) } # server inner-tunnel
(16) eap_tls : Got tunneled Access-Accept
(16) eap_tls : Saving session 2a8e7e6e22709b7f8c129027e7e333ff8fb11c2b45b2de721471f032eb4acfd5 vps 0x7fa041d52c00 in the cache
(16) eap : Freeing handler
Freeing cached session VPs
(16) [eap] = ok
(16) } # authenticate = ok
(16) EXPAND Usuario Aceptado :) ${User-Name}
(16) --> Usuario Aceptado :) paalquedanh@utn.edu.ec
(16) Login OK: [paalquedanh@utn.edu.ec] (from client WLC-UTN port 13 cli 84-ef-18-f9-41-65) Usuario Aceptado :) paalquedanh@utn.edu.ec
(16) # Executing section post-auth from file /etc/raddb/sites-enabled/default
(16) post-auth {
(16) [exec] = noop
(16) remove_reply_message_if_eap remove_reply_message_if_eap {
(16) if ($reply:EAP-Message && $reply:Reply-Message)
(16) if ($reply:EAP-Message && $reply:Reply-Message) -> FALSE
(16) else else {
(16) [noop] = noop
(16) } # else else = noop
(16) } # remove_reply_message_if_eap remove_reply_message_if_eap = noop
(16) } # post-auth = noop
```

**Figura 107.** Conexión de un Usuario local a EDUROAM modo Debug  
Fuente: Pruebas Eduroam en IPv6 Obtenido: Servidor EDUROAM

Además de una conexión en modo de trabajo en tiempo real (Debug), se puede realizar una prueba de radtest que permite la conectividad del usuario en modo consola, la Figura 108 muestra esta conexión con un usuario local.

```

eduroam-utn@eduroam:/home/eduroam-utn
[root@eduroam eduroam-utn]# radtest jjgarridoc@utn.edu.ec 3HdpqQUR0Q 127.0.0.1 1812 AdminLdap@Eduroam
Sending Access-Request Id 24 from 0.0.0.0:51089 to 127.0.0.1:1812
  User-Name = 'jjgarridoc@utn.edu.ec'
  User-Password = '3HdpqQUR0Q'
  NAS-IP-Address = 10.24.8.6
  NAS-Port = 1812
  Message-Authenticator = 0x00
Received Access-Accept Id 24 from 127.0.0.1:1812 to 127.0.0.1:51089 length 20
[root@eduroam eduroam-utn]#

```

**Figura 108.** Conexión de un usuario Local via radtest  
Fuente: Pruebas Eduroam en IPv6 Obtenido: Servidor EDUROAM

#### 4.1.1.3 Conectividad Usuario Externo

Para esta prueba se realizó una conexión con un usuario externo vía radtest con las credenciales de un usuario perteneciente a CEDIA, en la Figura 109 se puede visualizar como se realizó dicha conexión en el servidor EDUROAM.

```

[root@eduroam eduroam-utn]# radtest socorro@cedia.org.ec fuerzaecuador ftlr.cedia.org.ec 1812 Proxy@Eduroam
Sending Access-Request Id 207 from 0.0.0.0:47901 to 192.168.200.222:1812
  User-Name = 'socorro@cedia.org.ec'
  User-Password = 'fuerzaecuador'
  NAS-IP-Address = 10.24.8.6
  NAS-Port = 1812
  Message-Authenticator = 0x00
Received Access-Accept Id 207 from 192.168.200.222:1812 to 10.19.19.209:47901 length 20
[root@eduroam eduroam-utn]#

```

**Figura 109.** Conexión de un usuario Externo via radtest  
Fuente: Pruebas Eduroam en IPv6 Obtenido: Servidor EDUROAM

#### 4.1.1.4 Conectividad Usuario Regional

Para esta prueba se realizó una conexión con un usuario de la Universidad Politécnica de Madrid, en la Figura 110 se muestra la que la autenticación con las credenciales dadas ha podido acceder al servidor EDUROAM para su navegación por internet.

```

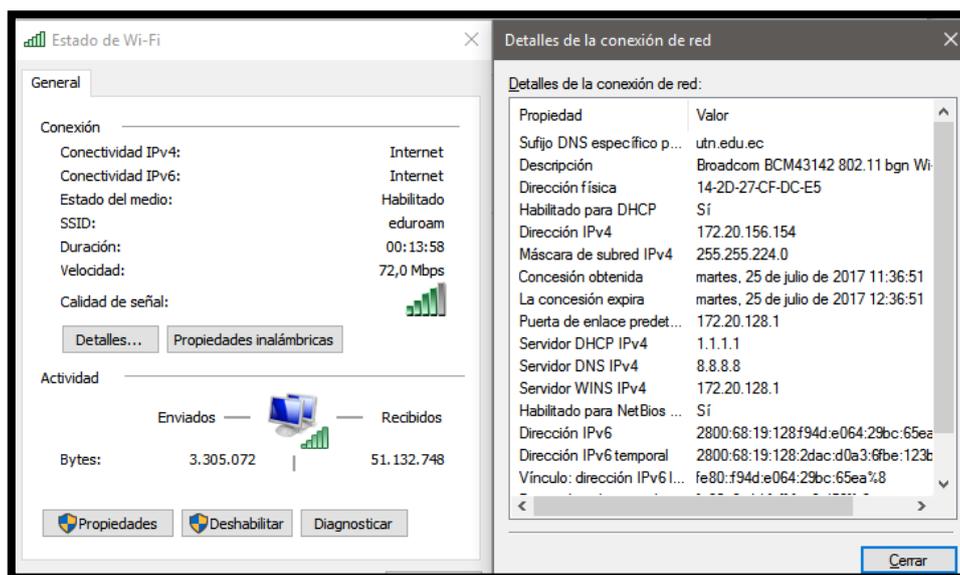
Auth: (17603) Login OK: [fdchicaizac@utn.edu.ec] (from client WLC-UTN port 0 via TLS tunnel) Usuario Aceptado ;) fdchicaizac@utn.edu.ec
Auth: (17603) Login OK: [anonymous@utn.edu.ec] (from client WLC-UTN port 13 cli 34-e6-ad-81-a8-21) Usuario Aceptado ;) anonymous@utn.edu.ec
Auth: (17612) Login OK: [bn.bermeo@alumnos.upm.es] (from client WLC-UTN port 13 cli 2c-f0-a2-dc-da-44) Usuario Aceptado ;) bn.bermeo@alumnos.
Auth: (17620) Login OK: [neobandoo@utn.edu.ec] (from client WLC-UTN port 0 via TLS tunnel) Usuario Aceptado ;) neobandoo@utn.edu.ec
Auth: (17620) Login OK: [anonymous@utn.edu.ec] (from client WLC-UTN port 13 cli 58-fb-84-05-90-1f) Usuario Aceptado ;) anonymous@utn.edu.ec

```

**Figura 110.** Conexión de Usuario Regional  
Fuente: Pruebas Eduroam en IPv6 Obtenido: Servidor EDUROAM

#### 4.1.2 Conectividad con Servicios IPv6

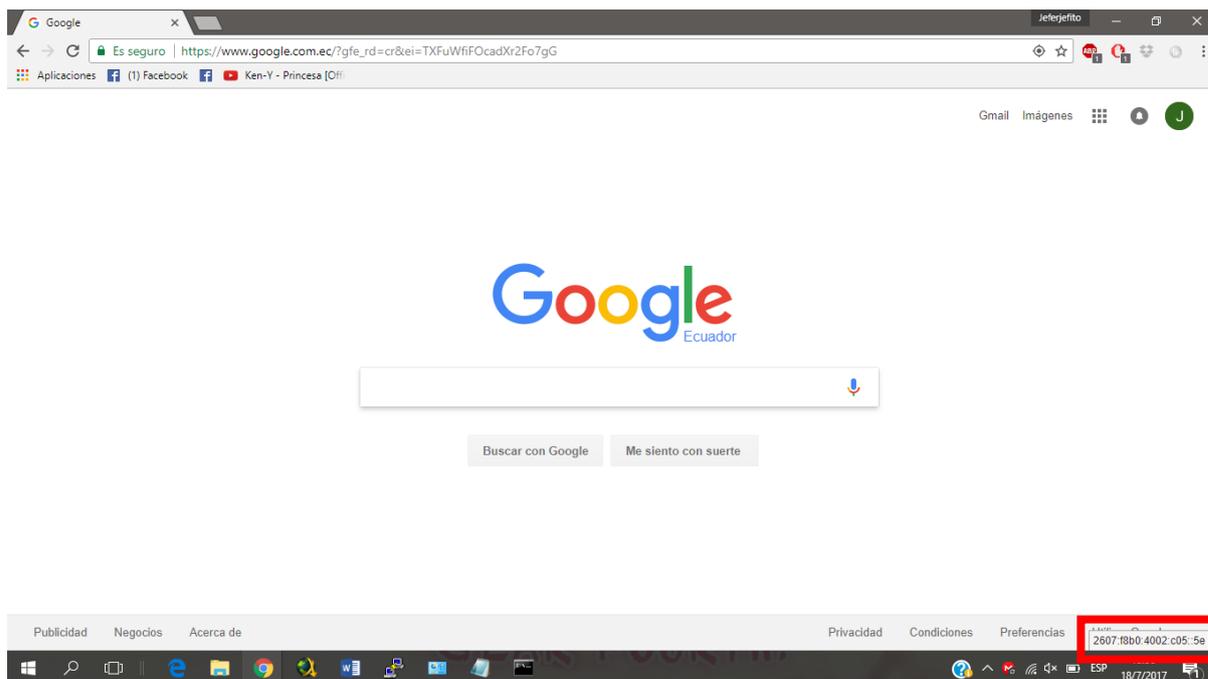
A continuación, se muestra las pruebas de conectividad del servicio EDUROAM en IPv6 con otros servicios que operan con este protocolo, la Figura 111 muestra la asignación de las direcciones en IPv4 e IPv6 de la Vlan 128 del switch de core, una vez autorizada su conectividad en el servidor EDUROAM, permitiendo la coexistencia de estos protocolos en la red.



**Figura 111.** Asignación de direcciones  
Fuente: Pruebas Eduroam en IPv6

Al existir coexistencia entre ambos protocolos se puede tener una conexión hacia internet o a un servicio en específico por cualquiera de dichos protocolos, pero se da preferencia la conectividad con el protocolo IPv6.

Las Figuras 112 y 113 muestra la conexión hacia Google y hacia el Mirror de CEDIA y mediante una extensión habilitada en el navegador se puede observar la dirección IPv6 de la página.



**Figura 112.** Conexión a Google  
Fuente: Pruebas Eduroam en IPv6 Obtenido: Servidor EDUROAM



**Figura 113.** Conexión al Mirrór de CEDIA  
Fuente: Pruebas Eduroam en IPv6 Obtenido: Servidor EDUROAM

Además de la conexión vía https, las Figuras 114 a 116 muestran un ping realizado a estas páginas donde se puede apreciar la preferencia del protocolo IPv6.

```

C:\Users\JEFFERSON GARRIDO>ping google.com

Haciendo ping a google.com [2607:f8b0:4008:803::200e] con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 2607:f8b0:4008:803::200e: tiempo=290ms
Respuesta desde 2607:f8b0:4008:803::200e: tiempo=375ms
Respuesta desde 2607:f8b0:4008:803::200e: tiempo=347ms
Respuesta desde 2607:f8b0:4008:803::200e: tiempo=170ms

Estadísticas de ping para 2607:f8b0:4008:803::200e:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 170ms, Máximo = 375ms, Media = 295ms

```

**Figura 114.** Ping a Google

Fuente: Pruebas Eduroam en IPv6 Obtenido: Servidor EDUROAM

```

C:\Users\JEFFERSON GARRIDO>ping www.cedia.edu.ec

Haciendo ping a www.cedia.edu.ec [2800:68:0:1:0:ced1:a:3] con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 2800:68:0:1:0:ced1:a:3: tiempo=100ms
Respuesta desde 2800:68:0:1:0:ced1:a:3: tiempo=68ms
Respuesta desde 2800:68:0:1:0:ced1:a:3: tiempo=37ms
Respuesta desde 2800:68:0:1:0:ced1:a:3: tiempo=68ms

Estadísticas de ping para 2800:68:0:1:0:ced1:a:3:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 37ms, Máximo = 100ms, Media = 68ms

```

**Figura 115.** Ping a CEIDA

Fuente: Pruebas Eduroam en IPv6 Obtenido: Servidor EDUROAM

```

C:\Users\JEFFERSON GARRIDO>ping mirror.cedia.org.ec

Haciendo ping a mirror.cedia.org.ec [2800:68:0:bebe::3] con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 2800:68:0:bebe::3: tiempo=33ms
Respuesta desde 2800:68:0:bebe::3: tiempo=42ms
Respuesta desde 2800:68:0:bebe::3: tiempo=71ms
Respuesta desde 2800:68:0:bebe::3: tiempo=83ms

Estadísticas de ping para 2800:68:0:bebe::3:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 33ms, Máximo = 83ms, Media = 57ms
C:\Users\JEFFERSON GARRIDO>

```

**Figura 116.** Ping a Mirrora de CEDIA

Fuente: Pruebas Eduroam en IPv6 Obtenido: Servidor EDUROAM

## 4.2 Estudio Económico

A continuación, se muestra un estudio económico de lo utilizado para la migración del servicio EDUROAM a IPv6 en la Universidad Técnica del Norte.

Este servicio se encuentra instalado en un software libre, por esta razón el costo para su implementación es nulo, para ello se deberá hacer un análisis del hardware y software utilizados para complementar esta implementación.

#### 4.2.1 Equipos

La Tabla 38 muestra el detalle de los equipos que se utilizaron en la implementación del servicio EDUROAM.

PRESUPUESTO DE HARDWARE		
Unidad	Descripción	Valor(USD)
1	Swicht The Core Catalys 4510R + E / 4500 +E Series	5,150.00
1	WIRELESS LAN CONTROLLER	11 082,05
1	Exinda 4761	49 225.00
61	CISCO series 3700 IN-DOOR	92438,18
16	CISCO series 1500 OUT-DOOR	24226,56
32	CISCO series 1200	31840
6	CISCO series 1600	3000
1	HP PROLIANT ML110 G5	799.00
TOTAL		217760,79

**Tabla 38.** Presupuesto Hardware

Fuente: Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático (2017)

La Tabla 39 muestra el detalle del software Utilizado en el presente Trabajo de Titulación.

PRESUPUESTO DE SOFTWARE		
Unidad	Descripción	Valor(USD)
1	CISCO PRIME INFRAESTRUCTURE	20 256,41
1	Linux CENTOS 7	0
TOTAL		20 256,41

**Tabla 39.** Presupuesto Software

Fuente: Dirección de Desarrollo Tecnológico e Informático (2017)

Los equipos mencionados en la Tabla 39 son activos fijos de la Universidad, están en funcionamiento y han sido adquiridos con anterioridad, por esta razón no es necesaria la compra de nuevos equipos para la implementación de EDUROAM-UTN.

#### 4.2.2 Análisis Costo-Beneficio

El costo de implementación de un servidor dedicado basado en Linux de acuerdo a cotizaciones en varias empresas como Servicom o NodoVIP, genera un valor aproximado de 75USD la hora. Al tener los recursos físicos necesarios, el beneficio económico para la Universidad oscila alrededor de 2000USD de ahorro en la instalación del presente servicio Federado (NodoVIP, 2017).

El beneficio que posee la Universidad Técnica del Norte por el servicio EDUROAM se detalla a continuación:

- Autenticación única por parte del personal administrativo, docentes y estudiantes para acceso a la red EDUROAM.
- Conectividad a la Red CEDIA, que hace que se este ligado a toda la información y repositorios que se manejan en las Instituciones Educativas a nivel Nacional e Internacional.
- Mayor ancho de banda para la navegación por Internet, éste es propio de CEDIA que brinda a la Universidad por tener la red EDUROAM activa.
- Mayor velocidad en la descarga de repositorios y distintos aplicativos y software que brinda CEDIA a través de su mirror ([mirror.cedia.org.ec](http://mirror.cedia.org.ec)).
- Gestión eficiente de paquetes y mayor calidad de conectividad con servicios web que trabajen en IPv6.
- Al poseer un certificado institucional con usuario y contraseña personal ligado a los servicios de CEDIA, permitirá tener el acceso a EDUROAM en cualquier lugar donde éste servicio este habilitado a nivel nacional e internacional.



## CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

Se realizó la implementación de la transición de protocolo IPv4 a protocolo IPv6 en la red inalámbrica Eduroam dentro de la Universidad Técnica del Norte a través del desarrollo de ciertos parámetros de software y configuraciones físicas de equipos que permiten la factibilidad y disponibilidad del nuevo servicio.

Dual Stack fue la metodología utilizada en el desarrollo de la transición de protocolo IPv4 a Ipv6 en la red EDUROAM de la Universidad Técnica del Norte, permitiendo la coexistencia de dichos protocolos sin afectación de su uso con ambiguas y nuevas tecnologías.

La Universidad Técnica del Norte cuenta con la tecnología necesaria para tener coexistencia de ambos protocolos de internet en cuanto a equipos físicos y aplicativos, los cuales en su gran mayoría se encuentran trabajando con el protocolo de internet versión 4 (IPv4) y con el protocolo de nueva generación (IPv6), en conjunto.

Con la migración del protocolo IPv4 a IPv6 en el servicio EDUROAM brindado por CEDIA, se garantiza la conexión de más dispositivos a la red de manera segura con usuarios locales y de otras instituciones pertenecientes a dicho organismo de desarrollo tecnológico dentro del campus Universitario, los archivos de configuración Freeradius, Open Ldap y Phpldapadmin, permiten sin problemas el despliegue de protocolos, los cuales hacen factibles el desarrollo y actualización de dicho servicio.

En las pruebas de funcionamiento se observó cómo se realiza las peticiones para la autenticación y asignación de dirección IP a los usuarios que realizan su conexión en IPv6 al servidor de EDUROAM.

La conexión y interacción del usuario final con los protocolos al navegar por internet y conectarse con varios servicios brindados por CEDIA es de manera transparente, garantizando la facilidad y viabilidad de este servicio dentro y fuera de la institución.

## 5.2 Recomendaciones

Indistinto del tipo de metodología que se utilice para la transición de protocolos IPv4 a IPv6, es recomendable que las instituciones y empresas destinada a brindar servicios de internet comiencen el desarrollo tecnológico dentro de sus infraestructuras de red para poder en un futuro no muy lejano interactuar con dichos protocolos de manera interna como también con los usuarios finales a los cuales prestan sus servicios.

Al ser un servidor físico, por el consumo de energía y espacio que ocupa dentro del Data Center principal de la Universidad, su futuro desarrollo puede ser implementado dentro de una plataforma de virtualización.

CEDIA es un organismo y un referente de desarrollo tecnológico en el Ecuador, por lo que es recomendable que todas las instituciones educativas del país pertenezcan a este ente, ya que proporciona recursos para que dichas instituciones educativas fomenten el desarrollo del nuevo protocolo IPv6, mejorando el proceso de adaptación de nuevas tecnologías y cumpliendo así, el despliegue de protocolos, que en los últimos años no ha sido muy alto.

La disponibilidad del servicio es 24/7 pero para garantizar el servicio y no presentar fallos o errores en el sistema en el acceso a este, se deberá reiniciar los equipos cada determinado tiempo por parte del administrador de Red de la Universidad, el cual brindará ayuda y soporte en caso de existir problemas en los usuarios finales.

Las bases de datos ingresadas en el servidor deberán actualizarse cada semestre para el ingreso de nuevos usuarios los cuales al pertenecer a la Universidad pueden disponer del servicio de EDUROAM.



## BIBLIOGRAFÍA

- AIRONET, C. (8 de Febrero de 2017). *Cisco Aironet 3700 Series Access Points Data Sheet*. Obtenido de [http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/3700-series-access-point/data\\_sheet\\_c78-729421.html](http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/3700-series-access-point/data_sheet_c78-729421.html)
- Alba, J. J. (2014). IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA FEDERADO EDUROAM EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA Y CONFIGURACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA COMO INICIATIVA PARA EL DESPLIEGUE EN LAS UNIVERSIDADES DEL ECUADOR. Loja, Loja, Ecuador.
- Alvarez, E. (2009). *Introducción a IP versión 4*. Obtenido de <http://www-2.dc.uba.ar/materias/tc/downloads/apuntes/ipv4.pdf>
- Angel, J. A. (25 de Febrero de 2013). *Tipos de dispositivos inalámbricos*. Obtenido de <http://red-informatica-delangel.blogspot.com/2013/02/tipos-de-dispositivos-inalambricos.html>
- Bermejo, J. P. (2008). *Implementacion de appliances para enrutado de IPv6 Desde plataformas de hardware económicas*. Madrid.
- Bier, J. M. (2010). *Instalación de una infraestructura de red IPv6*. Valencia, España.
- Blogger. (11 de Febrero de 2012). *Limitaciones IPv4*. Obtenido de <http://protocolointernetversion6ipv6.blogspot.com/2012/02/limitaciones-de-ipv4.html>
- CEDIA. (2016). *Red Nacional de Investigación y Educacion del Ecuador*. Obtenido de <https://www.cedia.org.ec/inicio/cedia>

- CISCO. (27 de Abril de 2012). *NAT64 Technology: Connecting IPv6 and IPv4*.  
Obtenido de [http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/ios-nx-os-software/enterprise-ipv6-solution/white\\_paper\\_c11-676278.html](http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/ios-nx-os-software/enterprise-ipv6-solution/white_paper_c11-676278.html)
- Cisco. (22 de Agosto de 2015). *Regulador del Wireless LAN (WLC) FAQ*. Obtenido de  
[http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/103/1030/1030066\\_wlc\\_faq.html](http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/103/1030/1030066_wlc_faq.html)
- Coellar, J. (4 de Febrero de 2013). Propuesta para la Transición de IPv4 a IPv6 en el Ecuador a traves de la Supertel. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Ecovi. (13 de Agosto de 2016). *Protocolo de capa de red*. Obtenido de  
<http://ecovi.uagro.mx/ccna1/course/module6/6.1.4.1/6.1.4.1.html>
- EcuRed. (8 de Abril de 2016). *Protocolo\_IP*. Obtenido de  
[http://www.ecured.cu/Protocolo\\_IP](http://www.ecured.cu/Protocolo_IP)
- Gerometta, O. (4 de Enero de 2015). *Traducción de direcciones IPv6 a IPv4*. Obtenido de <http://librosnetworking.blogspot.com/2015/01/traduccion-de-direcciones-ipv6-ipv4.html>
- GUARNIZO, J. R. (Octubre de 2015). Plan de implementación para la migración a IPv6 en la red de la Facultad de Ciencias Administrativas de la Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Información, M. d. (Marzo de 2014). *Ecuador Lidera el cambio a la IPv6*. Obtenido de <http://www.telecomunicaciones.gob.ec/ecuador-lidera-el-cambio-a-la-ipv6-que-es-por-que-el-cambio-en-que-nos-beneficia/>
- IPv6, P. (2015). *Túneles/Encapsulamiento*. Obtenido de <http://portalipv6.lacnic.net/tunelesencapsulamiento/>

Landy, D. (2013). Propuesta de un Plan de Implementación para la migración a IPv6 en la red de la Universidad Salesiana Sede-Cuenca. Cuenca, Ecuador.

NAVA, J. C. (2011). *TECNOLOGÍAS Y MECANISMOS DE TRANSICIÓN DE IPV4 A IPV6*. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/2807/Tesis.pdf?sequence=1>

Nicanet. (25 de Julio de 2011). *Configurar Redes Linux y Cisco*. Obtenido de Configuración de Túneles 6over4 (Mecanismos de transición de IPv4 a IPv6): <http://nicanet-profesional.blogspot.com/2011/07/configuracion-de-tuneles-6over4.html>

Outdoor, C. (10 de Junio de 2016). *Cisco Aironet 1550 Series Outdoor Access Point Data Sheet*. Obtenido de [http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/aironet-1550-series/data\\_sheet\\_c78-641373.html](http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/aironet-1550-series/data_sheet_c78-641373.html)

Palet, J. (14 de Marzo de 2011). *Desarrollo Web* . Obtenido de <http://www.desarrolloweb.com/articulos/protocolo-ipv6-entrevista-jordi-palet.html>

Portalipv6. (2012). *Dual Stack o Doble Pila*. Obtenido de <http://portalipv6.lacnic.net/dual-stack-o-pila-doble/>

Prime, C. (17 de Septiembre de 2015). *Cisco Prime Infraestructura Hoja de Datos 3.0*. Obtenido de <http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/cloud-systems-management/prime-infrastructure/datasheet-c78-735696.html>

- REDCEDIA. (2014). *EDUROAM*. Obtenido de <https://www.cedia.org.ec/conectividad/eduroam>
- RFC, 7. (Septiembre de 1981). *Internet Protocol*. Obtenido de <https://rfc-es.org/rfc/rfc0791-es.txt>
- Sánchez, G. L. (2010). *Desarrollo de un esquema de traducción de direcciones IPv6-IPv4-IPv6*. Obtenido de [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lis/ahuatzin\\_s\\_gl/capitulo2.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/ahuatzin_s_gl/capitulo2.pdf)
- Sánchez, J. (2010). *6to4: Tráfico IPv6 a través de una red IPv4*. Obtenido de <http://blogs.salleurl.edu/networking-and-internet-technologies/6to4-tunneling/>
- Series, C. (2014). *Cisco Aironet 1200 Series*. Obtenido de <http://www.cisco.com/c/en/us/products/wireless/aironet-1200-series/index.html>
- Serrato, J. (2009). Implementación de Servicios para ofrecer conectividad IPv6 en RedUNAM. México, México.
- Test, I. (Noviembre de 2016). *IPv6 in Ecuador*. Obtenido de <http://ipv6-test.com/stats/country/EC>
- Ticec. (15 de Julio de 2014). *CEDIA-IPv6*. Obtenido de <https://ticec2016.cedia.org.ec/servicio-de-la-nube/9-sin-categoria/250-noticia-ipv6>
- Tomicki, L. (5 de Mayo de 2012). *Network Address Translation, protocol traslation IPv4/IPv6*. Obtenido de <http://www.tomicki.net/naptd.php>
- Villada, C. M. (1 de Marzo de 2016). Transición de servicios web y ftp de IPv4 a IPv6 mediante el uso de DS-LITE para la red de la Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Imbabura, Ecuador.

WLC, C. (2106). *Cisco 5508 Wireless Controller*. Obtenido de

<http://www.cisco.com/c/en/us/products/wireless/5508-wireless-controller/index.html>



## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Dirección IP** (Internet Protocol): Dirección única de un dispositivo en una red.

Consiste en cuatro números hexadecimales entre 0 y 255 separados por un punto

(ejemplo: 198.168.0.1).

**IPng** (IP Next Generation): Abreviatura escogida en IETF con la que también se denomina la versión 6 del protocolo IP.

**IPv6** (IP versión 6): Abreviatura escogida en IETF con la que se denomina la versión 6 del protocolo IP.

**DNS** (Domain Name Server): Equipo encargado de la administración de la base de datos del sistema de nombres de dominio.

**EAP** (Extensible Authentication Protocol): Protocolo de autenticación de usuarios en RADIUS.

**Gateway:** Compuerta de intercomunicación que opera en las tres capas superiores del modelo OSI. Se selecciona un Gateway cuando se tienen que interconectar sistemas contruidos con bases en diferentes arquitecturas de comunicación.

**DHCP** (Dynamic Host Configuration Protocol - Protocolo Configuración Dinámica de Anfitrión) Protocolo de red de computadoras que permite a los clientes obtener Parámetros de configuraciones específicas así como un mecanismo para la asignación de direcciones IP, se encuentra definido en el RFC 2131.

**Enrutamiento** Proceso mediante el cual se busca el mejor camino entre dos puntos, el mejor camino se calcula usando algoritmos de encaminamiento.

**ESP** (Carga Útil de Seguridad Encapsulada). Protocolo de seguridad que pertenece a la suite de IPsec, proporciona confidencialidad de los datos y de manera opcional la autenticación, integridad y seguridad contra la reproducción de la información.

**FLAG** (Bandera) Campo que puede contener los valores DF (Don't Fragment), MF (More Fragments) y ZERO que es reservado para indicar si un paquete está fragmentado o no, se utiliza cuando un paquete IPv6 está encapsulado en un paquete IPv4.

**IANA** (Internet Assigned Number Authority - Autoridad de asignación de números en Internet) Es la entidad encargada de coordinar algunos elementos de Internet, específicamente almacena códigos y los sistemas de numeración únicos que se utilizan en los estándares técnicos (“protocolos”) <http://www.iana.org/about/>

**ICMP** (Internet Control Message Protocol – Protocolo de Mensajes de Control de Internet) Subprotocolo de diagnóstico y notificación de errores del protocolo de Internet, es utilizado para enviar mensajes de errores cuando un servicio no está disponible o un host no puede ser encontrado.

**IETF** (Internet Engineering Task Force, en español Grupo de Trabajo en Ingeniería de Internet) Es una organización internacional abierta de normalización que tiene como objetivos el contribuir a la ingeniería de Internet, actuando en diversas áreas, tales como transporte, encaminamiento, seguridad. Fue creada en Estados Unidos en 1986.

**IPsec** (Internet Protocol security). Conjunto de protocolos cuya finalidad es ofrecer servicios de seguridad en las comunicaciones sobre el protocolo de Internet ofreciendo autenticación, confiabilidad e integridad de los paquetes.

**MAC** (Media Access Control – Control de Acceso al Medio) es un identificador de 48 bits que es asignado a los adaptadores de red o a las tarjetas de interface de red, su

configuración está dada por el fabricante (los primeros 24 bits) y por el IEEE (los últimos 24 bits), trabaja en la capa 2 del modelo OSI y son únicas a nivel mundial.

**MTU (Maximum Transmission Unit)** Establece el tamaño máximo en bytes que puede enviarse en un paquete a través del Protocolo de Internet.

**MULTICAST (Multidifusión)** Es una tecnología de red para el envío de información a un grupo de destinos de manera simultánea, utilizando la estrategia más eficiente para el envío de mensajes sobre cada enlace sólo una vez.

**NAT (Network Address Translation - Traducción de Dirección de Red).** Es un mecanismo que forma parte de una red el cual traduce una dirección IP privada a una IP pública y viceversa, es una de las soluciones que se dio ante el agotamiento de direcciones de la tecnología IPv4, se encuentra definida en el RFC 2663

**VPN (Virtual Private Network):** Redes Privadas Virtuales.

**TELCONET:** Empresa privada operadora de comunicaciones corporativas y proveedora de servicios de Internet en Ecuador.

**LACNIC: (Latin American and Caribbean Internet Addresses Registry)** Registro de Direcciones de Internet para América Latina y el Caribe. Organización responsable de asignar y administrar direcciones IP.

**ARPAnet:** Proyecto de la Agencia de Programas Avanzados de Investigación (Advanced Research Projects Agency, ARPA) del Departamento de Defensa de los Estados Unidos, con el propósito de interconectar computadoras de distintas universidades e institutos de investigación.

**DHCPv6:** Protocolo de configuración dinámica de host para IPv6.

**ICMPv6:** Protocolo de mensajes de control de Internet para IPv6.



## ANEXO A

### Manual para ver la Cobertura de los Puntos de Acceso de la Universidad Técnica del Norte

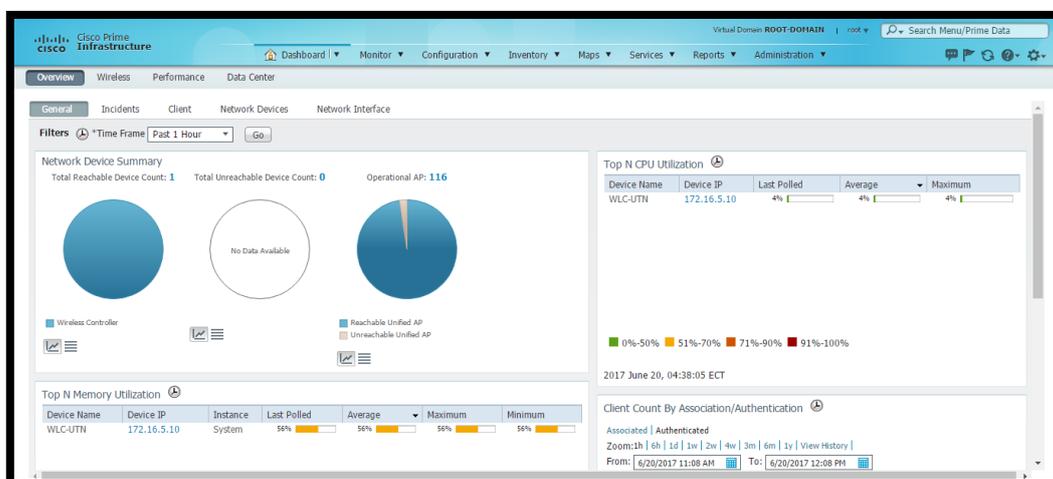
1.- En el navegador (Google Chrome, Mozilla Firefox, Internet Explorer, otros), ingresar la dirección ip que utiliza el sistema CISCO PRIME y se abrirá la siguiente ventana.



**Figura 117.** Página de Inicio para acceder CISCO PRIME

Fuente: Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*

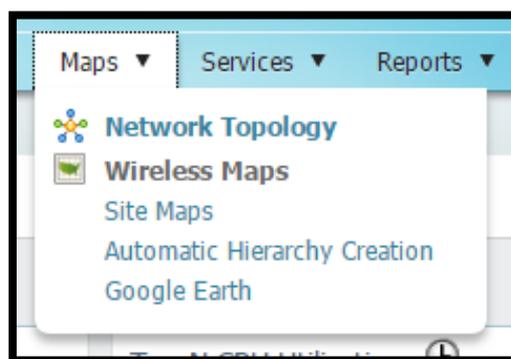
2.- En esta ingresar el usuario y contraseña para poder acceder al sistema de configuración de CISCO PRIME, luego abrirá la siguiente ventana.



**Figura 118.** Página Inicial CISCO PRIME

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*

3.- A continuación, hacer clic en la barra principal de configuraciones en la pestaña Maps y se abrirá el siguiente cuadro de opciones.



**Figura 119.** Maps CISCO PRIME

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*

4.- Hacer clic en Site Maps y se mostrará lo siguiente.

Name	Type	Incomplete	Total APs	a/n/ac Radios	b/g/n Radios	Radios with Critical Alarms	Wireless Clients	Status
System Campus	Campus/Site	16	16	16	16	2	389	⚠️
Unassigned	Campus/Site	0	0	0	0	0	0	✅
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE	Campus/Site	97	97	97	0	0	2244	⚠️
System Campus > UTNext	Building	16	16	16	16	2	389	⚠️
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE > AUDITORIO A.CUEVA	Building	1	1	1	1	0	6	⚠️
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE > BIBLIOTECA	Building	9	9	9	9	0	283	⚠️
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE > BIENESTAR	Building	8	8	8	8	0	41	⚠️
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE > CAI	Building	10	10	10	10	0	185	⚠️
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE > EDIFICIO CENTRAL	Building	13	13	13	13	0	185	⚠️
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE > ELECTRICIDAD	Building	2	2	2	2	0	40	⚠️
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE > FACAE	Building	9	9	9	9	0	131	⚠️
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE > FCCSS	Building	9	9	9	9	0	371	⚠️
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE > FECYT	Building	8	8	8	8	0	333	⚠️
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE > FICA	Building	6	6	6	6	0	215	⚠️
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE > FICAYA	Building	7	7	7	7	0	165	⚠️
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE > GIMNASIO	Building	1	1	1	1	0	2	⚠️
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE > PISCINA	Building	1	1	1	1	0	13	⚠️
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE > POLIDEPORTIVO	Building	3	3	3	3	0	193	⚠️

**Figura 120.** Ventana Principal de los Mapas de CISCO PRIME

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*

5.- En la parte izquierda de la ventana ingresar en Universidad Técnica del Norte y se desplegará el listado de Edificios y en ellos la distribución de los puntos de acceso dentro del todo el campus universitario.

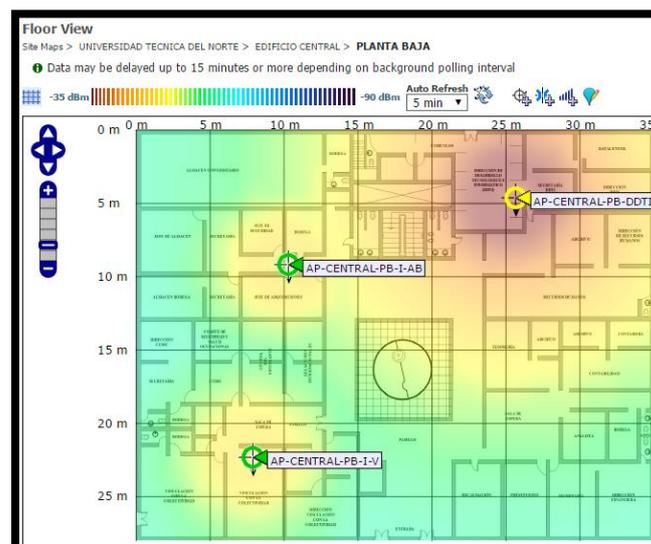
Name	Type	Incomplete	Total APs	a/n/ac Radios	b/g/n Radios	Radios with Critical Alarms	Wireless Clients	Status
System Campus	Campus/Site		16	16	16	2	388	🔴
Unassigned	Campus/Site		0	0	0	0	0	🟢
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE	Campus/Site		97	97	97	0	2194	🔴
System Campus > UTNext	Building		16	16	16	2	388	🔴
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE > AUDITORIO A.CUEVA	Building		1	1	1	0	5	🟢
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE > BIBLIOTECA	Building		9	9	9	0	279	🟡
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE > BIENESTAR	Building		8	8	8	0	42	🟡
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE > CAI	Building		10	10	10	0	172	🟡
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE > EDIFICIO CENTRAL	Building		13	13	13	0	205	🟡
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE > ELECTRICIDAD	Building		2	2	2	0	42	🟡
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE > FACAE	Building		9	9	9	0	122	🟡
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE > FCCSS	Building		9	9	9	0	341	🟡
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE > FECYT	Building		8	8	8	0	326	🟡
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE > FICA	Building		6	6	6	0	204	🟡
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE > FICAYA	Building		7	7	7	0	164	🟡
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE > GIMNASIO	Building		1	1	1	0	5	🟡
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE > PISCINA	Building		1	1	1	0	15	🟡
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE > POLIDEPORTIVO	Building		3	3	3	0	186	🟡
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE > POLIDEPORTIVO ADMINISTRATIVO	Building		2	2	2	0	29	🟡
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE > POSTGRADO	Building		8	8	8	0	57	🟡
System Campus > UTNext > ext	Floor Area		16	16	16	2	388	🔴
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE > AUDITORIO A.CUEVA > PLANTA BAJA	Floor Area		1	1	1	0	5	🟢
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE > BIBLIOTECA > PISO 1	Floor Area		3	3	3	0	143	🟡
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE > BIBLIOTECA > PISO 2	Floor Area		2	2	2	0	50	🟡

**Figura 121.** Distribución de Puntos de Acceso

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*

A continuación, se puede observar la cobertura de cada uno de los puntos de acceso de la Universidad Técnica del Norte.

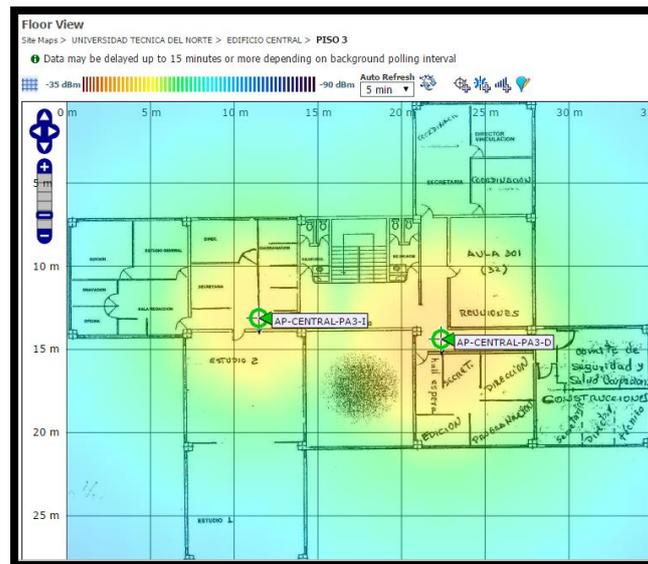
- EDIFICIO CENTRAL



**Figura 122.** Edificio Central (Planta Baja)

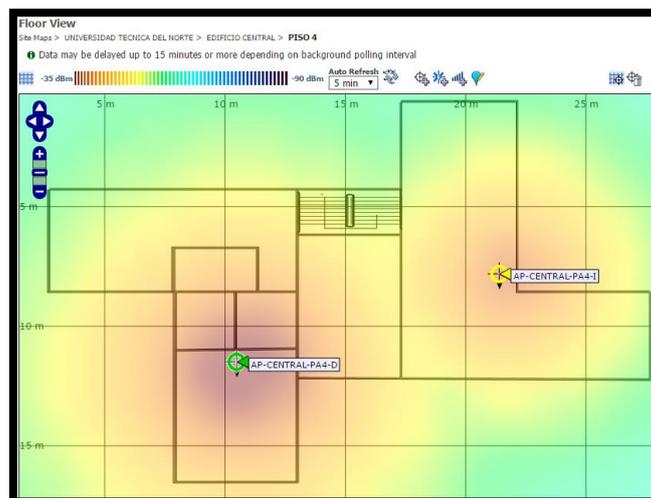
**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*





**Figura 125.** Edificio Central (Tercer Piso)

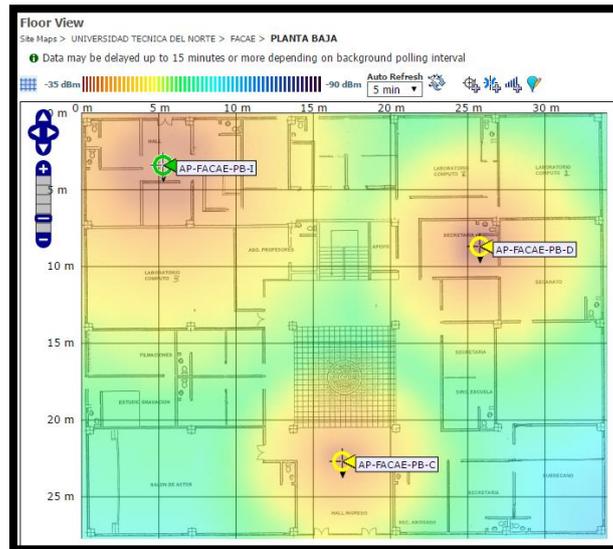
**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*



**Figura 126.** Edificio Central (Cuarto Piso)

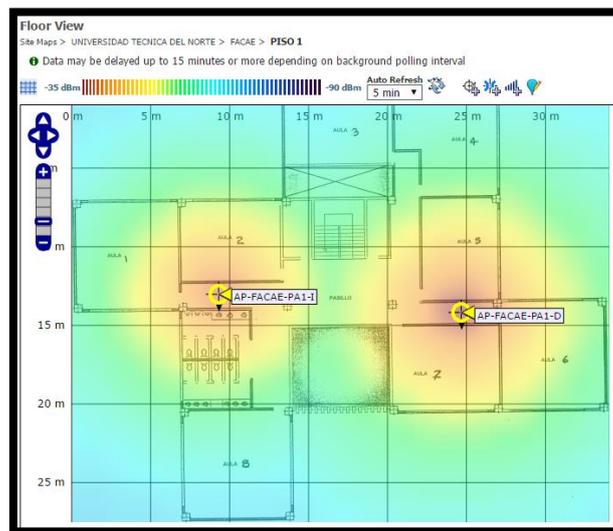
**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*

- FACAE



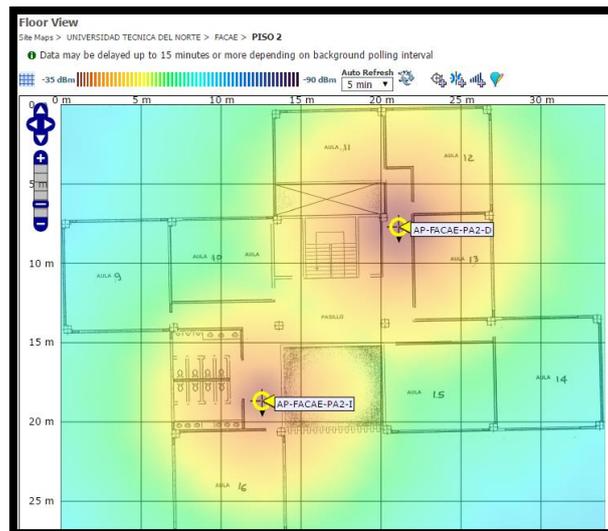
**Figura 127.** FACA E (Planta Baja)

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*



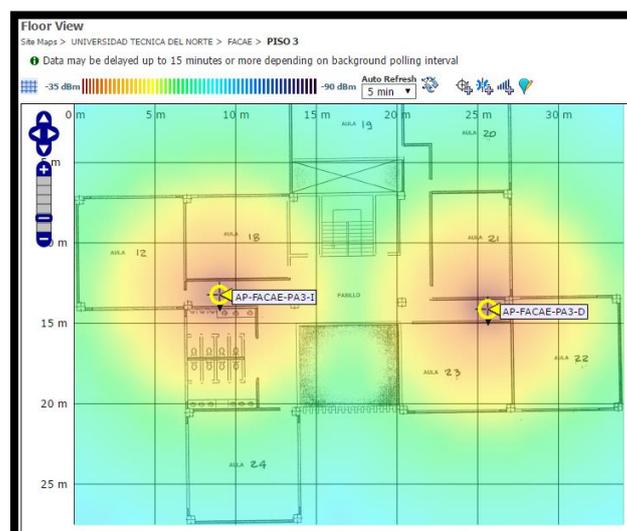
**Figura 128.** FACA E (Primer Piso)

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*



**Figura 129.** FACA E (Segundo Piso)

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*



**Figura 130.** FACA E (Tercer Piso)

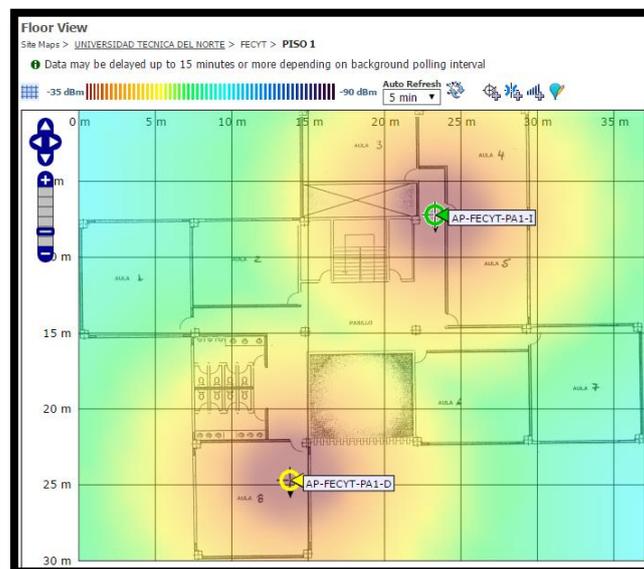
**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*

- FECYT



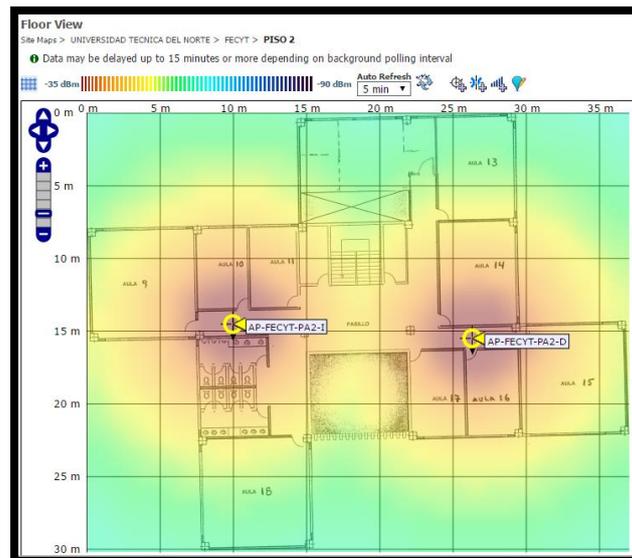
**Figura 131.** FECYT (Planta Baja)

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*



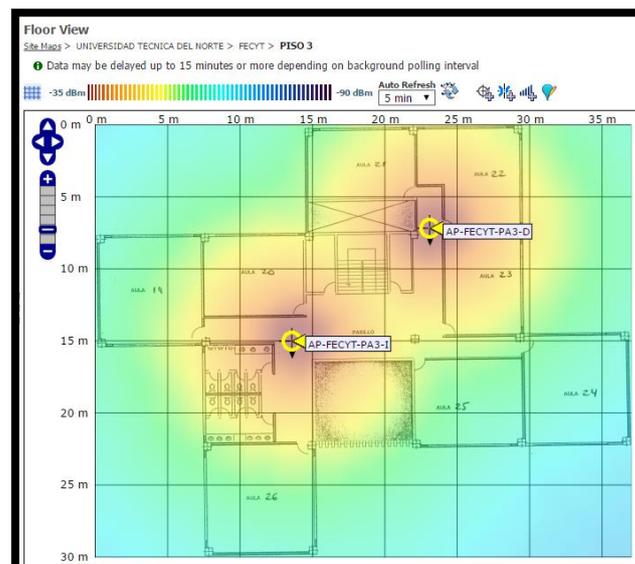
**Figura 132.** FECYT (Primer Piso)

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*



**Figura 133.** FECYT (Segundo Piso)

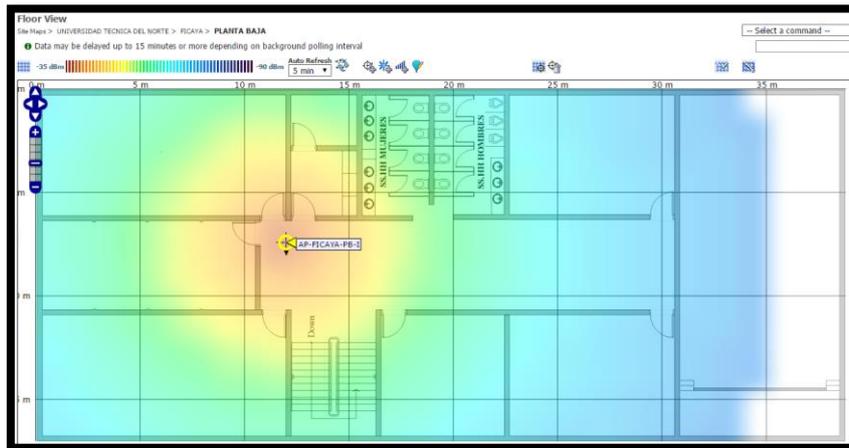
**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*



**Figura 134.** FECYT (Tercer Piso)

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*

- FICAYA



**Figura 135.** FICAYA (Planta Baja)

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*



**Figura 136.** FICAYA (Primer Piso)

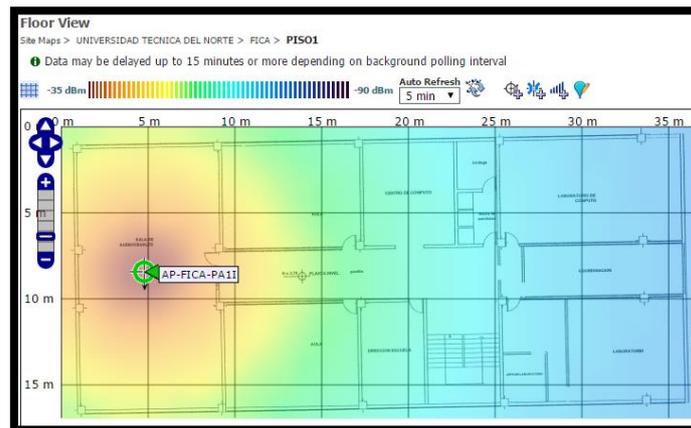
**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*



**Figura 137.** FICAYA (Segundo Piso)

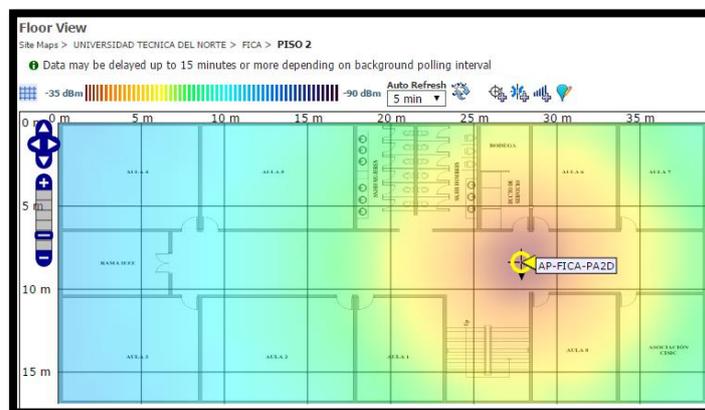
**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*





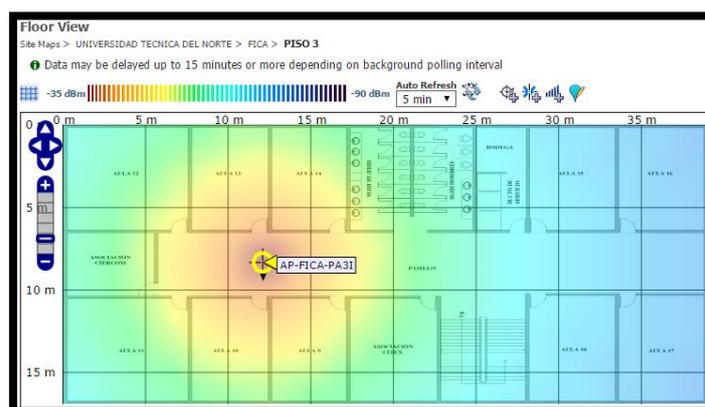
**Figura 140.** FICA (Primer Piso)

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*



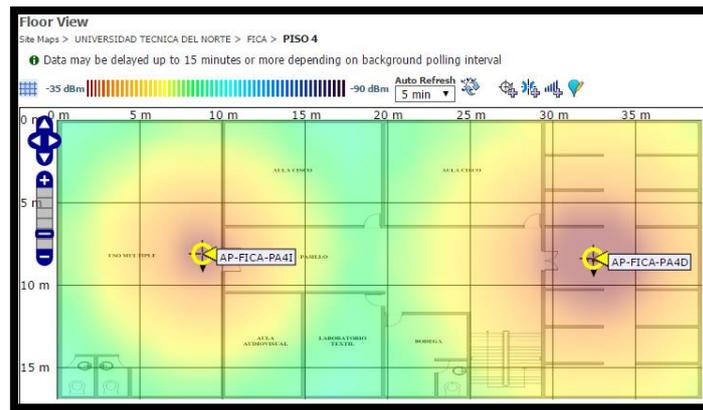
**Figura 141.** FICA (Segundo Piso)

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*



**Figura 142.** FICA (Tercer Piso)

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*



**Figura 143.** FICA (Cuarto Piso)

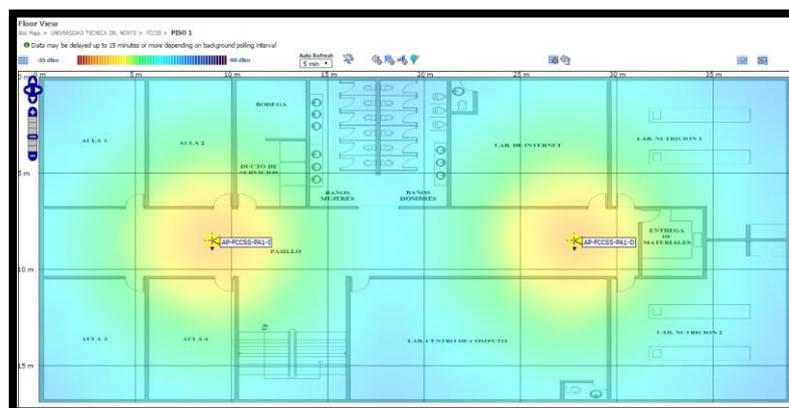
**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*

- FCCSS



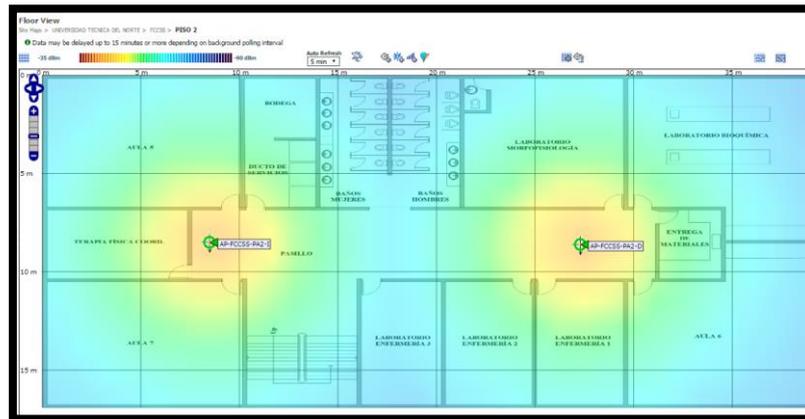
**Figura 144.** FCCSS (Planta Baja)

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*



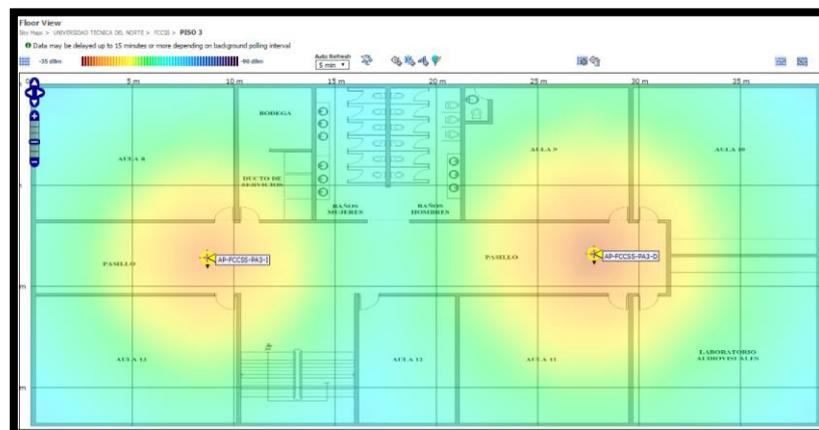
**Figura 145.** FCCSS (Primer Piso)

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*



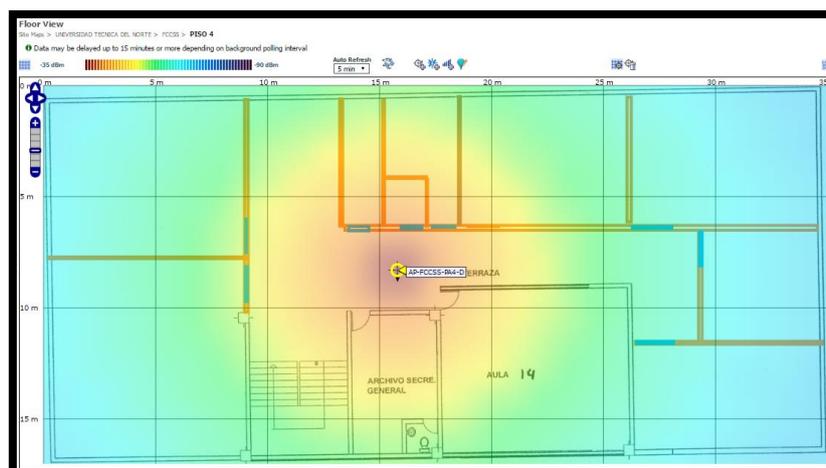
**Figura 146.** FCCSS (Segundo Piso)

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*



**Figura 147.** FCCSS (Tercer Piso)

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*



**Figura 148.** FCCSS (Cuarto Piso)

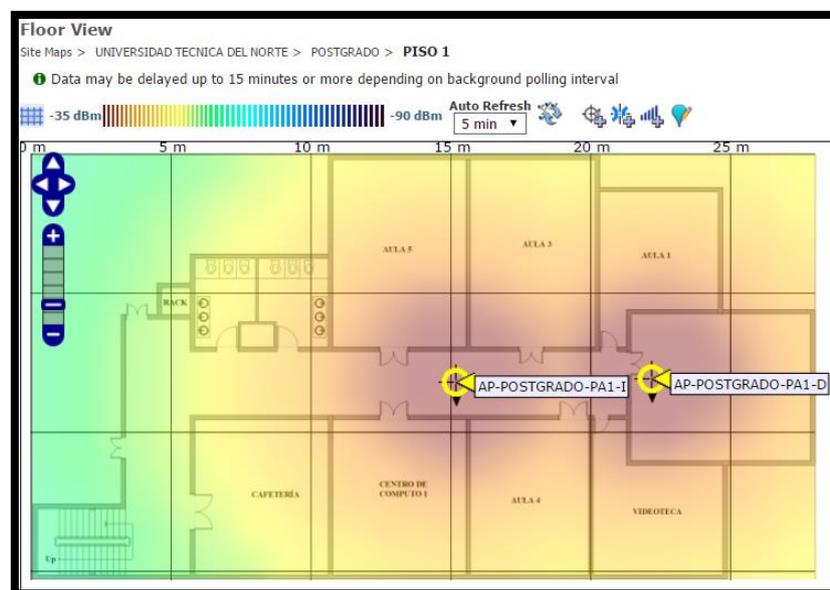
**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*

- POSGRADOS



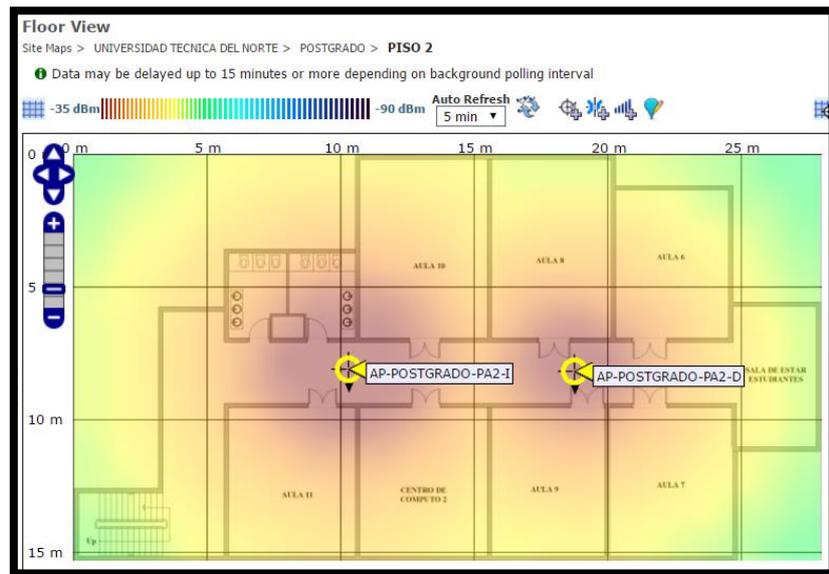
**Figura 149.** Edificio de Postgrado (Planta Baja)

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*



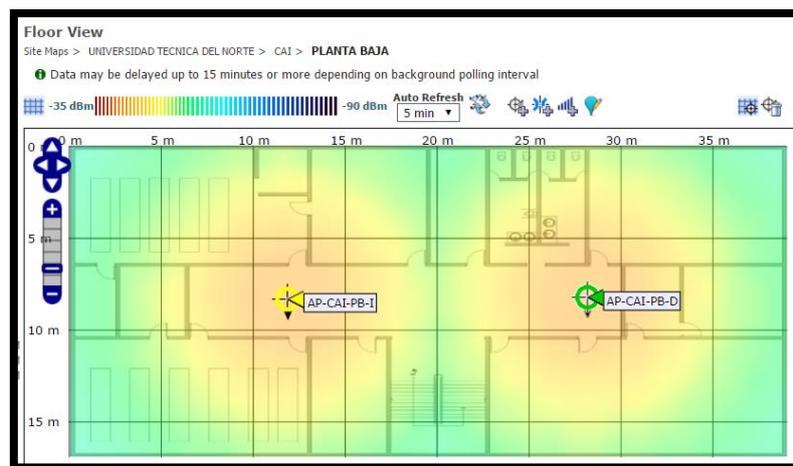
**Figura 150.** Edificio de Postgrado (Primer Piso)

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*



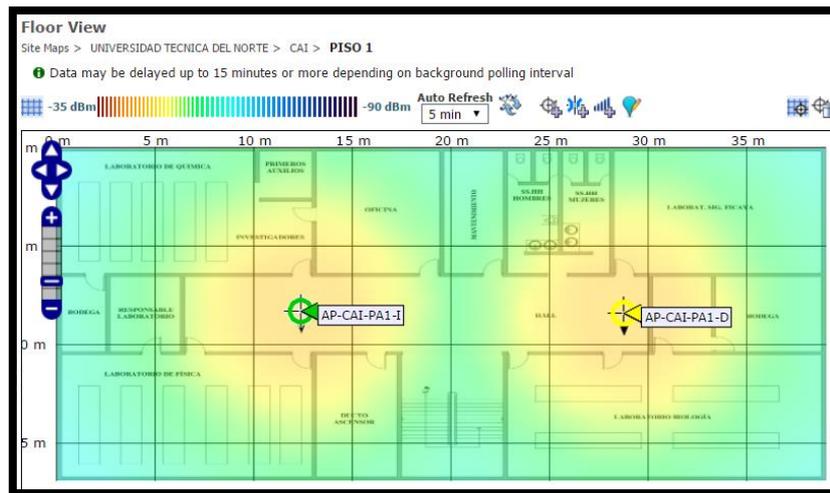
**Figura 151.** Edificio de Postgrado (Segundo Piso)

- CAI



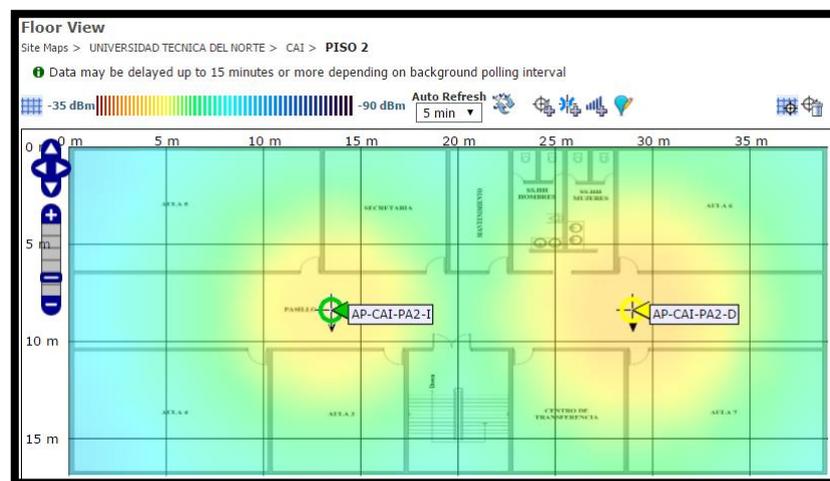
**Figura 152.** CAI (Planta Baja)

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*



**Figura 153.** CAI (Primer Piso)

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*



**Figura 154.** CAI (Segundo Piso)

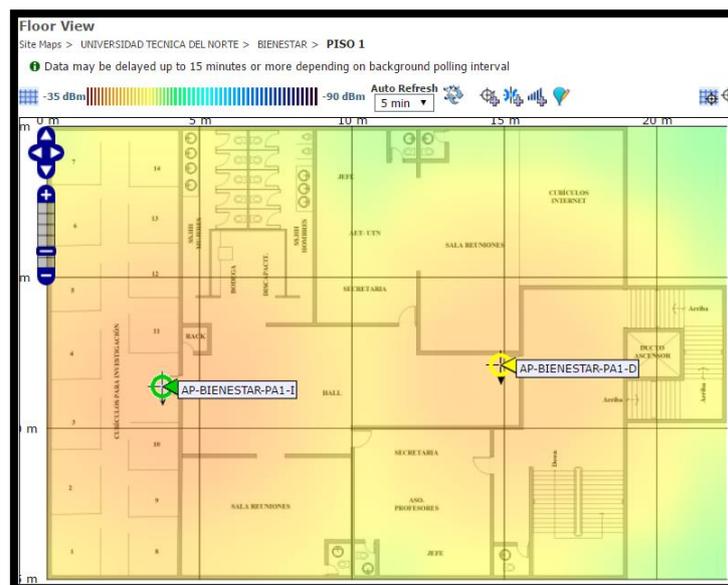
**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*





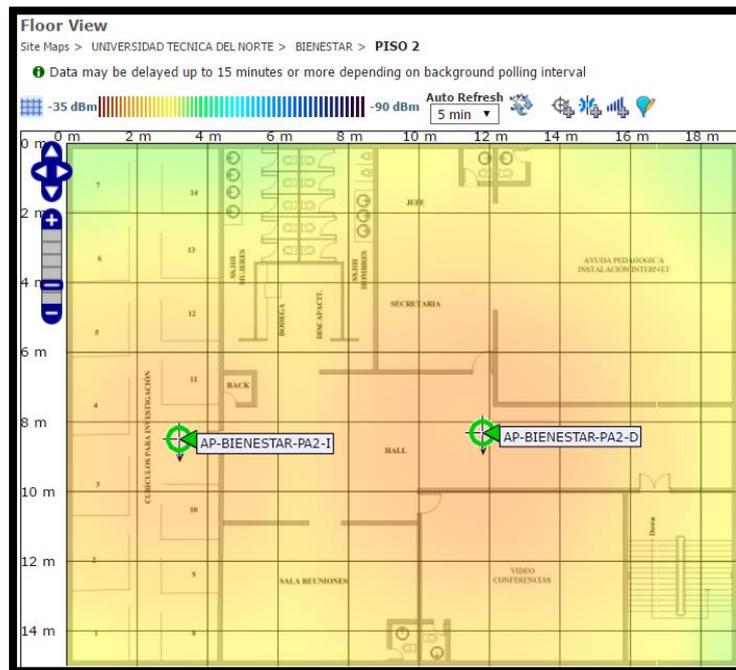
**Figura 157.** Bienestar Universitario (Planta Baja)

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*



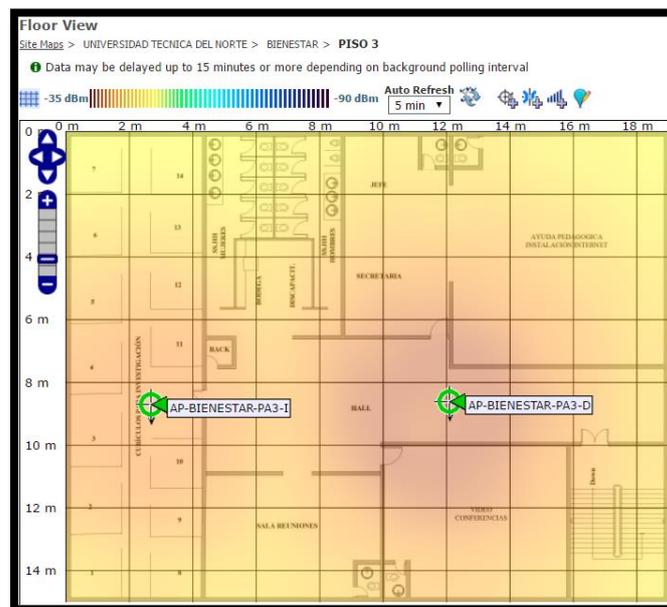
**Figura 158.** Bienestar Universitario (Primer Piso)

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*



**Figura 159.** Bienestar Universitario (Segundo Piso)

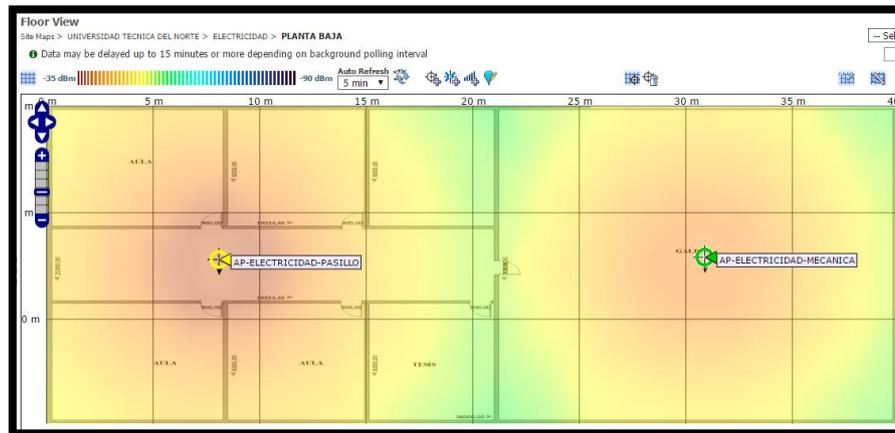
**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*



**Figura 160.** Bienestar Universitario (Tercer Piso)

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*

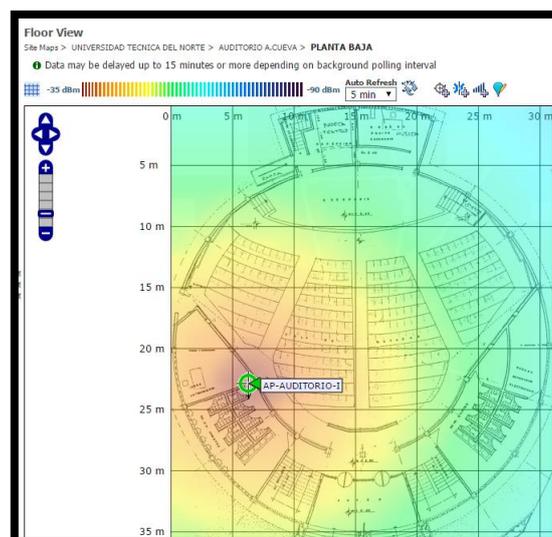
- MANTENIMIENTO ELÉCTRICO



**Figura 161.** Mantenimiento Eléctrico

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*

- AUDITORIO



**Figura 162.** Auditorio Agustín Cueva

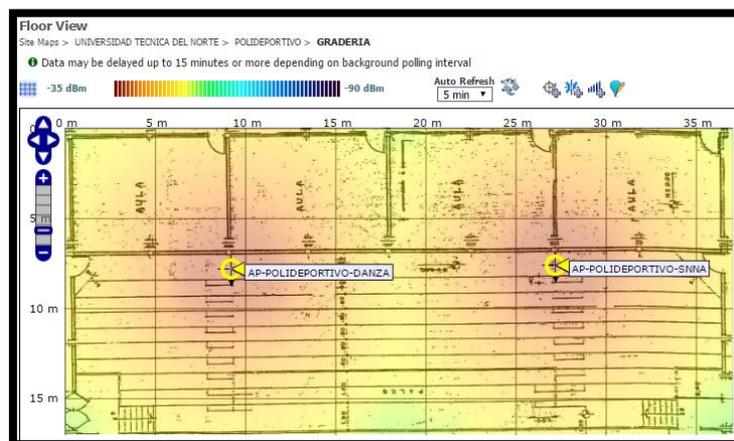
**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*

- POLIDEPORTIVO



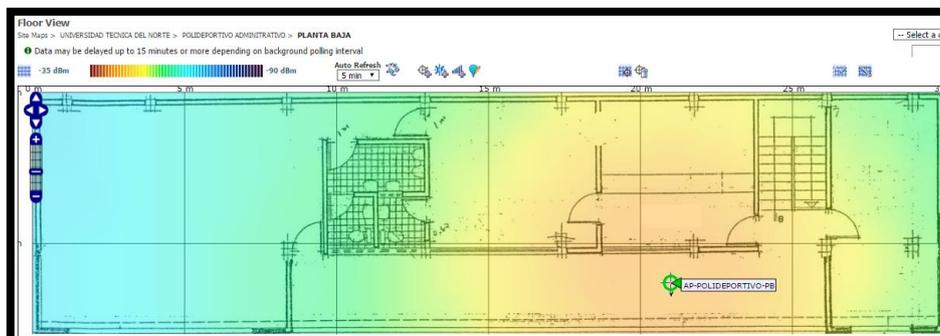
**Figura 163.** Polideportivo (Canchas)

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*



**Figura 164.** Polideportivo (Graderío)

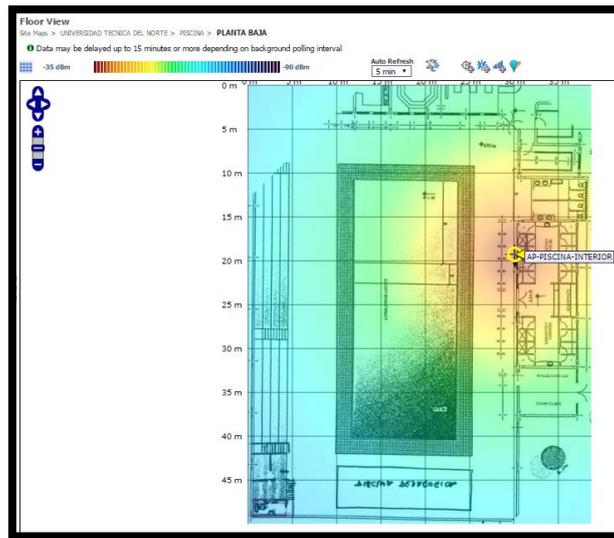
**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*



**Figura 165.** Polideportivo (Planta Baja)

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*

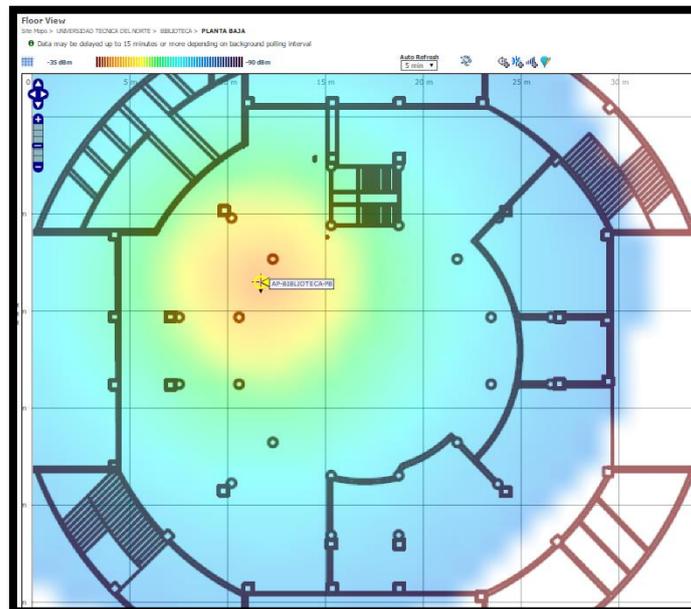
- PISCINA



**Figura 166.** Piscina

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*

- BIBLIOTECA



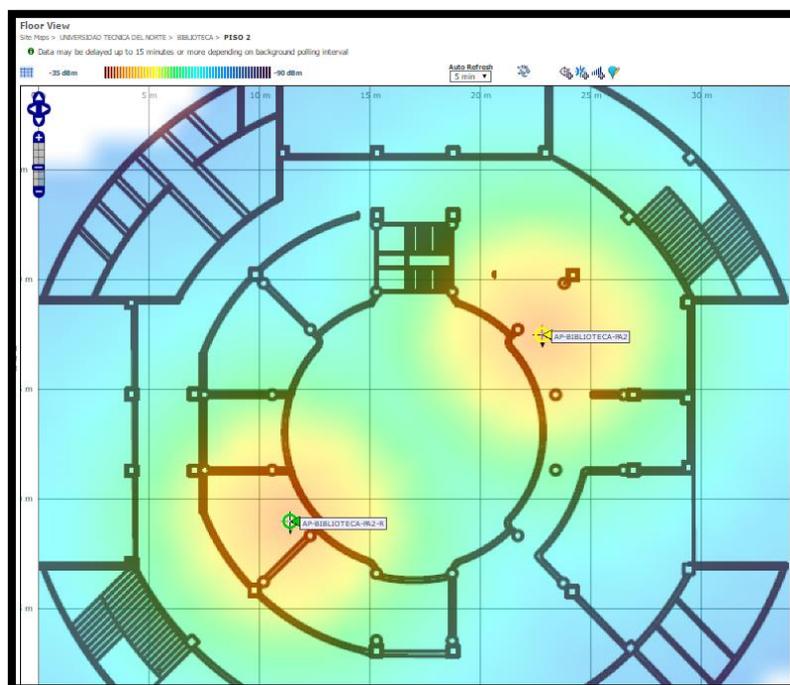
**Figura 167.** Biblioteca (Planta Baja)

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*



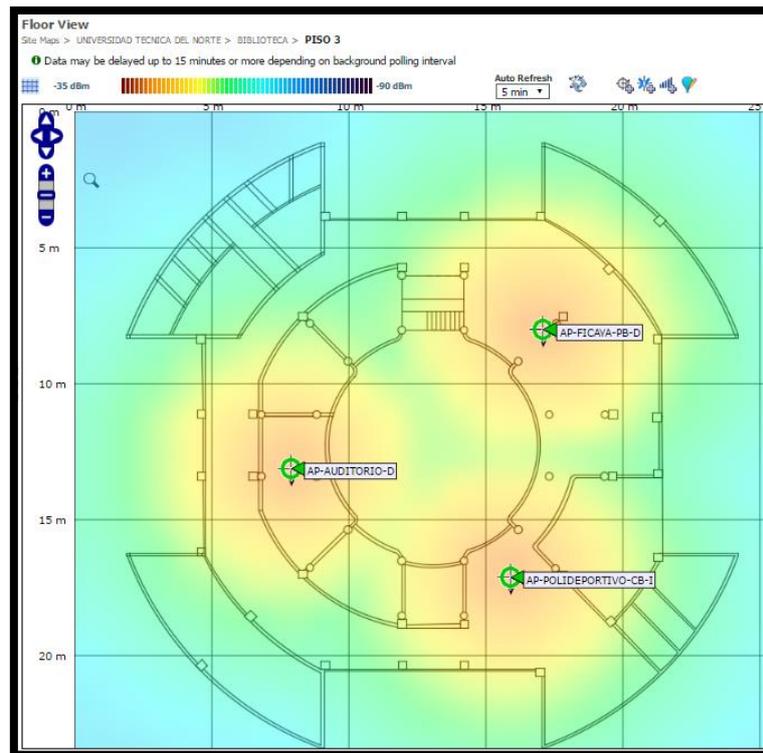
**Figura 168.** Biblioteca (Primer Piso)

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*



**Figura 169.** Biblioteca (Segundo Piso)

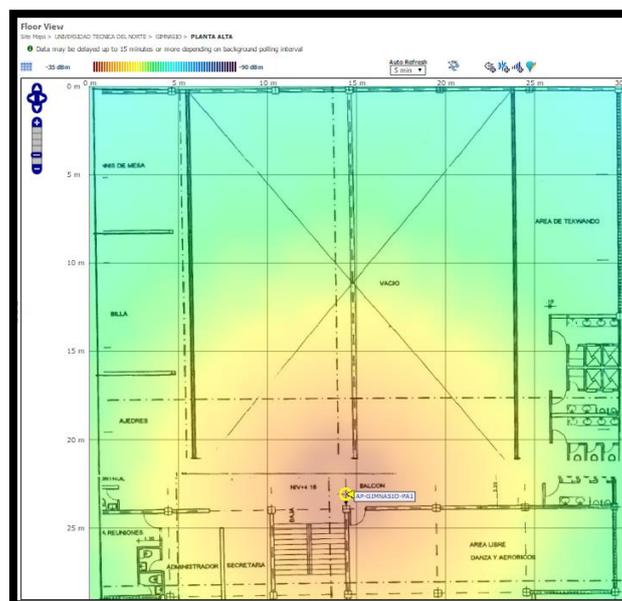
**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*



**Figura 170.** Biblioteca (Tercer Piso)

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*

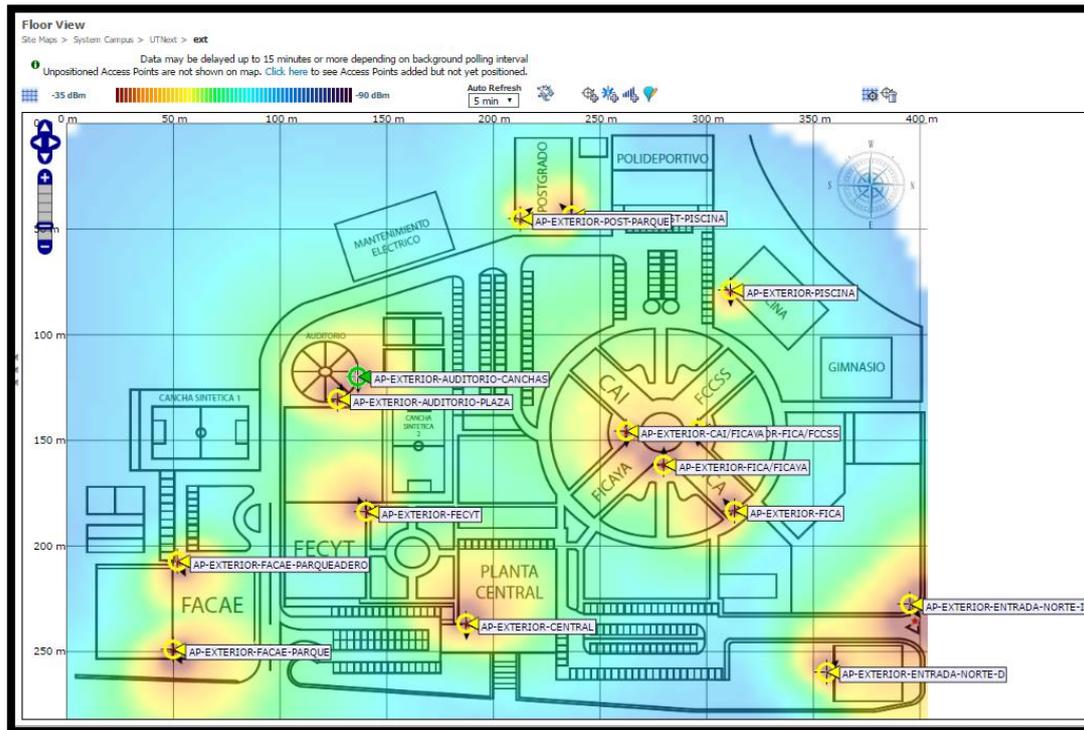
- GIMNASIO



**Figura 171.** Gimnasio

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: *Cisco Prime Infrastructure 2.2*

- EXTERIORES



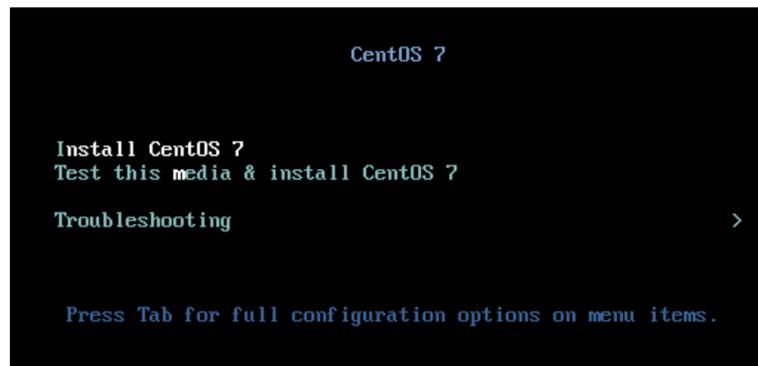
**Figura 172.** Puntos de Acceso Exteriores

**Fuente:** Universidad Técnica del Norte. (2017). Obtenido: Cisco Prime Infrastructure 2.2

## ANEXO B

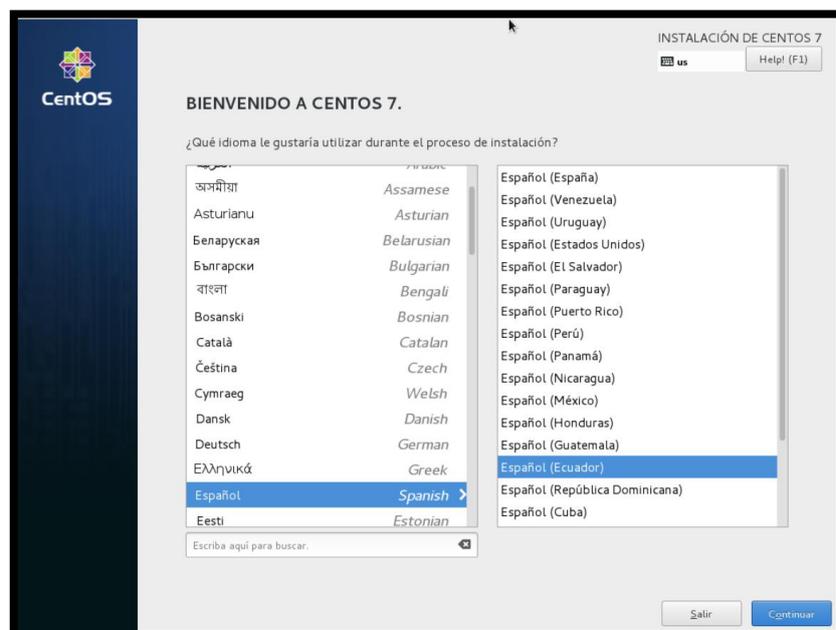
### INSTALACIÓN CENTOS 7

Una vez inicializado el Sistema Operativo CENTOS 7, en la primera pantalla que aparece seleccionar *Install CentOS 7*.



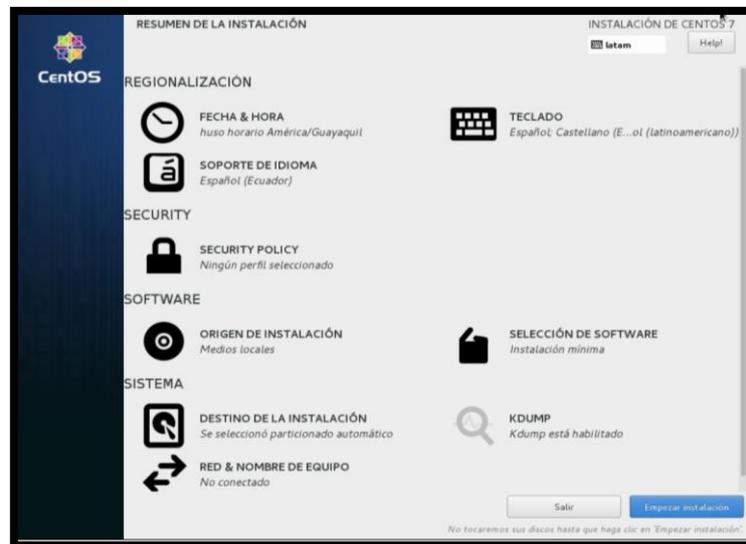
**Figura 173.** Página Inicial CentOS 7  
**Fuente:** Desarrollo Eduroam en IPv6

A continuación, se muestra una pantalla en la que se debe configurar el idioma, seleccionar español y Español (Ecuador) y hacer clic en continuar.



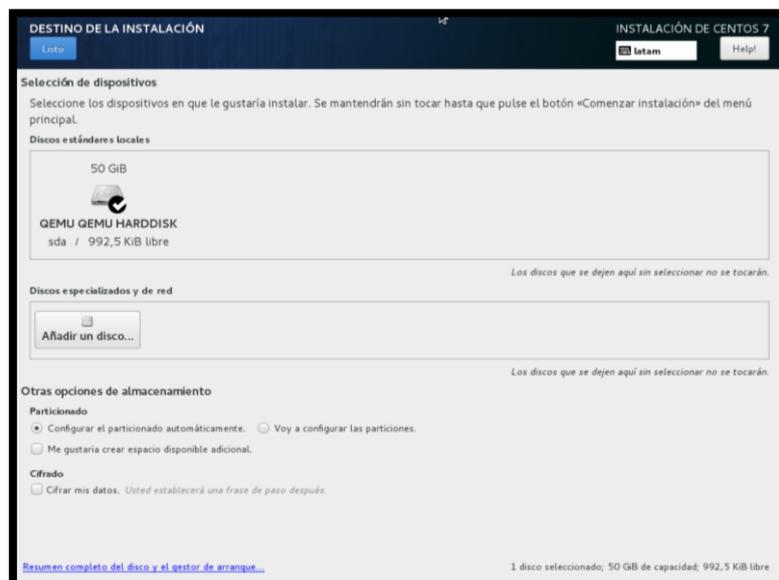
**Figura 174.** Configuración Idioma del Sistema en CentOS 7  
**Fuente:** Desarrollo de Eduroam en IPv6

Una vez configurado el idioma, se procede a configurar idioma del teclado, fecha y hora, tipo de software a instalarse entre otras.



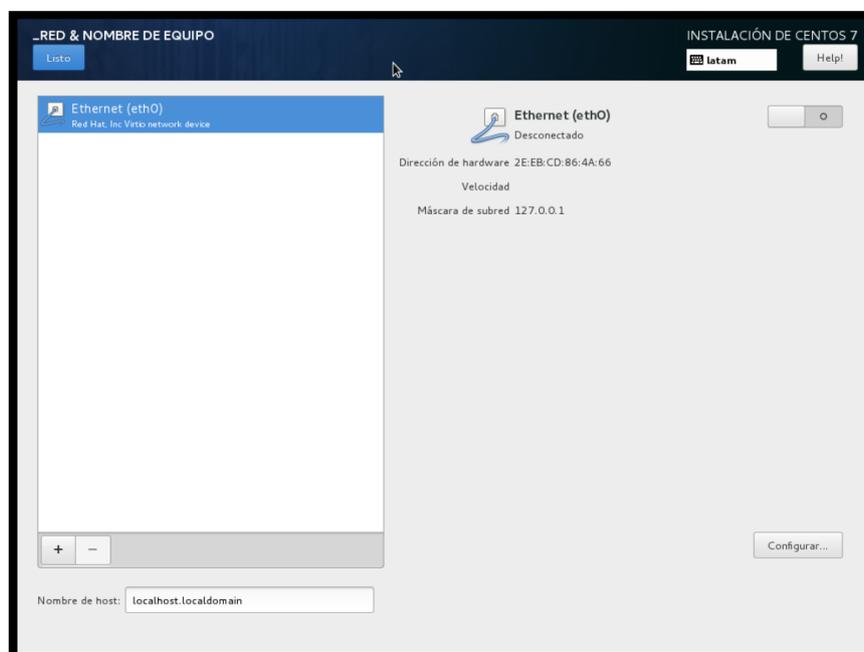
**Figura 175.** Configuración Hora, Fecha, Teclado CentOS 7  
**Fuente:** Desarrollo Eduroam en IPv6

Seleccionar Destino de la Instalación para proceder a configurar las particiones necesarias dependiente de los servicios que se deseen instalar. Seleccionar el Disco y activar el campo Voy a Configurar las Particiones, concluido lo mencionado clic en Listo.



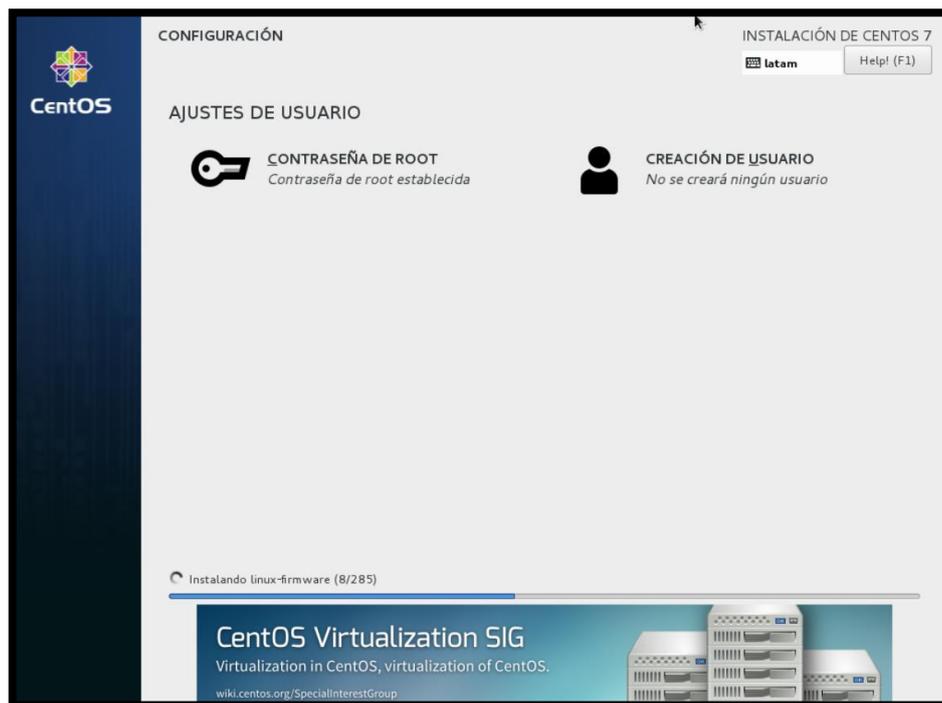
**Figura 176.** Configuración de Particiones CentOS 7  
**Fuente:** Desarrollo Eduroam en IPv6

Seleccionar Configuración de Red y configurar el nombre de dominio de la maquina a crearse, y la configuración de red la cual es opcional ya que al iniciar el sistema se puede configurar esta vía consola.



**Figura 177.** Configuración de Red en CentOS 7  
**Fuente:** Desarrollo de Eduroam en IPv6

Una vez realizadas las configuraciones seleccionar continuar, seleccionar Contraseña ROOT configurarla y esperar hasta que termine la instalación. Al terminarse la instalación dar clic en Reiniciar el Sistema y así se concluye la instalación de la Distribución de CentOS 7.



**Figura 178.** Instalación del Sistema Operativo CentOS 7  
**Fuente:** Desarrollo de Eduroam en IPv6

## ANEXO C

### Migración de Eduroam a CentOS 7

Una vez realizada la instalación y configuración básica con el comando *yum install epel-release*, se procede la descarga del repositorio EPEL el cual es indispensable para la descarga de algunos paquetes necesarios en el proceso de EDUROAM.

```
[root@localhost ~]# yum install epel-release
```

**Figura 179.** Instalación repositorio epel  
**Fuente:** Desarrollo Eduroam en CentOS 7

Una vez concluida la instalación de los repositorios Epel, se procede con la actualización de todos los paquetes cargados en todos los repositorios con los comandos *yum upgrade* y *yum update*.

```
[root@localhost ~]# yum update
```

```
[root@localhost ~]# yum upgrade
```

**Figura 180.** Actualización de paquetes  
**Fuente:** Desarrollo Eduroam en CentOS 7

Con los repositorios actualizados se procede a la instalación de los paquetes necesarios para el desarrollo de EDUROAM, mediante el comando *yum install firewalld*, se instala el firewall para Centos 7, el cual ayuda a la protección de servicios trabajando por niveles de seguridad llamadas zonas.

```
[root@localhost ~]# yum install firewalld
```

**Figura 181.** Instalación Firewalld  
**Fuente:** Desarrollo Eduroam en CentOS 7

Para la instalación de freeradius, se utiliza el siguiente comando, *yum install freeradius freeradius-utils freeradius-ldap*.

```
[root@localhost ~]# yum install firewalld freeradius freeradius-utils freeradius-ldap
```

**Figura 182.** Instalación Freeradius  
**Fuente:** Desarrollo Eduroam en CentOS 7

Una vez instalado el freeradius, se procede a la instalación de openldap con el siguiente comando, *yum install openldap-servers openldap-clients*.

```
[root@localhost eduroam_utm]# yum install openldap-servers openldap-clients
```

**Figura 183.** Instalación Open-Ldap  
**Fuente:** Desarrollo Eduroam en CentOS 7

Con esto concluye la instalación de los paquetes necesarios para la configuración de EDUROAM en Centos 7.

## Configuración Firewall

CentOS 7, posee un manejo diferente en el modelo de seguridad, las versiones anteriores manejaban comandos de configuración y reglas basadas en iptables, la nueva versión utiliza una seguridad distribuida en zonas para los diferentes tipos de servicios que se desee brindar.

Para empezar la configuración del firewall utilizaremos los siguientes comandos:

- *systemctl start firewalld*
- *systemctl enable firewalld*
- *systemctl status firewalld*

Los comandos indicados anteriormente permiten iniciar, habilitar y darnos el estado de funcionamiento del firewall, a continuación, con el comando *firewall-cmd --list-all-zones*, se puede obtener la lista de todas las zonas disponibles así:

```
[root@localhost eduroam_utm]# firewall-cmd --list-all-zones
work
target: default
icmp-block-inversion: no
interfaces:
sources:
services: dhcpv6-client ssh
ports:
protocols:
masquerade: no
forward-ports:
sourceports:
icmp-blocks:
rich rules:

drop
target: DROP
icmp-block-inversion: no
interfaces:
sources:
services:
ports:
protocols:
masquerade: no
forward-ports:
sourceports:
icmp-blocks:
rich rules:

internal
target: default
icmp-block-inversion: no
interfaces:
sources:
services: dhcpv6-client mdns samba-client ssh
```

**Figura 184.** Lista de Zonas Disponibles  
**Fuente:** Desarrollo Eduroam en CentOS 7

Con el comando `firewall-cmd --get-active-zones`, se verifica las zonas que están activas y que servicios se están ejecutando en esa zona.

Para darle mayor seguridad a nuestra tarjeta de red se utiliza el comando, `firewall-cmd --zone=internal --change-interface=enp14s0`, así nuestra tarjeta de red pasa a tener una seguridad interna para el control del administrador.

```
[root@localhost eduroam_utm]# firewall-cmd --zone=internal --change-interface=enp14s0
The interface is under control of NetworkManager, setting zone to 'internal'.
success
```

**Figura 185.** Cambio de zonas de la Tarjeta de red  
**Fuente:** Desarrollo Eduroam en CentOS 7

A continuación, se añade los servicios a la zona interna así:

```
[root@localhost eduroam_utm]# firewall-cmd --permanent --zone=internal --add-service=radius
success
[root@localhost eduroam_utm]# firewall-cmd --permanent --zone=internal --add-service=ldap
success
[root@localhost eduroam_utm]# firewall-cmd --permanent --zone=internal --add-service=ldaps
success
```

**Figura 186.** Cambio de zonas de los servicios  
**Fuente:** Desarrollo Eduroam en CentOS 7

La configuración realizada permite un control por parte del administrador de los servicios e interfaz utilizada para EDUROAM.

### Configuración Básica freeradius

Para la configuración de freeradius primero se ingresa al archivo `clients.conf` a través del siguiente comando `vi /etc/raddb/clients.conf` de la siguiente manera:

```
[root@localhost home]# vi /etc/raddb/clients.conf
```

**Figura 187.** Acceso al archivo `clients.conf`  
Fuente: Desarrollo Eduroam en CentOS 7

Una vez dentro de este archivo se configura los clientes necesarios para el funcionamiento de EDUROAM, los clientes que se configura son: Uno para la federación de CEDIA, el localhost o servidor local y el Wireless Lan Controller.

```
#####
##### SERVIDOR FEDERADO #####
#####
client cedia_federado_ftlr {
    ipaddr = ftlr.cedia.org.ec
    secret = FtLrUtn@Eduroam
    netmask =32
    require_message_authenticator=no
    shortname = org-federado.cedia.org.ec
}

##### SERVIDOR LOCAL #####
#####
client localhost {
    ipaddr = 127.0.0.1
    secret = AdminLdap@Eduroam
    shortname = localserver:
    nas_type = other
}

##### WIRELESS LAN CONTROLLER #####
#####
client 172.16.5.10 {
    secret = RadiusWlc@Eduroam
    shortname = WLC-UTN
    nas_type = cisco
}
```

**Figura 188.** Configuración archivo `clients.conf`  
Fuente: Desarrollo Eduroam en CentOS 7

Una vez configurados los clientes se procede a configurar el proxy en el archivo de configuración `proxy.conf` con el comando `vi /etc/raddb/proxy.conf`, de la siguiente manera:

```
[root@localhost home]# vi /etc/raddb/proxy.conf
```

**Figura 189.** Acceso archivo proxy.conf  
**Fuente:** Desarrollo Eduroam en CentOS 7

En este archivo se procede a realizar la siguiente configuración:

```
#####
##### PROXY #####
#####
proxy server {
    default_fallback = yes
}
home_server ftlr {
    type = auth+acct
    ipaddr = ftlr.cedia.org.ec
    port = 1812, 1813
    secret = Proxy@Eduroam
    response_windows = 20
    zombie_period = 40
    revive_interval = 60
    status_check = status-server
    check_interval = 30
    num_answers_to_alive = 3
}
home_server_pool EDUROAM-FTLR {
    type = fail-over
    home_server = ftlr
}
realm utn.edu.ec {
    type = radius
    authhost = LOCAL
    accthost = LOCAL
}
realm LOCAL {
    nostrip
}
realm null {
    nostrip
}
realm DEFAULT {
    pool = EDUROAM-FTLR
    nostrip
}
```

**Figura 190.** Configuración archivo proxy.conf  
**Fuente:** Desarrollo Eduroam en CentOS 7

## Configuración servidor OpenLDAP

Para la configuración del servidor OpenLDAP primero se crea una copia del archivo DB\_CONFIG.example en el archivo DB\_CONFIG que se encuentra en la carpeta de la ldap, para esto se utiliza el comando `cp /usr/share/openldap-servers/DB_CONFIG.example /var/lib/ldap/DB_CONFIG`.

```
[root@localhost eduroam_utn]# cp /usr/share/openldap-servers/DB_CONFIG.example /var/lib/ldap/DB_CONFIG
```

**Figura 191.** Respaldo del archivo DB\_CONFIG.example  
**Fuente:** Desarrollo Eduroam en CentOS 7

Para poder manipular el archivo se cambia de propietario y se añade los permisos con el comando `chown ldap. /var/lib/ldap/DB_CONFIG`.

```
[root@localhost eduroam_utn]# chown ldap. /var/lib/ldap/DB_CONFIG
```

**Figura 192.** Permisos de lectura y escritura en el archivo DB\_CONFIG

**Fuente:** Desarrollo Eduroam en CentOS 7

Una vez realizado el cambio de propietario se reinicia OpenLDAP para que se guarden los cambios realizados.

Para la configuración de las contraseñas de administrador de la ldap se ingresa con el comando `slappasswd`, este pedirá la contraseña y nos devolverá una encriptación de la misma, la cual se deberá guardar para unas configuraciones que se realizará más adelante.

```
[root@localhost eduroam_utn]# slappasswd
New password:
Re-enter new password:
{SSHA}azpQQWx6yRRW8a9MQkx1C+Hbi9jxZ00P
```

**Figura 193.** Creación de la contraseña para la ldap

**Fuente:** Desarrollo Eduroam en CentOS 7

Ahora con el comando `vi chrootpw.ldif`, se crea un archivo en el cual se guarda las llaves de acceso y contraseña de administrador creados anteriormente.

```
[root@localhost eduroam_utn]# vi chrootpw.ldif
```

```
dn: olcDatabase={0}config,cn=config
changetype: modify
add: olcRootPW
olcRootPW: {SSHA}azpQQWx6yRRW8a9MQkx1C+Hbi9jxZ00P
```

**Figura 194.** Respaldo de contraseñas ldap

**Fuente:** Desarrollo Eduroam en CentOS 7

Una vez creado este archivo, importar los schemas básicos para continuar con su configuración, un schema es aquel que contiene la información de la estructura de la base de datos.

```
[root@localhost eduroam_utn]# wget http://open.rhx.it/phamm/schema/radius.schema
--2007-06-16 22:53:00-- http://open.rhx.it/phamm/schema/radius.schema
Resolviendo open.rhx.it (open.rhx.it)... 91.142.143.34
Conectando con open.rhx.it (open.rhx.it)[91.142.143.34]:80... conectado.
Petición HTTP enviada, esperando respuesta... 200 OK
Longitud: 13259 (13K)
Grabando a: radius.schema

100%[=====>] 13.259 --.-K/s en 0s

2007-06-16 22:53:01 (90,3 MB/s) - radius.schema
```

**Figura 195.** Importación de schemas básicos  
**Fuente:** Desarrollo Eduroam en CentOS 7

Una vez instalados los schemas ingresar al directorio *vi* */tmp/UsuariosLdap.d/cn=config/cn=schema/cn={0}radius.ldif*, en donde se debe realizar los siguientes cambios:

Modificar:

```
dn: cn={0}radius
objectClass: olcSchemaConfig
cn: {0}radius
```

Por:

```
dn: cn=radius,cn=schema,cn=config
objectClass: olcSchemaConfig
cn: radius
```

Deben ser eliminadas estas últimas líneas:

```
structuralObjectClass: olcSchemaConfig
entryUUID: 7f0915e8-31a3-1036-8d0c-85e01a31a502
creatorsName: cn=config
createTimestamp: 20161028214449Z
entryCSN: 20161028214449.802733Z#000000#000#000000
modifiersName: cn=config
modifyTimestamp: 20161028214449Z
```

Una vez realizado estos cambios se aplica la configuración y se da permisos a los ficheros en la integración de la ldap y freeradius con los siguientes comandos:

```
ldapadd -Y EXTERNAL -H ldapi:/// -f /etc/openldap/schema/cosine.ldif
ldapadd -Y EXTERNAL -H ldapi:/// -f /etc/openldap/schema/nis.ldif
ldapadd -Y EXTERNAL -H ldapi:/// -f /etc/openldap/schema/inetorgperson.ldif
ldapadd -Y EXTERNAL -H ldapi:/// -f /etc/openldap/schema/radius.ldif
```

```
[root@localhost EDUROAM_UTN]# ldapadd -Y EXTERNAL -H ldapi:/// -f /etc/openldap
/schema/cosine.ldif
SASL/EXTERNAL authentication started
SASL username: gidNumber=0+uidNumber=0,cn=peercred,cn=external,cn=auth
SASL SSF: 0
adding new entry "cn=cosine,cn=schema,cn=config"

[root@localhost EDUROAM_UTN]# ldapadd -Y EXTERNAL -H ldapi:/// -f /etc/openldap
/schema/nis.ldif
SASL/EXTERNAL authentication started
SASL username: gidNumber=0+uidNumber=0,cn=peercred,cn=external,cn=auth
SASL SSF: 0
adding new entry "cn=nis,cn=schema,cn=config"

[root@localhost EDUROAM_UTN]# ldapadd -Y EXTERNAL -H ldapi:/// -f /etc/openldap
/schema/inetorgperson.ldif
SASL/EXTERNAL authentication started
SASL username: gidNumber=0+uidNumber=0,cn=peercred,cn=external,cn=auth
SASL SSF: 0
adding new entry "cn=inetorgperson,cn=schema,cn=config"

[root@localhost EDUROAM_UTN]# ldapadd -Y EXTERNAL -H ldapi:/// -f /etc/openldap
/schema/radius.ldif
SASL/EXTERNAL authentication started
SASL username: gidNumber=0+uidNumber=0,cn=peercred,cn=external,cn=auth
SASL SSF: 0
adding new entry "cn=radius,cn=schema,cn=config"
```

**Figura 196.** Aplicación de schemas  
**Fuente:** Desarrollo Eduroam en CentOS 7

## Configuración de Phpldapadmin

Para la configuración de phpldapadmin primero instalar el servicio httpd en nuestro servidor con el comando *yum install httpd*, una vez instalado iniciar el servicio y habilitar con los comandos *systemctl start httpd* y *systemctl enable httpd* respectivamente.

```
[root@localhost /]# yum install httpd
root@localhost /]# systemctl start httpd
root@localhost /]# systemctl enable httpd
```

**Figura 197.** Instalación, inicializado y habilitación del servicio http  
**Fuente:** Desarrollo Eduroam en CentOS 7

Se añade el servicio http a nuestro firewalld para brindar seguridad en los directorios con los siguientes comandos:

```
firewall-cmd --permanent --zone=internal --add-service=http
firewall-cmd --reload
```

```
[root@localhost ~]# firewall-cmd --permanent --zone=internal --add-service=http
success
[root@localhost ~]# firewall-cmd --reload
```

**Figura 198.** Httpd en el firewall  
**Fuente:** Desarrollo Eduroam en CentOS 7

Con esto se procede a instalar phpldapadmin desde el repositorio epel-release de la siguiente manera:

```
yum install epel-release
yum install phpldapadmin
```

```
[root@localhost ~]# yum install epel-release
Complementos cargados:fastestmirror
base | 3.6 kB 00:00:00
extras | 3.4 kB 00:00:00
updates | 3.4 kB 00:00:00
Loading mirror speeds from cached hostfile
 * base: mirror.ueb.edu.ec
 * extras: mirror.ueb.edu.ec
 * updates: mirror.ueb.edu.ec
Resolviendo dependencias
--> Ejecutando prueba de transacci|n
--> Paquete epel-release.noarch 0:7-6 debe ser instalado
--> Resoluci|n de dependencias finalizada

Dependencias resueltas

=====
Package      Arquitectura  Versi|n      Repositorio  Tama
o
=====
Instalando:
epel-release          noarch       7-6          extras        14 k
Resumen de la transacci|n
=====
Instalar 1 Paquete

Tamaño total de la descarga: 14 k
Tamaño instalado: 24 k
Is this ok [y/d/N]: y
Downloading packages:
epel-release-7-6.noarch.rpm | 14 kB 00:00:00
Running transaction check
Running transaction test
Transaction test succeeded
Running transaction
  Instalando   : epel-release-7-6.noarch      1/1
  Comprobando  : epel-release-7-6.noarch      1/1
```

**Figura 199.** Instalación de Phpldapadmin  
**Fuente:** Desarrollo Eduroam en CentOS 7