



# **ESPE**

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA**

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, REDES Y  
COMUNICACIÓN DE DATOS**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA, REDES Y  
COMUNICACIÓN DE DATOS**

**TEMA: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO  
ELECTRÓNICO PARA MEDIR EL NIVEL DE SERVICIO  
OFERTADO/ENTREGADO POR LOS ISP EN LAS REDES DE  
ÚLTIMA MILLA HACIA LOS USUARIOS RESIDENCIALES**

**AUTOR: ERAZO VALLEJO LEONARDO DANIEL**

**DIRECTOR: MGS. ING. AGUILAR SALAZAR DARWIN  
LEONIDAS**

**SALGOLQUÍ**

**2016**



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA  
CARRERA DE ELECTRÓNICA, REDES Y COMUNICACIÓN DE DATOS**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el trabajo de titulación, *"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO ELECTRÓNICO PARA MEDIR EL NIVEL DE SERVICIO OFERTADO/ENTREGADO POR LOS ISP EN LAS REDES DE ÚLTIMA MILLA HACIA LOS USUARIOS RESIDENCIALES"*, realizado por el señor; *LEONARDO DANIEL ERAZO VALLEJO*, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor *LEONARDO DANIEL ERAZO VALLEJO* para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 28 de Marzo de 2016

Mgs. Ing. Darwin Aguilar  
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



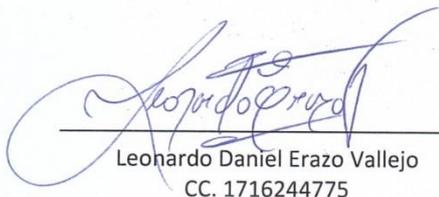
DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA  
CARRERA DE ELECTRÓNICA, REDES Y COMUNICACIÓN DE DATOS

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, *LEONARDO DANIEL ERAZO VALLEJO*, con cédula de identidad N° 1716244775, declaro que este trabajo de titulación: *"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO ELECTRÓNICO PARA MEDIR EL NIVEL DE SERVICIO OFERTADO/ENTREGADO POR LOS ISP EN LAS REDES DE ÚLTIMA MILLA HACIA LOS USUARIOS RESIDENCIALES"*, ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Sangolquí, 28 de Marzo de 2016



---

Leonardo Daniel Erazo Vallejo  
CC. 1716244775



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA  
CARRERA DE ELECTRÓNICA, REDES Y COMUNICACIÓN DE DATOS

#### AUTORIZACIÓN

Yo, *LEONARDO DANIEL ERAZO VALLEJO*, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación: *"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO ELECTRÓNICO PARA MEDIR EL NIVEL DE SERVICIO OFERTADO/ENTREGADO POR LOS ISP EN LAS REDES DE ÚLTIMA MILLA HACIA LOS USUARIOS RESIDENCIALES"*, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Sangolquí, 28 de Marzo de 2016



---

Leonardo Daniel Erazo Vallejo  
CC. 1716244775

## DEDICATORIA

*Este proyecto de grado, este sueño, este anhelo, finalmente plasmado en estas hojas, lo dedico con mucho cariño y con mucho amor a mi familia, a mis padres Byron, Ana Lucía y a mi hermana Anette, las únicas personas que siempre y bajo ninguna duda han sabido confiar ciegamente en mí, a ustedes que me han sabido apoyar en cada paso de este largo y duro camino, ustedes que con su infinita paciencia han sido el único pilar y las manos que han sostenido mi espíritu cada día y cada noche, con el único afán de convertirme en un hombre profesional, honrado y de bien.*

*A mi abuelita Emperita y a mi abuelito Guido, por estar siempre pendientes de cada paso, de cada triunfo y por cada palabra de aliento en los momentos difíciles, por su innegable y valioso apoyo a que este sueño se haga realidad.*

*A mi familia por creer y ser testigos de mis pequeños grandes logros, les debo la confianza y el siempre tener presente la esperanza de culminar este largo viaje.*

*Con mucho cariño al amor de mi vida, que ha sabido motivarme en la última parte de este trecho, con la ilusión de que este sea el principio de muchos triunfos juntos, y esperando siempre ser un ejemplo de superación para ti.*

*Leonardo Daniel Erazo Vallejo*

## AGRADECIMIENTO

*Un profundo y especial agradecimiento a mi padre que a sido mi soporte en cada momento a lo largo de esta carrera, brindandome su apoyo incondicional y enseñándome lo que no se aprende en ningún aula de clases.*

*Le agradezco a mi mami y a mi hermana por darme la visión de como tratar y enfrentar la vida, algo que jamás econtraré en ningún libro de biblioteca.*

*Un especial agradecimiento al Ing. Darwin Aguilar, por darme la confianza de emprender esta última pero la más importante parte del camino, haber guiado cada pensamiento y cada idea de la manera más adecuada hacia la culminación de mis estudios académicos y de entregar un buen estudiante y un profesional ejemplar hacia la sociedad.*

*Al amor de mi vida, “porque cuando mi luz se apago, te sentaste a mi lado entre sombras y me eneñaste a volver a brillar”.*

*Leonardo Daniel Erazo Vallejo*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1	Antecedentes .....	1
1.2	Justificación e Importancia.....	2
1.3	Alcance del proyecto.....	4
1.4	Objetivos.....	4
1.4.1	Objetivos generales.....	4
1.4.2	Objetivos específicos .....	4
2.	FUNDAMENTO TEÓRICO.....	6
2.1	Tecnología xDSL .....	6
2.1.1	Características .....	6
2.1.2	Funcionamiento.....	7
2.1.3	Servicios.....	10
2.1.4	Ventajas .....	11
2.1.5	Desventajas .....	11
2.2	Tecnología FTTH.....	12
2.2.1	Características .....	12
2.2.2	Funcionamiento.....	13
2.2.3	Estándares de redes de fibra óptica ITU-T G.983:.....	15
2.2.4	Estándares de redes de fibra óptica ITU-T G.984:.....	15
2.2.5	Ventajas de las redes FTTx .....	16
2.2.6	Desventajas de las redes FTTx.....	16
2.3	Parámetros para determinar la calidad de servicio en redes de última milla para usuarios residenciales.....	16
2.3.1	Ancho de banda .....	16
2.3.2	Capacidad de canal.....	17
2.3.3	Velocidad de canal.....	18
2.3.4	Tasa de transmisión en canales digitales.....	18
2.3.5	Velocidad de conexión a internet .....	19
2.3.6	Throughput.....	20
2.3.7	Round trip delay time .....	20
2.3.8	Jitter .....	21
2.4	Protocolo SNMP .....	22

	vii
2.4.1	Características ..... 22
2.4.2	Funcionamiento del protocolo SNMP ..... 22
2.4.3	Estructura de administración de información versión 2- structure of management information version 2 (SMIv2) ..... 24
2.4.4	Identificadores de objetos – object identifiers (OIDs) ..... 25
2.4.5	El agente SNMP ..... 27
2.4.6	El administrador SNMP ..... 28
2.4.7	El sub agente SNMP ..... 28
2.4.8	Modelo SNMP ..... 29
2.4.9	SNMP TRAPS ..... 32
2.4.10	Versiones del protocolo SNMP ..... 32
2.4.11	Implementaciones SNMP ..... 32
2.4.12	Ventajas del protocolo SNMP ..... 33
2.4.13	Desventajas del protocolo SNMP ..... 33
3.	ANÁLISIS DE PROTOCOLOS Y DESCRIPCIÓN DE DISPOSITIVOS. 34
3.1	Parámetros e identificación de protocolos sobre el canal de última milla del isp ..... 34
3.1.1.	Protocolos en la línea de abonado digital asimétrica- asymmetric digital subscriber line (ADSL) ..... 34
3.1.2.	Protocolos en las redes de fibra hasta el hogar – fiber to the home (FTTH) ..... 36
3.2	Parámetros de medición sobre el canal de última milla del ISP ..... 37
3.3	Dispositivos de acceso a la red de última milla del ISP ..... 38
3.4	Tarjeta electrónica Raspberry PI ..... 40
3.4.1.	Características: ..... 41
3.5	Servidor de base de datos ..... 43
3.5.1	Modelos de bases de datos ..... 44
3.5.2	Sistema de gestión de bases de datos distribuida (SGBD) ..... 45
3.5.3	Consultas (Querys) ..... 45
3.5.4	Structured Query Language – SQL ..... 46
3.5.5	Tipos de datos en SQL ..... 46
3.5.6	Lenguaje de definición de datos (DDL) ..... 47
3.5.7	Lenguaje de manipulación de datos (DML) ..... 48
3.5.8	Esquema de sentencias SQL ..... 48

	viii
3.5.9 Disparadores y eventos en una BDD .....	49
3.6 Servidor web .....	50
3.6.1. Arquitectura .....	50
3.6.2. Funcionamiento de un servidor web .....	51
3.6.3. Servidor web de acceso local .....	52
4. SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS, PROGRAMACIÓN E IMPLEMENTACIÓN .....	53
4.1 Planteamiento del escenario y consideración de dispositivos .....	53
4.2 Selección de dispositivos .....	53
4.3 Descripción del escenario .....	55
4.3.1. Topología de red de área local (LAN) sin direccionamiento IP	57
4.3.2. Topología de red de área local (LAN) con direccionamiento IP	58
4.3.3. Tabla de direccionamiento red de área local (LAN) .....	58
4.4 Configuración del protocolo SNMP en el router .....	58
4.5 Acceso remoto a Raspberry Pi .....	61
4.6 Configuración del protocolo SNMP en Raspberri Pi .....	64
4.7 Programación de scripts en Raspberry PI .....	67
4.7.1. Script - tráfico de red .....	67
4.7.2. Script - información de ISP .....	69
4.7.3. Script - velocidad de conexión de internet .....	70
4.7.4. Script - programación de rutinas .....	71
4.7.5. Script - envío a bases de datos .....	72
4.7.6. Script - borrado de log temporales .....	73
4.7.7. Configuración del cron de Linux/Raspbian .....	74
4.7.8. Diagrama de flujo de scripts en Raspbery Pi .....	76
4.8 Acceso y configuración de clientes en MYSQL .....	76
4.8.1. Diagrama de flujo de scripts en MYSQL .....	77
4.9 Programación de scipts en MYSQL .....	79
4.10 Scripts de ordenamiento de información en MYSQL .....	80
4.11 Programación de reportes web en PHP Y HTML .....	84
5. PRUEBAS .....	94
5.1 Adquisición de datos y parámetros .....	94
5.1.1. Parámetros obtenidos en los scripts de Raspberry PI .....	94

5.1.2. Parámetros obtenidos en los Scripts de MYSQL: .....	96
5.1.3. Parámetros PHP Y HTML obtenidos.....	99
6. RESULTADOS .....	104
6.1 Resultados en la tarjeta Raspberry Pi.....	104
6.1.1. Paquetes ICMP .....	104
6.1.2. Paquetes SNMP .....	105
6.2 Resultados en MYSQL: .....	105
6.2.1. Paquetes MYSQL.....	106
6.3 Resultados en el motor Web:.....	106
6.4 Contraste de resultados vs herramientas propietarias.....	107
6.5 Desempeño y eficiencia de los equipos:.....	109
7. Conclusiones y Recomendaciones .....	110
7.1 Conclusiones .....	110
7.2 Recomendaciones .....	112
BIBLIOGRAFÍA.....	113
ANEXOS.....	119

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Tecnologías xDSL.....	7
Tabla 2. Velocidad DSL vs Calibre AWG.....	8
Tabla 3. Características FTTX.....	16
Tabla 4. Grupos MIB.....	23
Tabla 5. Velocidades ADSL.....	35
Tabla 6. Protocolos xDSL.....	35
Tabla 7. Protocolos FTTH.....	36
Tabla 8. Modelos de Tarjetas Electrónicas Raspberry PI.....	41
Tabla 9. Tipos de Datos SQL.....	46
Tabla 10. Lenguajes Web.....	52
Tabla 11. Características del Router RB2011UiAS-2HnD-IN.....	54
Tabla 12. Características de la Tarjeta Raspberry PI B2.....	54
Tabla 13. Características del ordenador - Dell Inspiron 15r – N5119.....	55
Tabla 14. Direccionamiento Red de Área Local (LAN).....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Multiplexación DSLAM.....	9
Figura 2. Splitter en ADSL .....	9
Figura 3. Distribución de frecuencias xDSL .....	10
Figura 4. Arquitectura de Red PON .....	14
Figura 5. Ancho de Banda .....	17
Figura 6. Estructura SMIv2 .....	24
Figura 7. Ejemplo del Objeto ifType.....	25
Figura 8. Árbol MIB OID.....	27
Figura 9. Comunicación entre Agente y Sub Agente SNMP .....	29
Figura 10. Formato de Mensaje SNMP.....	30
Figura 11. Ejemplo Ilustrativo de Consultas SNMP .....	31
Figura 12. Topología LAN Antigua.....	38
Figura 13. Topología LAN Actual.....	39
Figura 14. Tarjeta Electrónica Raspberry PI .....	40
Figura 15. Esquema de Base de Datos Relacional.....	43
Figura 16. Esquema de Sentencias SQL.....	49
Figura 17. Sintaxis de Eventos en MYSQL.....	49
Figura 18. Arquitectura de Un Servidor Web .....	50
Figura 19. Router RB2011UiAS-2HnD-IN.....	53
Figura 20. Raspberry PI B2 .....	54
Figura 21. Dell Inspiron 15r – N5119 .....	55
Figura 22. Topología LAN sin Direccionamiento IP .....	57
Figura 23. Topología LAN con Direccionamiento IP .....	58
Figura 24. WinBox .....	58
Figura 25. WinBox Open.....	59
Figura 26. Main Page Mikrotik .....	59
Figura 27. Menú IP Mikrotik .....	60
Figura 28. SNMP Settings Mikrotik .....	60
Figura 29. SNMP Communities Mikrotik .....	61
Figura 30. SNMP Comunity Mikrotik .....	61
Figura 31. Conexión de Escritorio Remoto de Windows.....	62
Figura 32. Conexión de Escritorio Remoto con Raspberry PI.....	62
Figura 33. Pantalla Principal de Raspbian .....	63
Figura 34. CLI de Raspbian .....	63
Figura 35. Código de Instalacion de librerías SNMP en Raspberri Pi.....	64
Figura 36. Acceso al archivo snmpd.conf en Raspberri Pi.....	64
Figura 37. Archivo snmpd.conf en Raspberri Pi Aunthentication .....	65
Figura 38. Archivo snmpd.conf en Raspberri Pi Acces Control .....	66
Figura 39. Sentencias en el Archivo snmpd.conf.....	66
Figura 40. Acceso LAN SNMP a Raspberri Pi .....	66
Figura 41. Vista de archivo snmpd.conf configurado .....	67

Figura 42. Reinicio de herramientas SNMP en Raspberry Pi .....	67
Figura 43. Script AnchoBanda_IN.sh .....	69
Figura 44. Script ISP.sh .....	70
Figura 45. Script UPDOWN.sh.....	71
Figura 46. Script Monitor.sh .....	71
Figura 47. Script Monitor_ISP .....	72
Figura 48. Script BDD_Trafico.sh .....	72
Figura 49. Script BDD_Ping.sh .....	72
Figura 50. Script BDD_Velocidad_Internet.sh .....	72
Figura 51. Script BDD_Informacion_ISP.sh .....	73
Figura 52. Script Envio.sh .....	73
Figura 53. Script Borrar.sh .....	74
Figura 54. Archivo Cron Linux/Raspbian .....	75
Figura 55. Cron Job Definition .....	75
Figura 56. Vista de Archivo Cron Configurado.....	75
Figura 57. Diagrama de Flujo de Scripts en Raspberry Pi .....	76
Figura 58. Ícono de MYSQL WorkBench .....	76
Figura 59. User & Pass MYSQL .....	77
Figura 60. Usuarios Y Permisos MYSQL.....	77
Figura 61. Diagrama de Flujo 1 de Scripts MYSQL .....	78
Figura 62. Diagrama de Flujo 2 de Scripts MYSQL .....	79
Figura 63. Tablas en MYSQL.....	80
Figura 64. Evento t1 MYSQL .....	80
Figura 65. Evento t2 MYSQL .....	81
Figura 66. Evento t3 MYSQL .....	81
Figura 67. Evento t4 MYSQL .....	81
Figura 68. Evento t5 MYSQL .....	82
Figura 69. Evento t6 MYSQL .....	82
Figura 70. Evento t7 MYSQL .....	83
Figura 71. Evento t8 MYSQL .....	83
Figura 72. Evento t9 MYSQL .....	83
Figura 73. Evento t10 MYSQL .....	84
Figura 74. Evento t11 MYSQL .....	84
Figura 75. Eventos ON MYSQL .....	84
Figura 76. Netbeans - Apache .....	85
Figura 77. Lista de Archivos HTML- PHP .....	85
Figura 78. Librería HighCharts.....	86
Figura 79. Index.html .....	86
Figura 80. Archivo conexion.php.....	87
Figura 81. Página Menú Principal.....	88
Figura 82. Página Menú Diarios.....	88
Figura 83. Página Menú Semanal.....	89
Figura 84. Página Menú Mensual .....	89

Figura 85. Submenú de Página Mensual.....	90
Figura 86. Clase ConnectToDB .....	90
Figura 87. Consultas PHP 1.....	91
Figura 88. Consultas PHP 2.....	92
Figura 89. Página Web Tráfico Diario .....	92
Figura 90. AB.log .....	94
Figura 91. PING.log .....	95
Figura 92. ISP.log .....	95
Figura 93. UPDOWN.log.....	96
Figura 94. Tabla tráfico en MYSQL.....	96
Figura 95. Tabla trafico_instantaneo en MYSQL .....	97
Figura 96. Tabla trafico_instantaneo_normalizado_por_horas en MYSQL..	97
Figura 97. Tablas de Delay & Jitter.....	98
Figura 98. Tablas de Velocidad de Internet .....	98
Figura 99. Tabla informacion_isp.....	99
Figura 100. Página de Tráfico Diario .....	99
Figura 101. Página de Delay & Jitter Diario .....	100
Figura 102. Página de Velocidad de Internet Diario.....	100
Figura 103. Página de Tráfico Semanal.....	101
Figura 104. Página de Delay & Jitter Semanal .....	101
Figura 105. Página de Velocidad de Internet Semanal .....	102
Figura 106. Página de Tráfico Mensual .....	102
Figura 107. Página de Delay & Jitter Mensual.....	103
Figura 108. Página de Velocidad de Internet Mensual .....	103
Figura 109. Paquetes ICMP.....	104
Figura 110. Frame ICMP .....	105
Figura 111. Paquetes SNMP .....	105
Figura 112. Paquetes MYSQL .....	106
Figura 113. Mensaje de Error HTML.....	107
Figura 114. Elementos Web.....	107
Figura 115. Comparativa de Tráfico IN con PRTG .....	108
Figura 116. Comparativa de Tráfico OUT con PRTG .....	108
Figura 117. Gráficas con PRTG.....	109
Figura 118. Gráficas de Tráficos vs PRTG .....	109

**ÍNDICE DE ECUACIONES**

Ecuación 1 .....	17
Ecuación 2 .....	18

## RESUMEN

El crecimiento y el acceso a la red de internet mundialmente crece a pasos agigantados, en la última década la población mundial ha sido testigo innegable del gran desarrollo tecnológico en el área de las telecomunicaciones y las redes de datos. En la actualidad el servicio de Internet se considera un servicio básico puesto que gracias a este, cualquier usuario desde cualquier lugar del mundo tiene acceso a grandes cantidades de información sobre cualquier índole, además permite la cercanía entre personas separadas geográficamente a grandes distancias, y el acceso a múltiples recursos de vanguardia como lo es el servicio de; almacenamiento de datos, e-mail, chat, voz sobre el protocolo de Internet (VoIP), streaming, video chat, gaming, radios online, etc. Por lo tanto es de suma importancia para el usuario percibir y utilizar dichos recursos de una manera fluida y adecuada en donde no perciba una mala o una pobre experiencia con cualquier recurso de Internet. Responsabilidad que cae directamente sobre la red de acceso o de última milla hacia usuarios finales, este proyecto propone el estudio mediante un prototipo electrónico de los parámetros y efectos existentes en la red de última milla, para presentarlos de manera gráfica e intuitiva al usuario, así bajo los resultados obtenidos que serán altamente fiables hacer uso de su derecho de exigir y demandar estándares y parámetros de calidad en su conexión a Internet hacia el proveedor de servicios de internet en el caso de que no lo tuviere.

### **PALABRAS CLAVE:**

- **INTERNET**
- **RED DE ÚLTIMA MILLA**
- **RED DE ACCESO**
- **PROVEEDOR DE SERVICIOS DE INTERNET**
- **CALIDAD**

## **ABSTRACT**

The access to the Internet in the world grows in huge steps, in the last decade the world's population has been undeniable witness to the great technological development in the area of telecommunications and data networks. Nowadays the service Internet is considered a basic service because thanks to this, any user from anywhere in the world can access to large amounts of information of any kind, also allows the closeness between people geographically separated over great distances, and access to multiple resources such as the service of; data storage, e-mail, chat, Voice over Internet Protocol (VoIP), streaming, video chat, gaming, online radios, etc. Therefore it is very important for the user to perceive and use those resources in a smooth and appropriate manner where not perceive a bad or poor experience with any Internet resource. This responsibility falls directly on the access network or last mile to end users, this project proposes the study by an electronic prototype of the parameters and existing effects on the last mile network, to present graphical and intuitive user way, so on the results that will be highly reliable to use their right to demand standards and quality parameters in your Internet connection to the internet service provider.

### **KEY WORDS:**

- **INTERNET**
- **LAS MILE NETWORK**
- **ACCES NETWORK**
- **INTERNET SERVICE PROVIDER**
- **QUALITY**

## CAPITULO I

### 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Antecedentes

Internet en el mundo entero ha presentado desde sus inicios un patrón de crecimiento y penetrabilidad que siguen matemáticamente formas exponenciales, si bien en un principio la idea de Internet tenía fundamentos aplicativos militares desarrollados por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos (DARPA) donde una red de comunicación informática intercambiaría datos para un puñado de usuarios específicos, las ventajas y el sin número de utilidades que esta tecnología posteriormente ofertaba eran cada vez más atractivas hacia usuarios comunes que buscaban el acceso a cantidades enormes de información, ocio y entretenimiento. La fuerte demanda del acceso a la red de Internet generó competitividad tecnológica desarrollando los fundamentos de comunicación, modelos, arquitecturas, protocolos, hardware, software, normas y toda clase de regulaciones que se encargarían de soportar todo lo que una fuerte demanda de usuarios y contenido exigieran. (Leiner, Cerf, & Clark, 2003).

Las redes de transporte y las redes de acceso como un importante pilar en el enlace a internet desarrollaron tecnologías que permitirían el acceso al mismo, evolucionaron y siguen en constante evolución a fin de transportar datos informáticos desde el usuario o cliente final hacia cualquier destino que el mismo demande en la menor cantidad de tiempo que sea posible, dentro de estas tecnologías destacan cronológicamente las siguientes; Dial-Up, ISDN, XDSL, Metro Ethernet, FTTH. (Lattanzi & Graf).

La Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) y la Internet Service Providers Association (ISPA) definen las regulaciones para las empresas u organismos que brindan y ofertan una conexión a internet mediante cualquiera de las tecnologías mencionadas previamente.

Los Proveedores De Servicios de Internet (ISP) nacen bajo el concepto de comercializar y generar ingresos por ofertar el acceso a la red de Internet. Los costos y planes tarifarios han seguido desde un principio el mismo patrón, en donde al cliente se le ofertará una cantidad de bits o megabits por segundo que definen su capacidad de canal a cambio de un costo fijo mensual.

Una vez que el cliente seleccione su ISP en base a sus posibilidades económicas o las tecnologías ofertadas se procede a la contratación del servicio. Posteriormente el personal debidamente capacitado del ISP está en la obligación de visitar el domicilio del cliente y proceder a la instalación de los equipos necesarios que permitan la comunicación con la nube de internet, generalmente un Modem y un Router.

La administración del sistema y los equipos de red hacia el cliente son derechos exclusivos del ISP, solo la empresa ofertante tiene acceso a datos estadísticos o reflejados sobre el estado de las interfaces, delays, latencias, anchos de banda, etc. El usuario debe hacer uso de la buena fe y creer que se le entrega la capacidad de canal ofertada, en la mayoría de situaciones no sabe si su canal es compartido, si han disminuido o han aumentado su velocidad de conexión, si han apagado su equipo, si han detenido o se ha caído el sistema de comunicaciones, etc.

Frente a este punto surge la necesidad de incorporar una herramienta hacia el usuario común que le permita visualizar de manera clara, precisa y fiable información sobre las condiciones que su conexión a internet presenten. Que le sirva como una utilidad de confianza y si fuera el caso que le permitan tener un respaldo si es que tuviere que presentar y exigir sus derechos como consumidor de este servicio.

## **1.2 Justificación e importancia**

En Ecuador, el último par de años se ha promovido el desarrollo de las Tecnologías de Información y Comunicación (TICs) han existido avances en el sector de las telecomunicaciones y las redes de información.

Se han creado nuevos ministerios que trabajan estrechamente con el área de las comunicaciones, la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL) y el Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad De La Información (MINTEL) que regulan y vigilan todos los sistemas de comunicaciones privados y estatales, velan por el respeto a los derechos de los usuarios y garantizan el acceso universal a las TICS, cumpliendo con las políticas y artículos estatales que garantizan estos derechos.

Estos nuevos organismos responden a la necesidad de coordinar acciones, brindar apoyo y asesoría que garantizan el acceso por igual derecho a los servicios de telecomunicación, hechos fundamentales expuestos en los condicionamientos de los programas del buen vivir.

Dentro de los ítems tecnológicos que se pueden discutir en el Ecuador, está la penetrabilidad del acceso a Internet, que paso del 3% al 46% en 11 años. Datos actualizados para el año 2015 del Instituto Nacional De Estadísticas y Censos (INEC) indican que el 46% de la población en los últimos doce meses accedió a internet a través de un computador y usando un modem. Si bien el crecimiento en el acceso a internet es aun lento frente a otros países de la región existe un avance significativo.

Es notable el cambio en las tecnologías brindadas por los nuevos y viejos ISP, se puede afirmar que el país está a la par con las nuevas tendencias mundiales, llegándose a ofrecer hasta servicios de conexión mediante fibra óptica.

Si bien es cierto que se ofertan servicios de calidad, altamente tecnológicos con planes tarifarios convenientes y con un costo/beneficio atractivo para los clientes, existen también otra corriente negativa y latente en los usuarios de internet. Y es que los ISP comparten el canal de comunicación, quitan el servicio, suben o bajan ancho de banda, apagan y administran módems remotamente, etc. Todo esto sin la debida o correcta información a sus clientes, es común el escuchar a usuarios quejarse de su servicio de internet, de la calidad de la conexión, de la velocidad, de la

lentitud el enviar archivos de tamaño moderado, de la latencia al ingresar a plataformas que soporten video, música, y video llamadas, en general se siente la inconformidad del acceso a internet.

Es notable que existe la demanda y necesidad inmediata de incorporar un dispositivo que le brinde al usuario esta información de manera rápida, precisa y sencilla de manera que pueda monitorear su conexión a internet a voluntad y recurrir a los organismos mencionados previamente si es que tuviera dificultades a fin de exigir sus derechos.

### **1.3 Alcance del proyecto**

El presente proyecto tiene como propósito evaluar el canal de comunicaciones ofertado por los ISP a nivel de última milla a usuarios residenciales y generar un documento o reporte en el cual se visualice datos estadísticos sobre la calidad de servicio ofertado/entregado (ancho de banda, throughput, jitter, delay, entre otros) en la conexión a internet por parte del cliente, para este acometido se propone usar como hardware de red una tarjeta electrónica Raspberry Pi, programación del protocolo Simple de Administración de Red (SNMP), envío de información hacia bases de datos open source y la creación de un software capaz de converger todos estos sistemas a fin de crear un reporte estadístico de fácil lectura para el usuario que le permita contrastar la información entregada por el proveedor con respecto al servicio que se le está entregando.

### **1.4 Objetivos**

#### **1.4.1 Objetivos generales**

Diseñar e implementar un prototipo electrónico para medir los niveles de servicio ofertados/entregados por los ISP hacia los usuarios residenciales

#### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Analizar y realizar el levantamiento de información y protocolos a nivel de canal de última milla del proveedor.

- Analizar los equipos físicos y software a utilizarse. Determinar su modo de operación, y parámetros configurables.
- Realizar el estudio del protocolo SNMP, utilidades y programación de requisitos específicos.
- Determinar, configurar y programar software, bases de datos (de preferencia open source) que cumpla los requerimientos de este proyecto.
- Desarrollo de un software de convergencia y generación de información estadística.
- Implementación de los sistemas, desarrollo de pruebas de funcionamiento y análisis de resultados.

## CAPITULO II

### 2. FUNDAMENTO TEÓRICO

#### 2.1 Tecnología xDSL

Línea de Suscripción Digital o en inglés Digital Subscriber Line (DSL) abarca a un conjunto de tecnologías que proporcionan el acceso a la red de Internet. Como es natural el acceso a Internet se lo realiza mediante el envío y recepción de datos digitales. DSL permite al usuario acceder a la red de Internet mediante el uso del mismo medio en el que viajan las señales telefónicas desde y hacia su hogar, no es necesaria la implementación de un nuevo canal de comunicaciones más que el convencional par trenzado telefónico.

DSL abraza un sin número de técnicas que dan lugar a distintas clasificaciones entre ellas; Línea de Abonado Digital Asimétrico (ADSL), Línea de Abonado Digital Simétrico (SDSL), Línea de Abonado Digital de Alta Velocidad Binaria (HDSL), Línea de Abonado Digital De un Solo Par De Alta Velocidad (SHDSL), Línea de Abonado Digital de Muy Alta Tasa de Transferencia (VDSL), para referirse a este grupo de métodos de comunicación se usará el término xDSL. La tecnología DSL es la más usada en el mundo ya que después de las tecnologías como Dial-Up permitieron alcanzar grandes velocidades en el acceso a Internet por parte de los usuarios o abonados finales. (Ordinas, Griera, Escalé, Olivé, & Tornil).

##### 2.1.1 Características

Comúnmente en los primeros años o etapas en la implementación del servicio de internet, las mismas compañías telefónicas ofertaban el servicio de acceso a internet, maximizando recursos y otorgándole a los usuarios cierto grado de conformidad y comodidad en cuanto a adquirir nuevos servicios de telecomunicaciones, se ofertaba una línea telefónica convencional y una conexión a internet por el mismo medio.

A continuación se detallan ciertas características de las familias xDSL más importantes:

Tabla 1.  
Tecnologías xDSL

Tecnología	ADSL	HDSL	SDSL	VDSL
Bit Rate	1,5 a 9 Mbps - Download	1,544 a 2,048 Mbps - Download	1,544 a 2,048 Mbps - Download	13 a 52 Mbps - Download
	16 a 640 Kbps- Upload	1,544 a 2,048 Mbps - Upload	1,544 a 2,048 Mbps - Upload	1,5 a 2,3 Mbps - Upload
Modo	Asimétrico	Simétrico	Simétrico	Asimétrico
Pares de Cobre	1	2	1	1
Distancia	3,7 - 5,5 Km	3,7 Km	3 Km	1,4 Km

Fuente: (Yang, 2010)

### 2.1.2 Funcionamiento

La familia xDSL permite la convivencia de voz y datos gracias al uso de distintas frecuencias para el envío de diferentes tipos de información mediante el mismo canal, el uso de moduladores (Modems) digitales y splitters en el lado del abonado y la existencia de un Multiplexor de Acceso DSL (DSLAM) en el lado del proveedor de servicios son esenciales en la arquitectura DSL.

DSL cumple con el objetivo de integrar voz y datos en un infraestructura común, otorgando velocidades en el orden de los mega bits por segundo (Mbps) sin afectar el servicio de llamada de voz telefónica, interconexión de múltiples redes, transmisión de alta velocidad de datos a precios o costos módicos para los usuarios. (Ordinas, Griera, Escalé, Olivé, & Tornil).

Toda tecnología DSL funciona sobre el par trenzado de cobre, y se usa modulación sobre el espacio de frecuencias libre del canal de par de cobre para alcanzar elevadas tasas de transmisión de datos. Es así que la velocidad de conexión depende entre otras cosas de; la longitud en el par trenzado hasta el hogar del abonado, el calibre o diámetro del conductor de cobre, interferencia electromagnética y acoplamiento de conductores.

La velocidad del canal, está estrechamente ligado a la distancia que se cubre desde la central hasta el abonado, a continuación se detalla una

correlación entre la velocidad y el calibre de cable estadounidense o en inglés American Wire Gauge (AWG) del par trenzado. (Traverso, 2010).

Tabla 2.  
Velocidad DSL vs Calibre AWG

Velocidad	Calibre	Distancia
1,5 a 2 Mbps	24 AWG	5,5 km
1,5 a 2 Mbps	26 AWG	4,5 km
6,1 Mbps	24 AWG	3,7 km
6,1 Mbps	26 AWG	2,7 km

Fuente: (Traverso, 2010)

Las conexiones DSL soportan el transporte de video digital comprimido, y envío de información en tiempo real en donde es imposible ejecutar mecanismos de control de errores a nivel de red, como solución DSL incorpora Forward Error Correction (FEC) en donde se envía información codificada redundantemente para evitar procedimientos de reenvío de información y reducir el tráfico de red.

Como toda tecnología de acceso, existen parámetros dignos de total supervisión y revisión para implementar este tipo de tecnología, de entre los cuales se tiene: continuidad, impedancia, pérdidas de retorno, inserción de canales, Near End Cross Talk (NEXT), longitud de del cable, empalmes, ruido electromagnético, voltajes inducidos, etc. (Traverso, 2010).

Cada uno de los parámetros previamente descritos influye significativamente en el rendimiento de una red DSL. Por lo tanto el personal técnico debe estar altamente capacitado al momento de implantar el servicio.

Para interconectar a los múltiples usuarios DSL se usa un Multiplexor de Acceso de Línea de Subscriptor Digital (DSLAM). El DSLAM se conecta a una Red en Modo de Transferencia Asíncrona (ATM) que enviara los datos. En cada extremo de esta conexión, existe un demultiplexor DSLAM que retransmite los datos hacia las conexión individuales DSL. Además el DSLAM puede enrutar el tráfico que le llega hacia una red más extensa típicamente una red de área amplia o en inglés Wide Area Network (WAN).

ADSL en principio necesita una pareja de módems por cada cliente; uno en el hogar de dicho usuario llamado Unidad de Terminal Remoto o en ingles Terminal Unit Remote (ATU-R) y otro en el central local llamado Unidad de Terminal Central o en ingles Terminal Unit Central (ATU-C), gracias al DSLAM se puede agrupar diversos ATU-C en el mismo módulo mismo que interconecta a una red WAN. (Lattanzi & Graf).

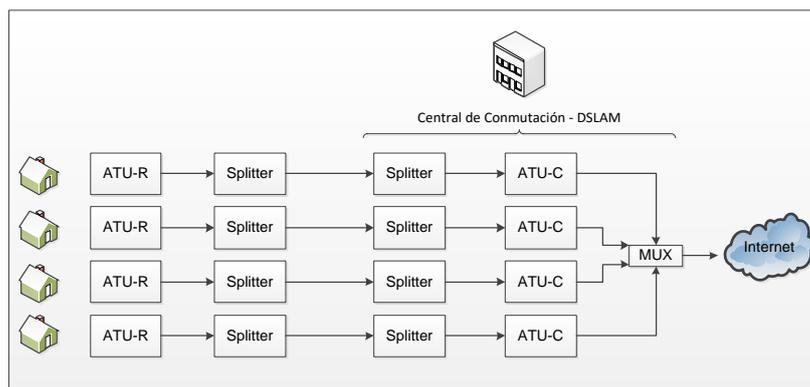


Figura 1. Multiplexación DSLAM

En ADSL, el envío y recepción de datos se realiza mediante un modem ADSL. Este flujo de datos atraviesa un splitter que divide el canal de voz y los canales de datos.

En la siguiente figura, se muestra un enlace ADSL que ilustra el funcionamiento del splitter, que no es más que un filtro mixto, posee un filtro pasa bajos y un filtro pasa altos, gracias a estos filtros es posible separar el canal de voz del canal de datos, como es de suponer el filtro pasa bajos transporta el canal de voz y el filtro pasa altos transporta el canal de datos.

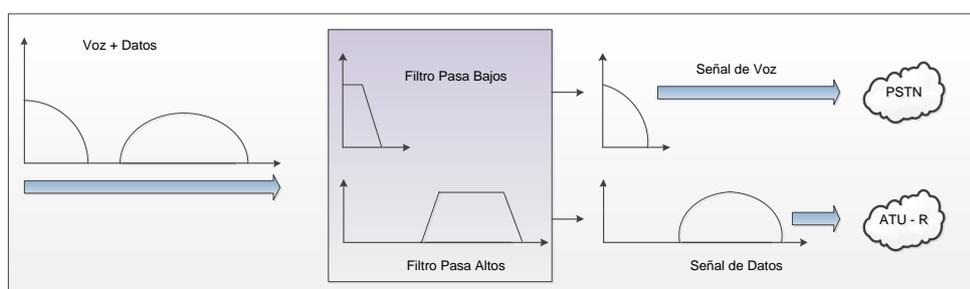


Figura 2. Splitter en ADSL

En 1994 se dio por creado el ADSL Forum, que es el organismo de promover y desarrollar este tipo de tecnología, así como está encargado de

su implementación y arquitectura en donde se definen dos tipos de modulación para DSL. (Ordinas, Griera, Escalé, Olivé, & Tornil).

Modulación por amplitud de fase sin portadora o en Inglés Carrierles Amplitude Phase (CAP) que permite alcanzar velocidades de 1,5 Mbps y Modulación por Multitono Discreto o en Inglés Discrete Multitone (DTM): Multitono Discreto, ambas están basadas en el sistema QAM.

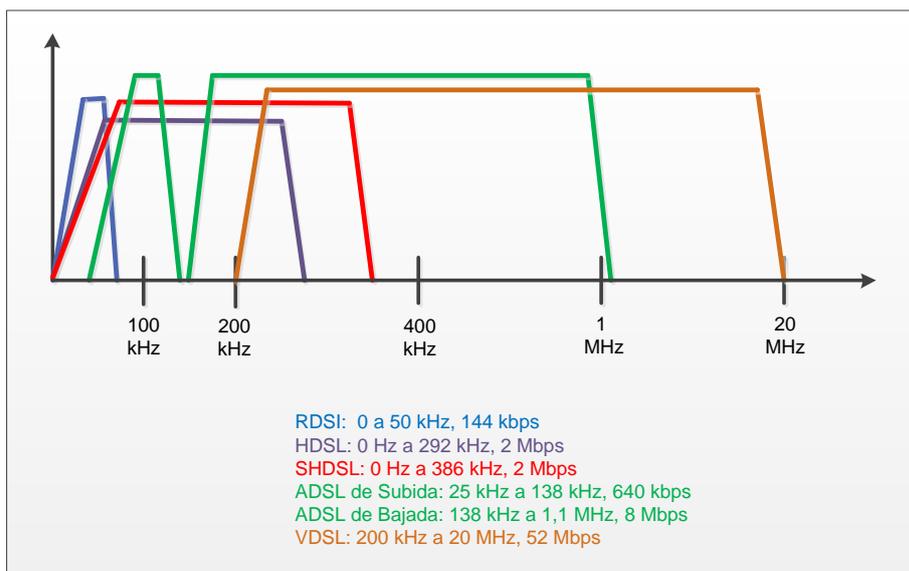


Figura 3. Distribución de frecuencias xDSL

xDSL dependiendo de la especificación tecnológica, divide la capacidad del canal de comunicaciones simétrica o asimétricamente, manteniendo la independencia en el flujo de datos que se cargan o se descargan a la red e internet, a continuación, se detalla el espacio en frecuencia de cada tecnología xDSL. (Ordinas, Griera, Escalé, Olivé, & Tornil).

### 2.1.3 Servicios

Gracias a la tecnología DSL se pasó de velocidades de conexión de hasta 128 kbps que se ofertaban con tecnología ISDN y Dial-Up a velocidades promedio desde 256 Kbps, un avance significativo ya que se podía hacer uso de servicios de; e-mail, navegación web, uso de Protocolo de Transferencia de Archivos o en inglés File Transfer Protocol (FTP), mensajería instantánea, radios en línea, gaming, VoIP, broadcast tv, Televisión en Alta Definición o en inglés High Definition Television (HDTV).

#### 2.1.4 Ventajas

- Gracias a la compartición de canal que soporta DSL, es posible realizar llamadas telefónicas y navegación en Internet de manera simultánea.
- Aprovechamiento al máximo de un canal de comunicaciones (par trenzado telefónico).
- Independencia de la red PSTN ya que el flujo de datos se separa de la red telefónica.
- Alta tasa de conexión hacia Internet, muy superior a ISDN y Dial-Up.
- Sigue siendo una tecnología muy usada para el año 2016.
- Permite compartición de canal con más usuarios en la red del proveedor de servicios.

#### 2.1.5 Desventajas

- El uso de Moduladores y splitters en el lado del abonado son necesarios.
- Es fundamental la existencia de una línea de acceso telefónico para brindar el servicio.
- La existencia de convertidores análogo/digital en el lado del proveedor de Servicios.
- Distancia limitada hacia la central de comunicación.
- ADSL se monta sobre el par de cobre que lleva el servicio telefónico, existen clientes que poseen instalaciones que datan más allá de los 5 o 10 años, con cables AWG 24 AWG 26, estos cables llevan muy bien señales de voz pero no señales de datos.
- La existencia de ruido intrínseco que abarca al ruido térmico, ecos, reflexiones, atenuación, crosstalk, sobrecargas, imperfecciones del cable, deterioro del cable, contactos oxidados y húmedos.
- La existencia de ruido extrínseco que es un ruido generado por chispas eléctricas, sobrecarga de electrones, vallas eléctricas, líneas de alta tensión, interruptores, conectores, luces, etc.
- El crosstalk que abraza dos conceptos altamente interesantes el Near End CrossTalk (Next) que es la interferencia que se refleja en otro par en el mismo extremo donde se genera la interferencia. Este nivel de

interferencia es dependiente de la longitud del cable, y el Far-end Crosstalk (Fext) que es la interferencia que se refleja en el otro par en el extremo opuesto donde se genera la interferencia.

- La dispersión es un problema en la transmisión de portadoras de alta frecuencia, puesto que las señales con distintas frecuencias se transportan a distintas velocidades, entonces si un conjunto de datos es alojado por diferentes componentes en frecuencia tienden a distanciarse a medida que atraviesan el canal de comunicaciones, llegando incluso a solaparse y produciendo interferencia intersimbólica.
- Cuando se hace la inserción o conexión de un nuevo abonado, muchas veces se deriva de un par pre-existente que dejaron previamente sin la debida conectorización en los extremos de dicho cable. BridgeTap es el efecto de filtraciones de ruido y reflexiones por este medio, esto se soluciona haciendo un uso debido de las herramientas y terminaciones, conectores, etc.

## **2.2 Tecnología FTTH**

### **2.2.1 Características**

Fibra Hasta el Hogar o en Inglés Fiber To The Home (FTTH) es una tecnología nueva y que está dentro de la familia FTTx, basa su funcionamiento en la dispersión de redes cableadas de fibra óptica y elementos de distribución ópticos que posibilitan la oferta de nuevos servicios en la nube de Internet a una escala mucho más grande que tecnologías predecesoras como Dial-UP o DSL.

Las nuevas tendencias mundiales se han centrado en el acceso a una gran cantidad de recursos tecnológicos en Internet; aplicaciones, programas, fotos, videos, mensajería, e-mail, VoIP, gaming, video streaming, video chat, conferencias en línea, monitoreo, etc. Son servicios que actualmente están siendo explotados al máximo por las compañías que ofertan alguno de estos beneficios. Los usuarios modernos para el año 2016 tienen un amplio conocimiento de todos los recursos que pueden usar, el desarrollo de

nuevos dispositivos personales como; laptops y smartphones son el camino ideal para acceder a dichos recursos. (Lattanzi & Graf).

Es necesario que los ISP encaminen su infraestructura y recursos hacia nuevas tecnologías que permitan el fácil acceso y el adecuado flujo de datos a gran escala que hoy en día los usuarios demandan. Es en este punto donde se habla de un acceso directo por fibra óptica hacia la red de internet desde el hogar o FTTH.

## **2.2.2 Funcionamiento**

FTTH usa como medio de transmisión de datos fibra óptica hasta el hogar del cliente o usuario final, la red de acceso puede estar formada por una red óptica pasiva o una red óptica activa. (Abreu, y otros, 2010).

### **2.2.2.1. Red óptica pasiva - passive optic network (PON)**

Este tipo de red de distribución en las redes de fibra óptica FTTH elimina los dispositivos y componentes activos entre los servidores del ISP y los clientes o usuarios finales, el elemento principal en esta red es el “divisor óptico” análogo al splitter que sirve como guía del tráfico en la red. El uso de estos elementos reduce costos de operación y mantenimiento, así como los de infraestructura. (Abreu, y otros, 2010).

### **2.2.2.2. Estructura de una red PON**

Una red PON está conformada básicamente por tres elementos principales:

- Unidad Óptica Terminal de Línea o en Inglés Optical Line Terminal (OLT) que está en el nodo central de distribución de la red de fibra óptica.
- Un divisor óptico pasivo.
- Una Unidad de Red Óptica o en Inglés Optical Network Unit (ONU) que está ubicada cerca del hogar del cliente y sirve de acceso de la red de fibra óptica.

- Una Unidad de Red Óptica Terminal o en Inglés Optical Network Terminal (ONT) que está en el hogar del cliente y sirve de acceso de la red de fibra óptica.

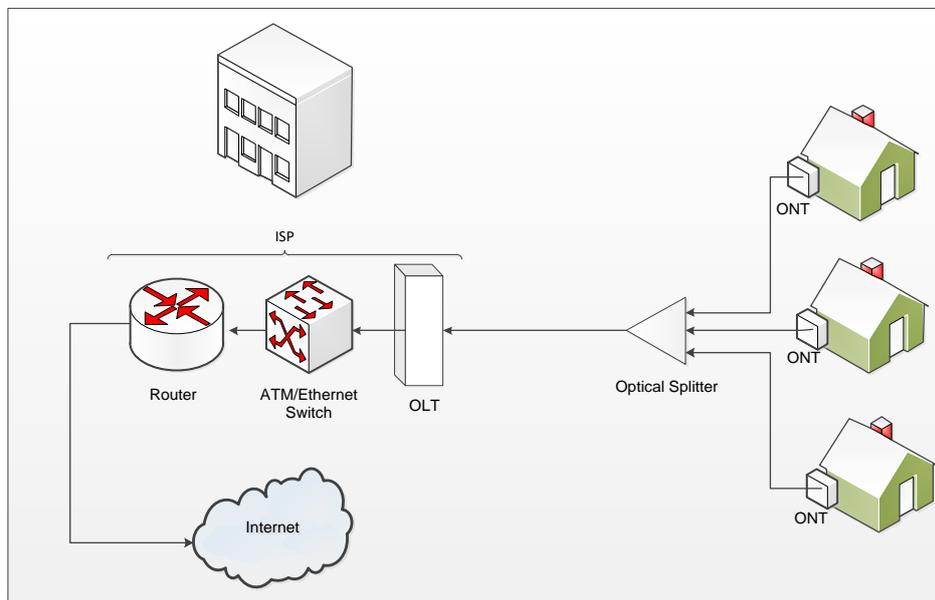


Figura 4. Arquitectura de Red PON

La comunicación se realiza entre todos estos dispositivos, la OLT a través del splitter óptico envía información hacia la ONU o en su defecto la ONT, y se pueden distinguir dos modos de operación; canal ascendente y canal descendente.

Se define como canal ascendente PON, a una red de tipo “punto a punto”, donde distintas ONUS/ONTS transmiten información a una sola OLT usando como técnica de multiplexación el Acceso Múltiple por División de Tiempo o en Inglés Time Division Multiple Acces (TDMA).

Se define como canal descendente PON, a una red de tipo “punto multipunto”, donde distintas ONUS/ONTS reciben y filtran la información correspondiente a cada usuario de una sola OLT usando como técnica de multiplexación TDMA.

Tanto el Canal Ascendente como el Canal Descendente pueden coexistir en la misma fibra, para lograr este acometido se usa la técnica de Multiplexación por división de Longitud De Onda o en Inglés Wavelength

Division Multiplexing (WDM) en donde se usan longitudes de onda diferentes para cada tren de información. (Abreu, y otros, 2010).

### **2.2.3 Estándares de redes de fibra óptica ITU-T G.983:**

#### **2.2.3.1. Asynchronous transfer mode – passive optical network (APON)**

Basa su funcionamiento en canales descendentes de celdas ATM alcanzado hasta 155 Mbps capacidad distribuida entre las ONUS de la red óptica. Posteriormente se alcanzaron los 622 Mbps. (Abreu, y otros, 2010).

#### **2.2.3.2. Broadband - passive optical network (BPON)**

Basado en su predecesor, funciona en dos modos; asimétricamente con un canal descendente de 622 Mbps y un canal ascendente 155 Mbps y simétricamente con un anal descendente y un canal ascendente de 622 Mbps. (Abreu, y otros, 2010).

### **2.2.4 Estándares de redes de fibra óptica ITU-T G.984:**

#### **2.2.4.1. Gigabit - passive optical network (GPON)**

Alcanza velocidades del orden GigaBit por segundo, basado en su predecesor, funciona en dos modos; asimétricamente con un canal descendente de 2.5 Gbps y un canal ascendente 1.5 Gbps y simétricamente con un canal descendente 1.5 Gbps y un canal ascendente de 622 Mbps.

#### **2.2.4.2. Ethernet - passive optical network (EPON)**

Es capaz de transportar tráfico de tipo Ethernet es decir usa el protocolo IEE 802.3 y alcanza velocidades Gigabit Ethernet.

#### **2.2.4.3. Ethernet - passive optical network (10G-EPON)**

Es capaz de transportar tráfico de tipo Ethernet es decir usa el protocolo IEE 802.3 y alcanza Velocidades Gigabit Ethernet simétrico de 10 Gbps y asimétricamente; 1.25Gbps de Subida y 10 Gbps de bajada.

A continuación se muestra un cuadro de especificaciones técnicas de las tres tecnologías más usadas a nivel mundial en arquitecturas FTTH.

Tabla 3.  
Características FTTX

Tecnología	BPON	GPON	EPON
Estándar	ITU-T G.983	ITU-T G.984	IEEE 802.3ah (1Gbps) , IEEE 802.3av (10Gbps)
Canal de Descarga	155 Mbps, 622 Mbps, 1.2 Gbps	155 Mbps, 622 Mbps, 1.2 Gbps, 2,5 Gbps	1,25 Gbps, 10.3 Gbps
Canal de Carga	155 Mbps, 622 Mbps	155 Mbps, 622 Mbps, 1.2 Gbps, 2,5 Gbps	1,25 Gbps, 10.3 Gbps
Protocolos	ATM	Ethernet over ATM/IP , TDM	Ethernet
Max PON Splitters	32	64	16

Fuente: (Marchukoy, 2010)

### 2.2.5 Ventajas de las redes FTTx

- Distancia al abonado de 20 km desde la central de comunicación.
- Se ofrecen grandes capacidad de ancho de banda al usuario.
- Inmunidad en la red de acceso a los ruidos electromagnéticos.
- Gran calidad de servicio y confort en la experiencia al usuario.

### 2.2.6 Desventajas de las redes FTTx

- No comparten el mismo canal para el acceso de red telefónica como es DSL.
- Mayor coste en planes tarifarios al usuario.
- Es necesario la implementación de un nuevo canal de comunicaciones, en este caso extender un cable de fibra óptica hasta el hogar del cliente.

## 2.3 Parámetros para determinar la calidad de servicio en redes de última milla para usuarios residenciales

### 2.3.1 Ancho de banda

El ancho de banda es el espacio medido en unidades de frecuencia que una señal ocupa, se mide en Hz.

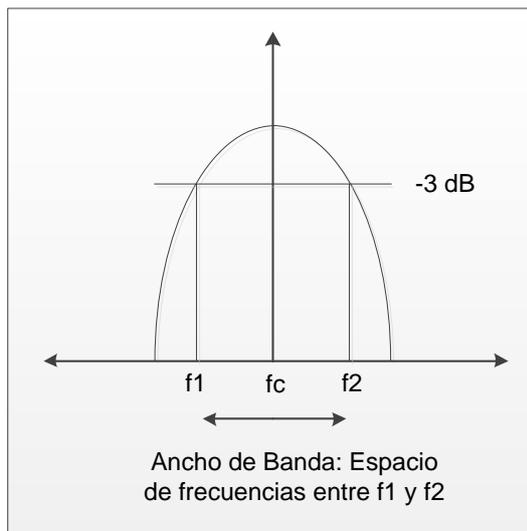


Figura 5. Ancho de Banda

En campos de Ingeniería de Comunicaciones el término ancho de banda está estrechamente asociado con otro término denominado capacidad de canal, mismo que pertenece a un mundo ya totalmente digitalizado donde los términos análogos van quedando obsoletos al igual que las tecnologías que representaban. (Freeman, 1991).

### 2.3.2 Capacidad de canal

Se define a la capacidad de canal como la cantidad total de información digital que puede ser enviada y recibida a través de un medio de comunicación.

Las unidades de medida de este parámetro están en Bits Por Segundo (bps) el valor que representan reúne tanto a la relación señal/ruido como al ancho de banda. La capacidad máxima de un canal de comunicaciones viene dado por la fórmula:

$$C = B \log_2(1 + S/N) \quad \text{Ecuación 1}$$

*Dónde:*

*C: Capacidad de Canal*

*B: Ancho de Banda en Hz de la señal*

*S: Potencia de la señal*

*N: Potencia del ruido*

### **2.3.3 Velocidad de canal**

La velocidad  $R$  a la que una señal puede ser transmitida está determinada por el ancho de banda del canal de comunicación.

Las unidades de medida de este parámetro están en bps, el valor que representa reúne el espacio en frecuencia de la señal a transmitirse y los niveles de cuantificación binaria asignados a dicha señal.

$$R = 2B \log_2(n) \qquad \text{Ecuación 2}$$

*Dónde:*

*R: Velocidad del Canal*

*B: Ancho de Banda en Hz de la señal*

*n: Niveles de Cuantización Binaria*

La capacidad y la velocidad de canal, está limitada por el tipo de medio que se use para transmitir información, todo medio posee un limitante y un umbral para transmitir información. (Freeman, 1991).

### **2.3.4 Tasa de transmisión en canales digitales**

La tasa de transmisión por un medio de comunicación está asociado específicamente a la velocidad que posee dicho medio o canal. Se mide en bps y es el número de bits por segundo que atraviesan una red de datos digitales. Existen diversas condiciones y factores que disocian los valores ideales teóricos alcanzados en tasas de transmisión cuando se habla de redes de datos. Entre estos la velocidad de procesamiento de los dispositivos, la topología de red, sistema operativo de cada parte involucrada, número de clientes o usuarios, el tipo de dispositivo de red (pc, laptop, smartphone, tablet, router, switch, etc).

Se debe considerar que las capacidades teóricas jamás serán sobrepasadas debido a todos los factores expuestos anteriormente. Pero

otorgan una clara idea del resultado a obtener cuando se implemente un escogido sistema de comunicaciones.

El sistema de unidades es el “bps” que se expresa también como; bits/s, b/s, y bps. Y se usan los múltiplos de dicha cantidad para cuantificar de mejor manera la cantidad de datos enviados o recibidos.

- kbit/s o kbps (kb/s, kilobit/s o mil bits por segundo).
- Mbit/s o Mbps (Mb/s, Megabit/s o un millón de bits por segundo).
- Gbit/s o Gbps (Gb/s, Gigabit, mil millones de bits).
- byte/s (B/s u 8 bits por segundo).
- kilobyte/s (kB/s, mil bytes u ocho mil bits por segundo).
- megabyte/s (MB/s, un millón de bytes u 8 millones de bit por segundo).
- gigabyte/s (GB/s, mil millones de bytes u 8 mil millones de bits).

### **2.3.5 Velocidad de conexión a internet**

Las velocidades de conexión a internet, en la vida real tienden a variar mucho respecto a lo ofrecido por un ISP, generalmente son entre un 12% y 14% menor al ofertado. Esto a consecuencia del mismo ancho de banda consumido por los diferentes protocolos que conviven en las redes de datos y al constante flujo de información bidireccional.

Además hay que tomar en cuenta que ningún usuario posee una línea de conexión directa con su proveedor de servicios de Internet, se tiene siempre la dependencia de las políticas de la empresa proveedora del servicio y un parámetro que afecta significativamente a la calidad de internet percibida por los usuarios es la compartición de canal, en Ecuador todo ISP comparte el canal de comunicaciones hasta con 8 usuarios, lo que reduce considerablemente la velocidad de conexión a internet si es que los 8 clientes que navegan x el mismo canal se conectasen al mismo tiempo a la red de internet.

### **2.3.6 Throughput**

El throughput es un parámetro que determina el paso neto de información a través de un sistema de comunicaciones, tal cual una red de ordenadores, una red LAN, MAN, WAN, etc.

Cuando se habla de sistemas de comunicaciones el throughput es la cantidad de mensajes entregados con éxito a través de un canal de comunicación. Puede ser medido en bits por segundo (bps) o paquetes por segundo (pps) por unidad de tiempo.

Esencialmente está asociado con el consumo total de ancho de banda, puede ser analizado por la teoría de colas en donde se ve la cantidad de paquetes por tiempo que llegan a un dispositivo y la cantidad de paquetes por tiempo que salen de dicho dispositivo.

El throughput de un sistema de comunicaciones puede estar afectado por diferentes factores, incluyendo limitaciones físicas del medio, consumo de potencia, comportamientos exclusivos de cada fabricante, etc. El máximo throughput teórico será aquel que se asemeje al que dicta la capacidad de canal para ese medio.

Este término en muchas ocasiones esta normalizado como una medida en porcentaje, que indica la eficiencia del canal de comunicaciones, por ejemplo, si el throughput es de 70 Mbps en una conexión de 100 Mbps con tecnología Ethernet, se puede decir que dicho canal tiene una eficiencia del 70%. (Ordinas, Griera, Escalé, Olivé, & Tornil).

### **2.3.7 Round trip delay time**

Round Trip Delay Time (RTT), es un término común en el mundo de las telecomunicaciones y en las redes de información, y se define como el tiempo que tarda un paquete de datos enviado desde un transmisor, llegar al receptor y regresar de nuevo al transmisor. La medida de este parámetro es de suma importancia especialmente en las redes de datos, pues permite evaluar la velocidad de conexión hacia diferentes destinos como; servidores, computadoras, etc. Tomando en cuenta que existen esquemas de

comunicación que usan mayormente el protocolo TCP donde se genera un HandShake y control de errores entre el transmisor y el receptor mientras dure la comunicación entre esas dos entidades.

Comúnmente el método más rápido y eficaz de conocer el Delay Round Trip Delay Time, es ejecutando el comando ping desde sistemas operativos como Windows o Linux, en donde se envía comúnmente 4 mensajes ICMP (EchoRequest) hacia una IP destino y el destino responde con un mensaje ICMP (EchoReply) acompañado de los valores Time To Live (TTL) y el tiempo que ha demorado dicha operación. El análisis de los resultados periódicos de este protocolo, ofrece una clara idea de que tan bien está funcionando el canal de comunicaciones asociado a una red específica. Cada destacar que el orden de RTT común para una red LAN es menor a 3ms y para una red WAN es menor a 500 ms. (Ordinas, Griera, Escalé, Olivé, & Tornil).

### **2.3.8 Jitter**

El jitter es un parámetro que indica la varianza o variabilidad abrupta de un conjunto de datos enviados a través de un medio. En general este parámetro es indeseado e indica un cambio no deseado en las constantes de delay que tendría una comunicación óptima.

Como consecuencia directa del jitter se tiene la tardanza no constante en los paquetes que fluyen a través de una red de datos causando lentitud en el envío y recepción de datos. Esencialmente esta definición es el aspecto más importante a tratar, puesto que cuando se habla de la existencia de jitter en las conexiones a Internet denota una experiencia terrible en los usuarios en especial en aquellas aplicaciones o servicios que integran funciones de interactividad en tiempo real como; gammig, radio on line , VoIP, video chat, conferencias en línea, etc.

Existen soluciones como la implementación de un búfer jitter que intente normalizar tal varianza en los datos pero de igual manera se experimentara cierto grado de lentitud en la red. Si el usuario experimenta muchos retardos en las aplicaciones en tiempo real antes mencionadas, hay una alta

posibilidad de que la red de acceso al ISP tenga un alto grado de jitter presente. (Ordinas, Griera, Escalé, Olivé, & Tornil).

## **2.4 Protocolo SNMP**

### **2.4.1 Características**

Protocolo Simple de Administración de Red o en Inglés Simple Network Management Protocol (SNMP) es un protocolo de administración de red perteneciente a la capa de Aplicación del modelo OSI (Capa 7), el objetivo al desarrollar este protocolo era mantenerlo simple y fácil. A través de este protocolo es factible la administración de diferentes dispositivos de red. La idea fundamental de SNMP es administrar y supervisar totalmente una red de datos así como las aplicaciones relacionadas a la misma. SMNMP posee como esquema y arquitectura de funcionamiento; el protocolo a nivel de aplicación, una base de datos, y un conjunto de objetos de datos. SMNMP en la actualidad posee tres versiones del protocolo; SNMPv1, SNMPv2, SNMP3v3 siendo la última versión aquella que tiene más seguridades.

### **2.4.2 Funcionamiento del protocolo SNMP**

SNMP puede ejecutarse en modo monitor y de administración, como monitor permite monitorear una o distintas redes, revisar la salud de la red, y determinar ciertos problemas. Algunos de los elementos que se pueden monitorear dependen de la granularidad del dispositivo en sí, pero destacan entre otros la cantidad de tráfico IP que genera un host específico hasta el estado actual de una conexión TCP.

Además este protocolo permite al administrador de red, obtener información necesaria para la solución de problemas e incidencias en la red. Posee características de envío de alertas si fuese necesario como por ejemplo cuando una interfaz de apaga o un link en la topología se rompe.

Adicionalmente en el modo de administración SNMP le da ciertas habilidades al administrador de red para manipular los dispositivos que se encuentren causando algún inconveniente en la red de datos. El

administrador puede realizar cambios inmediatos en cualquiera de los dispositivos y hacer las pruebas que fuesen necesarias en tiempo real.

SNMP implementa una arquitectura que sigue a los siguientes objetos; Administrador, Agente y Subagente, que es similar a la típica configuración cliente/servidor de la arquitectura TCP.

El Request For Comments (RFC) 1157 define todos estos componentes incluyendo la Base de Información Administrable (MIB) Management Information Base, los agentes SNMP, el administrador SNMP, y los subagentes SNMP.

La Base de Información Administrable (MIB) posee una serie de objetos que pueden ser monitoreados usando el protocolo SNMP, estos grupos de objetos son enseñados en la siguiente tabla:

Tabla 4.  
Grupos MIB

<b>Grupo</b>	<b>Descripción</b>	<b>RFC</b>
<b>System</b>	Información básica del sistema	3418
<b>Interfaces</b>	Información sobre las interfaces de red, incluye la lista de interfaces y estadísticas específicas de cada interfaz	2863
<b>IP</b>	Información y estadísticas de tráfico IP	4293
<b>ICMP</b>	Estadísticas ICMP de entrada y salida	4293
<b>TCP</b>	Información general sobre el frame TCP como valores timeout y el total de conexiones TCP, información de conexiones, direcciones y puertos	4022
<b>UDP</b>	Información general sobre el frame UDP como el número de paquetes UDP enviados y recibidos, información de direccionamiento y puertos	4113
<b>EGP</b>	Estadísticas de protocolos de gateway externos	1156,1213
<b>Transmissions</b>	Este grupo aún no es implementado, pero estaba considerado antes del surgimiento de los estándares de Internet	1213
<b>SNMP</b>	Información y estadísticas relacionadas al entorno SNMP	3411,3412,3413,3414,3415,3418

Fuente: (IBM, 2010)

### 2.4.3 Estructura de administración de información versión 2- structure of management information version 2 (SMIv2)

SMIv2 define las reglas y la forma en como los objetos MIB pueden ser administrados, esencialmente usan un subconjunto de sentencias Abstract Syntax Notation One (ASN.1), que es un lenguaje descriptivo de datos, dicho lenguaje posee la siguiente estructura:

objectName	OBJECT-TYPE
SYNTAX	<i>syntax</i>
UNITS	<i>"units"</i>
MAX-ACCESS	<i>access</i>
STATUS	<i>status</i>
DESCRIPTION	<i>"descriptiveText"</i>
REFERENCE	<i>"referenceText"</i>
INDEX	<i>{indexTypes}</i>
DEFVAL	<i>{defaultValue}</i>
::= { <i>group #</i> }	

Figura 6. Estructura SMIv2

Fuente: (IBM, 2010)

Donde cada elemento se define así:

**Object-Type:** Es un nombre, llamado objeto descriptor (object descriptor) para cualquier tipo de objeto con su correspondiente identificador de objeto (Object Identifier).

**Syntax:** Es la sintaxis hacia el Object Type, puede ser por Simple Sintaxis (Integer, Octet String, Object Identifier, Null) o por Aplicación de Sintaxis (NetworkAddress, Counter, Gauge, TimeTicks, Opaque).

**Units:** Este campo es opcional y se aplica a objetos que tengan unidades específicas como segundos o minutos.

**Max-Access:** Aquí se define el nivel de acceso que se tiene a un objeto, se configuran valores de; notificación (Notify), solo lectura (Read Only), lectura y escritura (Read.Write), lectura y creación (Read\_Create) y no accesible (Not Accesible).

**Status:** Define el status del objeto.

Description: Ofrece una descripción textual del objeto.

Reference: Este campo es opcional, y puede ser usado para incluir un texto de referencia.

Index: Este campo es opcional y solo es usado cuando el objeto es parte conceptual de dos filas de objetos.

DefVal: Este campo es opcional y es solo usado cuando el objeto debe tener obligatoriamente un valor por defecto.

Group: Define el grupo al que pertenece el objeto.

#: Indica la posición del objeto según el grupo al que pertenece.

Ejemplo Ilustrativo: Se enseña el Objeto "ifType", parte del grupo Interfaces, su definición como tal es la siguiente:

ifType	OBJECT-TYPE
SYNTAX	IANAifType
MAX-ACCESS	read-only
STATUS	current
DESCRIPTION	
"The type of interface. Additional values for ifType are assigned by the Internet Assigned Numbers Authority (IANA), through updating the syntax of the IANAifType textual convention."	
::= { ifEntry 3 }	

Figura 7. Ejemplo del Objeto ifType

Fuente: (IBM, 2010)

#### 2.4.4 Identificadores de objetos – object identifiers (OIDs)

Un objeto solo posee su propia información descriptiva como se observa en la sección anterior, sino que también debe ser identificado para ser llamado posteriormente, esto se logra usando el lenguaje ASN.1. Cada objeto tiene reservado una serie numérica que determinan la herencia y jerarquía a la que pertenece. Analizando el mismo objeto ifType del párrafo

anterior este posee la siguiente OID: 1.3.6.1.2.1.2.2.1.3, esta secuencia numérica representa lo siguiente:

Dividido en 2:

- ifEntry 13.3.6.1.2.1.2.2.1
- ifType 3

Dividido en 3:

- ifTable 1.3.6.1.2.1.2.2
- ifEntry 1
- ifType 3

La secuencia numérica puede seguir siendo subdividida ya que cada asignación numérica tiene un significado específico. Siendo más específicos, cada número representa lo siguiente:

El primer dígito define el nodo administrador:

- Para la ISO.
- Para CCITT.
- Para ISO-CCITT.

El segundo dígito está determinado por el valor del primer dígito. En este caso el nodo de administración ISO define al segundo dígito con el valor de: 3 para ser usado por otras organizaciones.

El tercer dígito así como el caso anterior es dependiente del primero y segundo dígito, pero si los dos primeros dígitos son; 1 y 3, entonces el número 6 es definido por el departamento de defensa de los estados unidos como tercer dígito.

El cuarto dígito, es asumido por la comunidad de internet con el número uno.

El quinto dígito puede ser:

- Para el directorio OSI.

- Para identificación de objetos y propósitos administrativos.
- Para identificación de objetos y propósitos experimentales.
- Para identificación de objetos de carácter privado.

A continuación, se ilustra el árbol jerárquico de objetos OID:

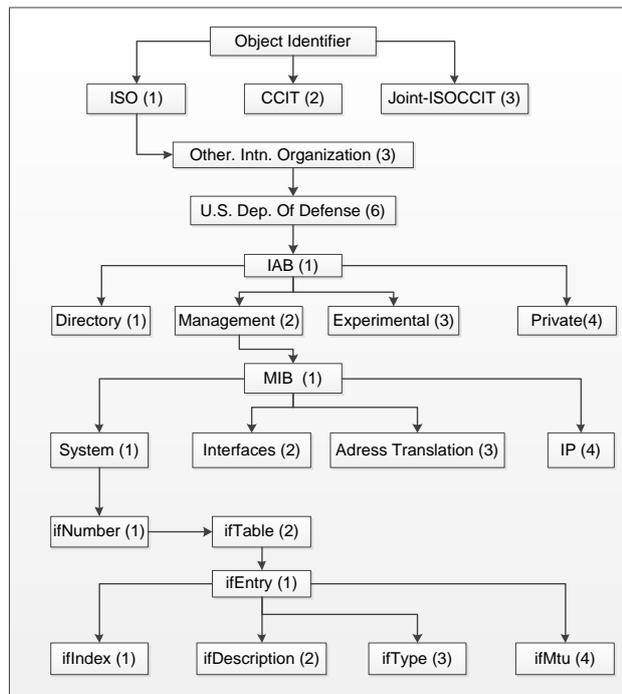


Figura 8. Árbol MIB OID  
Fuente: (IBM, 2010)

### 2.4.5 El agente SNMP

El agente SNMP actúa como servidor en el modelo cliente/servidor, escucha en el puerto UDP 161 para peticiones de administración SNMP.

Una vez que el agente recibe una petición administrativa, este determina sobre que actuar y si es que dicha petición tiene la autoridad necesaria para acceder a la comunidad SNMP requerida, si es así, obtiene el valor de la orden de petición y devuelve el valor al administrador.

Además, el agente SNMP puede comunicarse con los subagentes para acceder a los valores de las MIBs y entregárselas a los administradores. Una vez que el agente recibe el pedido este es transmitido al subagente realizara la búsqueda y devolverá un valor de retorno.

#### **2.4.6 El administrador SNMP**

El administrador SNMP también llamado Network Management Station (NMS) o Estación de Administración de Red, provee una interfaz a través de la cual los administradores de red pueden monitorear una red. El administrador SNMP cumple el papel de cliente en el modelo cliente/servidor y dispone de un sin número de variedad en formatos Command Line Interfaces (CLI), aplicaciones Graphical User Interface (GUI).

El administrador SNMP es encargado de realizar peticiones al agente SNMP, tales como consultas de algún valor MIB de un objeto. También son capaces de escuchar notificaciones y alertas denominadas TRAPS generados por la comunidad SNMP respectiva. La comunicación entre el administrador SNMP y el agente SNMP se da gracias al protocolo de transporte UDP.

El administrador SNMP puede generar los siguientes tipos de mensajes:

get Request: Pide el retorno de un valor específico de un objeto.

getNextRequest: Pide el retorno de un valor específico del objeto siguiente.

getBulkRequest: Funciona igual que getRequest, pero le permite al administrador SNMP pedir más de un valor de un objeto.

setRequest: Ejecuta la escritura de un valor específico en un objeto determinado.

walk: Implementa una cadena de ejecuciones getNextRequest, para obtener más de un solo objeto determinado.

#### **2.4.7 El sub agente SNMP**

Un Subagente SNMP porta su propia MIB, por ejemplo una subagente TCP/IP generalmente soporta los siguientes grupos: IP, ICMP, TCP, UDP, Interface.

El subagente SNMP abre una conexión de Interfaz Distribuida de Programación o en Inglés Distributed Programm Interface (DPI), con el agente SNMP especificando el puerto de comunicación:

- dpiPortForTCP.0 1.3.6.1.4.1.2.2.1.1.1.0
- dpiPorForUDP.0 1.3.6.1.4.1.2.2.1.1.2.0

El Agente se comunica con el subagente mediante el primer puerto disponible para dicha conexión, así entre ambos agentes pueden interactuar e intercambiar información.

### 2.4.8 Modelo SNMP

La interacción entre los elementos de la familia SNMP es restrictiva; un administrador SNMP únicamente puede comunicarse con un agente SNMP, y un Subagente SNMP solo se comunicará con un agente SNMP, a continuación se ilustra el proceso de comunicación de los elementos SNMP:

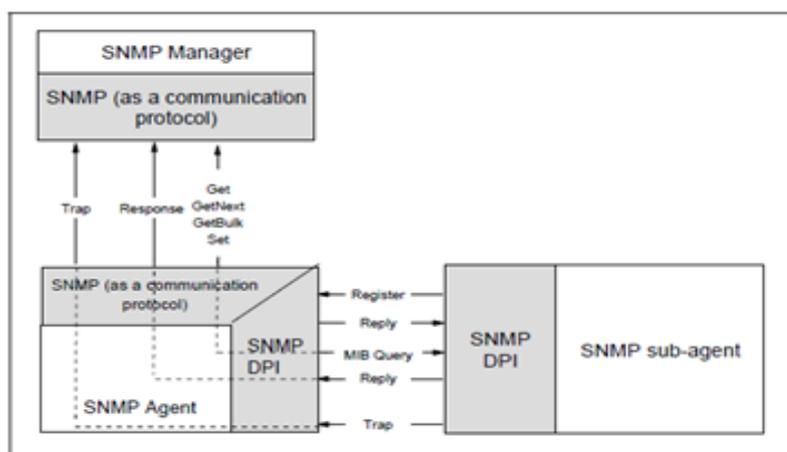


Figura 9. Comunicación entre Agente y Sub Agente SNMP  
Fuente: (IBM, 2010)

Los mensajes enviados entre los agentes y administradores SNMP usan el protocolo no orientado a la conexión Protocol Data Unit (PDU), precedidos de la cabecera SNMP que especifica la versión SNMP. Este contiene información correspondiente al tipo de pedido o respuesta y para el segundo caso el valor de retorno del pedido. El formato del mensaje SNMP se define en el RFC 1157 y se ilustra a continuación:

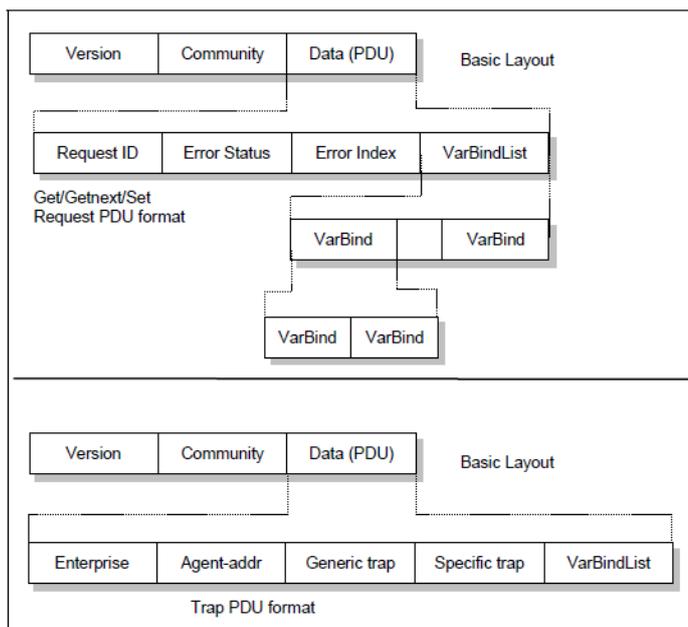


Figura 10. Formato de Mensaje SNMP

Fuente: (IBM, 2010)

#### Descripción de Campos:

- **Version:** Indica la versión de protocolo SNMP (1,2 o 3).
- **Community:** Especifica la comunidad a donde se envían las peticiones o de donde vienen las respuestas. Generalmente existe una comunidad de lectura bajo el nombre "Public" y otra de escritura bajo el nombre "Private".
- **Request ID:** Determina el tipo request/response o pedido/respuesta en el mensaje.
- **ErrorStatus:** Indica cualquiera de los siguientes errores cuando no se ejecuta con éxito el pedido de un administrador SNMP.
- **noError:** Ningún error ha ocurrido.
- **tooBib:** La respuesta es muy larga para ser entregada por el PDU.
- **noSuchName:** El objeto solicitado no existe.
- **badValue:** el valor de retorno no está codificado según el lenguaje ASN1.
- **readOnly:** Objeto solo de lectura.
- **genErr:** Error no específico que no es ninguno de los anteriores.
- **Error Index:** Indica que objeto de una lista de objetos reporta un error de status (errorStatus).
- **VerBind:** La lista de objetos solicitados y por retornar algún valor.

- Enterprise: La identidad.
- Agent-adrr: La dirección del agente SNMP que genera TRAPS.
- Generic trap: Indica el tipo de TRAP enviado.
- Specific trap: Indica el valor de un “Enterprise-Specific” TRAP.

La siguiente figura ilustra una consulta SNMP, refiriéndose al objeto ifType.

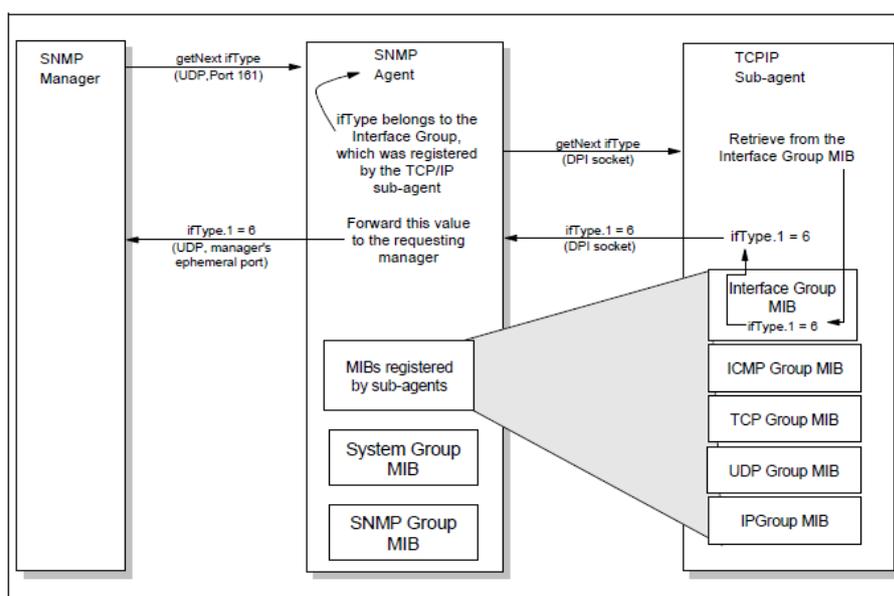


Figura 11. Ejemplo Ilustrativo de Consultas SNMP

Fuente: (IBM, 2010)

La secuencia de eventos registrada en el gráfico anterior es la siguiente:

Un administrador SNMP genera un mensaje getNext SNMP para el objeto ifType.

El agente SNMP no reconoce el objeto ifType como un objeto del grupo System o como SNMP Group. Sin embargo, sabe que el objeto “ifType” pertenece a un grupo registrado previamente por un sub agente, en este caso el grupo Interface.

El agente SNMP pasa el mensaje getNext usando un socket TCP/IP de la conexión DPI hacia el sub agente.

El subagente reconoce el objeto ifType en su MIB y obtiene el valor de dicho objeto, tomando en cuenta que al ser un pedido getNext pasaría del objeto ifType.0 al objeto idType.1.

El subagente envía la respuesta hacia el agente con el valor 6, que indica el valor "ethernet".

El agente reenvía este valor al administrador SNMP, con la información de "iftype.1" y con el valor de "6".

#### **2.4.9 SNMP TRAPS**

Los TRAPS son notificaciones asincrónicas de los eventos ocurridos en una comunidad SNMP, pueden ser generados tanto por los agentes como por los sub agentes, la arquitectura de los TRAPS es definida en el RFC 1215.

El datagrama creado por los TRAPS SNMP es generalmente entregado a los administradores usando el protocolo UDP y el puerto 162. Sin embargo SNMP permite en la etapa de implementación cambiar su configuración y entregar los datagramas hacia puertos determinados. Si un subagente genera un TRAP, el TRAP no es enviado directamente desde el subagente al administrador, el TRAP es pasado usando comunicación DPI al agente y este es el encargado de enviar dicho TRAP hacia el administrador SNMP.

#### **2.4.10 Versiones del protocolo SNMP**

Existen tres versiones del protocolo SNMP, descritos en los siguientes RFC; SNMPv1 RFC 1157, SNMPv2 RFC 1901, Y SNMPv3 RFC 3414, las tres versiones de este protocolo pueden coexistir en la misma comunidad, características descritas en el RC 3584. Cada protocolo posee mejoras respecto al nivel de seguridad y encriptación de paquetes.

#### **2.4.11 Implementaciones SNMP**

SNMP aún en estos tiempos actuales no es considerado un protocolo de importancia, es usado en generalmente como un "extra" en el diseño de redes de datos. Las marcas propietarias de eventos tienden a crear sus

propias CLI para administración y supervisión de parámetros de red. Esto nace como consecuencia del entendimiento de los elementos de seguridad en cada versión y en especial en la correcta identificación de jerarquías y objetos necesarios para acceder a los mismos. Un error común es la mala configuración de versiones, la comunidad a la que pertenecen los dispositivos de red, y la seguridad lo que implica un uso exagerado de CPU y del mismo tráfico de red que se va generando, para un protocolo que no interfiere o que usa un mínimo de recursos de CPU y de tráfico de red.

#### **2.4.12 Ventajas del protocolo SNMP**

- Administración de todos los servicios y dispositivos de red.
- Disponibilidad de 3 versiones del mismo protocolo.
- Identificación y reporte de fallas en la red de datos.
- Es un protocolo de capa de aplicación lo que le permite ejecutarse sobre distintos softwares o CLI, determinados por el administrador de red.
- Facilidad en identificación y solución de problemas en una red de datos.

#### **2.4.13 Desventajas del protocolo SNMP**

- Difícil comprensión de parámetros de configuración.
- Incompatibilidad de versiones.
- Inconformidad respecto a la seguridad e integridad de los mensajes SNMP.
- Posibles restricciones en listas de control de acceso o firewalls.
- Protocolo poco difundido.

## CAPITULO III

### 3. ANÁLISIS DE PROTOCOLOS Y DESCRIPCIÓN DE DISPOSITIVOS

#### 3.1 Parámetros e identificación de protocolos sobre el canal de última milla del isp

Orientando esta sección a las diferentes tecnologías y protocolos en las redes de acceso o redes de última milla, se tiene como antecedente las redes formadas por un simple par de cobre en la Red Conmutada de Telefonía Pública o en Inglés Public Switch Telefonic Network (PSTN), que permite a los usuarios el efectuar llamadas telefónicas y sobre este comienzo se desarrollaron diferentes tecnologías y protocolos que dan paso al término banda ancha que no es más que el transporte de datos a alta velocidad por lo que existen además de tecnologías de acceso un conjunto de protocolos que permiten dicho flujo de información.

Los servicios y tecnologías dependen mucho del ISP y de lo que el cliente esté dispuesto a cubrir económicamente en un plan mensual por el servicio de banda ancha y de acceso a la red Internet. Hay que tomar en cuenta también que para el usuario es indiferente todo aspecto técnico, lo que el cliente requiere y por lo que paga es por cierto confort y cierta calidad en su conexión de datos. Dentro de las tecnologías altamente usadas se distinguen los siguientes.

##### 3.1.1. Protocolos en la línea de abonado digital asimétrica- asymeric digital subscriber line (ADSL)

Como se hace referencia en el Capítulo 2, es un tipo de tecnología DSL en donde se transporta información sobre el par telefónico convencional a una distancia máxima de 5,5 Km. Es la tecnología más usada en las redes de acceso que otorgan servicio de banda ancha. El nombre “asimétrico” se debe a que el canal de carga y descarga de datos poseen un bit rate distinto entre ellos, siendo así que ADLS posee una capacidad mayor para la descarga de datos que para la carga o subida de datos, debido a que en su mayoría los usuarios descargan mucha más información de la que suben a

Internet. A continuación, se detallan las diferentes versiones de ADSL y sus velocidades correspondientes (Gomez, 2010):

Tabla 5.  
Velocidades ADSL

Estándar	Tecnología	Download	Upload
Issue 2	ADSL	8	1
ITU G.922.1	ADSL (G.DMT)	8	1,3
ITU G.922.1 Anexo A	ADSL over POTS	8	1,3
ITU G.922.1 Anexo B	ADSL over ISDN	8	1,8
ITU G.922.2	ADSL Lite	1,5	0,5
ITU G.922.3	ADSL 2	12	1
ITU G.922.3 Anexo J	ADSL 2	13	3,15
ITU G.922.3 Anexo L	RE-ADSL	5	0,8
ITU G.922.4	Spplieterless ADSL	1,5	0,5
ITU G.922.5	ADSL +	24	1
ITU G.922.5 Anexo M	ADSL2 +M	24	3,5

Fuente: (Gomez, 2010)

El siguiente cuadro describe los diferentes protocolos que soporta este tipo de tecnología:

Tabla 6.  
Protocolos xDSL

Protocolos Soportados por xDSL
IP
Frame Relay
ATM
TDM

Fuente: (Gomez, 2010)

La tecnología SDL emplea ATM desde un comienzo se pensó en enviar información de video en formato MPEG2 o paquetes IP, bajo el formato de celdas ATM sobre enlaces ADSL. Definiendo, así como protocolo de enlace DSL a ATM.

ATM permite la creación de circuitos virtuales permanentes o en Inglés Circuit Cirtual Permanent (CVps) entre el ATU-R y al ATU-C, creando caminos o rutas lógicas dedicadas a clientes y servicios diferentes.

Sobre ATM se obtienen muchos beneficios, ya que contempla algunas capacidades de transferencia y parámetros de calidad de servicio para cada CVPs. De este modo además de encaminar diferentes servicios y usuarios por el mismo medio se puede hablar ya de “Calidad de Servicio” en donde tras tramas o paquetes de voz, video, y datos, serán tratados con cierta prioridad sobre la red.

Las velocidades típicas hacia el abonado final van desde 1.5 Mbps a 9mbps, y se puede decir finalmente que la red de acceso con tecnología DSL transporta tráfico y protocolos ATM, TCP/IP, Frame Relay, HDLC, etc. Por lo que responde a todas las necesidades actuales y soporta la familia de protocolos de la familia TCP/IP y del modelo OSI, lo que lo hace atractivo y 100% compatible con los dispositivos de networking que usan ethernet pero la misma familia de protocolos TCP/IP. (Gomez, 2010).

### 3.1.2. Protocolos en las redes de fibra hasta el hogar – fiber to the home (FTTH)

Como se hace referencia en el capítulo 2, es un tipo de tecnología de la familia FTTx en donde se transporta información sobre cables de fibra óptica desde el hogar el cliente hasta el ISP. En mercados que tienen un avance tecnológico significativo como Japón o Corea, esta tecnología predomina.

Cuando se habla de un canal de fibra óptica ya no se tiene “ancho de banda” si no un “gran ancho de banda” y distancias largas hacia un cliente, dos características que no se podían solventar con tecnología DSL.

Las redes PON también descritas en el capítulo 2, son parte esencial del funcionamiento de una red FTTH las más importantes son EPON Y GPON que poseen las siguientes características:

Tabla 7.  
Protocolos FTTH

Tecnología	EPON	GPON
Estándar	IEEE802.3 ah	ITU-T G.984
Ancho de Banda	Hasta 1,25 Gbps	2,5 a 1,25 Gbps
Protocolos	Ethernet	ATM, Ethernet, TDM

Fuente: (Abreu, y otros, 2010)

Las dos son tecnologías vanguardistas pero difieren en los protocolos del canal de última milla, siendo así que para las redes GPON se permite el transporte de protocolos tales como TDM, Ethernet, y ATM y en las redes EPON solo es aceptado el tráfico Ethernet.

Los estándares PON especifican una distancia alcanzable de hasta 20 km, entre OLT Y ONT. Cualquiera de las tecnologías PON es capaz de trabajar sobre cables de fibra óptica estándar, no es necesario el despliegue de tipos de fibra óptica especiales, a continuación, se detalla un poco más sobre estas dos tecnologías;

GPON: Usa como base protocolaria el protocolo IP, y ATM como método de encapsulación. Se puede alcanzar velocidades de hasta 2.5 Gbps y muy flexible en cuanto al tipo de tráfico que transporta. GPON generalmente ofrece el servicio “Triple Play” que significa; voz, video, y datos.

EPON: Usa como base protocolaria la suite IEEE para ethernet de última milla, usa transmisión de paquetes de datos desde 1Gbps hasta 10 Gbps, la arquitectura de este sistema es la misma que GPON, pero incompatible con sus protocolos. (Abreu, y otros, 2010).

FTTH responde a gran escala y con mucha ventaja todas las necesidades actuales y soporta la familia de protocolos de la familia TCP/IP y del modelo OSI, lo que lo hace atractivo y compatible con los dispositivos de networking que usan ethernet y la misma familia de protocolos TCP/IP.

### **3.2 Parámetros de medición sobre el canal de última milla del ISP**

Por lo expuesto en este capítulo y tomando en cuenta los parámetros descritos en el Capítulo 2; sección “Parámetros para determinar la calidad de servicio en redes de última milla”, Se puede decir que para tener una correcta apreciación y la debida información sobre el canal de comunicaciones al ISP se deben estudiar los parámetros de:

- Ancho de Banda.
- Capacidad de Canal.
- Velocidad de Canal.

- Trafico de Descarga.
- Trafico de Subida.
- Delay.
- Jitter.
- Protocolos de Comunicación.

Reuniendo todas estas especificaciones se puede evaluar con éxito la calidad de conexión en las redes de última milla o redes de acceso hacia el ISP, tomando en cuenta siempre que la información valiosa para un usuario es transparente a la tecnología usada, y comúnmente su incertidumbre o inquietud estarán asociados al tráfico consumido, la velocidad de carga y descarga hacia Internet y los parámetros de delay y jitter hacia el ISP.

### 3.3 Dispositivos de acceso a la red de última milla del ISP

Actualmente sea tecnología DSL ó FTTH, en el hogar de los usuarios se instala por parte del ISP un modem + router (DSL) o una ONT + router (FTTH). Con el fin de brindar servicio de red de área local (LAN) +Wifi (opcional) y así habilitar al cliente el acceso a Internet por parte de cualquier dispositivo que funcione con tecnología IEEE 802.x que es la tecnología de acceso a redes más usada en el mundo. (Ordinas, Griera, Escalé, Olivé, & Tornil).

Todo hogar con acceso a internet, tendrá esquemáticamente la siguiente topología de red:

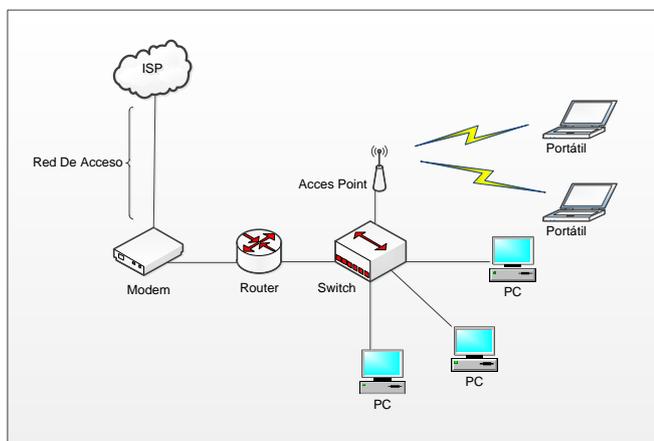


Figura 12. Topología LAN Antigua

La salida o el cable hacia la nube del ISP, representa el canal de última milla desde el último dispositivo de comunicaciones en el hogar hasta el ISP.

La nube de internet representa el acceso global y mundial hacia la red de Internet.

El modem será el modulador/demodulador o convertidor de tecnología desde la red de área local hacia la tecnología que se use en la red de acceso.

El router será el dispositivo capaz de enrutar toda la información de la red de área local hacia el destino que los datos requieran llegar. Por lo general este dispositivo es conocido como default gateway.

El switch será el dispositivo que posea suficientes puertos ethernet o de otro tipo, para interconectar diferentes dispositivos de la red de área local, que usen tecnología ethernet como servidores, impresoras, TVs, PCs y laptops.

Un punto de acceso inalámbrico que conectado al switch permita el acceso wifi de dispositivos a la red de área local como; laptops, smartphones, celulares, impresoras wifi, etc.

Los elementos nombrados anteriormente, pueden estar embebidos en un solo dispositivo; modem + router + switch + acces point, quedando la topología de red de la siguiente manera:

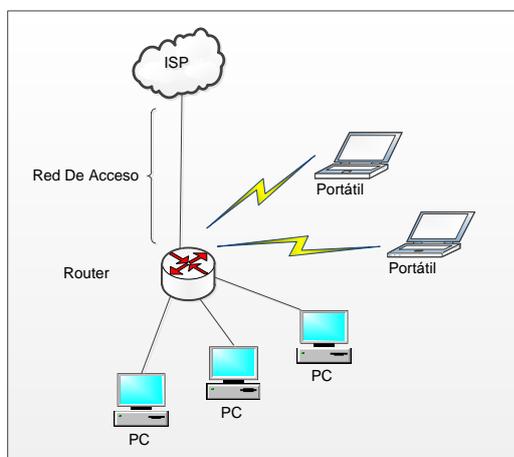


Figura 13. Topología LAN Actual

Es común en estos días que los técnicos de los ISP instalen un solo dispositivo embebido para redes DSL y FTTH, este aspecto es generalizado, pero no para todo ISP y dependerá de la infraestructura que el ISP disponga.

Comúnmente y coloquialmente se le llama default gateway o router o modem al dispositivo que embebe tanto al modem al router al switch y al acces point, y es accedido y configurado por el personal técnico del ISP mediante un browser, en este se programa una dirección IP pública, un pool de direcciones IP privadas, servidores DHCP, un nombre y una clave para desplegar una red wifi, se conectan los dispositivos de red del usuario, se comprueba que exista conexión a internet y con eso concluye la instalación del servicio.

Básicamente este único dispositivo posee toda la información que se ha tratado en los capítulos 1, 2 y 3 que determinan todas las características de conexión de un cliente específico.

### 3.4 Tarjeta electrónica Raspberry Pi

Un raspberry PI, es un ordenador de placa reducida o placa única (SBC), de costo económico desarrollado por la “Fundación Raspberry Pi” en Reino Unido, con la meta de fomentar la educación en ciencias computacionales en las escuelas. Es un hardware de licencia libre, aunque es un producto de propiedad registrada.



Figura 14. Tarjeta Electrónica Raspberry Pi  
Fuente: (RaspberryPiFoundation, 2016)

El software de Raspberry Pi es open source y posee un sistema operativo propio que es una distribución adaptada de Debian, el S.O. se llama Raspbian cabe recalcar que una tarjeta Raspberry Pi, acepta muchos sistemas operativos entre los cuales esta; Ubuntu Mate, Snappy Ubuntu Core, Windows 10 IOT Core, OSMC, OPENELEC, PINET, RISC OS.

La fundación tiene una propia plataforma web donde se ofrecen foros, preguntas, zonas de descargas, secciones de ayuda, tutoriales, contactos entre otros. La página web promueve ampliamente el uso de lenguaje de programación Python, pero soporta Tiny Basic, C, Perl y Ruby.

Los primeros diseños de raspberry datan del año 2006, el esquema y circuito impreso están disponibles como material de descarga. Para el 2009 la Fundación Raspberry fue fundada en Caldecote, Reino Unido, como organismo de caridad. Eben Upton administrador de esta nueva fundación se puso en contacto con grandes académicos y profesionales de la rama computacional con la intención de fabricar un ordenador que les permita a los niños introducirse en el mundo de la programación.

### 3.4.1. Características:

Las tarjetas Raspberry Pi, han sido lanzadas con mejoras en el paso del tiempo, lo que da origen a diferentes tipos de Raspberry Pi, entre los cuales tenemos; Raspberry Pi 1 Modelo A, Raspberry Pi 1 Modelo B, Raspberry Pi 1 Modelo B+, Raspberry Pi 2 B, las características de estas tarjetas se muestran en el cuadro a continuación:

Tabla 8.  
Modelos de Tarjetas Electrónicas Raspberry Pi

Modelo	Raspberri PI A	Raspberri PI B	Raspberri PI B+	Raspberri PI 2B
Soc	Broadcom BCM2835 (CPU + GPU + DSP + SDRAM + USB)			Broadcom BCM2836 (CPU + GPU + DSP + SDRAM + USB)
CPU	ARM 1176JZF-S a 700 MHz			ARM Cortex A7 Quad Core a 700 MHz
Instrucciones	RISC de 32 Bits			
GPU	Broadcom VideoCore IV, OpenGL ES 2,0 MPEG-2 Y VC-1, 1080p30 H264/MPEG-4-AVC			

Continúa 

Memoria SDRAM	256 MB	512 MB	1GB	
Puertos USB 2,0	1	2	4	
Entradas de Video	Conector MIPI CSI			
Salidas de Video	Conector RCA (PAL, NTSC), HDMI (rev1,3 y rev1,4) , Interfaz DSI para panel LCD			
Salidas de Audio	Conector 3,5 mm, HDMI			
Almacenamiento Integrado	Ranura SD/MMC		Ranura MicroSD	
Puertos de Red	No	10/100 Ethernet RJ45		
Periféricos	8 X GPI,SPI,UART			
Consumo de Energía	500 mA (2,5 W)	700 mA (3,5 W)	600 mA (3,0 W)	800 mA (4,0 W)

Fuente: (RaspberryPiFoundation, 2016)

Desde la concepción de Raspberry PI, cada lanzamiento ha incluido una mejora, el primer modelo solo tenía un puerto USB y no poseía un puerto ethernet aunque se lo puede conectar a una red utilizando un adaptador USB, el modelo B incluye 2 puertos USB y puerto ethernet 10/1000, para el 2014 se lanzó el modelo Raspberry Pi 2B, para el año 2015 el modelo Raspberry Pi Zero.

Raspberry PI, interactúa electrónicamente con el mundo exterior gracias a sus puertos de propósito general o en inglés General Purpose Input (GPI) que consiste en una serie de pines genéricos que pueden ser programados como entradas análogo/digitales (A/D) o salidas A/D dependientes de las necesidades del programador. Esto le permite generar o recibir señales y definir comportamientos y métodos interpretativos de estas señales, como lo haría comúnmente un micro controlador PIC, o le permite interactuar con tarjetas electrónicas más modernas como los FPGAs, Arduinos, otros Raspberrys etc. Raspberry Pi puede entonces, interactuar con: leds dispositivos y sensores que le permiten controlar entornos eléctricos, mecánicos, electrónicos, electro-mecánicos, etc.

Todo Raspberry no posee un módulo de reloj en tiempo real, por lo que el sistema operativo usa un servidor de hora de red. Raspberry Pi permite pr

configuraciones OverClock (Modo Rapido o Modo Turbo) acelerando el rendimiento del procesador sin reducir la vida de la placa o perder garantía.

Las placas Raspberry Pi como cualquier otro ordenador necesitan de la conexión de periféricos esenciales; pantalla, mouse, y teclado así como el cable de red ethernet para ingresar a Internet, al menos en el primer encendido, luego de esto su pueden configurar protocolos de red de acceso remoto para administrar el dispositivo remotamente y sin la necesidad de periféricos adicionales.

### 3.5 Servidor de base de datos

Una Base De Datos es un extenso banco de información que almacena cualquier tipo de datos, sobre cualquier tema y categorización que intentan clasificarse y ordenarse mediante algún vínculo o subjetiva relación. Esta información es almacenada sistemáticamente para ser llamados y usados posteriormente. En el mundo moderno las bases de datos están desarrolladas en un mundo digital, donde diferentes softwares se encargan de administrar y gestionar esta información.

Sistema de Administración de Base de Datos o en Inglés Data Base Mnagement System (DBMS) es el nombre que se le otorga a los programas con las capacidades antes mencionadas, a continuación se esquemática el funcionamiento de una base de datos:

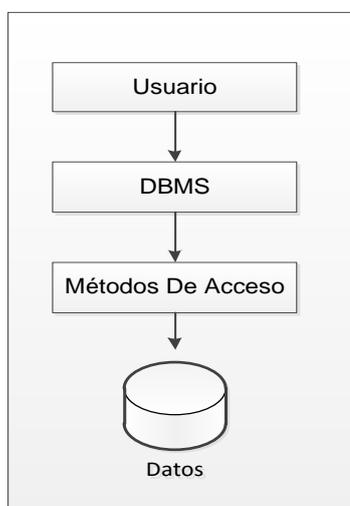


Figura 15. Esquema de Base de Datos Relacional  
Fuente: (Abraham Silberschatz, 2016)

Las BDD contemplan muchos tipos de datos, que pueden ser o no manipuladas con el tiempo, existen diversas clasificaciones para una BDD, según la variabilidad y contenido de las BDD.

**Estáticas:** Son aquellas que se usan únicamente como lectura, almacenan datos históricos sobre cualquier contenido.

**Dinámicas:** La información almacenada en estas bases de datos, puede ser alterada o modificada con el paso del tiempo, existen procesos de actualización borrado escritura y consultas o “querys”.

**Bibliograficas:** Es típico de este tipo de BDD almacena parámetros sobre autoresm fecha, etc.

**Texto completo:** Almacena información de texto plano, como libro o revistas.

### **3.5.1 Modelos de bases de datos**

El modelo de Bases de Datos es la descripción o el modelo contenedor de dichos datos, así como el método por el cual se lee y se escribe en dicha BDD.

**Jerárquicas:** Este modelo organiza los datos a manera de un diagrama de árbol, en donde el nodo principal o la raíz principal puedes tener varios hijos. Estas BDD ayudan a gestionar grandes cantidades de datos y volúmenes muy amplios de datos.

**De Red:** Basa su diseño en el tipo jerarquico en donde un nodo puede tener varios padres, lo que permite la redundancia de datos, aunque la complejidad del sistema ha hecho que no sea muy utilizada por clientes finales.

**Tradicional:** Estas BDD cumplen con la función de envío y recepción de datos a altas velocidades, su único fin es almacenar y leer datos a gran velocidad. Un ejemplo es el paso de información bancaria. Operación que

debe ser inmediata y exacta donde se tiene la certeza de la transferencia se hizo o no.

Relacionales: Uno de los modelos más usados mundialmente que se ajusta a problemas y situaciones reales de las personas, almacenar y administrar datos de forma dinámica. Se introducen conceptos en donde los objetos se relacionan mediante tuplas o tablas que no es más que una lista ordenada de elementos con múltiple número de filas y columnas que caracterizan a dicho elementos. La forma relacional proporciona un sentido menos abstracto y más apegado a la realidad de como las personas entienden su entorno, y tanto programadores como usuarios finales pueden hacer uso de este concepto. La información de estas tablas puede ser escrita y leída mediante simples consultas, con un alto grado de flexibilidad. El lenguaje por defecto para construir y consultar una base de datos relacional es el Lenguaje De Consultas Estructurado Structured Query Language (SQL), un estándar implementado por los principales motores o sistemas de gestión de bases de datos relacionales.

### **3.5.2 Sistema de gestión de bases de datos distribuida (SGBD)**

Las BDD y el software SGBD pueden estar en sitios remotos pero siempre interconectados por una red de datos. Existen dos mecanismos para la gestión de bases de datos.

Homegeneos: En donde se utiliza el Mismo SGBD en diferentes sitios remotos.

Heteregeneos: Los SGBD son distintos y poseen ciertas características propias, actúan bajo el modelo cliente/servidor.

### **3.5.3 Consultas (Querys)**

Una consulta es aquel método por el cual se puede acceder a la información disponible en una BDD, las consultas se pueden modificar, borrar, leer, agregar y editas los datos en las tablas de información, todo esto a través del lenguaje de consultas SQL.

### 3.5.4 Structured Query Language – SQL

Es un lenguaje de acceso a base de datos de tipo relacional, que permite el libre acceso a los datos así como el realizar operaciones con dichos datos. Los creadores de este lenguaje computacional fueron IBM en donde nació Structured English Query Language (SEQUEL) que enseguida implementaron los SGBD, aunque Oracle introdujo comercialmente este producto tiempo después. SQL es una versión posterior a SEQUEL, y se convierte en lenguaje mundial de acceso a bases de datos.

### 3.5.5 Tipos de datos en SQL

Tabla 9.  
Tipos de Datos SQL

Tipo de datos	Tamaño de almacenamiento	Descripción
BINARIO	1 byte por carácter	Almacena cualquier clase de datos.
BIT	1 byte	Valores Sí y No y campos que contienen uno o dos valores.
TINYINT	1 byte	Valor entero entre 0 y 255.
MONEY	8 bytes	Entero entre: – 922.337.203.685.477,5808 y 922.337.203.685.477,5807.
DATETIME	8 bytes	Valor de fecha u hora entre 100 y 9999.
UNIQUEIDENTIFIER	128 bits	Número de identificación exclusivo para procedimientos remotos.
REAL	4 bytes	Valor de punto flotante de precisión simple con un intervalo de – 3,402823E38 a – 1,401298E-45 para valores negativos, 1,401298E-45 a 3,402823E38 para valores positivos, y 0.
FLOAT	8 bytes	Valor de punto flotante de precisión doble con un intervalo de – 1,79769313486232E308 a – 4,94065645841247E-324 para valores negativos, 4,94065645841247E-324 a 1,79769313486232E308 para valores positivos, y 0.
SMALLINT	2 bytes	Entero corto entre – 32.768 y 32.767.
INTEGER	4 bytes	Entero largo entre – 2.147.483.648 y 2.147.483.647.

Continúa 

DECIMAL	17 bytes	Tipo de datos numérico exacto que mantiene valores desde $10^{28} - 1$ hasta $-10^{28} - 1$ . Puede definir la precisión (1 - 28) y la escala (0 - precisión definida).
TEXT	2 bytes por carácter	De cero a un máximo de 2,14 gigabytes.
IMAGE	Según se requiera	De cero a un máximo de 2,14 gigabytes. Se utiliza para objetos OLE.
CHARACTER	2 bytes por carácter	De cero a 255 caracteres.

Fuente: (Abraham Silberschatz, 2016)

### 3.5.6 Lenguaje de definición de datos (DDL)

Este tipo de lenguaje computacional permite modificar los objetos de las BDD, incluye órdenes para editar, escribir o borrar tablas en las que se guardan los datos de una BDD. Dentro de los comandos y sentencias conocidas se tiene:

**CREATE:** Este comando permite crear objetos de datos, como nuevas bases de datos, tablas y vistas.

**ALTER:** Este comando permite modificar la estructura de una tabla u objeto. Se pueden agregar/quitar campos a una tabla, modificar el tipo de un campo, agregar/quitar índices a una tabla, etc.

**DROP:** Este comando elimina un objeto de la base de datos.

**TRUNCATE:** Este comando trunca todo el contenido de una tabla. La ventaja sobre el comando DROP, es que si se quiere borrar todo el contenido de la tabla, es mucho más rápido, especialmente si la tabla es muy grande. La desventaja es que TRUNCATE sólo sirve cuando se quiere eliminar absolutamente todos los registros, ya que no se permite la cláusula WHERE. Si bien, en un principio, esta sentencia parecería ser DML (Lenguaje de Manipulación de Datos), es en realidad una DDL, ya que internamente, el comando TRUNCATE borra la tabla y la vuelve a crear y no ejecuta ninguna transacción. (Abraham Silberschatz, 2016)

### 3.5.7 Lenguaje de manipulación de datos (DML)

Es un lenguaje computacional usado por SGBD que permite la consulta y manipulación de datos en una BDD. El más usado hasta la actualidad es SQL, dentro de las sentencias más importantes se tiene:

**SELECT:** Este comando nos permite consultar los datos almacenados en una tabla de la base de datos.

**ALL:** Este comando nos permite seleccionar todos los valores. Es el valor por defecto y no suele especificarse casi nunca.

**DISTINCT:** Este comando nos permite indicar que queremos seleccionar sólo los valores distintos.

**FROM:** Este comando nos permite indicar la tabla (o tablas) desde la que desea consultar los datos.

**WHERE:** Este comando crea una condición que debe cumplirse para que los datos sean devueltos por la consulta. Admite los operadores lógicos AND y OR.

**GROUP BY:** Este comando especifica la agrupación que se da a los datos. Se usa siempre en combinación con funciones agregadas.

**HAVING:** Este comando ubica una condición que debe cumplirse para que los datos sean devueltos por la consulta. Su funcionamiento es similar al de WHERE pero aplicado al conjunto de resultados devueltos por la consulta. Debe aplicarse siempre junto a GROUP BY y la condición debe estar referida a los campos contenidos en ella.

**ORDER BY:** Este comando presenta el resultado ordenado por las columnas indicadas. El orden puede expresarse con ASC (orden ascendente) y DESC (orden descendente). El valor predeterminado es ASC.

### 3.5.8 Esquema de sentencias SQL

La programación en lenguaje SQL posee una sintaxis de orden específico y jerárquico dependiendo del bloque de sentencias a utilizar

siendo DML o DLL, a continuación se esquematiza el bloque de sentencias SQL.

```

SELECT [ALL | DISTINCT ]
      <nombre_campo> [{,<nombre_campo>}]
FROM <nombre_tabla>|<nombre_vista>
     [{,<nombre_tabla>|<nombre_vista>}]
[WHERE <condición> [{ AND|OR <condición>}]]
[GROUP BY <nombre_campo> [{,<nombre_campo >}]]
[HAVING <condición>[{ AND|OR <condición>}]]
[ORDER BY <nombre_campo>|<indice_campo> [ASC | DESC]
         [{,<nombre_campo>|<indice_campo> [ASC |
DESC ]}]]]

```

Figura 16. Esquema de Sentencias SQL  
Fuente: (Luis Alberto Casillas Santillán, 2010)

### 3.5.9 Disparadores y eventos en una BDD

Disparador ó Trigger : Los disparadores son un conjunto de sentencias que se ejecutan siempre y cuando suceda un evento de importancia o un detonante, como el ingreso de un valor, la modificación de valor, etc.

Evento: Los eventos son un conjunto de sentencias que se ejecutan sin la necesidad de ocurrencia de una acción en particular, un evento es programado para ejecutarse cíclicamente en determinado mes, día año y hora.

```

CREATE
[DEFINER = { user | CURRENT_USER }]
EVENT
[IF NOT EXISTS]
event_name
ON SCHEDULE schedule
[ON COMPLETION [NOT] PRESERVE]
[ENABLE | DISABLE | DISABLE ON SLAVE]
[COMMENT 'comment']
DO event_body;

schedule:
AT timestamp [+ INTERVAL interval] ...
| EVERY interval
[STARTS timestamp [+ INTERVAL interval] ...]
[ENDS timestamp [+ INTERVAL interval] ...]

interval:
quantity {YEAR | QUARTER | MONTH | DAY | HOUR | MINUTE |
WEEK | SECOND | YEAR_MONTH | DAY_HOUR | DAY_MINUTE |
DAY_SECOND | HOUR_MINUTE | HOUR_SECOND | MINUTE_SECOND}

```

Figura 17. Syntaxis de Eventos en MYSQL  
Fuente: (Luis Alberto Casillas Santillán, 2010)

Dentro de los SGBDS más populares se tiene: DB2, Firebird, HSQL, Informix MariaDB, Microsoft SQL Server, MySQL, Oracle, PostgreSQL, Progress, PervasiveSQL, SQLite, Sybase ASE.

### 3.6 Servidor web

Un servidor WEB, no es más que un software que ocupa la posición de servidor en el modelo de comunicaciones cliente/servidor. Realiza conexiones con el cliente ofreciendo una respuesta en el lenguaje de aplicación del cliente. Los datos recibidos por el cliente son interpretados y ejecutados por un navegador web o browser. Usualmente como protocolo en la transmisión de estos datos se usa el protocolo HTTP, que es un protocolo de la capa de aplicación del modelo OSI.

El trabajo de un servidor web es alojar páginas web o aplicaciones las cuales son accedidas por diferentes clientes mediante el uso de un navegador web, el navegador web sirve de intérprete del protocolo HTTP que envía esta información y despliega el contenido requerido en la pantalla del navegador web del cliente.

#### 3.6.1. Arquitectura

Un servidor Web usa el protocolo http y es asignado comúnmente el puerto TCP 80 como puerto de comunicaciones. Las peticiones al servidor usan el tipo de mensaje "GET".

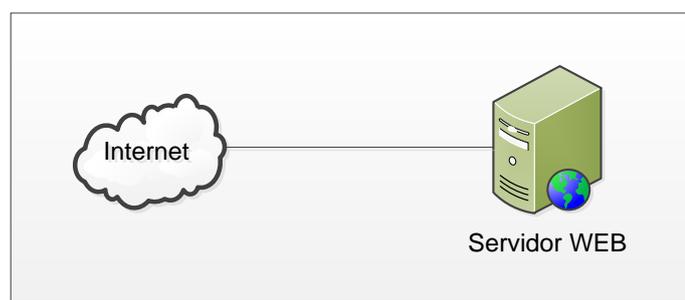


Figura 18. Arquitectura de Un Servidor Web

Peticiones GET:

Un navegador es un medio que sirve como interfaz de usuario para realizar peticiones hacia un servidor web. Las peticiones web no solo son

accedidas por un browser sino también por otras líneas de acceso remotas como por ejemplo el protocolo telnet.

Peticiones POST:

Es el segundo tipo de petición más usado en HTTP, este tipo de petición se asocia con formularios web donde los datos son codificados para obtener privacidad en la comunicación con el servidor.

### **3.6.2. Funcionamiento de un servidor web**

El servidor Web se ejecuta en un ordenador y esta al a escucha de peticiones, que se exhiben mediante una página web. Las peticiones incluyen la devolución de mensajes de error para resoluciones DNS incorrectas o retorna adecuadamente código interpretado visualmente por un ordenador común; entre estos elementos se tienen, letras, caracteres, fonts, tamaños, imágenes de fondos, fotografías, sonidos y la distribución adecuada de estos elementos en la página web. Adicionalmente de la entrega de esta información también se puede ejecutar a través de una plataforma web diversas aplicaciones interactivas o no hacia el usuario.

Aplicaciones del Cliente: El cliente ejecuta dichas aplicaciones mediante Java “Aplets” o “Javascript”, el código a ejecutarse son enviadas desde el servidor web, pero son compiladas y ejecutadas en el lado del cliente. Comúnmente todos los navegadores web, son compatibles con este tipo de lenguaje y pueden incrementarse diversas aplicaciones mediante el uso de plugins.

Aplicaciones del Servidor: Existe aplicaciones que son ejecutadas en el lado del servidor, los resultados son transmitidos mediante el protocolo HTTP y son enviados al cliente, mismo que interpreta dichos datos y observa los resultados sin la necesidad de ejecutar o compilar código. Lo que resulta optimo en requerimientos especiales de procesamiento y no interfieren con las capacidades básicas que podría tener el cliente. El siguiente cuadro ilustra los lenguajes más usados para aplicaciones en el lado del servidor.

Tabla 10.  
Lenguajes Web

Lenguaje	Sistema Operativo	Última Versión Estable
PHP	Multiplataforma	5,6,4
ASP	Windows	4
Perl	Multiplataforma	5,12,13
Python	Multiplataforma	3,2,0
Ruby	Multiplataforma	1,9,3

Fuente: (Cruz, 2010)

En la actualidad cerca del 76% de aplicaciones de los servidores están escritas en lenguaje PHP, y las demás opciones se hallan en declive.

### 3.6.3. Servidor web de acceso local

Es aquel servidor web que reside en un equipo de una red LAN, naturalmente bajo este esquema todo servidor web pertenecerá a un sistema local que sepa en donde está ubicado y alojado.

Cuando el servidor WEB está instalado en un ordenador y se intenta acceder desde ese mismo ordenador pueden utilizarse las direcciones IP reservadas de loopback

Algunos servidores web más importantes son: Nginx, Apache, Internet Information Services (IIS), Cherokee. Tomcat



Tabla 11.  
Características del Router RB2011UiAS-2HnD-IN

Modelo	RB2011UiAS-2HnD-IN
Frecuencia de CPU	600MHz
RAM	128 MB
Puertos Ethernet 10/100	5
Puertos Ethernet 10/100/100	5
Estandar Wireless	802,11b/g/n

Fuente: (RouterBoard, 2010)

Una tarjeta electrónica Raspberry PI B 2: Que se conectará a la red de área local (LAN).



Figura 20. Raspberry PI B2

Tabla 12.  
Características de la Tarjeta Raspberry PI B2

Modelo	Raspberry PI B2
Frecuencia de CPU	900 MHz Quad Core
RAM	1 GB
Pines GPIO	40
HDMI	1 Puerto
USB	4 Puertos 2,0
MicroSD	Si
Puertos Ethernet 10/100	1

Fuente: (RaspberryPiFoundation, 2016)

Un ordenador “dell Inspiron 15r – N5119” core i7: Que cumplirá las funciones de “dispositivo de usuario final”, y como servidor web (funciones especificadas en el capítulo 3) para una red de área local (LAN).



Figura 21. Dell Inspiron 15r – N5119

Tabla 13.

Características del ordenador - Dell Inspiron 15r – N5119

Modelo	Dell Inspiron 15r – N5119
Frecuencia de CPU	2,0 GHz Dual Core i7
RAM	DDR3 6 GB
USB	4 Puertos 2,0
MicroSD	Si
Puertos Ethernet 10/100	1
Disco Duro	Sata 1000 GB
Periféricos	DVD+/-RW
Pantalla	WLED 16"

### 4.3 Descripción del escenario

Los dispositivos seleccionados cumplirán funciones específicas y coordinadas entre ellos de manera que viabilicen el cumplimiento de los objetivos de esta tesis, teniendo como objetivo la medición de los niveles de servicio ofertados/entregados por los ISP hacia usuarios residenciales.

En esencia es necesario trabajar sobre la red de área local (LAN) de un usuario residencial, como se explica en el capítulo 3, toda red LAN posee un default gateway que permite la conexión hacia la red externa de Internet, éste dispositivo contiene información de; el flujo de datos, direcciones IP públicas y privadas, servidores DNS, servidores DHCP, manejo de puertos, administración remota, información de usuario, etc.

Introduciendo la tarjeta electrónica Raspberry PI 2 B, como un dispositivo más de la red de área local (LAN) y programando sobre estas peticiones

SNMP hacia el default gateway se puede tener acceso a la información detallada que guarda dicho gateway. El Raspberry Pi, generará entonces un archivo “.log” con toda la información que se desea obtener.

Específicamente se apuntará hacia los Objetos “ifInOctets” e “ifOutOctets” usando el protocolo SNMP (Capítulo 2) que revelan el conteo de bytes que atraviesan una interfaz de red, de esta manera obtendremos un valor detallado del tráfico desde y hacia la red de Internet. Además, a través del uso de mensajes ICMP de la utilidad “ping” hacia el siguiente salto o hop que son dispositivos que forman la infraestructura del ISP se puede obtener los parámetros de delay y jitter descritos en el capítulo 2.

En la actualidad existen diversos scripts libres para implementación y desarrollo de empresas especialistas como “Ookla” en medir la capacidad de subida (Upload) y bajada (Download) de cualquier dispositivo que ejecute dichos scripts, estas utilidades son compatibles con el S.O Raspbian de Raspberry Pi y resultan convenientes en este proyecto ya que adicionalmente obtendremos lecturas de la velocidad en la conexión de internet.

Todos los parámetros descritos los párrafos anteriores, serán almacenados temporalmente en la memoria del Raspberry Pi en un archivo de texto plano con la extensión “.log” que finalmente serán enviados a una hora específica hacia una base de datos.

El Servidor de la base de datos seleccionado para este proyecto es de libre distribución, y open source “MYSQL” y estará ejecutándose sobre el ordenador, la base de datos receptorá la información proveniente del Raspberry Pi para almacenarla indefinidamente.

Tanto la tarjeta electrónica Raspberry Pi como MYSQL, ejecutarán cíclicamente y automáticamente scripts específicos, que permitan ordenar toda la información que se desea recolectar, para consultas posteriores.

Finalmente para presentar la información recolectada hacia el usuario en la forma de un reporte de datos, se ha tomado como opción la visualización

de dichos reportes a través de un navegador web o browser, la página web al desplegarse como primer parámetro solicitara las credenciales del cliente, luego desplegará un menú interactivo en donde se pueda seleccionar entre reportes; diarios, semanales y mensuales sobre él; tráfico, delay, jitter y velocidad de carga y descarga de internet, la plataforma web según la selección del usuario realizara consultas o queries hacia la bases de datos MYSQL para entregar dichos resultados en pantalla.

El servidor web seleccionado para este proyecto es “Apache” de igual manera open source y estará ejecutándose en el ordenador, así como lo hace el servidor de base de datos, hay q tomar en cuenta que tanto el servidor Web como el Servidor de Base de Datos, pueden estar afuera de la red de área local LAN, instalados sobre cualquier servidor en la nube de internet, esto es factible porque cada elemento se comunica con el otro a través del protocolo de red IP.

Para efectos del desarrollo de esta tesis, todos los elementos están en la misma red de área local (LAN), sin embargo, pueden ser trasladados hacia cualquier sitio en la nube de internet.

Así mismo el servidor web puede ser accedido desde cualquier parte del mundo, lo que viabiliza el alcance del proyecto, ya que un usuario o cliente puede ver la información que necesite desde cualquier lugar en el planeta.

#### 4.3.1. Topología de red de área local (LAN) sin direccionamiento IP

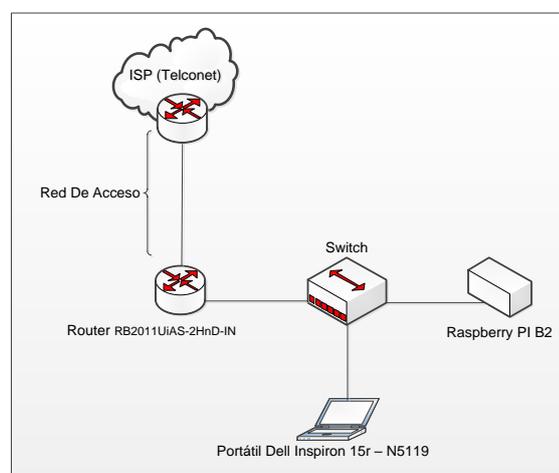


Figura 22. Topología LAN sin Direccionamiento IP

### 4.3.2. Topología de red de área local (LAN) con direccionamiento IP

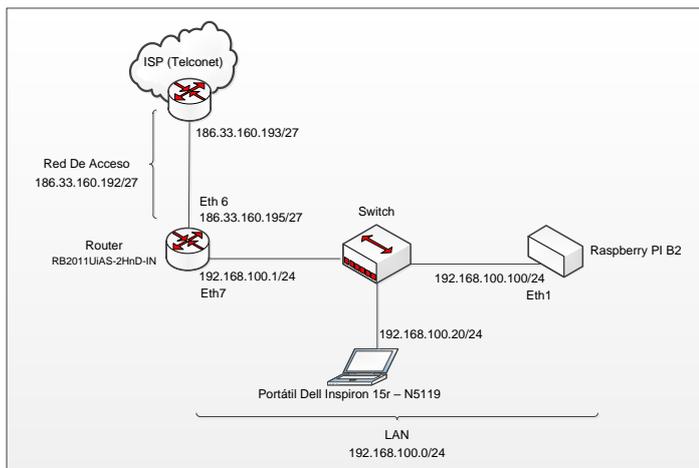


Figura 23. Topología LAN con Direccionamiento IP

### 4.3.3. Tabla de direccionamiento red de área local (LAN)

Tabla 14.

Direccionamiento Red de Área Local (LAN)

Dispositivo	Interfaz	Dirección IP	Máscara de Red	Gateway	Tipo de Red
Router	Eth6	186.33.160.195	255.255.255.192	186.33.160.193	WAN
	Eth7	192.168.100.1	255.255.255.0	N/A	LAN
Portátil	Eth1	192.168.100.20	255.255.255.0	192.168.100.1	LAN
Raspberry PI	Eth1	192.168.100.20	255.255.255.0	192.168.100.1	LAN

## 4.4 Configuración del protocolo SNMP en el router

Al tratarse de un router mikrotik, se puede acceder usando el software "WinBox" propiedad de la misma empresa mikrotik, para ejecutarlo dar doble clic sobre el icono del programa.



Figura 24. WinBox

En la pantalla inicial del software, introducir la ip correspondiente al Default Gateway, y las credenciales de acceso, para este caso la dirección IP es la; 192.168.100.1 el login: admin y password: en blanco, clic en Connect.

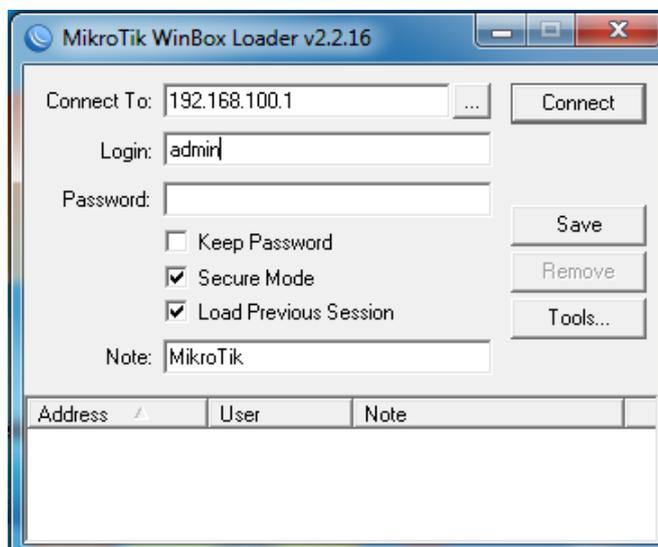


Figura 25. WinBox Open

Pantalla principal del sistema del router Mikrotik.

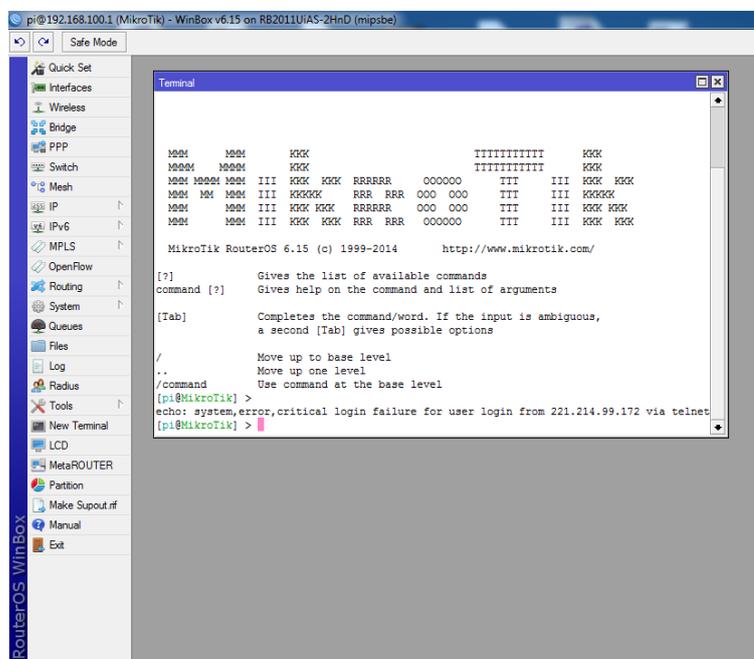


Figura 26. Main Page Mikrotik

A continuación, para configurar y activar el protocolo SNMP, dar clic en IP, luego en SNMP.

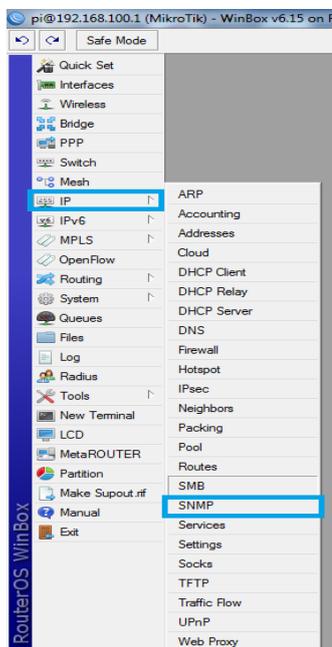


Figura 27. Menú IP Mikrotik

En la pantalla desplegada, marcar la opción “Enable”, llenar los campos “Contac Info” y “Location” de acuerdo a su propio criterio de contacto, los ítems importantes son “Trap Community” y “Trap Version”, como se explica en el capítulo 2, las comunidades en su mayoría responden al nombre “public”, posterior a esto dar clic en “Comunities”.



Figura 28. SNMP Settings Mikrotik

En la pantalla desplegada, dar clic en +, y agregar la comunidad a la que pertenecerá este dispositivo de networking en este caso “public”. Una vez agregada la comunidad, doble clic sobre la fila de color azul agregada

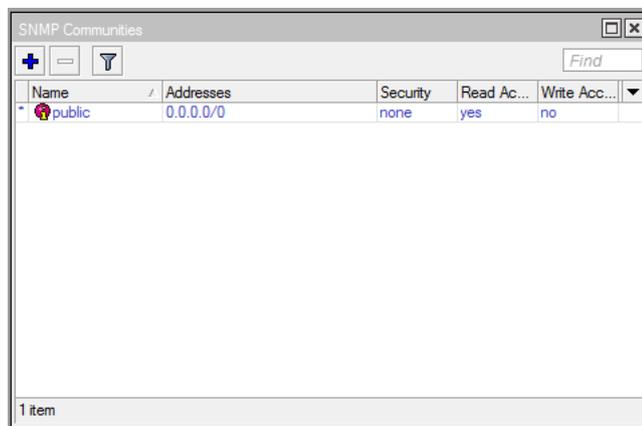


Figura 29. SNMP Comunities Mikrotik

En la pantalla desplegada, se puede agregar criterios de seguridad y políticas de escritura o lectura, con eso queda activado y configurado el “daemon” SNMP en el router.

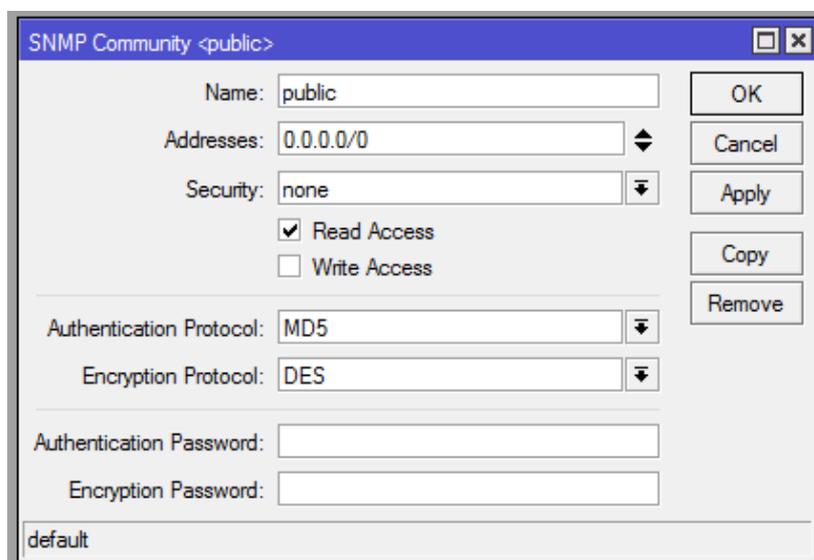


Figura 30. SNMP Community Mikrotik

#### 4.5 Acceso remoto a Raspberry Pi

Una vez encendido y conectado el Raspberry Pi a un puerto ethernet del router, este por defecto adquirirá un dirección IP otorgada por el servidor DHCP embebido en el router, a través de una variedad de doftware que

hacen un barrido de IPs en una red se puede determinar la IP del RaspBerry. El Raspberry será accedido via conexión de acceso remoto desde el ordenador.

Conexión de acceso remoto: Bajo el S.O. Windows 7, abrir y programa de “Conexión a Escritorio Remoto”, digitar la IP del Raspberry y dar clic en conectar.

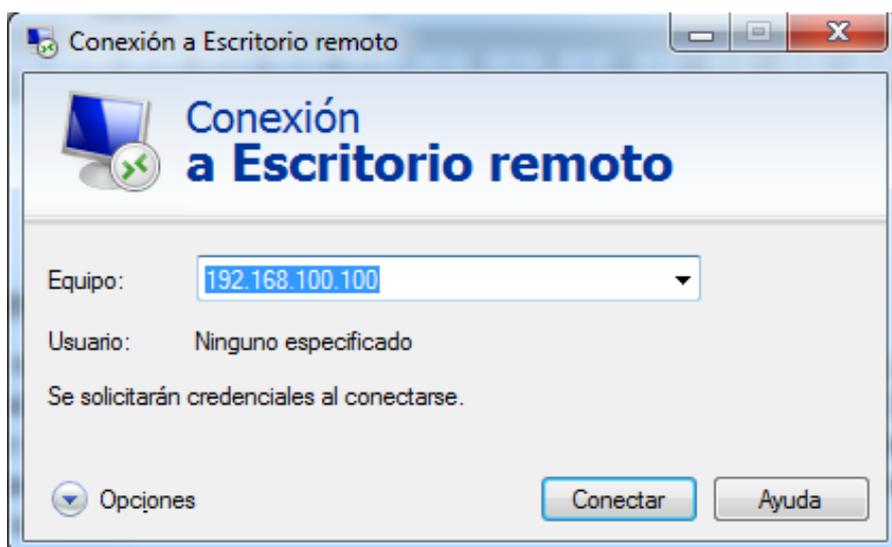


Figura 31. Conexión de Escritorio Remoto de Windows

En la pantalla que se desplegará, se debe ingresar un usuario y una clave para acceder al Raspberry Pi, por defecto el usuario es: pi, y la clave es: raspberry.

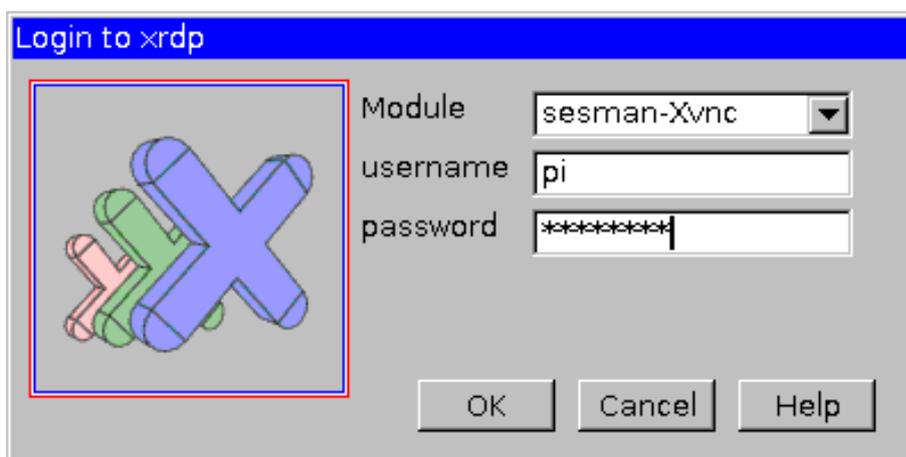


Figura 32. Conexión de Escritorio Remoto con Raspberry PI

Realizada la autenticación, se despliega la pantalla de inicio del Raspberry Pi.

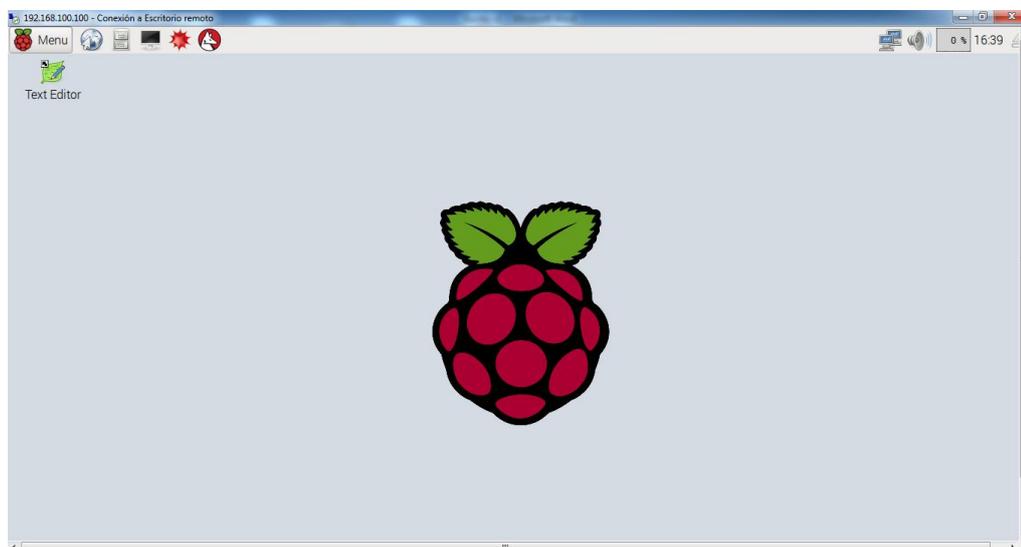


Figura 33. Pantalla Principal de Raspbian

A continuación dar clic en el icono de "Terminal", para acceder al CLI del sistema

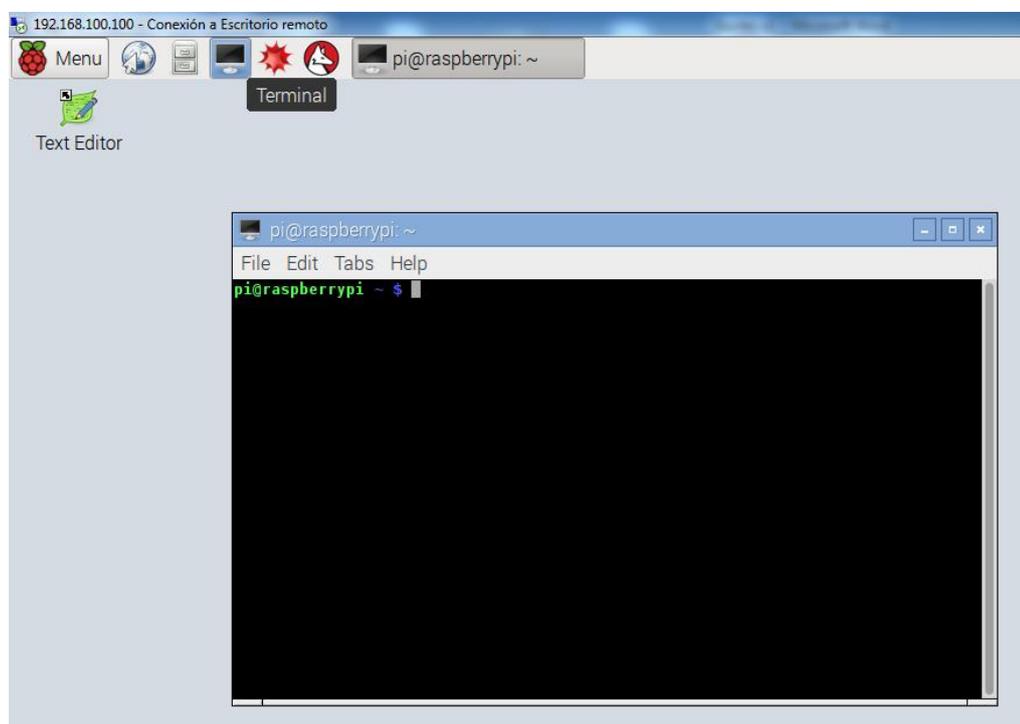


Figura 34. CLI de Raspbian

## 4.6 Configuración del protocolo SNMP en Raspberri Pi

El paquete de funciones y protocolos SNMP no viene instalados por defecto en el RaspBerry Pi, por lo tanto, debemos descargarlos e instalarlos desde internet, con los siguientes códigos:

```
sudo apt-get update snmp
#este commando busca y actualiza todo el S.O.

sudo apt-get install snmpd
#este commando instala el daemon SNMP

sudo apt-get install snmp
#este comando instala las herramientas SNMP

sudo /etc/init.d/snmpd restart
#este commando reinicia todos los módulos SNMP
```

Figura 35.Codigo de Instalacion de librerías SNMP en Raspberri Pi

Posterior a la instalación de estos paquetes, se debe entrar en la siguiente localidad: /etc/snmp/ y modificar el archivo snmpd.conf, para establecer las configuraciones del protocolo SNMP, primero con el comando “cd ..” salimos hasta la raíz del sistema, y utilizando el programa “leafpad” accedemos al archivo de configuración; la lista de comandos es la siguiente:

```
cd..
#con este comando salimos un paso atrás hacia la raíz del sistema

cd..
#con este comando salimos otro paso más hacia la raíz del sistema

cd /etc/snmp
#entramos a la carpeta especificada

ls
#listamos los archivos en esa carpeta (existe el archivo snmpd.conf)

sudo leafpad snmpd.conf
#abrimos el archivo con la utilidad “leafpad”
```

Figura 36. Acceso al archivo snmpd.conf en Raspberri Pi

Una vez ejecutado el último comando, se abrirá el archivo de configuración “snmpd.conf”.

```
#####
#
# EXAMPLE.conf:
# An example configuration file for configuring the Net-SNMP agent ('snmpd')
```

Continua 

```

# See the 'snmpd.conf(5)' man page for details
#
# Some entries are deliberately commented out, and will need to be explicitly activated
#####
#
# AGENT BEHAVIOUR
#
# Listen for connections from the local system only
#agentAddress udp:127.0.0.1:161
#####
#
# SNMPv3 AUTHENTICATION
#
# Note that these particular settings don't actually belong here.
# They should be copied to the file /var/lib/snmp/snmpd.conf
# and the passwords changed, before being uncommented in that file *only*.
# Then restart the agent
# createUser authOnlyUser MD5 "remember to change this password"
# createUser authPrivUser SHA "remember to change this one too" DES
# createUser internalUser MD5 "this is only ever used internally, but still change
the password"
# If you also change the usernames (which might be sensible),
# then remember to update the other occurrences in this example config file to
match.
#####
#
# ACCESS CONTROL
#
# system + hrSystem groups only
view systemonly included .1.3.6.1.2.1.1
view systemonly included .1.3.6.1.2.1.25.1
# Full access from the local host
# rocommunity public localhost
# Default access to basic system info
# rocommunity public default -V systemonly
# rocommunity6 is for IPv6
rocommunity6 public default -V systemonly
# Full access from an example network
# Adjust this network address to match your local
# settings, change the community string,
# and check the 'agentAddress' setting above
#rocommunity secret 10.0.0.0/16
# Full read-only access for SNMPv3
rouser authOnlyUser
# Full write access for encrypted requests
# Remember to activate the 'createUser' lines
above
#rwuser authPrivUser priv

# It's no longer typically necessary to use the full 'com2sec/group/access'
configuration
# r[ow]user and r[ow]community, together with suitable views, should cover most
requirements

```

Figura 37. Archivo snmpd.conf en Raspberri Pi Aunthentication

```

# createUser authOnlyUser MD5 "remember to change this password"
# createUser authPrivUser SHA "remember to change this one too" DES
# createUser internalUser MD5 "this is only ever used internally, but still change the
  password"

# If you also change the usernames (which might be sensible),
# then remember to update the other occurrences in this example config file to match.
#####
# ACCESS CONTROL
#
#                               # system + hrSystem groups only
view systemonly included .1.3.6.1.2.1.1
view systemonly included .1.3.6.1.2.1.25.1
#                               # Full access from the local host
# rocommunity public localhost
#                               # Default access to basic system info
# rocommunity public default -V systemonly
#                               # rocommunity6 is for IPv6
rocommunity6 public default -V systemonly
#                               # Full access from an example network
#                               # Adjust this network address to match your local
#                               # settings, change the community string,
#                               # and check the 'agentAddress' setting above
#rocommunity secret 10.0.0.0/16
#                               # Full read-only access for SNMPv3
rouser authOnlyUser
#                               # Full write access for encrypted requests
#                               # Remember to activate the 'createUser' lines above
#rwuser authPrivUser priv
# It's no longer typically necessary to use the full 'com2sec/group/access'
# configuration
# r[ow]user and r[ow]community, together with suitable views, should cover most
# requirements

```

Figura 38. Archivo snmpd.conf en Raspberri Pi Acces Control

En este archivo se deben completar los siguientes parámetros para ejecutar el daemon SNMP: En la sección “Acces Control” descomentar (borrar el signo #) de las sentencias:

```

Rocomunity public localhost
#Con esta sentencia le damos acceso a los objetos MIB del mismo raspberry desde el
  mismo
Rocomunity public default -v systemonly
#Con esta sentencia configuramos la comunidad “public” que será por defecto a la que
  pertenezca el raspberry

```

Figura 39. Sentencias en el Archivo snmpd.conf

Y agregar la sentencia:

```

Rocomunity public 192.168.100.0/24
#Con este comando le damos acceso a los objetos MIB del mismo raspberry desde
  cualquier dispositivo que pertenezca a segmento de red: 192.168.100.0/24 que es
  la red LAN.

```

Figura 40. Acceso LAN SNMP a Raspberri Pi

La vista del archivo snmpd.conf configurado para el entorno LAN de la red 192.168.100.0/24 con total acceso a los agentes y subagentes del Raspberry Pi, se ilustra a continuación:

```
# ACCESS CONTROL
# system + hrSystem groups only
view systemonly included .1.3.6.1.2.1.1
view systemonly included .1.3.6.1.2.1.25.1
# Full access from the local host
rocommunity public localhost
rocommunity public 192.168.100.0/24
# Default access to basic system info
rocommunity public default -V systemonly
# rocommunity6 is for IPv6
rocommunity6 public default -V systemonly
# Full access from an example network
# Adjust this network address to match your local
# settings, change the community string,
# and check the 'agentAddress' setting above
#rocommunity secret 10.0.0.0/16

# Full read-only access for SNMPv3
rouser authOnlyUser
# Full write access for encrypted requests
# Remember to activate the 'createUser' lines above
#rwuser authPrivUser priv
# It's no longer typically necessary to use the full 'com2sec/group/access' configuration
# r[ow]user and r[ow]community, together with suitable views, should cover most
# requirements
```

Figura 41. Vista de archivo snmpd.conf configurado

Finalmente reiniciar todo el paquete de herramientas SNMP, con el comando:

```
/etc/init.d/snmpd restart
```

Figura 42. Reinicio de herramientas SNMP en Raspberry Pi

## 4.7 Programación de scripts en Raspberry PI

### 4.7.1. Script - tráfico de red

A continuación, se desarrolla un programa en lenguaje bash, que haga pedidos SNMP.

El programa AB.sh, posee dos funciones:

AnchoBanda\_IN: Que hace un llamado OID: 1.3.6.1.2.1.2.2.1.10.7, un objeto MIB que representa la interfaz de entrada desde internet del default

gateway, el objeto se llama "ifInOctets" y devuelve el conteo de Bytes que han entrado por dicha interfaz.

AnchoBanda\_OUT: Que hace un llamado OID: 1.3.6.1.2.1.2.2.1.16.7, un objeto MIB que representa la interfaz de salida a internet del default Gateway, el objeto se llama "ifOutOctets" y devuelve el conteo de Bytes que han salido por dicha interfaz.

Cuando el programa Inicia, primero crea un directorio, seguido de eso hace un pedido de la fecha y hora del sistema, y ejecuta finalmente las 2 funciones AnchoBanda\_IN y AnchoBanda\_OUT, toda la información que ha pedido se guarda en un archivo con extensión ".log" en el directorio especificado.

```
function AnchoBanda_IN() {
    # ifInOctets-OID
    snmpget -Oqs -v1 -c $ROCOMMUNITY $HOST .1.3.6.1.2.1.2.2.1.10.7
    #.7-->eht6}

function AnchoBanda_OUT() {
    # ifOutOctets-OID
    snmpget -Oqs -v1 -c $ROCOMMUNITY $HOST .1.3.6.1.2.1.2.2.1.16.7
    }

# Directorio para archivo .LOG
LOGDIR="/home/pi/Monitor"
# Comunidad SNMP
ROCOMMUNITY="public"
# IP del Host a Monitorear
HOST="192.168.100.1"
# Nombre Del Archivo
ARCHIVO="AB"

#***Iniciando Programa ***

#1 Verifica y Crea Directorio de Datos

if [ ! -d $LOGDIR ]; then
    mkdir -p $LOGDIR
fi

#2 Impresion de Hora y Fecha

printf "\nNull %s %s" $( date +%Y%m%d ) $( date +%T)>>
    $LOGDIR/$ARCHIVO.log

#3 Llama a funcion "AnchoBanda_IN()"
```

Continua 

```

AnchoBanda_IN | while read OUTPUT
do
    printf "%s" " $OUTPUT" >> $LOGDIR/$ARCHIVO.log

done

#4 Llama a funcion "AnchoBanda_OUT()"

AnchoBanda_OUT | while read OUTPUT
do
    printf "%s" " $OUTPUT" >> $LOGDIR/$ARCHIVO.log

done

#FIN DEL PROGRAMA

exit 0

```

Figura 43. Script AnchoBanda\_IN.sh

#### 4.7.2. Script - información de ISP

A continuación, se desarrolla un programa en lenguaje Bash, que determina la información propia del ISP.

El programa ISP.sh, posee una función:

ISP: Que ejecuta la herramienta ipinfo.io y devuelve la información propia del ISP además del país de ubicación y la IP pública asignada.

Cuando el programa Inicia, primero crea un directorio, y ejecuta finalmente la función ISP, toda la información que ha pedido se guarda en un archivo con extensión “.log” en el directorio especificado.

```

#!/bin/bash

function ISP() {
    sudo curl ipinfo.io
}

# Directorio para archivo .LOG
LOGDIR="/home/pi/Monitor"

# Nombre Del Archivo
ARCHIVO="ISP"

#***Iniciando Programa ***

#1 Verifica y Crea Directorio de Datos

```

Continúa 

```

if [ ! -d $LOGDIR ]; then
mkdir -p $LOGDIR
fi
#2 Llama a funcion "ISP()"
ISP | while read OUTPUT
Do

printf "Null $OUTPUT\n" >> $LOGDIR/$ARCHIVO.log
done

#FIN DEL PROGRAMA

exit 0

```

Figura 44. Script ISP.sh

#### 4.7.3. Script - velocidad de conexión de internet

Para determinar la velocidad de conexión de internet, se hace uso del script desarrollado por la empresa “Ookla”, un script libre para programadores y desarrolladores.

El programa UpDown.sh, hace un llamado al script mencionado en el párrafo anterior:

Cuando el programa Inicia, primero crea un directorio, seguido de eso hace un pedido de la fecha y hora del sistema, y ejecuta el scrip de “Ookla”, toda la información que ha pedido se guarda en un archivo con extensión “.log” en el directorio especificado.

```

#!/bin/bash
function UP_DOWN {

sudo chmod 777 /home/pi/Monitor/speedtest.py
sudo chmod +x /home/pi/Monitor/speedtest.py
sudo python speedtest.py --simple | awk -F' ' '{ print $2 }'
}

# Directorio para archivo .LOG
LOGDIR="/home/pi/Monitor"

# Nombre Del Archivo
ARCHIVO="UPDOWN"
#***Iniciando Programa ***

#1 Verifica y Crea Directorio de Datos

if [ ! -d $LOGDIR ]; then

```

Continúa 

```

mkdir -p $LOGDIR
fi

#2 Impresion de Hora y Fecha

printf "\nNull %s %s" $( date +%Y%m%d ) $( date +%T)>>
$LOGDIR/$ARCHIVO.log

#3 Llama a funcion "AnchoBanda_IN()"

UP_DOWN | while read OUTPUT
do
printf "%s" " $OUTPUT" >> $LOGDIR/$ARCHIVO.log

done

#FIN DEL PROGRAMA

exit 0

```

Figura 45. Script UPDOWN.sh

#### 4.7.4. Script - programación de rutinas

Para ejecutar simultáneamente los programas mencionados anteriormente, se ha creado un script que haga un llamado hacia los siguientes programas; AB.sh, Ping.sh, UpDown.sh.

El programa "Monitor.sh", otorga permiso de edición, lectura y escritura y ejecuta cada programa en el párrafo anterior secuencialmente.

```

#!/bin/bash

cd /home/pi/Monitor

sudo chmod 777 AB.sh
sudo chmod +x AB.sh
sudo sh AB.sh

sudo chmod 777 PING.sh
sudo chmod +x PING.sh
sudo sh PING.sh

sudo chmod 777 UPDOWN.sh
sudo chmod +x UPDOWN.sh
sudo sh UPDOWN.sh

```

Figura 46. Script Monitor.sh

Otro programa es Monitor\_ISP.sh, que otorga permiso de edición, lectura y escritura y ejecuta el script ISP.sh, esto debido a que este parámetro no necesariamente tiene que ser pedido constantemente.

```
#!/bin/bash

cd /home/pi/Monitor
sudo chmod 777 ISP.sh
sudo chmod +x ISP.sh
sudo sh ISP.sh
```

Figura 47. Script Monitor\_ISP

#### 4.7.5. Script - envío a bases de datos

Cada archivo “.log” generado tiene posee un script que envíe esa información a una base de datos, a continuación, se detallan las líneas de código para cada archivo “.log”, en estos scripts se incluye el nombre de la base de datos (000000007c249450) que será el número serial del Raspberry Pi, un nombre (LeonardoErazo) y una clave (1716244775), estos parámetros se configuran mas adelante en MYSQL.

BDD\_Trafico.sh: Envía el archivo AB.log:

```
#!/bin/bash

mysql --local-infile -h 192.168.100.20 -u LeonardoErazo -p1716244775 << EOF
use 000000007c249450;
load data local infile '/home/pi/Monitor/AB.log' into table trafico fields terminated by ' ';
EOF
```

Figura 48. Script BDD\_Trafico.sh

BDD\_Ping.sh: Envía el archivo Ping.log:

```
#!/bin/bash

mysql --local-infile -h 192.168.100.20 -u LeonardoErazo -p1716244775 << EOF
use 000000007c249450;
load data local infile '/home/pi/Monitor/PING.log' into table ping fields terminated by ' ';
EOF
```

Figura 49. Script BDD\_Ping.sh

BDD\_Velocidad\_Internet.sh: Envía el archivo UpDown.log:

```
#!/bin/bash

mysql --local-infile -h 192.168.100.20 -u LeonardoErazo -p1716244775 << EOF
use 000000007c249450;
load data local infile '/home/pi/Monitor/UPDOWN.log' into table velocidad_internet
fields terminated by ' ';
EOF
```

Figura 50. Script BDD\_Velocidad\_Internet.sh

BDD\_Informacion\_ISP.sh: Envía el archivo ISP.log:

```
#!/bin/bash

mysql --local-infile -h 192.168.100.20 -u LeonardoErazo -p1716244775 << EOF
use 000000007c249450;
load data local infile '/home/pi/Monitor/ISP.log' into table informacion_isp fields
terminated by '"' lines starting by ':';
EOF
```

Figura 51. Script BDD\_Informacion\_ISP.sh

Finalmente, se reúnen todos estos scripts en uno solo, en donde se otorgan permisos de edición, lectura y escritura a cada uno así como a cada archivo “.log” y se ejecutan secuencialmente.

```
#!/bin/bash
cd /home/pi/Monitor

sudo chmod 777 BDD_Trafico.sh
sudo chmod +x BDD_Trafico.sh
sudo chmod 777 AB.log
sudo chmod +x AB.log

sudo sh BDD_Trafico.sh

sudo chmod 777 BDD_Ping.sh
sudo chmod +x BDD_Ping.sh
sudo chmod 777 PING.log
sudo chmod +x PING.log

sudo sh BDD_Ping.sh

sudo chmod 777 BDD_Velocidad_Internet.sh
sudo chmod +x BDD_Velocidad_Internet.sh
sudo chmod 777 UPDOWN.log
sudo chmod +x UPDOWN.log

sudo sh BDD_Velocidad_Internet.sh

sudo chmod 777 BDD_Informacion_ISP.sh
sudo chmod +x BDD_Informacion_ISP.sh
sudo chmod 777 ISP.log
sudo chmod +x ISP.log

sudo sh BDD_Informacion_ISP.sh
```

Figura 52. Script Envio.sh

#### 4.7.6. Script - borrado de log temporales

Cada archivo “.log” tiene que borrarse en algún momento, el script Borrar.sh, otorgar los permisos de edición, lectura, escritura y borrado a todos los ficheros “.log” y los elimina.

```
#!/bin/bash
cd /home/pi/Monitor

sudo chmod 777 AB.log
sudo chmod +x AB.log
sudo rm AB.log
sudo chmod 777 PING.log
sudo chmod +x PING.log
sudo rm PING.log

sudo chmod 777 UPDOWN.log
sudo chmod +x UPDOWN.log
sudo rm UPDOWN.log

sudo chmod 777 ISP.log
sudo chmod +x ISP.log
sudo rm ISP.log
```

Figura 53. Script Borrar.sh

#### 4.7.7. Configuración del cron de Linux/Raspbian

Para la ejecución y pedido cíclico de todos los parámetros descritos en cada script, se ha usado la herramienta del sistema operativo de Raspbian “Cron”, el cron de Linux ofrece la posibilidad de ejecutar un script programa cíclicamente en el tiempo deseado.

En los sistemas operativos Linux, se encuentra el “Cron” que es un administrador de tareas en segundo plano o daemon, capaz de ejecutar procesos o scripts en intervalos de tiempos definidos.

Para acceder al “Cron” se digita el siguiente comando; “crontab –e”.

Vista principal del archivo “Cron”.

```
# Edit this file to introduce tasks to be run by cron.
#
# Each task to run has to be defined through a single line
# indicating with different fields when the task will be run
# and what command to run for the task
#
# To define the time you can provide concrete values for
# minute (m), hour (h), day of month (dom), month (mon),
# and day of week (dow) or use '*' in these fields (for 'any').#
# Notice that tasks will be started based on the cron's system
# daemon's notion of time and timezones.
# Output of the crontab jobs (including errors) is sent through
# email to the user the crontab file belongs to (unless redirected).
#
```

Continua 

```
# For example, you can run a backup of all your user accounts
# at 5 a.m every week with:
# 0 5 * * 1 tar -zcf /var/backups/home.tgz /home/
# For more information see the manual pages of crontab(5) and cron(8)
#
# m h dom mon dow  command
```

Figura 54. Archivo Cron Linux/Raspbian

Para agregar una tarea se debe especificar el intervalo de tiempo deseado y la ruta del programa a ejecutarse, siguiendo el siguiente formato:

```
# Example of job definition:
# ----- minute (0 – 59)
# | ----- hour (0 – 23)
# | | ----- day of month (1 – 31)
# | | | ----- month (1 – 12)
# | | | | ----- day of week (0 – 6) (Sunday=0 or 7)
# | | | | |
# * * * * * /path to executable file/
#
#                               The * means every
```

Figura 55. Cron Job Definition

Por lo tanto, el crontab para este proyecto queda definido así:

```
# Edit this file to introduce tasks to be run by cron.
#
# Each task to run has to be defined through a single line
# indicating with different fields when the task will be run
# and what command to run for the task
#
# To define the time you can provide concrete values for
# minute (m), hour (h), day of month (dom), month (mon),
# and day of week (dow) or use '*' in these fields (for 'any').#
# Notice that tasks will be started based on the cron's system
# daemon's notion of time and timezones.
#
# Output of the crontab jobs (including errors) is sent through
# email to the user the crontab file belongs to (unless redirected).
#
# For example, you can run a backup of all your user accounts
# at 5 a.m every week with:
# 0 5 * * 1 tar -zcf /var/backups/home.tgz /home/
#
# For more information see the manual pages of crontab(5) and cron(8)
#
# m h dom mon dow  command

0 * * * * /home/pi/Monitor/Monitor.sh
40 23 * * * /home/pi/Monitor/Monitor_ISP.sh
45 23 * * * /home/pi/Monitor/Envio.sh
50 23 * * * /home/pi/Monitor/Borrar.sh
```

Figura 56. Vista de Archivo Cron Configurado

#### 4.7.8. Diagrama de flujo de scripts en Raspberry Pi

A continuación, se ilustra el diagrama de flujo de los scripts programados en el Raspberri PI:

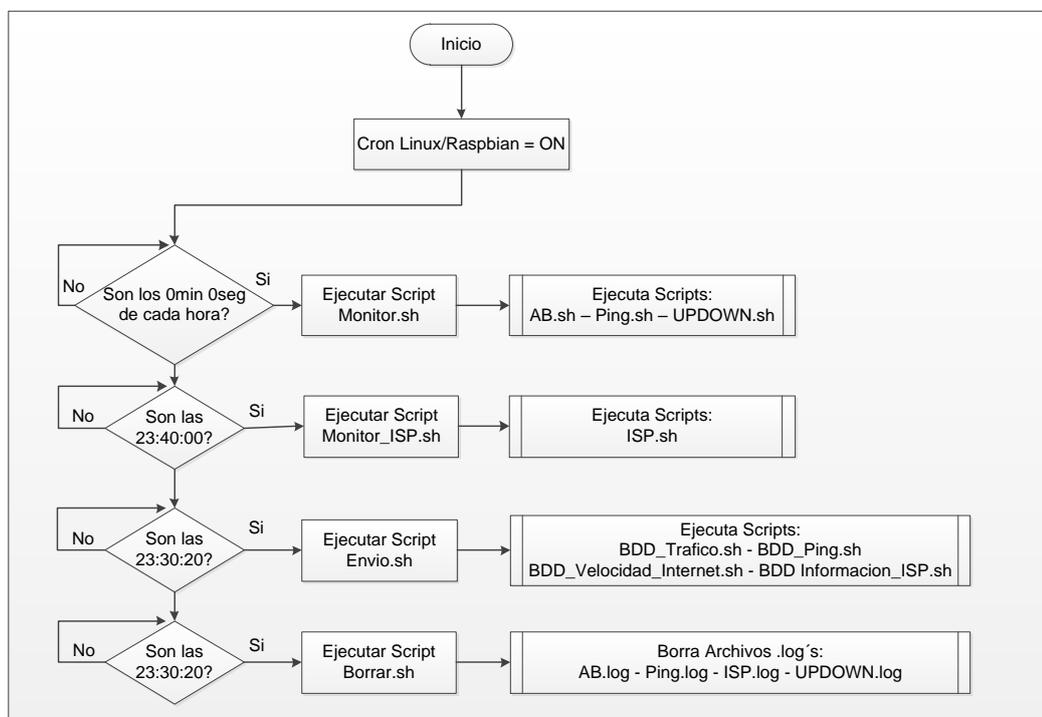


Figura 57. Diagrama de Flujo de Scripts en Raspberry Pi

#### 4.8 Acceso y configuración de clientes en MYSQL

Una vez instalado MYSQL se usa como gestor de la base de datos el software “WorkBench”, para ejecutarlo dar clic sobre “MySQL WorkBench”.



Figura 58. Ícono de MYSQL WorkBench

A continuación, ingresamos las credenciales de acceso, configuradas previamente en la instalación del software: por defecto se usa User: root y Password: root.

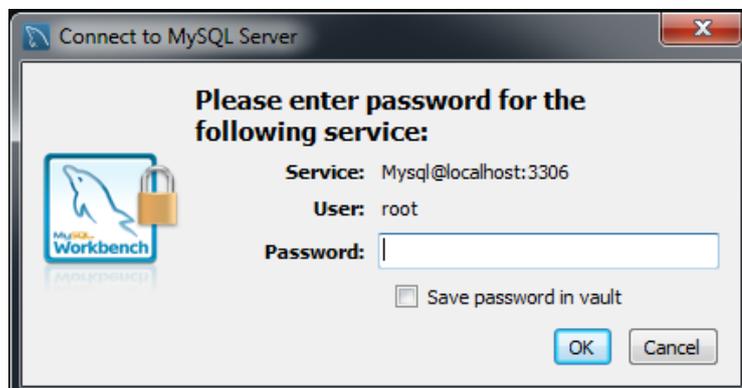


Figura 59. User & Pass MYSQL

Creación de usuarios y privilegios, en este caso se crea y se otorga acceso de lectura al usuario LeonardoErazo con clave 1716244775 para la base de datos 00000007c249450 (Serial de Raspberry Pi).



Figura 60. Usuarios Y Permisos MYSQL

#### 4.8.1. Diagrama de flujo de scripts en MYSQL

A continuación, se ilustran los diagramas de flujo de los eventos y scripts programados en MYSQL, como primer paso se deben borrar todos los elementos en las tablas que reflejen información de carácter "diario".

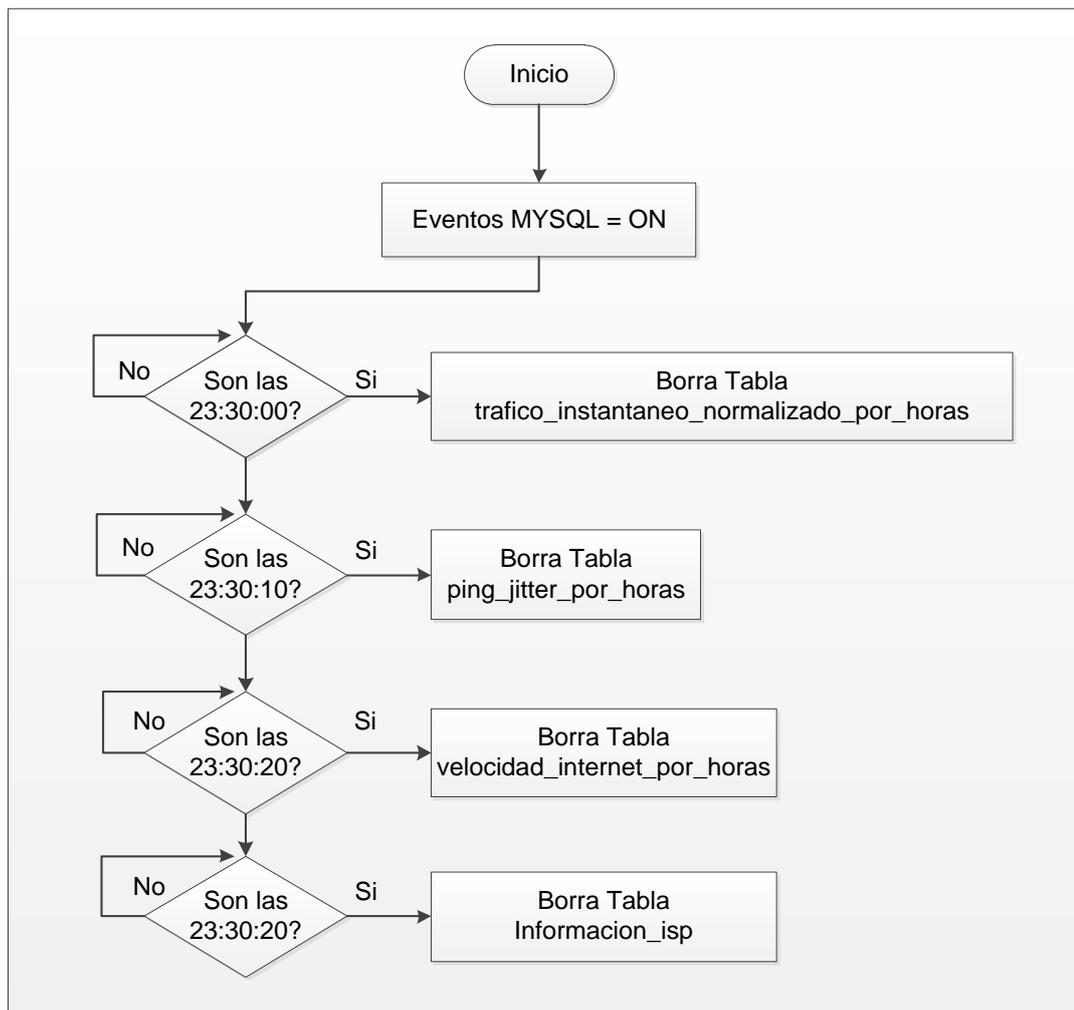


Figura 61. Diagrama de Flujo 1 de Scripts MYSQL

Seguido se procede al cálculo y ordenamiento de todo el contenido recibido y almacenado en la base de datos. En esencia existirán tablas que reciban todos los datos del Raspberry Pi y los almacenen de manera indefinida, esa información debe ser ordenada y manipulada en base a lineamientos temporales y técnicos de este proyecto, de manera cíclica y automática. Basicamente los datos a reflajarse diariamente son obtenidos mediante una consulta del “dia actual” y las tablas que reflejan información por días realizan un promedio de los datos en las tablas “diarias”, la siguiente figura ilustra el proceso de eventos en MYSQL.

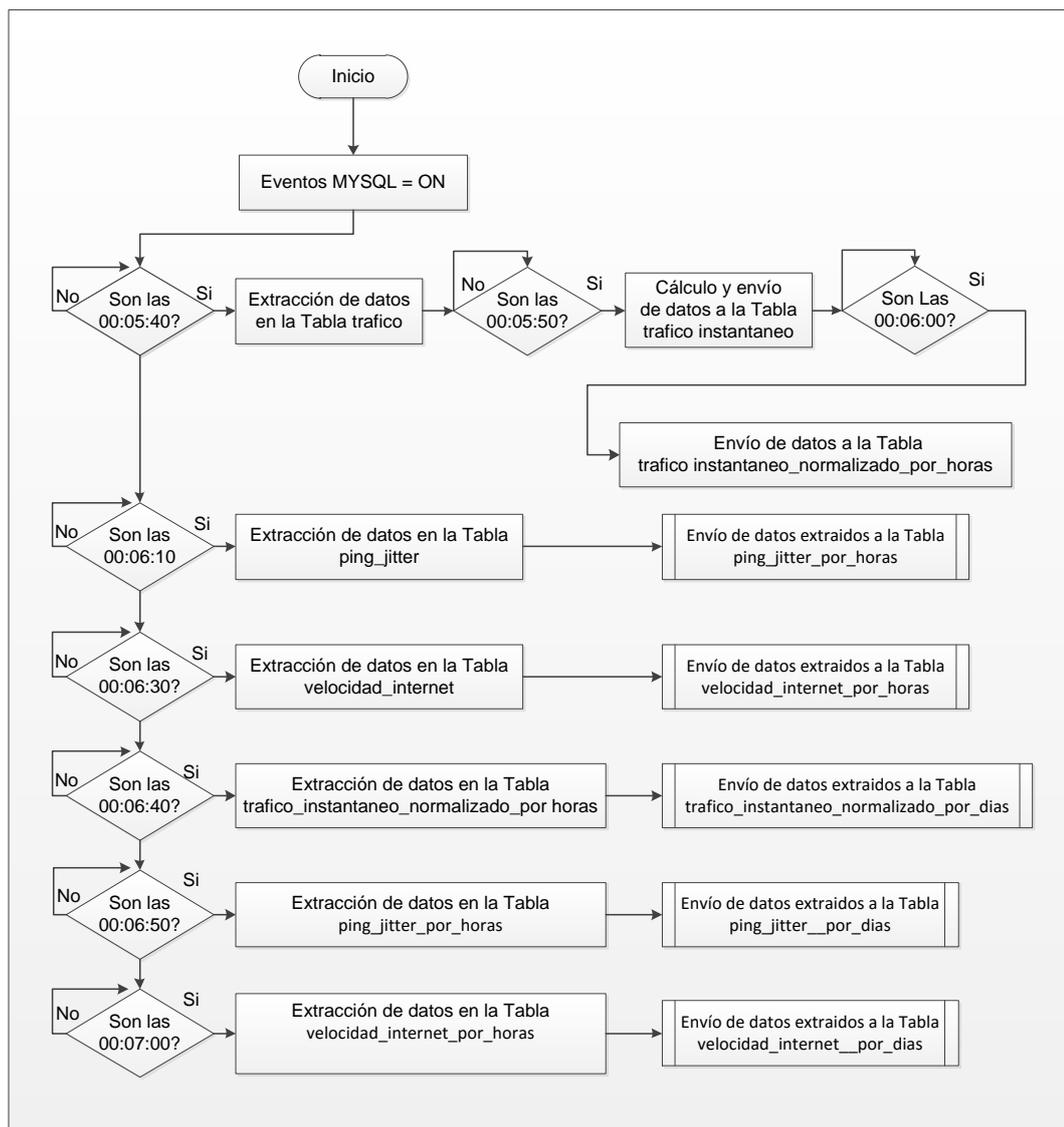


Figura 62. Diagrama de Flujo 2 de Scripts MYSQL

#### 4.9 Programación de scripts en MYSQL

La programación de eventos y scripts en MYSQL usan lenguaje SQL, cada figura que se presenta a continuación detalla líneas de código que cumplen con el diagrama de flujo expuesto en el párrafo anterior.

```

#Invocando Bases de Datos
show databases;

#Creando Base de Datos
create database 000000007c249450;
#Usando Base de Datos
use 000000007c249450;
  
```

Continua

```

#Invocando Tablas
show tables;
#Creando Tablas
create table trafico (id INT NOT NULL PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT, fecha
  date, hora time, ISO_IN varchar(20), Bytes_IN int,ISO_OUT varchar(20),
  Bytes_OUT int );

create table trafico2 (id INT NOT NULL PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT, fecha
  date, hora time, ISO_IN varchar(20), Bytes_IN int,ISO_OUT varchar(20),
  Bytes_OUT int );

create table trafico_instantaneo (id INT NOT NULL PRIMARY KEY
  AUTO_INCREMENT, fecha date, hora time, Bytes_IN int,Bytes_OUT int );

create table trafico_instantaneo_normalizado_por_horas (id INT NOT NULL
  PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT, fecha date, hora time, Bits_IN
  float,Bits_OUT float );

create table trafico_instantaneo_normalizado_por_dias (id INT NOT NULL
  PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT, fecha date, Bits_IN float,Bits_OUT float );

create table ping (id INT NOT NULL PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT, fecha
  date, hora time, PACK_IN INT, PACK_OUT int , RTT float );

create table ping_jitter_por_horas (id INT NOT NULL PRIMARY KEY
  AUTO_INCREMENT, fecha date, hora time, PACK_IN INT, PACK_OUT int ,
  RTT float,Jitter float );

create table ping_jitter_por_dias (id INT NOT NULL PRIMARY KEY
  AUTO_INCREMENT, fecha date, RTT float,Jitter float );

create table velocidad_internet (id INT NOT NULL PRIMARY KEY
  AUTO_INCREMENT, fecha date, hora time, ping float, down float,up float );

create table velocidad_internet_por_horas (id INT NOT NULL PRIMARY KEY
  AUTO_INCREMENT, fecha date, hora time, down float,up float );

create table velocidad_internet_por_dias (id INT NOT NULL PRIMARY KEY
  AUTO_INCREMENT, fecha date, down float,up float );

create table informacion_isp (id INT NOT NULL PRIMARY KEY
  AUTO_INCREMENT, info varchar(50));

```

Figura 63. Tablas en MYSQL

#### 4.10 Scripts de ordenamiento de información en MYSQL

La tabla “trafico\_instantaneo\_normalizado\_por\_horas” será la que tenga información de tráfico diario, como tal debe borrar sus elementos cada día, la hora del evento está programada a las 23:30:00 de cada día.

```

CREATE EVENT
t1
ON SCHEDULE EVERY 1 DAY STARTS '2016-02-01 23:30:00'
DO TRUNCATE TABLE trafico_instantaneo_normalizado_por_horas;

```

Figura 64. Evento t1 MYSQL

La tabla “ping\_jitter\_por\_horas” será la que tenga información de delay y jitter diario, como tal debe borrar sus elementos cada día, la hora del evento está programada a las 23:30:10 de cada día.

```
CREATE EVENT
t2
ON SCHEDULE EVERY 1 DAY STARTS '2016-02-01 23:30:10'
DO TRUNCATE TABLE ping_jitter_por_horas;
```

Figura 65. Evento t2 MYSQL

La tabla “velocidad\_internet\_por\_horas” será la que tenga información de la velocidad de carga y descarga de internet diario, como tal debe borrar sus elementos cada día, la hora del evento está programada a las 23:30:20 de cada día.

```
CREATE EVENT
t3
ON SCHEDULE EVERY 1 DAY STARTS '2016-02-01 23:30:20'
DO TRUNCATE TABLE velocidad_internet_por_horas;
```

Figura 66. Evento t3 MYSQL

La tabla “información ISP” será la que tenga información del ISP diario, como tal debe borrar sus elementos cada día, la hora del evento está programada a las 23:30:30 de cada día.

```
CREATE EVENT
t4
ON SCHEDULE EVERY 1 DAY STARTS '2016-02-01 23:30:30'
DO TRUNCATE TABLE informacion_isp;
```

Figura 67. Evento t4 MYSQL

Como el contador de objetos MIB “ifInOctets”y “ifOutOctets” es incremental, se debe operar entre las filas de la tabla “trafico”, de manera que se reste sucesivamente el último valor menos el valor previo, de esta manera se obtiene el conteo del flujo de bytes tanto de entrada como de salida en un periodo de tiempo, estos valores calculados son enviados a la tabla “trafico\_instantaneo”. La hora del evento está programada a las 00:05:40 de cada día.

```
CREATE EVENT
t5
```

Continúa 

```

ON SCHEDULE EVERY 1 DAY STARTS '2016-02-01 00:05:40'
DO
INSERT INTO trafico_instantaneo (id , fecha , hora , Bytes_IN ,Bytes_OUT)
select Null,a.fecha,a.hora,
abs( coalesce(a.Bytes_IN - (select b.Bytes_IN from trafico b where (b.id = a.id + 1) ),
a.Bytes_IN)),
abs( coalesce(a.Bytes_OUT - (select b.Bytes_OUT from trafico b where (b.id = a.id +
1) ), a.Bytes_OUT))
from trafico a where a.fecha=CURDATE()-1;
#UPDATE trafico2 SET Bytes_IN=0,Bytes_OUT=0 WHERE fecha=curdate() ORDER
BY `id` DESC LIMIT 1
##Evento Extra
CREATE EVENT
t5_1
ON SCHEDULE EVERY 1 DAY STARTS '2016-02-01 00:05:50'
DO
delete from trafico_instantaneo WHERE fecha=curdate()-1 ORDER BY `id` DESC
LIMIT 1;

```

Figura 68. Evento t5 MYSQL

Una vez obtenidos los valores de tráfico instantáneo se toman únicamente los datos a la fecha actual correspondiente, estos son enviados a la tabla “trafico\_instantaneo\_normalizado\_por\_horas”. La hora del evento está programada a las 00:06:00 de cada día.

```

CREATE EVENT
t6
ON SCHEDULE EVERY 1 DAY STARTS '2016-02-01 00:06:00'
DO
INSERT INTO trafico_instantaneo_normalizado_por_horas
(id,fecha,hora,Bits_IN,Bits_OUT)
#SELECT Null,fecha,hora, Bytes_IN*(8), Bytes_OUT*(8)
SELECT Null,fecha,hora, Bytes_IN, Bytes_OUT
FROM trafico_instantaneo WHERE fecha=CURDATE()-1;

```

Figura 69. Evento t6 MYSQL

Con los valores de la tabla “Ping” se calcula el Jitter de cada paquete ICMP, restando sucesivamente los valores de la tabla “Ping” los resultados son enviados a la tabla “ping\_jitter\_por\_horas”. La hora del evento está programada a las 00:06:10 de cada día.

```

CREATE EVENT
t7
ON SCHEDULE EVERY 1 DAY STARTS '2016-02-01 00:06:10'
DO
INSERT INTO ping_jitter_por_horas (id, fecha, hora, PACK_IN, PACK_OUT, RTT,
Jitter)
select Null,a.fecha,a.hora, a.PACK_IN,a.PACK_OUT,a.rtt,
abs( coalesce(a.rtt - (select b.rtt from ping b where (b.id = a.id + 1) ), a.rtt))
from ping a where a.fecha=CURDATE()-1;

```

Continua 

```

##Evento Extra
CREATE EVENT
t7_1
ON SCHEDULE EVERY 1 DAY STARTS '2016-02-01 00:06:20'
DO
delete from ping_jitter_por_horas WHERE fecha=curdate()-1 ORDER BY `id` DESC
LIMIT 1;

```

Figura 70. Evento t7 MYSQL

La tabla “velocidad\_internet\_por\_horas” será la que tenga información de la velocidad de conexión de internet por horas, como tal selecciona los elementos a la fecha actual de la tabla “velocidad\_internet”. La hora del evento está programada a las 00:06:30 de cada día.

```

CREATE EVENT

t8
ON SCHEDULE EVERY 1 DAY STARTS '2016-02-01 00:06:30'

DO
INSERT INTO velocidad_internet_por_horas (id, fecha, hora, down, up)
select Null,fecha,hora,down,up
from velocidad_internet where fecha=CURDATE()-1;

```

Figura 71. Evento t8 MYSQL

La tabla “trafico\_instantaneo\_normalizado\_por\_dias” será la que tenga información del tráfico de internet por días, como tal selecciona los elementos de la tabla “trafico\_instantaneo\_normalizado\_por\_horas” y calcula el promedio de valores totales de cada columna. La hora del evento está programada a las 00:06:40 de cada día.

```

CREATE EVENT

t9
ON SCHEDULE EVERY 1 DAY STARTS '2016-02-01 00:06:40'

DO
INSERT INTO trafico_instantaneo_normalizado_por_dias (id,fecha,Bits_IN,Bits_OUT)
select Null,fecha,avg(Bits_IN),avg(Bits_OUT)
from trafico_instantaneo_normalizado_por_horas where fecha=CURDATE()-1;

```

Figura 72. Evento t9 MYSQL

La tabla “ping\_jitter\_por\_dias” será la que tenga información del ping y del jitter por días, como tal selecciona los elementos de la tabla “ping\_jitter\_por\_horas” y calcula el promedio de valores totales de cada columna. La hora del evento está programada a las 00:06:50 de cada día.

```

CREATE EVENT
t10
ON SCHEDULE EVERY 1 DAY STARTS '2016-02-01 00:06:50'

DO
INSERT INTO ping_jitter_por_dias (id,fecha,RTT,JITTER)
select Null,fecha,avg(RTT),avg(JITTER)
from ping_jitter_por_horas where fecha=CURDATE()-1;

```

Figura 73. Evento t10 MYSQL

La tabla “velocidad\_internet\_por\_dias” será la que tenga información de velocidad de conexión a internet por días, como tal selecciona los elementos de la tabla “velocidad\_internet\_por\_horas” y calcula el promedio de valores totales de cada columna. La hora del evento está programada a las 00:07:00 de cada día.

```

CREATE EVENT
t11
ON SCHEDULE EVERY 1 DAY STARTS '2016-02-01 00:07:00'

DO
INSERT INTO velocidad_internet_por_dias (id,fecha,down,up)
select Null,fecha,avg(down),avg(up)
from velocidad_internet_por_horas where fecha=CURDATE()-1;

```

Figura 74. Evento t11 MYSQL

Para activar los eventos en MYSQL se debe usar la siguiente línea de código:

```

SET GLOBAL event_scheduler=ON;

```

Figura 75. Eventos ON MYSQL

#### 4.11 Programación de reportes web en PHP Y HTML

Como IDE para la ejecución de este proyecto se ha usado el software NetBeans IDE 8.1, y como motor WEB “Apache xampp-win32-5.6.15-1-VC11”.

La configuración del servidor web en NetBeans se consigue, entrando a las opciones del software y seleccionando el archivo “php.exe” en la ubicación de instalación de Apache.

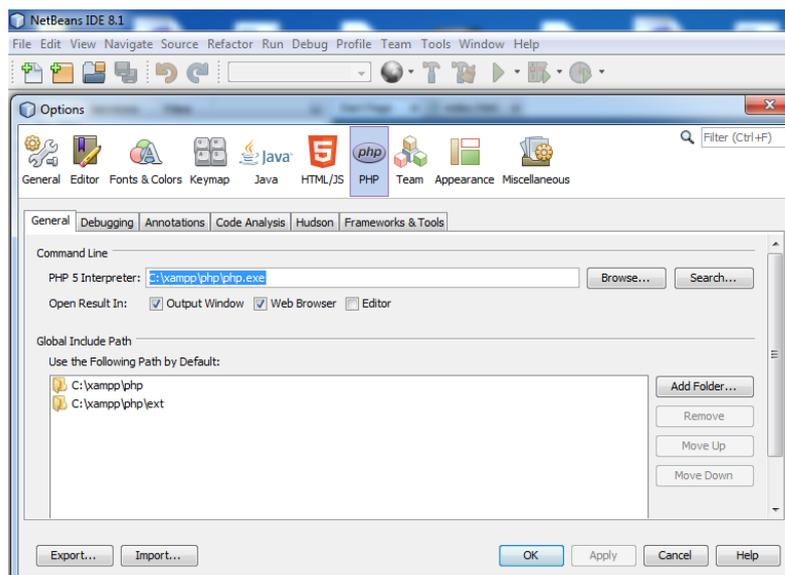


Figura 76. Netbeans - Apache

Vista de archivos “php” y “html” en el proyecto “MonitorInternet”.

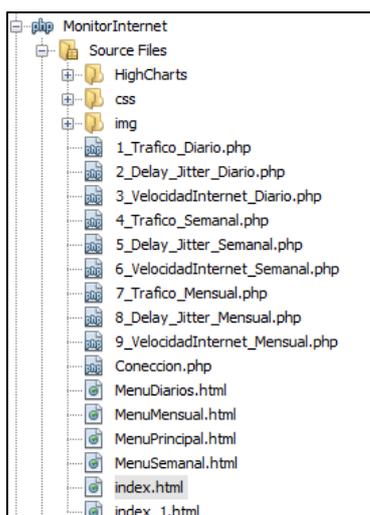


Figura 77. Lista de Archivos HTML- PHP

Como requisito en la carpeta “Source Files” del proyecto se debe incluir la librería “HighCharts” sin importar la versión, esta librería es de libre uso y se la encuentra fácilmente en el buscador de Google, o accediendo a la página web: [www.highcharts.com](http://www.highcharts.com), con esta librería se desplegarán las gráficas de Tráfico, Delay, Jitter, y Velocidad de Internet.

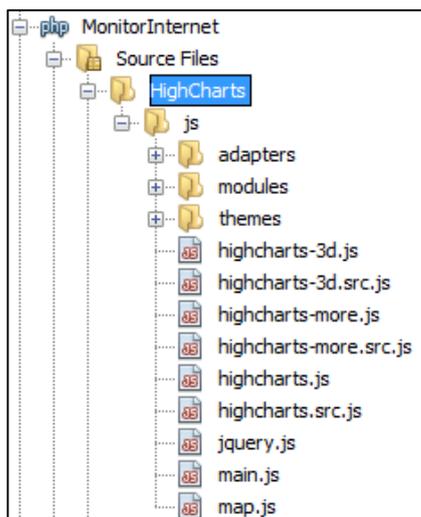


Figura 78. Librería HighCharts

El archivo “index.html” (Anexo1) tiene como objetivo el presentar una interfaz de seguridad de acceso al sistema web, como tal requiere información para autenticar a los usuarios. En este esquema, se solicita un nombre de usuario, una contraseña, y el serial del Raspberry Pi, si la información ingresada concuerda con la información de la base de datos MYSQL, se accede al sistema caso contrario se niega el ingreso de dicho usuario.

Vista del archivo “Index.html”.

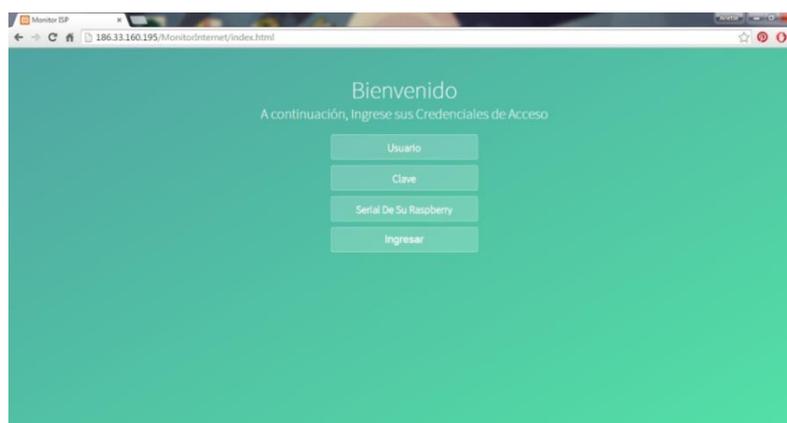


Figura 79. Index.html

A continuación, se presenta la programación del archivo “conexión.php” que tiene como objetivo el abrir una conexión TCP con el servidor de base de datos y enviar las credenciales que el usuario a digitado previamente,

este archivo es el encargado de permitir o denegar la conexión a la base de datos.

```
<?php
session_start();
    $servername="localhost";
    $user=$_SESSION["usuario"] = $_POST['user'];
    $pass=$_SESSION["clave"] = $_POST['pass'];
    $db=$_SESSION["base"] = $_POST['db'];

// Create connection
$conn = new mysqli($servername, $user, $pass,$db);
// Check connection

if ($conn->connect_error) {
    die('<script>alert("Error en sus credenciales de Acceso..!!!!");</script>');
    mysqli_close($conn);
}
else
{ //echo "Conneccion Exitosa";
  header("Location:
  http://ispmonitorweb.ddns.net/MonitorInternet/MenuPrincipal.html");
  //return true;
}
?>
```

Figura 80. Archivo coneccion.php

Consecuentemente se programan las páginas Web “Menú principal.html” (Anexo 2), “MenuDiarios.html” (Anexo 3), “MenuSemanal.html” (Anexo 4), y “MenuMensua.html” (Anexo 5), que despliegan un menú interactivo en donde se puede seleccionar entre reportes; diarios, semanales o mensuales para cada caso.

Página MenuPrincipal.html: El menú principal del sitio web, ofrece 4 alternativas a seleccionar entre estas están reportes; diarios, semanales, mensuales y un link hacia la página principal de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE.

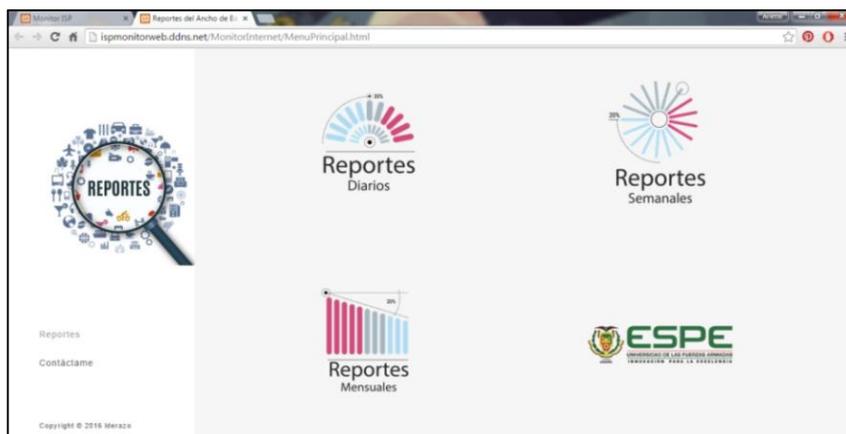


Figura 81. Página Menú Principal

Página MenuDiarios.html: En el grupo de “Reportes Diarios” se ofrecen tres alternativas con una debida explicación sobre lo que es; tráfico de internet, delay & jitter y velocidad de internet y un link hacia la página principal de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE.

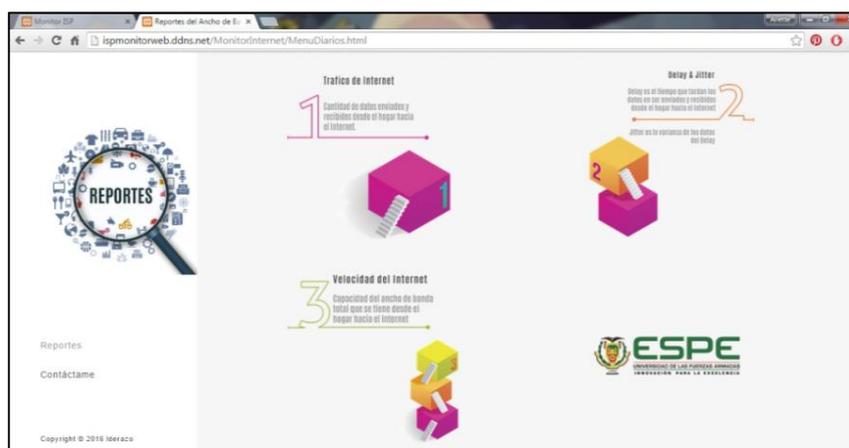


Figura 82. Página Menú Diarios

Página “MenuSemanal.html”: En el grupo de “Reportes Semanales” se ofrecen tres alternativas con una debida explicación sobre lo que es; tráfico de internet, delay & jitter y velocidad de internet y un link hacia la página principal de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE.

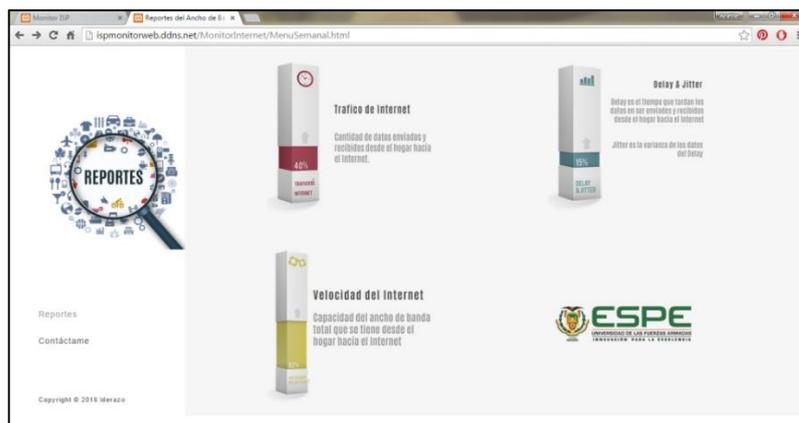


Figura 83. Página Menú Semanal

Página “MenuMensual.html”: En el grupo de “Reportes Mensuales” se ofrecen tres alternativas con una debida explicación sobre lo que es; tráfico de internet, delay & jitter y velocidad de internet y un link hacia la página principal de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE.



Figura 84. Página Menú Mensual

Página “MenuMensual.html”: Cada alternativa entre los links de; delay & jitter y velocidad de internet, despliega un sub menú en donde se deberá seleccionar tanto el mes como el año del cual se quiere generar el reporte.

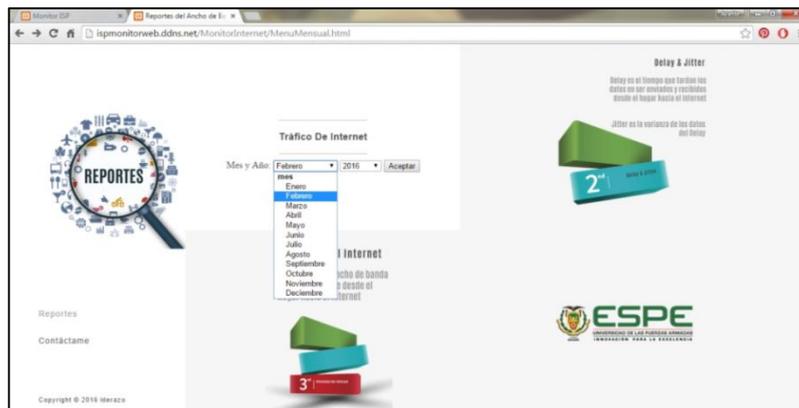


Figura 85. Submenú de Página Mensual

Finalmente se presenta los bloques de la programación PHP del archivo “1\_Trafico\_Diario.php”, que hace consultas a la tabla “trafico\_instantaneo\_normalizado\_por\_horas”, para obtener el reporte diario de tráfico de internet.

En primer lugar, se establece la clase “ConnectToDB” que usará las credenciales de usuario y la IP del servidor de base de datos para crear una conexión.

```

class ConnectToDB{
    function connect() {
        $host = '127.0.0.1';
        $user=$_SESSION["usuario"];
        $pass=$_SESSION["clave"];
        $db=$_SESSION["base"];
        $myconn;
        $con = mysqli_connect($host, $user, $pass, $db);
        if (!$con) {
            die('Could not connect to database!');
        } else {
            $this->myconn = $con;
            //echo 'Connection established!';
        }
        return $this->myconn;
    }

    function close() {
        mysqli_close($myconn);
        //echo 'Connection closed!';
    }
}

```

Figura 86. Clase ConnectToDB

Luego se procede a las consultas estructuradas de cada campo en la base de datos, para el caso de este reporte se consultan los campos; hora, Bits\_IN, Bits\_OUT.

```

<?php

$con = new ConnectToDB();
$sql = "SELECT * FROM trafico_instantaneo_normalizado_por_horas";
$result = mysqli_query($con->connect(),$sql);
while($data = mysqli_fetch_array($result)){
?>
'<?php echo $data["hora"] ?>'
<?php
echo ',';
}
?>
<?php

    $con = new ConnectToDB();
    $sql = "SELECT * FROM trafico_instantaneo_normalizado_por_horas";
    $result = mysqli_query($con->connect(),$sql);
    while($data = mysqli_fetch_array($result)){
?>
<?php echo $data["Bits_IN"] ?>
<?php
echo ',';
}
?>
<?php

$con = new ConnectToDB();
$sql = "SELECT * FROM trafico_instantaneo_normalizado_por_horas";
$result = mysqli_query($con->connect(),$sql);
while($data = mysqli_fetch_array($result)){
?>
<?php echo $data["Bits_OUT"] ?>
<?php
echo ',';
}
}

```

Figura 87. Consultas PHP 1

Finalmente se hace un llamado hacia la tabla “información\_isp”, para arrojar información propietaria del cliente, como el país, su IP pública y el nombre del ISP.

```

<?php

$con = new ConnectToDB();
$sql = "SELECT * from informacion_isp where id=1 ";
$result = mysqli_query($con->connect(),$sql);
while($data = mysqli_fetch_array($result)){
echo "Tú IP Pública es: ".$data["info"];}
?>
<?php

$con = new ConnectToDB();
$sql = "SELECT * FROM informacion_isp where id=5";
$result = mysqli_query($con->connect(),$sql);

```

Continua 

```

while($data = mysqli_fetch_array($result)){
echo " Tu País es: ".$data["info"];}
?>
<?php

$con = new ConnectToDB();
$sql = "SELECT * FROM informacion_isp where id=7";
$result = mysqli_query($con->connect(),$sql);
while($data = mysqli_fetch_array($result)){
echo "Tú Proveedor de Servicios de Internet es: ".$data["info"];}
?>

```

Figura 88. Consultas PHP 2

Vista de la Página “1\_Tráfico\_Diario.php” (Anexo 6): Seleccionando la opción de “Tráfico Diario” se visualiza un reporte del conteo de bytes de entrada vs bytes de salida, en todas las horas de dicho día. Este reporte muestra la cantidad de información en “bytes” cargada y descargada hacia Internet.



Figura 89. Página Web Tráfico Diario

Los demás archivos listados a continuación son similares en programación al archivo “1\_Trafico\_Diario.php”, pero cada uno apunta hacia distintas tablas y períodos de tiempo, los códigos de cada archivo se encuentran correspondientemente en los anexos; 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13,14

- 2\_Delay\_Jitter\_Diario.php (Anexo 7)
- 3\_VelocidadInternet\_Diario.php (Anexo 8)
- 4\_Trafico\_Semanal.php (Anexo 9)
- 5\_Delay\_Jitter\_Semanal.php (Anexo 10)

- 6\_VelocidadInternet\_Semanal.php (Anexo 11)
- 7\_Trafico\_Mensual.php (Anexo 12)
- 8\_Delay\_Jitter\_Mensual.php (Anexo 13)
- 9\_VelocidadInternet\_Mensual.php (Anexo 14)

## CAPITULO V

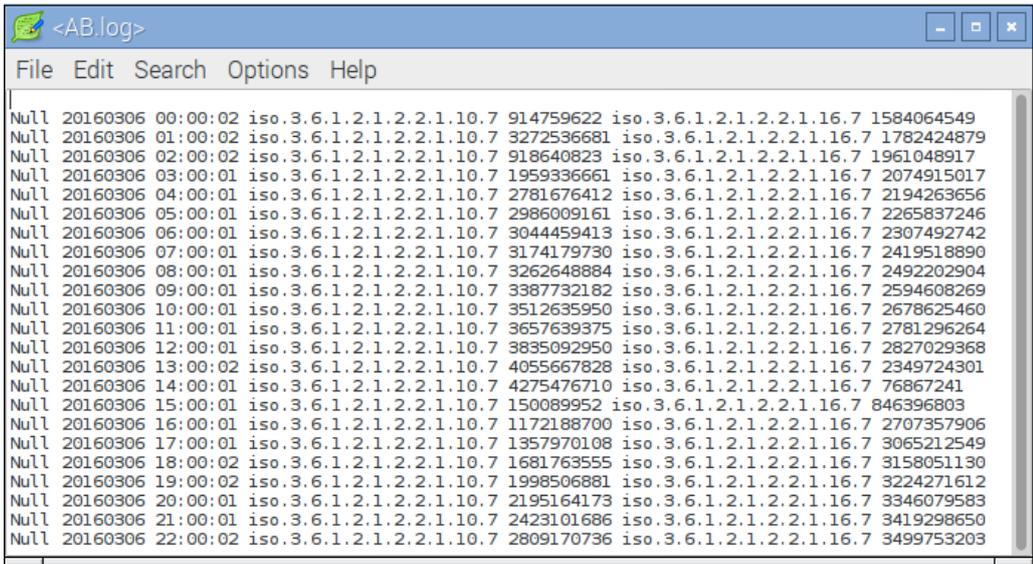
### 5. PRUEBAS

#### 5.1 Adquisición de datos y parámetros

##### 5.1.1. Parámetros obtenidos en los scripts de Raspberry PI

##### 5.1.1.1. Trafico de red

El programa AB.sh, presenta varias filas y columnas de información, cada fila posee una columna con el valor de la fecha, seguido a la fecha está la hora, seguido de la hora está el OID del objeto ifInOctets y el valor de retorno, seguido a este está el OID del objeto ifOutOctets y el valor de retorno, básicamente se ha obtenido el conteo de bytes de entrada y salida en una hora y fecha específica.



```

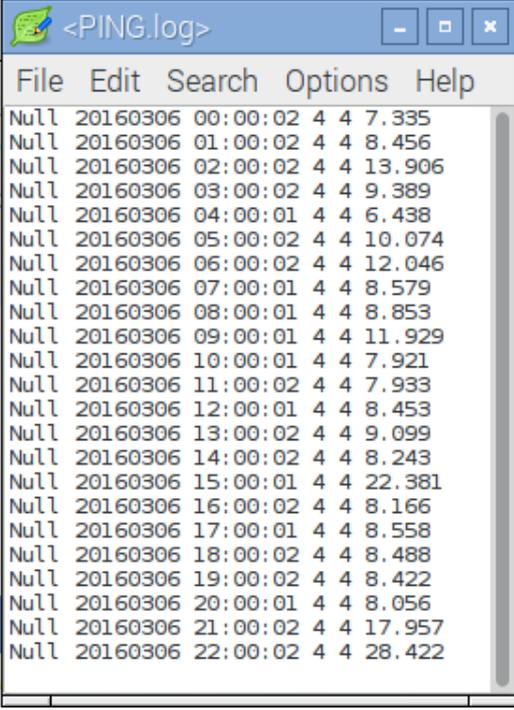
Null 20160306 00:00:02 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.10.7 914759622 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.16.7 1584064549
Null 20160306 01:00:02 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.10.7 3272536681 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.16.7 1782424879
Null 20160306 02:00:02 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.10.7 918640823 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.16.7 1961048917
Null 20160306 03:00:01 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.10.7 1959336661 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.16.7 2074915017
Null 20160306 04:00:01 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.10.7 2781676412 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.16.7 2194263656
Null 20160306 05:00:01 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.10.7 2986009161 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.16.7 2265837246
Null 20160306 06:00:01 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.10.7 3044459413 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.16.7 2307492742
Null 20160306 07:00:01 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.10.7 3174179730 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.16.7 2419518890
Null 20160306 08:00:01 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.10.7 3262648884 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.16.7 2492202904
Null 20160306 09:00:01 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.10.7 3387732182 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.16.7 2594608269
Null 20160306 10:00:01 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.10.7 3512635950 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.16.7 2678625460
Null 20160306 11:00:01 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.10.7 3657639375 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.16.7 2781296264
Null 20160306 12:00:01 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.10.7 3835092950 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.16.7 2827029368
Null 20160306 13:00:02 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.10.7 4055667828 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.16.7 2349724301
Null 20160306 14:00:01 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.10.7 4275476710 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.16.7 76867241
Null 20160306 15:00:01 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.10.7 150089952 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.16.7 846396803
Null 20160306 16:00:01 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.10.7 1172188700 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.16.7 2707357906
Null 20160306 17:00:01 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.10.7 1357970108 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.16.7 3065212549
Null 20160306 18:00:02 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.10.7 1681763555 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.16.7 3158051130
Null 20160306 19:00:02 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.10.7 1998506881 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.16.7 3224271612
Null 20160306 20:00:01 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.10.7 2195164173 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.16.7 3346079583
Null 20160306 21:00:01 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.10.7 2423101686 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.16.7 3419298650
Null 20160306 22:00:02 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.10.7 2809170736 iso.3.6.1.2.1.2.2.1.16.7 3499753203

```

Figura 90. AB.log

##### 5.1.1.2. Ping

El programa Ping.sh: presenta varias filas y columnas de información, cada fila posee una columna con el valor de la fecha, seguido a la fecha está la hora, seguido de la hora el número de paquetes enviados y recibidos y el promedio del tiempo RTT de dichos paquetes.



```

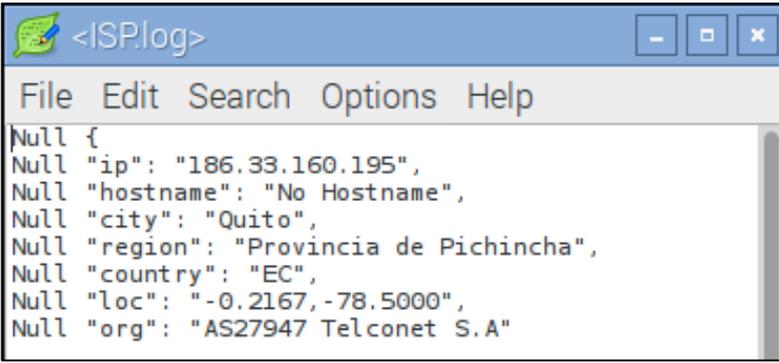
File Edit Search Options Help
Null 20160306 00:00:02 4 4 7.335
Null 20160306 01:00:02 4 4 8.456
Null 20160306 02:00:02 4 4 13.906
Null 20160306 03:00:02 4 4 9.389
Null 20160306 04:00:01 4 4 6.438
Null 20160306 05:00:02 4 4 10.074
Null 20160306 06:00:02 4 4 12.046
Null 20160306 07:00:01 4 4 8.579
Null 20160306 08:00:01 4 4 8.853
Null 20160306 09:00:01 4 4 11.929
Null 20160306 10:00:01 4 4 7.921
Null 20160306 11:00:02 4 4 7.933
Null 20160306 12:00:01 4 4 8.453
Null 20160306 13:00:02 4 4 9.099
Null 20160306 14:00:02 4 4 8.243
Null 20160306 15:00:01 4 4 22.381
Null 20160306 16:00:02 4 4 8.166
Null 20160306 17:00:01 4 4 8.558
Null 20160306 18:00:02 4 4 8.488
Null 20160306 19:00:02 4 4 8.422
Null 20160306 20:00:01 4 4 8.056
Null 20160306 21:00:02 4 4 17.957
Null 20160306 22:00:02 4 4 28.422

```

Figura 91. PING.log

### 5.1.1.3. Información ISP

El programa ISP.sh, presenta diferentes filas de información, entre las cuales está la IP pública del host, la ciudad, la región, el país y el nombre del ISP.



```

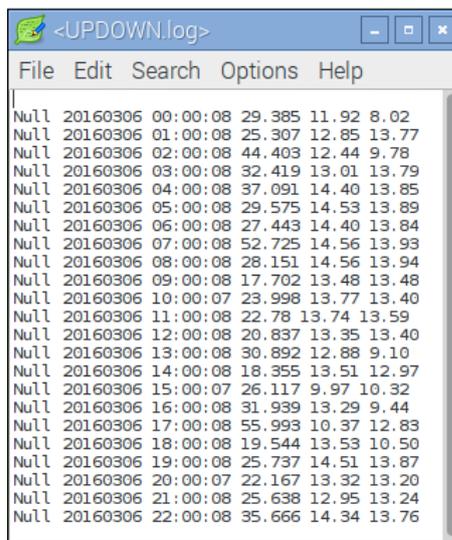
File Edit Search Options Help
Null {
Null "ip": "186.33.160.195",
Null "hostname": "No Hostname",
Null "city": "Quito",
Null "region": "Provincia de Pichincha",
Null "country": "EC",
Null "loc": "-0.2167,-78.5000",
Null "org": "AS27947 Telconet S.A"

```

Figura 92. ISP.log

### 5.1.1.4. Velocidad de conexión de internet:

El programa UpDown.sh: presenta varias filas y columnas de información, cada fila posee una columna con el valor de la fecha, seguido a la fecha está la hora, seguido de la hora el valor de velocidad de subida y descarga de internet.



```

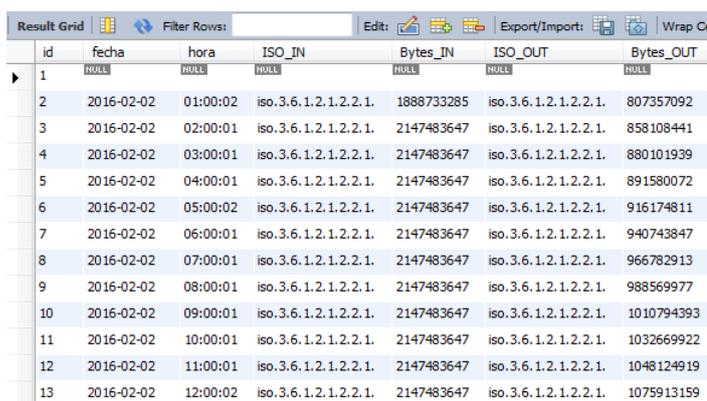
Null 20160306 00:00:08 29.385 11.92 8.02
Null 20160306 01:00:08 25.307 12.85 13.77
Null 20160306 02:00:08 44.403 12.44 9.78
Null 20160306 03:00:08 32.419 13.01 13.79
Null 20160306 04:00:08 37.091 14.40 13.85
Null 20160306 05:00:08 29.575 14.53 13.89
Null 20160306 06:00:08 27.443 14.40 13.84
Null 20160306 07:00:08 52.725 14.56 13.93
Null 20160306 08:00:08 28.151 14.56 13.94
Null 20160306 09:00:08 17.702 13.48 13.48
Null 20160306 10:00:07 23.998 13.77 13.40
Null 20160306 11:00:08 22.78 13.74 13.59
Null 20160306 12:00:08 20.837 13.35 13.40
Null 20160306 13:00:08 30.892 12.88 9.10
Null 20160306 14:00:08 18.355 13.51 12.97
Null 20160306 15:00:07 26.117 9.97 10.32
Null 20160306 16:00:08 31.939 13.29 9.44
Null 20160306 17:00:08 55.993 10.37 12.83
Null 20160306 18:00:08 19.544 13.53 10.50
Null 20160306 19:00:08 25.737 14.51 13.87
Null 20160306 20:00:07 22.167 13.32 13.20
Null 20160306 21:00:08 25.638 12.95 13.24
Null 20160306 22:00:08 35.666 14.34 13.76

```

Figura 93. UPDOWN.log

### 5.1.2. Parámetros obtenidos en los Scripts de MYSQL:

La tabla “trafico” posee 7 columnas de diferentes tipos, la prima columna “id” además de fungir como clave primaria, posee valores solamente numéricos que enlistan cada fila de la tabla, la columna “fecha” es del tipo “date” y almacena fechas, la columna “hora” es de tipo “time” y almacena horas, ISO\_IN e ISO\_OUT son columnas varchar que guardan los OIDs, Bytes\_IN y Bytes\_OUT son columnas de tipo “int” que almacenan los valores numéricos que arrojan dichos objetos, todo el contenido de esta tabla es actualizada directamente por el Raspberry Pi.



id	fecha	hora	ISO_IN	Bytes_IN	ISO_OUT	Bytes_OUT
1	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
2	2016-02-02	01:00:02	iso.3.6.1.2.1.2.2.1.	1888733285	iso.3.6.1.2.1.2.2.1.	807357092
3	2016-02-02	02:00:01	iso.3.6.1.2.1.2.2.1.	2147483647	iso.3.6.1.2.1.2.2.1.	858108441
4	2016-02-02	03:00:01	iso.3.6.1.2.1.2.2.1.	2147483647	iso.3.6.1.2.1.2.2.1.	880101939
5	2016-02-02	04:00:01	iso.3.6.1.2.1.2.2.1.	2147483647	iso.3.6.1.2.1.2.2.1.	891580072
6	2016-02-02	05:00:02	iso.3.6.1.2.1.2.2.1.	2147483647	iso.3.6.1.2.1.2.2.1.	916174811
7	2016-02-02	06:00:01	iso.3.6.1.2.1.2.2.1.	2147483647	iso.3.6.1.2.1.2.2.1.	940743847
8	2016-02-02	07:00:01	iso.3.6.1.2.1.2.2.1.	2147483647	iso.3.6.1.2.1.2.2.1.	966782913
9	2016-02-02	08:00:01	iso.3.6.1.2.1.2.2.1.	2147483647	iso.3.6.1.2.1.2.2.1.	988569977
10	2016-02-02	09:00:01	iso.3.6.1.2.1.2.2.1.	2147483647	iso.3.6.1.2.1.2.2.1.	1010794393
11	2016-02-02	10:00:01	iso.3.6.1.2.1.2.2.1.	2147483647	iso.3.6.1.2.1.2.2.1.	1032669922
12	2016-02-02	11:00:01	iso.3.6.1.2.1.2.2.1.	2147483647	iso.3.6.1.2.1.2.2.1.	1048124919
13	2016-02-02	12:00:02	iso.3.6.1.2.1.2.2.1.	2147483647	iso.3.6.1.2.1.2.2.1.	1075913159

Figura 94. Tabla tráfico en MYSQL

La tabla “trafico\_instantaneo” posee 5 columnas de diferentes tipos, la primera columna “id” además de fungir como clave primaria, posee valores solamente numéricos que enlistan cada fila de la tabla, la columna “fecha” es

del tipo “date” y almacenas fechas, la columna “hora” es de tipo “time” y almacena las horas, Bytes\_IN y Bytes\_OUT son columnas de tipo “int”. Esta tabla se origina como consecuencia de la ejecución del script que calcula el tráfico instantáneo mediante restas sucesivas en los valores de la tabla “trafico”:

id	fecha	hora	Bytes_IN	Bytes_OUT
23	2016-02-03	00:00:01	2147483647	1503202510
24	2016-02-03	01:00:02	1717173398	71273012
25	2016-02-03	02:00:01	836323586	49733074
26	2016-02-03	03:00:01	37279557	13549053
27	2016-02-03	04:00:02	45881835	22622562
28	2016-02-03	05:00:01	27944178	21015257
29	2016-02-03	06:00:01	117837050	25795991
30	2016-02-03	07:00:01	44390283	15396618
31	2016-02-03	08:00:01	38148571	21504691
32	2016-02-03	09:00:02	95589363	15878839
33	2016-02-03	10:00:02	77310473	23573772
34	2016-02-03	11:00:02	85244954	23731107
35	2016-02-03	12:00:01	78993032	23936950
36	2016-02-03	13:00:02	113248395	23992064

Figura 95. Tabla trafico\_instantaneo en MYSQL

La tabla “trafico\_instantaneo\_normalizado\_por\_dias” posee 4 columnas de diferentes tipos, la prima columna “id” además de fungir como clave primaria, posee valores solamente numéricos que enlistan cada fila de la tabla, la columna “fecha” es del tipo “date” y almacenas fechas, Bites\_IN y Bites\_OUT son columnas de tipo “int” que reflejan el promedio de valores por día de la tabla “trafico\_instantaneo\_normalizado\_por\_horas”.

id	fecha	Bits_IN	Bits_OUT
3	2016-02-03	380127000	91198100
2	2016-02-02	291322000	91853000
22	2016-02-25	222715000	133773000
4	2016-02-04	292866000	148043000
23	2016-02-26	247156000	149276000
24	2016-02-27	349466000	158282000
19	2016-02-20	718533000	173832000
11	2016-02-11	411533000	182188000
5	2016-02-05	405750000	201714000
21	2016-02-22	372742000	211652000
12	2016-02-12	284116000	215877000
6	2016-02-06	428485000	265405000
9	2016-02-09	429194000	276347000
20	2016-02-21	474975000	285198000

Figura 96. Tabla trafico\_instantaneo\_normalizado\_por\_horas en MYSQL

El resto de scripts programados en MYSQL tienen el mismo comportamiento, su tarea es ordenar la información pura enviada desde el

Raspberry Pi, en las siguientes figuras se observa directamente los resultados de las tablas restantes.

id	fecha	hora	PACK_IN	PACK_OUT	RTT
1	2016-02-02	01:00:02	4	4	22.374
2	2016-02-02	02:00:02	4	4	12.166
3	2016-02-02	03:00:02	4	4	12.634
4	2016-02-02	04:00:02	4	4	10.436
5	2016-02-02	05:00:02	4	4	
6	2016-02-02	06:00:01	4	4	
7	2016-02-02	07:00:01	4	4	
8	2016-02-02	08:00:02	4	4	
9	2016-02-02	09:00:01	4	4	
10	2016-02-02	10:00:01	4	4	
11	2016-02-02	11:00:01	4	4	
12	2016-02-02	12:00:02	4	4	
13	2016-02-02	13:00:02	4	4	

id	fecha	hora	PACK_IN	PACK_OUT	RTT	Jitter
1	2016-03-04	03:00:02	4	4	8.469	0.124
2	2016-03-04	04:00:02	4	4	8.345	0.186
3	2016-03-04	05:00:01	4	4	8.531	1.932
4	2016-03-04	06:00:01	4	4	10.463	2.475
5	2016-03-04	07:00:02	4	4		
6	2016-03-04	08:00:01	4	4		
7	2016-03-04	09:00:02	4	4		
8	2016-03-04	10:00:02	4	4		
9	2016-03-04	11:00:01	4	4		
10	2016-03-04	12:00:02	4	4		
11	2016-03-04	13:00:02	4	4		
12	2016-03-04	14:00:02	4	4		
13	2016-03-04	15:00:02	4	4		

id	fecha	RTT	Jitter
2	2016-02-02	11.5727	4.75045
3	2016-02-03	8.66374	2.30926
4	2016-02-04	10.0794	4.65739
5	2016-02-05	14.9934	7.98287
6	2016-02-06	11.8327	5.80991
7	2016-02-07	10.2805	4.07704
8	2016-02-08	10.2249	4.25348
9	2016-02-09	9.24152	2.81404
10	2016-02-10	10.4373	5.16657
11	2016-02-11	9.55604	4.9547
12	2016-02-12	9.44778	5.01139
13	2016-02-13	9.61	3.65661

Figura 97. Tablas de Delay & Jitter

La tabla “ping” refleja los valores RTT en el transcurso de día, con estos valores se calcula el valore de jitter mediante restas sucesivas y el promedio de estos valores se plasma en la tabla de delay y jitter por día.

id	fecha	hora	ping	down	up
1			NULL	NULL	NULL
2	2016-02-02	01:00:08	22.12	14.53	13.92
3	2016-02-02	02:00:08	25.646	13.95	9.83
4	2016-02-02	03:00:08	25.08	14.5	3.72
5	2016-02-02	04:00:08			
6	2016-02-02	05:00:08			
7	2016-02-02	06:00:07			
8	2016-02-02	07:00:07			
9	2016-02-02	08:00:09			

id	fecha	hora	down	up
1	2016-03-04	00:00:14	14.54	13.88
2	2016-03-04	01:00:14	14.52	13.93
3	2016-03-04	02:00:14	14.46	13.81
4	2016-03-04	03:00:08		
5	2016-03-04	04:00:08		
6	2016-03-04	05:00:08		
7	2016-03-04	06:00:07		
8	2016-03-04	07:00:08		
9	2016-03-04	08:00:08		
10	2016-03-04	09:00:08		

id	fecha	down	up
1	2016-02-02	13.7761	12.4196
2	2016-02-03	13.4583	12.3604
3	2016-02-04	13.5813	12.3683
4	2016-02-05	13.4167	12.4187
5	2016-02-06	12.8708	12.6717
6	2016-02-07	13.5278	12.8511
7	2016-02-08	12.9913	11.9992
8	2016-02-09	13.0333	10.9454
9	2016-02-10	13.1729	11.7429
10	2016-02-11	12.6042	11.4354

Figura 98. Tablas de Velocidad de Internet

La tabla “velocidad\_internet” refleja los valores de download y upload en el transcurso de día, el promedio de estos valores se plasma en la tabla de “velocidad\_internet\_por\_dias”.

id	info
1	186.33.160.195
2	No Hostname
3	Quito
4	Provincia de Pichincha
5	EC
6	-0.2167,-78.5000
7	AS27947 Telconet S.A

Figura 99. Tabla informacion\_isp

La tabla de “información\_isp” posee campos por fila que guardan la información propietaria del cliente de servicios de internet.

### 5.1.3. Parámetros PHP Y HTML obtenidos

Página “1\_Tráfico\_Diario.php”: En la página “Tráfico Diario” se visualiza un reporte del conteo de bytes de entrada vs bytes de salida, en todas las horas de dicho día. Este reporte muestra la cantidad de información en “bytes” cargada y descargada hacia Internet.



Figura 100. Página de Tráfico Diario

Página “2\_Delay\_Jitter\_Diario.php”: En la página “Delay & Jitter Diario” se visualiza un reporte de los valores de delay y jitter, en todas las horas de dicho día. Este reporte muestra el tiempo en milisegundos del RTT hacia el ISP y la varianza de dichos valores.



Figura 101. Página de Delay & Jitter Diario

Página “3\_VelocidadInternet\_Diario.php”: En la página “Velocidad de Internet Diario” se visualiza un reporte de la capacidad de carga y descarga en mega bits por segundo del plan de internet contratado con el ISP en el transcurso del día.



Figura 102. Página de Velocidad de Internet Diario

Página “4\_Trafico\_Semanal.html”: En la página “Tráfico Semanal” se visualiza un reporte del conteo de bytes de entrada vs bytes de salida, con un intervalo de una semana atrás. Este reporte muestra la cantidad de información en “bytes” cargada y descargada hacia Internet por 7 días.



Figura 103. Página de Tráfico Semanal

Página “5\_Delay\_Jitter\_Semanal.html”: En la página “Delay & Jitter Semanal” se visualiza un reporte de los valores de delay y jitter con un intervalo de una semana hacia atrás. Este reporte muestra el tiempo en milisegundos de dichos valores en el transcurso de 7 días.



Figura 104. Página de Delay & Jitter Semanal

Página “6\_VelocidadInternet\_Semanal.html”: En la página “Velocidad de Internet Semanal” se visualiza un reporte de la capacidad de carga y descarga en mega bits por segundo del plan de internet contratado con el ISP en un intervalo de 7 días.

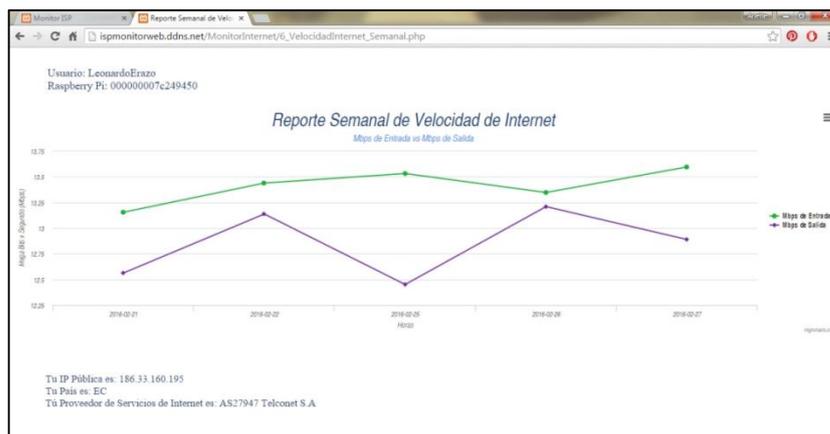


Figura 105. Página de Velocidad de Internet Semanal

Página “7\_Trafico\_Mensual.php”: En la página de “Tráfico Mensual” se visualiza un reporte del conteo de bytes de entrada vs bytes de salida, con un intervalo de 28, 30 o 31 días según el mes seleccionado. Este reporte muestra la cantidad de información en “bytes” cargada y descargada hacia Internet.



Figura 106. Página de Tráfico Mensual

Página “8\_Delay\_Jitter\_Mensual.php”: En la página “Delay & Jitter Mensual” se visualiza un reporte de los valores de delay y jitter con un intervalo de 28, 30 o 31 días según la previa selección del mes. Este reporte muestra el tiempo en milisegundos de dichos valores en el transcurso de dicho mes.



Figura 107. Página de Delay & Jitter Mensual

Página “9\_VelocidadInternet\_Mensual.php”: Seleccionando la opción de “Velocidad de Internet Mensual” se visualiza un reporte de la capacidad de carga y descarga en mega bits por segundo del plan de internet contratado con el ISP cada día según el mes seleccionado.



Figura 108. Página de Velocidad de Internet Mensual

## CAPITULO VI

### 6. RESULTADOS

#### 6.1 Resultados en la tarjeta Raspberry Pi

Usando la tarjeta electrónica Raspberry Pi, se han obtenido los resultados esperados, ya que a través de la misma se pudo obtener los parámetros de red necesarios para reflejarlos hacia el usuario, cliente o abonado final entre estos; compatibilidad del stack de protocolos TCP/IP, soporte del protocolo SNMP, programación de peticiones SNMP, programación de mensajes ICMP. Los resultados reflejados por cada uno de estos parámetros mediante la ejecución de diversos scripts corresponden a aquellos descritos en el capítulo 2, y corresponden plenamente a los fundamentos teóricos de esta tesis o de cualquier otro autor sobre las redes de datos.

Usando el Raspberry Pi se ha recolectado exitosamente información de tráfico de red, delay hacia el ISP, información del propietario del servicio, y la conexión y envió adecuada de dicha información hacia la base de datos MYSQL. Además, cada proceso se ha automatizado bajo las instrucciones del servicio del Cron de Linux, que obedecen a los intervalos de tiempo estipulados para la ejecución automática de scripts.

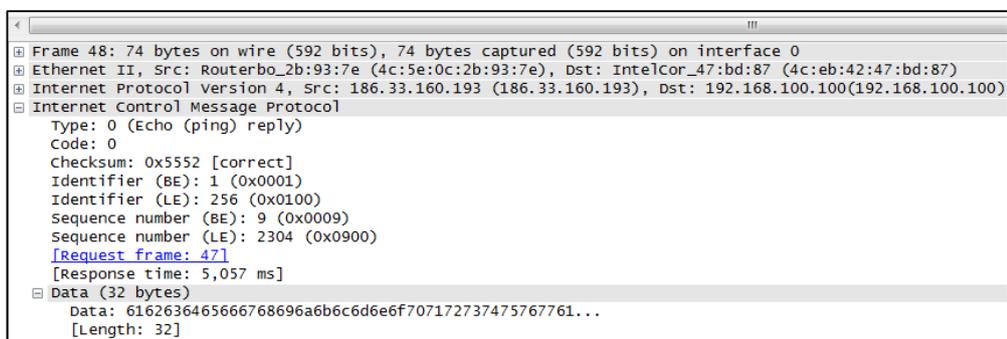
##### 6.1.1. Paquetes ICMP

Se observa el flujo de paquetes ICMP hacia el next hop en la infraestructura del ISP, efectivamente existen paquetes ICMP Request e ICMP Reply.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
47	3.525345000	192.168.100.100	186.33.160.193	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=9/2304, ttl=128 (reply in 48)
48	3.530402000	186.33.160.193	192.168.100.20	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=9/2304, ttl=63 (request in 47)
62	4.519884000	192.168.100.100	186.33.160.193	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=10/2560, ttl=128 (reply in 63)
63	4.530261000	186.33.160.193	192.168.100.20	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=10/2560, ttl=63 (request in 62)
76	5.519721000	192.168.100.100	186.33.160.193	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=11/2816, ttl=128 (reply in 77)
77	5.530402000	186.33.160.193	192.168.100.20	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=11/2816, ttl=63 (request in 76)
104	6.520807000	192.168.100.100	186.33.160.193	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=12/3072, ttl=128 (reply in 105)
105	6.530221000	186.33.160.193	192.168.100.20	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=12/3072, ttl=63 (request in 104)

Figura 109. Paquetes ICMP

Como es de esperarse, el valor del frame ethernet es de 42 Bytes más los 32 Bytes del protocolo ICMP suman un total de 74 Bytes.



```

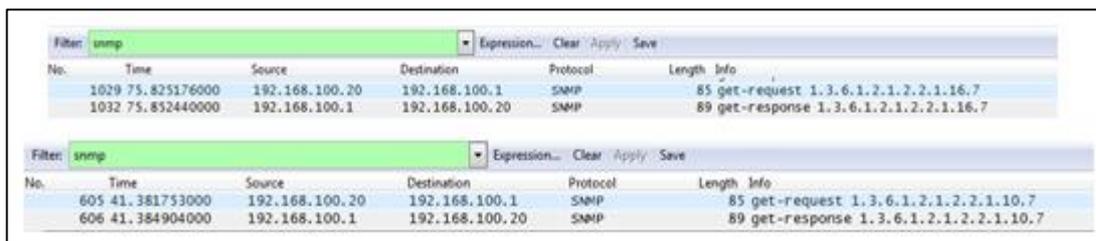
<
Frame 48: 74 bytes on wire (592 bits), 74 bytes captured (592 bits) on interface 0
Ethernet II, Src: Routerbo_2b:93:7e (4c:5e:0c:2b:93:7e), Dst: IntelCor_47:bd:87 (4c:eb:42:47:bd:87)
Internet Protocol Version 4, Src: 186.33.160.193 (186.33.160.193), Dst: 192.168.100.100(192.168.100.100)
Internet Control Message Protocol
  Type: 0 (Echo (ping) reply)
  Code: 0
  Checksum: 0x5552 [correct]
  Identifier (BE): 1 (0x0001)
  Identifier (LE): 256 (0x0100)
  Sequence number (BE): 9 (0x0009)
  Sequence number (LE): 2304 (0x0900)
  [Request frame: 47]
  [Response time: 5,057 ms]
Data (32 bytes)
  data: 6162636465666768696a6b6c6d6e6f707172737475767761...
  [Length: 32]

```

Figura 110. Frame ICMP

### 6.1.2. Paquetes SNMP

Se observa el flujo de paquetes SNMP hacia el default gateway en la infraestructura de la red LAN, efectivamente existen paquetes SNMP Request Y SNMP Response.



No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1029	75.825176000	192.168.100.20	192.168.100.1	SNMP	85	get-request 1.3.6.1.2.1.2.2.1.16.7
1032	75.852440000	192.168.100.1	192.168.100.20	SNMP	89	get-response 1.3.6.1.2.1.2.2.1.16.7

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
605	41.381753000	192.168.100.20	192.168.100.1	SNMP	85	get-request 1.3.6.1.2.1.2.2.1.10.7
606	41.384904000	192.168.100.1	192.168.100.20	SNMP	89	get-response 1.3.6.1.2.1.2.2.1.10.7

Figura 111. Paquetes SNMP

Como es de esperarse, en el contenido del protocolo SNMP se transporta la información del Objeto MIB ISO.3.6.1.2.1.2.2.1.10.7 con el valor “counter32” que refleja el conteo de bytes de entrada o el valor del objeto “ifInOctets” y el Objeto MIB ISO.3.6.1.2.1.2.2.1.16.7 con el valor “counter32” que refleja el conteo de bytes de salida o el valor del objeto “ifOutOctets”.

## 6.2 Resultados en MYSQL:

Usando la base de datos MYSQL en el desarrollo de este proyecto, se obtuvieron resultados satisfactorios ya que en primer lugar MYSQL pudo comunicarse con otro dispositivo de red fuera de su línea de fábrica tanto en hardware como en software, esto gracias a los protocolos de comunicación TCP/IP y la correcta configuración de puertos de comunicación. Seguido de

esto se transportaron los datos recolectados por la tarjeta Raspberry Pi hacia las tablas localizadas en el servidor MYSQL sin ningún inconveniente, y finalmente la ejecución de eventos y la manipulación de información en la base de datos, ayudaron significativamente a tener datos listos para reflejarlos hacia el usuario.

### 6.2.1. Paquetes MYSQL

Se observa el flujo de paquetes TCP y MYSQL. Los paquetes TCP mediante el handshake TCP emiten mensajes SYN, SYN-ACK, ACK para establecer comunicación con la base de datos MYSQL. Los paquetes MYSQL transportan las debidas autentificaciones de usuarios y claves, así como los datos e información a guardarse en la base de datos.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
643	71.260012000	192.168.100.100	192.168.100.20	TCP	66	43888-3306 [ACK] Seq=1 Ack=82 Win=3737600 Len=0 TSval=108024214 TSecr=3727248
644	71.271683000	192.168.100.100	192.168.100.20	MySQL	159	Login Request user=Leonardoderazo
647	71.273599000	192.168.100.100	192.168.100.20	MySQL	103	Request query
651	71.349190000	192.168.100.100	192.168.100.20	MySQL	88	Request query
654	71.342793000	192.168.100.100	192.168.100.20	MySQL	87	Request use Database
657	71.344346000	192.168.100.100	192.168.100.20	MySQL	163	Request query
661	71.368798000	192.168.100.100	192.168.100.20	TCP	1514	[TCP segment of a reassembled PDU]
663	71.368905000	192.168.100.100	192.168.100.20	MySQL	1078	Request Process List
686	71.596961000	192.168.100.100	192.168.100.20	MySQL	71	Request quit
689	71.597358000	192.168.100.100	192.168.100.20	TCP	66	43888-3306 [FIN, ACK] Seq=2736 Ack=357 Win=3737600 Len=0 TSval=108024248 TSecr=3727248
691	71.598320000	192.168.100.100	192.168.100.20	TCP	66	43888-3306 [ACK] Seq=2737 Ack=358 Win=3737600 Len=0 TSval=108024248 TSecr=3727282
692	71.598798000	192.168.100.100	192.168.100.20	MySQL	76	43889-3306 [OK] Seq=0 Win=2000 Len=0 Msg=0 Sack=0 TSval=108024283 TSecr=3727317
694	71.948991000	192.168.100.100	192.168.100.20	TCP	66	43889-3306 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=3737600 Len=0 TSval=108024283 TSecr=3727317
698	71.951392000	192.168.100.100	192.168.100.20	TCP	66	43889-3306 [ACK] Seq=1 Ack=82 Win=3737600 Len=0 TSval=108024283 TSecr=3727317
697	71.963231000	192.168.100.100	192.168.100.20	MySQL	159	Login Request user=Leonardoderazo
700	71.965487000	192.168.100.100	192.168.100.20	MySQL	103	Request query
703	71.968136000	192.168.100.100	192.168.100.20	MySQL	88	Request query
706	71.972360000	192.168.100.100	192.168.100.20	MySQL	87	Request use database
709	71.974528000	192.168.100.100	192.168.100.20	MySQL	162	Request query
712	71.982021000	192.168.100.100	192.168.100.20	MySQL	931	Request [malformed Packet]
715	72.040392000	192.168.100.100	192.168.100.20	MySQL	71	Request quit
718	72.040543000	192.168.100.100	192.168.100.20	TCP	66	43889-3306 [FIN, ACK] Seq=1140 Ack=358 Win=3737600 Len=0 TSval=108024292 TSecr=3727326
720	72.041866000	192.168.100.100	192.168.100.20	TCP	66	43889-3306 [ACK] Seq=1141 Ack=359 Win=3737600 Len=0 TSval=108024292 TSecr=3727326
729	72.096655000	192.168.100.100	192.168.100.20	TCP	66	43890-3306 [SYN] Seq=0 Win=2000 Len=0 Msg=0 Sack=0 TSval=108024327 TSecr=3727362
731	72.397293000	192.168.100.100	192.168.100.20	TCP	66	43890-3306 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=3737600 Len=0 TSval=108024328 TSecr=3727362
733	72.401420000	192.168.100.100	192.168.100.20	TCP	66	43890-3306 [ACK] Seq=1 Ack=82 Win=3737600 Len=0 TSval=108024328 TSecr=3727362
734	72.413072000	192.168.100.100	192.168.100.20	MySQL	159	Login Request user=Leonardoderazo
737	72.414288000	192.168.100.100	192.168.100.20	MySQL	103	Request query
740	72.476771000	192.168.100.100	192.168.100.20	MySQL	88	Request query
743	72.477892000	192.168.100.100	192.168.100.20	MySQL	87	Request use Database
746	72.479656000	192.168.100.100	192.168.100.20	MySQL	178	Request query
750	72.484690000	192.168.100.100	192.168.100.20	MySQL	1144	Request [malformed Packet]
753	72.543293000	192.168.100.100	192.168.100.20	MySQL	71	Request quit
756	72.543455000	192.168.100.100	192.168.100.20	TCP	66	43890-3306 [FIN, ACK] Seq=1369 Ack=360 Win=3737600 Len=0 TSval=108024341 TSecr=3727362
758	72.543555000	192.168.100.100	192.168.100.20	TCP	66	[TCP out-of-order] 43890-3306 [FIN, ACK] Seq=1369 Ack=360 Win=3737600 Len=0 TSva

Figura 112. Paquetes MYSQL

## 6.3 Resultados en el motor Web:

El sitio web programado, en lenguaje PHP Y HTML, proporciona una alta seguridad al requerir información de inicio de sesión, seguido de esto los menús interactivos guían adecuadamente la experiencia del usuario en el sitio, y cada reporte refleja adecuadamente los valores almacenados en la base de datos. La interface web es muy agradable a la vista, despliega gráficas con colores amigables, cada valor reflejado puede ser visto de manera independiente mediante un recuadro y se ofrece además un menú de descarga en varios formatos e impresión de archivos.

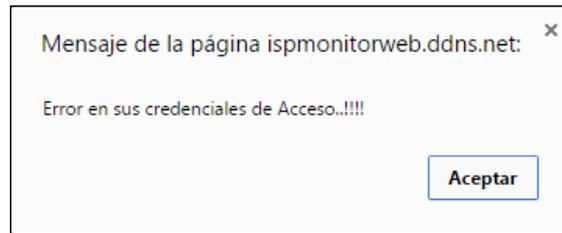


Figura 113. Mensaje de Error HTML

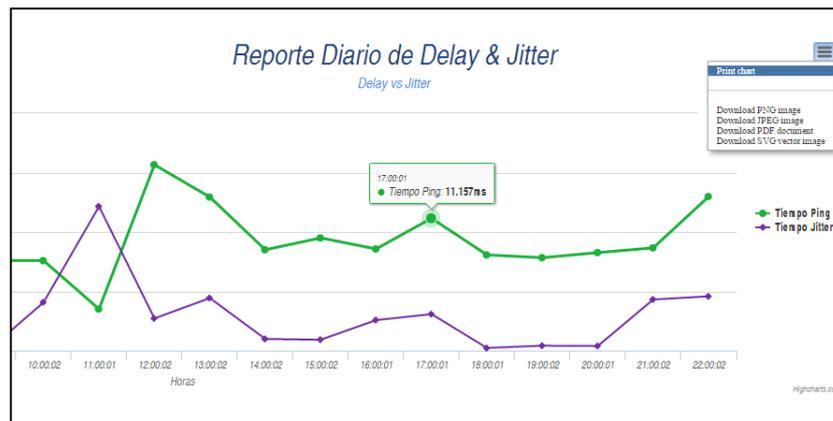


Figura 114. Elementos Web

#### 6.4 Contraste de resultados vs herramientas propietarias

Los métodos expuestos en el desarrollo de este prototipo, son muy semejantes con aquellos softwares que ofrecen servicios de monitoreo y gestión de red. Entre los más importantes se tiene: What's Up, MRTG, PRTG, CACTI, NAGIOS, THE DUDE, LAN State, NTOP, SPICEWORKS, OPMANAGER y SOLAR WINDS. Todos los programas mencionados básicamente usan el protocolo SNMP e ICMP para determinar ciertos parámetros en una red de datos, algunos ofertan mapas topológicos de red y acceso remoto a dispositivos. A continuación, se muestran gráficas comparativas de medición de tráfico con un “gestor propietario” para este caso PRTG.

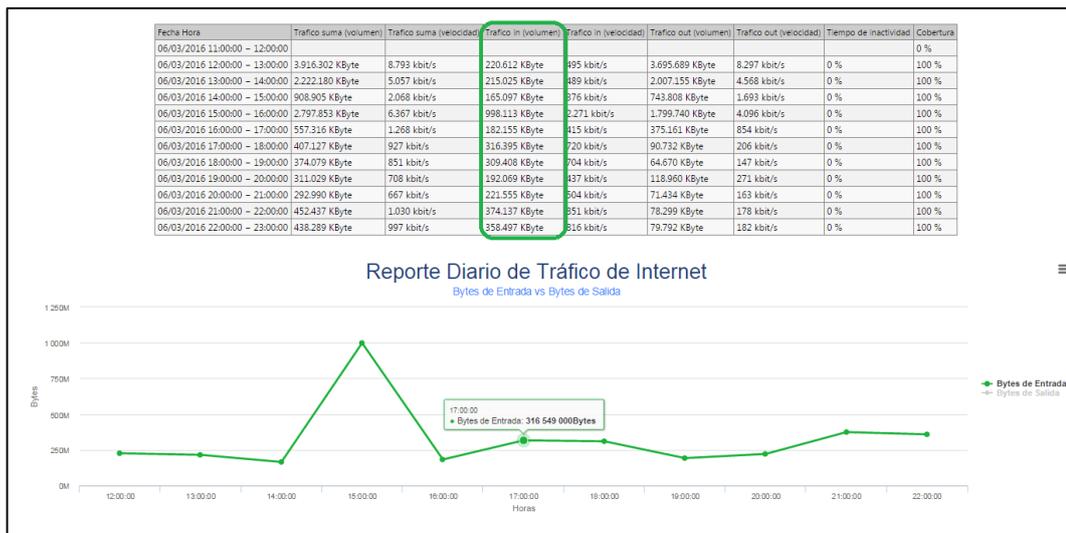


Figura 115. Comparativa de Tráfico IN con PRTG

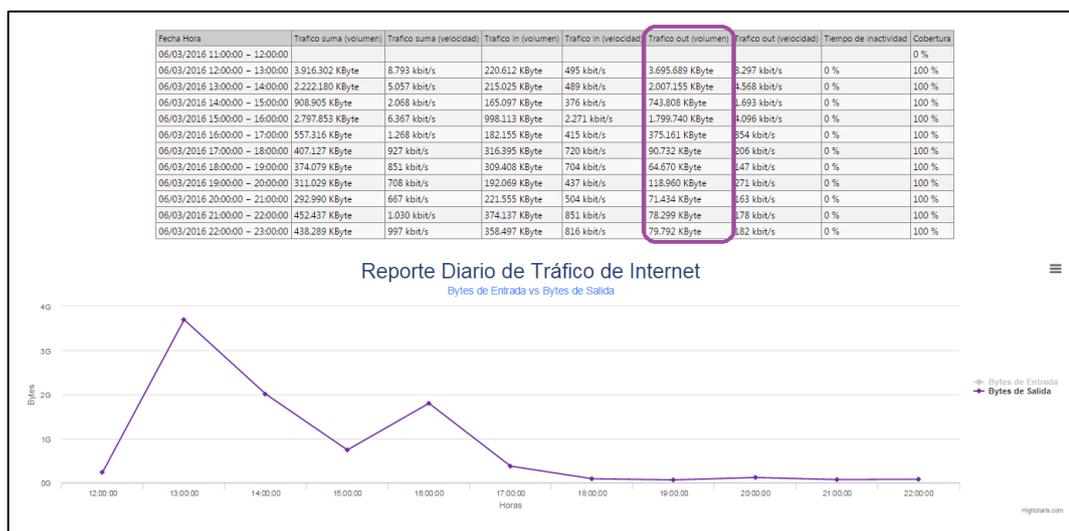


Figura 116. Comparativa de Tráfico OUT con PRTG

Las siguientes figuras reflejan las gráficas del gestor propietario PRTG versus las gráficas propias obtenidas del proyecto:

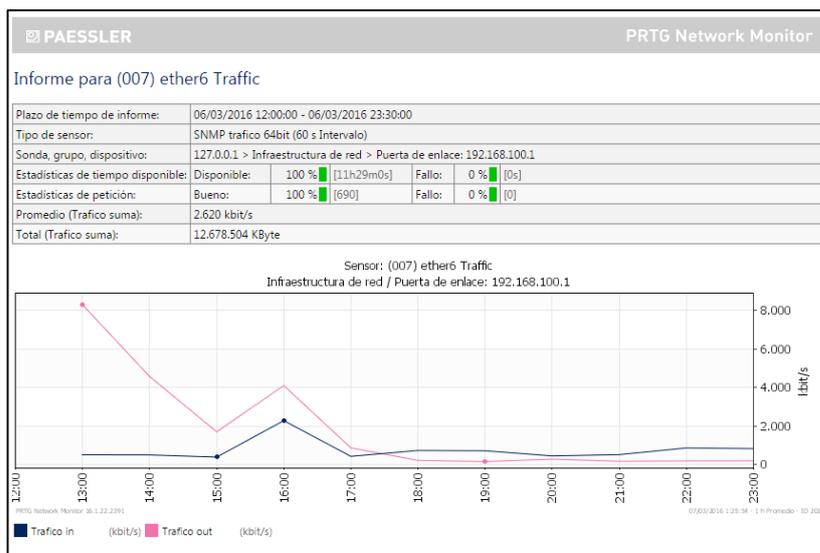


Figura 117. Gráficas con PRTG

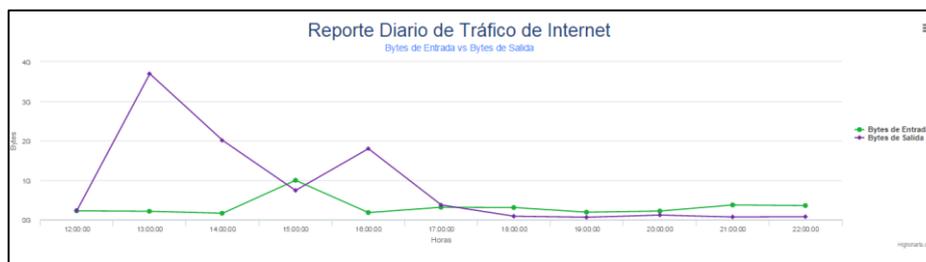


Figura 118. Gráficas de Tráficos vs PRTG

Como se observa, los cuadros y las gráficas de valores del gestor PRTG corresponden con los valores en las gráficas obtenidas en este proyecto.

## 6.5 Desempeño y eficiencia de los equipos:

Los dispositivos seleccionados para el desarrollo de este prototipo han sido los adecuados, tanto el router, como la tarjeta Raspberry PI, y el ordenador mencionados completamente en el capítulo 4, permiten la interconexión de todos los subsistemas sin ningún inconveniente, ninguno de los equipos presento fallas por programación, deterioro en capacidades de almacenamiento o velocidad, el nivel de procesamiento de todos los equipos no sobrepaso ningún valor medio en cuanto al uso de CPU, llegando a inclusive a valores máximos de 4% para el Raspberry Pi, 7% en el ordenador. Tampoco se ha observado fenómenos por sobre calentamiento o fallas de voltaje.

## CAPÍTULO VII

### 7. Conclusiones y Recomendaciones

#### 7.1 Conclusiones

- Se concluye que los parámetros programados y obtenidos en la tarjeta Raspberry Pi, como el tráfico, ping, delay, jitter y velocidad de carga y descarga de internet son esenciales y fundamentales para determinar los niveles de servicio ofertados/entregados por un ISP.
- El protocolo SNMP es clave y de mucha importancia en las redes de datos, gracias a este se puede conocer información detallada de cualquier dispositivo de red remotamente y en cualquier momento.
- El amplio soporte de protocolos de red en la tarjeta electrónica Raspberry Pi y la versatilidad en cuanto a lenguajes de programación han sido altamente útiles y eficientes ya que se obtuvieron efectivamente datos que reflejen los valores de los objetos MIB “ifInOctets” y “ifOutOctets” a través del uso del protocolo SNMP para determinar el tráfico en entrada y salida hacia la red de Internet.
- Los mensajes ICMP son altamente útiles en una red de datos, no solo pueden determinar la existencia o no de un dispositivo de red, además se observa que los valores RTT ofrecen una visión y un entendimiento básico sobre el delay o retardo en una red de datos.
- Basándose en los datos RTT de los mensajes ICMP se puede calcular el jitter de un flujo de datos, analizando la varianza en tiempo de cada paquete ICMP.
- Por defecto en la mayoría de dispositivos de red, el protocolo SNMP esta desactivado, se pudo comprobar que la activación y configuración del mismo son bastante sencillas.
- La configuración de utilidades SNMP en la tarjeta Raspberry Pi, es engorrosa, poco simple y no intuitiva, esto obliga a requerir de un alto grado de conocimientos de redes de datos y del sistema por consola de Linux.

- Las tarjetas Raspberry Pi son de gran utilidad en el mundo electrónico e informático gracias a su variedad de recursos, y sus costos módicos.
- Raspberry Pi está en constante actualización de sus repositorios digitales, en cuanto a paquetería y utilidades de vanguardia en el mundo informático, lo que lo lleva a ser altamente compatible con dispositivos actuales.
- Las bases de datos se comunican interior o exteriormente con el mundo bajo protocolos de comunicación ampliamente conocidos y difundidos tal como es: TCP/IP.
- MYSQL cumple con todos los requisitos de este proyecto, ofreciendo alta compatibilidad con el mundo de la red de datos, así como ofrece gran flexibilidad con el manejo de información.
- Apache es un motor web que ejecuta sin ningún inconveniente archivos con extensión PHP y HTML, funciona sin ningún problema y la instalación es rápida y simple.
- Los resultados web de este proyecto, están enfocados a desplegar información valiosa y de fácil comprensión sobre el canal de última milla del ISP.
- Actualmente gracias a Internet, el protocolo HTML y múltiples navegadores web, el acceso a recursos informáticos es descentralizado, no existe una dependencia entre programas anfitriones y los dispositivos de clientes o usuarios.
- Todos los sistemas expuestos en este proyecto conviven adecuadamente gracias al transporte de información usando la familia de protocolos TCP/IP.
- Gracias a los resultados obtenidos se concluye que el prototipo está destinado a usuarios finales y comunes sin altos conocimientos en redes o comunicaciones, puesto que los valores y los menús del sitio web poseen una explicación sencilla e intuitiva sobre la función que hacen y los valores que se despliegan.
- La simplicidad de los reportes y las gráficas que son desplegadas confirman el hecho de que este proyecto está pensado para usuarios residenciales más no comerciales o empresariales.

- Raspberry Pi ahorra recursos energético ya que consume tan solo 2.5 Watios por hora o 0.0025 KW/h, frente a una PC o un servidor que consume 400 Watios por hora o 0.4 KW/h como mínimo, sin mencionar el hecho de que una tarjeta electrónica Raspberry Pi, puede funcionar con puerto POE utilizando los mismos recursos de la red de area local con un puerto POE para su alimentación eléctrica.

## 7.2 Recomendaciones

- Se recomienda estudiar una noción básica sobre los conceptos que abrazan un canal de comunicaciones tales como; ancho de banda, velocidad de canal, retardos, ruido y las tecnologías del mismo.
- Para el entendimiento de este proyecto se recomienda lecturas anticipadas sobre el protocolo TCP, IP, ICMP, SNMP. Y conocimientos básicos sobre arquitecturas de redes LAN Y WAN.
- Es necesaria la experiencia en programación y ejecución de sentencias a través de consola en sistemas operativos Linux o cualquiera de sus distribuciones.
- Igualmente es necesaria la experiencia y entendimiento en lenguaje SQL, y configuración de modelos cliente/servidor, así como conocimiento de puertos de comunicación y su configuración.
- Al desarrollar un prototipo destinado a usuarios finales, se debe considerar que los mismos no poseen un alto conocimiento sobre el tema tratado, razón por la cual se debe presentar resultados o interfaces de aplicación que le sean familiares y fáciles de comprender, sin importar lo complejo que sea el desarrollo de dicho sistema.
- Al desarrollar aplicaciones modernas se recomienda el uso de motores web ya todo recurso informático actual esta disponible mundialmente a través de Internet.
- Se recomienda las mejoras en gestores propietarios ya que aproximadamente el 50% de los gestores de red son altamente problemáticos y conflictivos tanto en su instalación como en su configuración incluso para profesionales en el tema.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Abraham Silberschatz, H. F. (2016). *Fundamentos De Bases De Datos*. Bombay: Mc. Graw Hill.
- Abreu, M., Castagna, A., Cristiani, P., Zunino, P., Roldós, E., & Sandler, G. (2010). *Características Gnerales de una Red de Fibra Óptica al Hogar (FTTH)*.
- Anderson, A. (12 de 03 de 2010). *snmpadventures*. Obtenido de snmpadventures: <http://snmpadventures.blogspot.com/>
- BasesDeDatos. (12 de 03 de 2016). *codehero.co*. Obtenido de codehero.co: <http://codehero.co/python-desde-cero-bases-de-datos/>
- ConsultasMYSQL. (12 de 03 de 2015). *aprenderaprogramar*. Obtenido de aprenderaprogramar: [http://aprenderaprogramar.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=612:php-consultas-mysql-mysqlconnect-selectdb-query-fetcharray-freeresult-close-ejemplos-cu00841b&catid=70:tutorial-basico-programador-web-php-desde-cero&Itemid=193](http://aprenderaprogramar.com/index.php?option=com_content&view=article&id=612:php-consultas-mysql-mysqlconnect-selectdb-query-fetcharray-freeresult-close-ejemplos-cu00841b&catid=70:tutorial-basico-programador-web-php-desde-cero&Itemid=193)
- Cruz, I. W. (2010). *Lenguajes de Programación para Aplicaciones Web*. CIP.
- Dev\_MYSQL\_Team. (12 de 03 de 2010). *dev.mysql*. Obtenido de dev.mysql: <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.5/en/create-event.html>
- Dev\_MYSQL\_Team. (12 de 03 de 2010). *dev.mysql*. Obtenido de dev.mysql: <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.7/en/create-trigger.html>
- Dev\_MYSQL\_Team. (12 de 03 de 2016). *dev.mysql*. Obtenido de dev.mysql: <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.7/en/datetime.html>
- EjerciciosPHP. (12 de 03 de 2016). *cs.ru*. Obtenido de cs.ru: <http://www.cs.ru.nl/lab/xenomai/exercises/ex10/Exercise-10.html>
- Eva Gómez Ballester, P. M. (2016). *Bases De Datos 1*. Alicante: Escuela Politécnica Superior Universidad de Alicante.
- Freeman, R. L. (1991). *Telecommunication Trnasmision Handbook*. Wiley-Interscience.
- GeoLite. (12 de 03 de 2015). *dev.maxmind*. Obtenido de dev.maxmind: <http://dev.maxmind.com/geoip/legacy/geolite/>
- Gomez, F. (12 de 03 de 2010). *demedallo*. Recuperado el 12 de 03 de 2016, de demedallo: <http://demedallo.com/Contenido/7/>

- Highcharts\_Team. (05 de 04 de 2015). *Highcharts*. Obtenido de Highcharts:  
<http://www.highcharts.com/docs/chart-design-and-style/design-and-style>
- IBM. (2010). IBM TCP/IP Tutorial and Technical Overview. *Red Book*, 1004.
- ISPEcuador. (05 de 03 de 2010). *ecuador.enlineados*. Obtenido de ecuador.enlineados:  
[http://www.ecuador.enlineados.com/resultados.php?estado=1&pais=ecuador&c1=internet&c2=proveedores\\_de\\_internet](http://www.ecuador.enlineados.com/resultados.php?estado=1&pais=ecuador&c1=internet&c2=proveedores_de_internet).
- J., M. (12 de 03 de 2010). *svbreakaway*. Obtenido de svbreakaway:  
<http://svbreakaway.info/tp-raspi-mon.php>
- Kumar, A. (12 de 03 de 2010). *tecmint*. Obtenido de tecmint:  
<http://www.tecmint.com/check-internet-speed-from-command-line-in-linux/>
- Kumar, A. (12 de 03 de 2015). *tecmint*. Obtenido de tecmint:  
<http://www.tecmint.com/speedtest-mini-server-to-test-bandwidth-speed/>
- Lattanzi, M., & Graf, A. (s.f.). *cicomra*. Obtenido de cicomra:  
<http://www.cicomra.org.ar/cicomra2/expocomm/TUTORIAL%20%20Lattanzi%20y%20Graf-%20IEEE.pdf>
- Leiner, B. M., Cerf, V. G., & Clark, D. D. (2003). *internetsociety.org*. Obtenido de internetsociety.org: <http://www.internetsociety.org/es/breve-historia-de-internet>
- Linerd. (12 de 05 de 2010). *tuxtweaks*. Obtenido de tuxtweaks:  
<http://tuxtweaks.com/2014/11/linux-network-speed-test/>
- LinuxCommands. (12 de 03 de 2016). *how-to.linuxcareer*. Obtenido de how-to.linuxcareer: <http://how-to.linuxcareer.com/learning-linux-commands-awk>
- LinuxExample. (12 de 03 de 2016). *linux.es.org*. Obtenido de linux-es.org:  
<http://www.linux-es.org/node/147>
- LinuxMonitoring. (12 de 03 de 2016). *cyberciti.biz*. Obtenido de cyberciti.biz:  
<http://www.cyberciti.biz/tips/simple-linux-and-unix-system-monitoring-with-ping-command-and-scripts.html>
- Lopez, S. (01 de 04 de 2010). *programarenphp*. Obtenido de programarenphp:

<https://programarenphp.wordpress.com/2010/11/02/como-hacer-una-consulta-en-php-y-mysql/>

Luis Alberto Casillas Santillán, M. G. (2010). *Bases de Datos MySQL*. UOC.

Marchukoy, Y. (2010). *Infraestructuras FTTH*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Microsoft. (01 de 05 de 2010). *support.office*. Obtenido de support.office: <https://support.office.com/es-es/article/Tipos-de-datos-SQL-9188f41d-6c0e-4733-9d20-d08916f50bd2>

Microsoft. (12 de 03 de 2013). *support.microsoft*. Obtenido de support.microsoft: <https://support.microsoft.com/en-us/kb/296085>

MYSQL\_Team. (12 de 03 de 2016). *dev.mysql*. Obtenido de dev.mysql: <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.7/en/load-data.html>

MYSQLScheduler. (12 de 05 de 2010). *codedrinks*. Obtenido de codedrinks: <http://www.codedrinks.com/event-scheduler-de-mysql-que-es-y-como-funciona/>

Ordinas, J. M., Griera, J. Í., Escalé, R. M., Olivé, E. P., & Tornil, X. P. (s.f.). *uoec.edu*. Obtenido de uoec.edu: <http://www.uoc.edu/masters/oficiales/img/922.pdf>

PHPGroup. (05 de 04 de 2010). *php.net*. Obtenido de php.net: <http://php.net/manual/es/function.mysql-connect.php>

PHPSessions. (12 de 03 de 2015). *didesweb*. Obtenido de didesweb: <http://didesweb.com/php/sesiones>

Ping&Jitter. (12 de 03 de 2016). *wordpress*. Obtenido de wordpress: <https://itcupofcoffee.wordpress.com/2013/03/04/pings-jitter-y-otras-yerbas/>

PON. (04 de 05 de 2010). *fs*. Obtenido de fs: <http://www.fs.com/blog/abc-of-pon-understanding-olt-onu-ont-and-odn.html>

ProgramaciónPHP. (12 de 03 de 2016). *aprenderaprogramar*. Obtenido de aprenderaprogramar: [http://aprenderaprogramar.com/index.php?option=com\\_content&view=article](http://aprenderaprogramar.com/index.php?option=com_content&view=article)

PythonSoftwareFoundation. (12 de 03 de 2016). *python.org*. Obtenido de python.org: <https://www.python.org/downloads/release/python-343/>

- RASPBERRYPIFOUNDATION. (02 de 05 de 2012). *raspberrypi.org*.  
Obtenido de raspberrypi.org:  
<https://www.raspberrypi.org/documentation/remote-access/web-server/apache.md>
- RaspberryPiFoundation. (12 de 03 de 2016). *Raspberry Pi Foundation UK Registered Charity*. Obtenido de Raspberry Pi Foundation UK Registered Charity: <https://www.raspberrypi.org/>
- RouterBoard. (02 de 05 de 2010). *routerboard*. Obtenido de routerboard:  
<http://routerboard.com/RB2011UiAS-2HnD-IN>.
- Sánchez, J. (13 de 2004 de 2004). *Principios sobre Bases de Datos Relacionales*. Obtenido de jorgesanchez: <http://www.jorgesanchez.net>
- Silberschatz, K. (12 de 03 de 2016). *wordpress*. Obtenido de wordpress:  
<https://unefazuliasistemas.files.wordpress.com/2011/04/fundamentos-de-bases-de-datos-silberschatz-korth-sudarshan.pdf>
- SNMPLinux. (12 de 03 de 2010). *debianadmin*. Obtenido de debianadmin:  
<http://www.debianadmin.com/linux-snmp-oids-for-cpumemory-and-disk-statistics.html>
- SQLTutorial. (12 de 03 de 2016). *digitalocean*. Obtenido de digitalocean:  
<https://www.digitalocean.com/community/tutorials/a-basic-mysql-tutorial>
- stackexchangeForum. (12 de 03 de 2010). *raspberrypi.stackexchange*.  
Obtenido de raspberrypi.stackexchange:  
<http://raspberrypi.stackexchange.com/questions/3802/raspberry-pi-as-a-network-monitoring-device>
- stackexchangeForum. (02 de 14 de 2010). *raspberrypi.stackexchange*.  
Obtenido de raspberrypi.stackexchange:  
<http://raspberrypi.stackexchange.com/questions/2086/how-do-i-get-the-serial-number>
- stackoverflowTeam. (12 de 03 de 2016). *stackoverflow*. Obtenido de stackoverflow: <http://stackoverflow.com/questions/3900496/using-shell-script-to-insert-data-into-remote-mysql-database>
- TareasLinux. (12 de 03 de 2016). *baluart*. Obtenido de baluart:  
<http://www.baluart.net/articulo/como-anadir-tareas-al-cron-de-linux>
- Taylor, D. (12 de 03 de 2010). *satsignal*. Obtenido de satsignal:  
<http://www.satsignal.eu/raspberry-pi/monitoring.html>

- The Fiber Optic Association, I. (02 de 05 de 2010). *thefoa.org*. Obtenido de thefoa.org: <http://www.thefoa.org/tech/ref/appln/FTTH-PON.html>
- Traverso, D. (12 de 03 de 2010). *monografías*. Recuperado el 12 de 03 de 2016, de monografías: <http://www.monografias.com/trabajos13/tecnacc/tecnacc.shtml>
- tutorialspointTeam. (12 de 03 de 2016). *tutorialspoint*. Obtenido de tutorialspoint: <http://www.tutorialspoint.com/mysql/mysql-where-clause.htm>
- w3schools. (12 de 03 de 2010). *w3schools*. Obtenido de w3schools: [http://www.w3schools.com/sql/sql\\_func\\_max.asp](http://www.w3schools.com/sql/sql_func_max.asp)
- w3schools. (12 de 03 de 2010). *w3schools*. Obtenido de w3schools: [http://www.w3schools.com/sql/sql\\_dates.asp](http://www.w3schools.com/sql/sql_dates.asp)
- w3schools. (06 de 25 de 2010). *w3schools*. Obtenido de w3schools: [http://www.w3schools.com/css/css\\_rwd\\_images.asp](http://www.w3schools.com/css/css_rwd_images.asp)
- w3schools. (02 de 05 de 2015). *w3schools*. Obtenido de w3schools: [http://www.w3schools.com/php/php\\_sessions.asp](http://www.w3schools.com/php/php_sessions.asp)
- w3schools. (12 de 03 de 2016). *w3schools*. Obtenido de w3schools: [http://www.w3schools.com/sql/func\\_date\\_sub.asp](http://www.w3schools.com/sql/func_date_sub.asp)
- Walker, D. (12 de 03 de 2016). *raspberrypiwebserver*. Obtenido de raspberrypiwebserver: <http://raspberrypiwebserver.com/sql-databases/using-mysql-on-a-raspberry-pi.html>
- webcheatsheet. (02 de 03 de 2010). *webcheatsheet*. Obtenido de webcheatsheet: [http://webcheatsheet.com/php/connect\\_mssql\\_database.php](http://webcheatsheet.com/php/connect_mssql_database.php)
- WebMD. (12 de 03 de 2010). *projects-raspberry*. Obtenido de projects-raspberry: <http://projects-raspberry.com/raspberry-pi-oled-internet-bandwidth-display/>
- wikidebianTeam. (12 de 13 de 2010). *wikidebian*. Obtenido de wikidebian: <https://wiki.debian.org/SNMP>
- WindowsShare. (12 de 03 de 2016). *bitpi.co*. Obtenido de bitpi.co: <https://www.bitpi.co/2015/02/16/accessing-a-windows-share-with-a-raspberry-pi/>
- WindowsShare. (12 de 03 de 2016). *cagewebdev*. Obtenido de cagewebdev: <http://cagewebdev.com/index.php/raspberry-pi-accessing-your-windows-shares/>

Yang, J. (12 de 03 de 2010). *wordpress*. Recuperado el 12 de 03 de 2016,  
de wordpress: <https://speedycare.wordpress.com/adsl/>