



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ARAGÓN**

**“CONFIGURACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE
LA RED NACIONAL DE IMPULSO A LA BANDA ANCHA (RED
NIBA) EN DEPENDENCIAS DE LA UNAM”**

**“DESARROLLO DE CASO
PRÁCTICO”**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERA EN COMPUTACIÓN**

PRESENTA:

LOURDES JIMÉNEZ RAMÍREZ

ASESOR:

ING. NARCISO ACEVEDO HERNÁNDEZ

SAN JUAN DE ARAGÓN, ESTADO DE MÉXICO





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatorias

A mis padres Margarita y Eulalio:

Sabiendo que jamás existirá una forma de agradecer en esta vida su ejemplo de lucha y superación constante, deseo expresarles que mis ideales, esfuerzos y logros también son suyos. Quiero dedicarles principalmente a ustedes este trabajo, por su apoyo, comprensión y consejos que siempre me han brindado y con los cuales he logrado terminar mi carrera profesional, que siempre será para mí, la mejor de las herencias. Con este logro quiero devolverles un poco de lo que me han dado. Con admiración, respeto y cariño.

A mis hermanos Sandra, Olga, Carlos, Mario y Liz:

Que han estado junto a mí y brindándome su apoyo y cariño día a día. Yo sé que siempre voy a contar con ustedes en las buenas y en las mejores. Agradezco también a mi cuñado Aurelio.

A mi novio Fernando:

Me ayudaste hasta donde te era posible, incluso más que eso. Has estado a mi lado siempre apoyándome incondicionalmente. Este trabajo también es tuyo. Gracias por tu comprensión y sobre todo por tu amor.

A mis mejores amigos Itzel y Eleazar:

Por compartir momentos inolvidables a través de estos 10 años de amistad. Su presencia en mi vida es una gran fortuna.

A mis colegas Viridiana, Iván y Carlos:

Que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora, seguimos siendo amigos.

Agradecimientos

A mi Universidad Nacional Autónoma de México, por darme la oportunidad de aprender y forjarme como profesional.

A mi querida FES Aragón por abrirme sus puertas y permitirme ser parte de ella, hoy y siempre.

A mi Asesor Narciso Acevedo Hernández, por su apoyo y paciencia para la realización de este trabajo.

A mis sinodales por el tiempo que se tomaron para las correcciones.

Al excelente equipo de trabajo que conforma el NOC UNAM Hugo, Carlos, Erika, Esteban y Marcial por demostrarme que “pensar no mata” pero sobre todo por compartir sus conocimientos conmigo.

Índice

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	5
Objetivo general	5
Objetivos específicos	5
CAPÍTULO 1. CENTRO DE OPERACIÓN DE RED UNAM (NOC REDUNAM)	6
1.1. Historia	6
1.1.2. Funciones.	10
CAPÍTULO 2. RED NACIONAL DE IMPULSO A LA BANDA ANCHA (RED NIBA)	13
2.1. Impulsores	13
2.1.2. La Red NIBA como iniciativa para reducir de la brecha digital.	16
CAPÍTULO 3. CONFIGURACIONES DE EQUIPOS DE RED PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE RED NIBA	19
3.1. Protocolos y configuración de Red NIBA en los equipos de enrutamiento	22
3.1.2 Configuración de las interfaces en el enrutador.	23
3.1.3 Rutas estáticas.	25
3.1.4 Border Gateway Protocol (BGP).	26
3.1.5 Otros parámetros configurados.	29

CAPÍTULO 4 IMPLEMENTACIÓN DE LOS EQUIPOS DE RED CON LA CONFIGURACIÓN DE RED NIBA EN DEPENDENCIAS DE LA UNAM	32
4.1. Instalación y conexión de los equipos de enrutamiento	33
4.2. Pruebas y validación para la entrega del servicio	34
CAPÍTULO 5. APLICACIONES DE MONITOREO PARA LA ADMINISTRACIÓN DE RED NIBA IMPLEMENTADA EN DEPENDENCIAS DE LA UNAM	41
5.1. Herramientas de monitoreo utilizadas para la atención y detección de incidentes relacionados con Red NIBA	41
5.1.2 Nagios.	42
5.1.3 NagVis.	44
5.1.4 Cacti.	45
5.1.5 Weathermaps.	47
CONCLUSIONES	49
GLOSARIO	51
BIBLIOGRAFÍA	58

Introducción

El presente desarrollo de caso práctico tiene por objetivo describir la conexión que se realizó en las dependencias de la UNAM a la infraestructura de la Red NIBA para dar acceso al Internet de banda ancha. Este proyecto fue coordinado por el Centro de Operación de Red UNAM en DGTIC.

Este trabajo presenta los siguientes capítulos:

En el capítulo 1 se da una descripción de los objetivos y actividades del Centro de Operación de RedUNAM, además de la importancia de este equipo de trabajo en la configuración, implementación y administración de la Red NIBA.

En el capítulo 2 se abordan aspectos referentes a la Red NIBA, sus objetivos y misión, así como los involucrados e impulsores de este proyecto.

En el capítulo 3 se da una descripción de las configuraciones realizadas en cada uno de los equipos de enrutamiento para la puesta en operación de la Red NIBA en dependencias de la UNAM.

En el capítulo 4 se detallan las conexiones que se llevaron a cabo para la instalación de nueva infraestructura en dependencias de la UNAM. Estos equipos previamente configurados recibieron el enlace de la Red NIBA.

En el capítulo 5 se muestran las diferentes herramientas de monitoreo con las que cuenta el Centro de Operación de RedUNAM para la atención de los incidentes relacionados con la Red NIBA.

La Universidad Nacional Autónoma de México es precursora del uso de Internet en nuestro país. Esta casa de estudios en colaboración con otras instituciones educativas

para establecer y difundir redes, como el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITSEM), los trabajos, de interés académico e investigación, impulsaron la conectividad nacional. La UNAM colabora en distintos protocolos para ofrecer el servicio de banda ancha en escuelas, centros de investigación, centros de salud, espacios comunitarios, ayuntamientos y bibliotecas.

En México, los precios de los proveedores son de los más altos en América Latina y como consecuencia no son accesibles para la mayoría de la población. De acuerdo a datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), y a la información obtenida de la encuesta que realizó: “Módulo sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (MODUTIH 2013), muestra que a pesar del intenso ritmo de crecimiento de las tecnologías en el mundo y su alcance a las mismas, en México aún muestra rezagos importantes”¹.

Para garantizar Internet de banda ancha a todos los mexicanos, la UNAM colabora en distintos proyectos e iniciativas orientadas a ofrecer el servicio en sitios y espacios públicos del territorio nacional, incluidos los que se encuentran en las comunidades más alejadas de la república mexicana.

Uno de estos proyectos es la iniciativa Red Nacional de Impulso a la Banda Ancha (Red NIBA), que forma parte de un programa mayor denominado México Conectado, “México Conectado consiste en llevar Internet de banda ancha a los sitios y espacios públicos de todo el país”², en cada estado de la República se sigue un proceso que consiste en cinco fases: instalación de la mesa de coordinación estatal, planeación, licitación, implementación y operación de esta red. La UNAM, al igual que otras instituciones educativas, se benefició al conectar 29 de sus sedes con más de 36 mil sitios y espacios públicos que ya se encontraban conectados a esta infraestructura.

¹ *Encuesta Nacional sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología (ENPECYT), 2013*, recuperado el 20 de agosto de 2015 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/temas/default.aspx?s=est&c=19007>

² *México Conectado*, Secretaría de Comunicaciones y Transportes recuperado el 20 de agosto de 2015, <http://www.promotoresdigitales.mx/noticias/como-funciona-el-programa-mexico-conectado>.

Red NIBA es un proyecto de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes que busca proporcionar conectividad de banda ancha a centros educativos, centros de salud, oficinas de gobierno, universidades, entidades de la federación y municipios del país utilizando la capacidad que se tiene en la infraestructura de fibra óptica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

La UNAM se sumó a la Red NIBA, en conjunto con la Coordinación de la Sociedad de la Información y el Conocimiento, para proveer un servicio de Internet más rápido y gratuito en sus dependencias. La finalidad es que más estudiantes, maestros, médicos y funcionarios de salud tengan acceso a la banda ancha en escuelas, universidades, clínicas o centro de labor. El beneficio principal es contar con una conectividad más rápida, además de que los ciudadanos puedan conectarse sin costo.

Desde el año 2013 se pusieron en marcha las actividades para conectar 29 dependencias de la UNAM a la Red NIBA, como los 14 planteles del bachillerato, centros de investigación e instalaciones en Morelia, Querétaro, Morelos y Tlaxcala. Red NIBA es una red administrada por el personal del Centro de Operación de Red UNAM (NOC RedUNAM) por lo que se necesitó apoyo en la configuración e instalación de los equipos de red, implementación de herramientas y documentación de las mismas. El Centro de Operación de RedUNAM es el área responsable del monitoreo del estado de la red, la atención, resolución y análisis de incidentes que afecten la calidad de los servicios de Internet en la UNAM.

En el presente trabajo se describirán las actividades que se llevaron a cabo para la puesta en operación de la Red NIBA en los planteles que a continuación se enlistan:

- 1) Escuela Nacional Preparatoria 1 “Gabino Barreda”.
- 2) Escuela Nacional Preparatoria 2 “Erasmus C. Quinto”.
- 3) Escuela Nacional Preparatoria 3 “Justo Sierra”.
- 4) Escuela Nacional Preparatoria 4 “Vidal Castañeda y N.”.
- 5) Escuela Nacional Preparatoria 5 “José Vasconcelos”.

- 6) Escuela Nacional Preparatoria 6 "Antonio Caso".
- 7) Escuela Nacional Preparatoria 7 "Ezequiel A. Chávez".
- 8) Escuela Nacional Preparatoria 8 "Miguel E. Schulz".
- 9) Escuela Nacional Preparatoria 9 "Pedro de Alba".
- 10) Colegio de Ciencias y Humanidades Oriente.
- 11) Colegio de Ciencias y Humanidades Azcapotzalco.
- 12) Colegio de Ciencias y Humanidades Naucalpan.
- 13) Colegio de Ciencias y Humanidades Vallejo.
- 14) Colegio de Ciencias y Humanidades Sur.
- 15) Escuela Nacional de Música.
- 16) Escuela Nacional de Enfermería y Obstetricia.

En estas dependencias en específico se adecuaron equipos de enrutamiento nuevos ya que la infraestructura anterior no soportaba los requerimientos técnicos para ello. En las instituciones que contaban con equipos que pudieran recibir el servicio sólo fue necesaria la configuración de Red NIBA.

Objetivos

Objetivo general

- Describir la conexión que se realizó en las dependencias de la UNAM a la infraestructura de la Red NIBA para dar acceso al Internet de banda ancha.

Objetivos específicos

- Detallar las configuraciones y conexiones realizadas para la puesta en operación de la Red NIBA en dependencias de la UNAM.
- Describir la administración de los enlaces conectados a Red NIBA utilizando herramientas de monitoreo.

Capítulo 1. Centro de Operación de RedUNAM (NOC RedUNAM)

El Centro de Operación de RedUNAM (NOC, por su siglas en inglés), es el área responsable del monitoreo del estado de la red, atención, resolución y análisis de incidentes a problemas que afecten a la disponibilidad, capacidad, continuidad y seguridad de los servicios de Internet de la UNAM. El NOC RedUNAM al ser un área de servicio al usuario, cuenta con personal profesional y comprometido con los requerimientos de los clientes, en este caso, los administradores de red de cada una de las dependencias que forman la RedUNAM.

A partir del crecimiento y desarrollo de RedUNAM en 1966, la Dirección de Telecomunicaciones, de la cual depende el NOC, consideró que se crearan áreas especializadas para una mejor administración de la operación, monitoreo y solución de problemas dentro de la infraestructura de RedUNAM, utilizando la interconexión de estaciones de trabajo remotas con líneas telefónicas específicas para cada incidente. Así es como surgió el Centro de Operación, que durante más de 10 años dentro de la UNAM, ha evolucionado en las tareas sustantivas que demanda La Máxima Casa de Estudios de México, siempre en busca de preservar la calidad del funcionamiento de RedUNAM a cada institución a la que es distribuida.

1.1 Historia

Como se mencionó anteriormente, la UNAM es pionera en la innovación tecnológica además de la aplicación eficiente de la más moderna infraestructura de información y comunicación. Desde la adquisición de la primera computadora en 1958, un sistema IBM 650, instalado en el Centro de Cálculo Electrónico de la UNAM, considerada el primer equipo de cómputo en México, existió una demanda creciente de conocimientos y especialización en lo relativo a las tecnologías de cómputo dentro de la Universidad.

Con el paso del tiempo, las necesidades de diversas áreas de la universidad, y en especial de sus investigadores, obligaron a la creación de una entidad que administrara los recursos centrales de cómputo, más allá de su afiliación con una sola área del conocimiento. De esta forma se creó el Programa Universitario de Cómputo (PUC).

El 14 de octubre de 1981 el entonces Rector de la UNAM, Dr. Octavio Rivero Serrano, inauguró el edificio que ocupa actualmente la DGTIC, con cuatro áreas principales: Cómputo para la Docencia, Cómputo para la Administración Académica, Cómputo para la Investigación y Cómputo para la Administración.

El 14 de mayo de 1985 el PUC se convirtió en la DGSCA (Dirección General de Servicios de Cómputo Académico), debido al crecimiento de los servicios derivados de las tecnologías de información y comunicación, y por ende, su mejor gestión desde una dependencia de la administración central de la UNAM. En un principio formaba parte de la entonces denominada Secretaría de Servicios Académicos, para después integrarse a la estructura de la Secretaría General.

Durante el año de 1987, la UNAM estableció la primera conexión a la Red Académica de C o BITNET, mediante enlaces telefónicos, desde Ciudad Universitaria hasta el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) y de ahí hasta San Antonio, Texas en los EUA.

Posteriormente, la UNAM buscó consolidar su enlace a esa red internacional mediante la computadora IBM 4381, la cual sirvió como residencia del correo electrónico y otros servicios de BITNET; dentro de ese proceso se inició la conexión de terminales IBM con emulación 3270, estableciéndose además un enlace con la Red TELEPAC de la SCT, bajo la finalidad, nunca lograda, de brindar este servicio a nivel nacional. No fue sino hasta 1989, cuando la UNAM a través del Instituto de Astronomía establece un convenio de enlace a la red de la NSF en EUA, el cual se realizó utilizando el satélite mexicano Morelos II entre el Instituto de Astronomía en la UNAM y el UCAR-NCAR con residencia en Boulder Colorado, además, se llevó a cabo el primer enlace para conectar las redes de área local, entre el Instituto de Astría y la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico, utilizando enlaces de fibra óptica.

Finalmente en 1990 UNAM logra ser la primera institución en Latinoamérica que se incorpora a la red mundial Internet, que enlaza a millones de máquinas y decenas de millones de usuarios en todo el mundo.

En el año del 2007, la DGSCA estaba integrada por cuatro direcciones de área: Dirección de Cómputo para la Docencia, Dirección de Cómputo para la Investigación, Dirección de Sistemas y Dirección de Telecomunicaciones además de una Coordinación (Servicios Educativos en RedUNAM - SERUNAM). Después de un largo recorrido tecnológico, el 27 de septiembre del 2010, la DGSCA se transformó en la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación (DGTIC), por acuerdo del Rector de la UNAM, Dr. José Narro Robles debido al crecimiento tecnológico institucional que no sólo comprende lo referente a cómputo, sino también a la convergencia de tecnologías digitales que permiten la comunicación entre los universitarios y el acceso a múltiples tipos de información en los más diversos formatos.

Para el cumplimiento de sus objetivos y funciones, la DGTIC está organizada en las siguientes áreas que dependen de la Dirección General:

- Dirección de Telecomunicaciones (DT).
 - Centro de Atención a Usuarios.
 - Centro de Monitoreo de la Red (NOC).
 - Centro de Información de la Red (NIC).
 - Departamento de Comunicaciones Audiovisuales.
 - Departamento de Control y Seguimiento de Proyectos.
 - Departamento de Conmutación.
 - Departamento de Operación de la Red.
 - Departamento de Operación y Facturación.
 - Departamento de Innovación y Desarrollo Tecnológico.
 - Laboratorio de Tecnologías Emergentes de Redes (NETLab).
 - Departamento de Infraestructura Electromecánica.
 - Unidad de Relaciones Comerciales.

- Dirección de Docencia en Tecnologías de Información y Comunicación (DDTIC).
- Dirección de Colaboración y Vinculación (DCV).
- Dirección de Sistemas y Servicios Institucionales (DSSI).
- Unidad de Investigación, Desarrollo e Innovación (UNIDI)
- Coordinación del Programa h@bitat Puma.
- Unidad Administrativa.

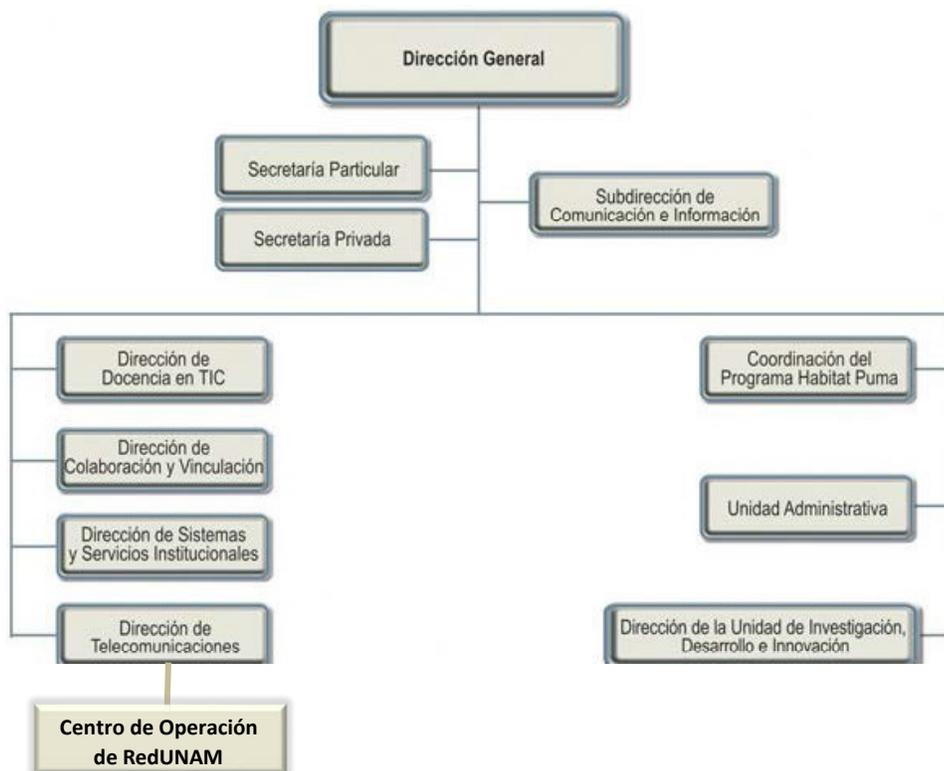


Ilustración 1.1 Organigrama DGTIC

De acuerdo la ilustración 1.1, bajo la Dirección General de Telecomunicaciones se encuentra el Centro de Operación de RedUNAM, cuya tarea principal es la administración y operación de la parte medular, o *backbone*, de la red universitaria y a su vez mantener operando la interconexión de todas las redes locales y enlaces dedicados a nivel WAN de las instituciones, organismos o empresas que se enlazan a RedUNAM.

El NOC UNAM surge en Mayo de 1996, incorporando a personal con sólidos conocimientos acerca de la administración de redes y diversos temas de telecomunicaciones. Cabe mencionar que es el primer Centro de Operación Académico, mexicano, formalmente establecido. Debido a que sus sistemas de monitoreo, comenzaron a trabajar antes de que el NOC se estableciera formalmente, desde abril de 1996, RedUNAM ofrece estadísticas de utilización de los enlaces dedicados de sus clientes en los medios electrónicos, en este caso, por medio de su servidor WEB.

En Febrero de 1997, el NOC puso en funcionamiento un sistema automatizado que permite enviar las alarmas más importantes mediante correo electrónico a todo su personal. Con esto, se logró minimizar de manera considerable el tiempo de atención de fallas en sus enlaces y equipos. Dichos sistemas trabajan las 24 horas del día, los 365 días de año, con lo cual se ha logrado ofrecer un servicio de calidad que se traduce en una alta disponibilidad de los recursos de información que se ofrecen en RedUNAM e Internet³.

1.1.2 Funciones.

El valor a través de los servicios que ofrece el Centro de Operación es fundamental en su día a día así como la satisfacción de los usuarios de la red, los servicios que proporciona están basados en la experiencia y conocimiento de las herramientas y equipo que compone RedUNAM, orientándolos a facilitar las funciones primordiales de cada una de las dependencias o instituciones conectadas a la red. A través del mantenimiento preventivo a los equipos de red, el monitoreo de los enlaces a RedUNAM e Internet, la asesoría a los clientes en cuanto a *software* o *hardware*, el análisis de tráfico, la atención y solución a fallas en la red, etcétera.

³ Universidad Nacional Autónoma de México, *Historia del Centro de Monitoreo-UNAM*, sitio oficial de la UNAM en línea, consulta el 19 de Septiembre de 2015, http://www.noc.unam.mx/index.php?option=com_content&task=section&id=1&Itemid=7

El NOC busca que RedUNAM sea contemplada como una red confiable, capaz de proporcionar los servicios que la comunidad universitaria requiera ya sea voz, datos o video. Para mantener funcionando de manera eficiente la interconexión de las redes locales y de área amplia el centro de monitoreo realiza las siguientes actividades:

- Monitoreo proactivo y gestión de incidentes que se presenten dentro de la RedUNAM: salida a Internet o acceso a RedUNAM por parte de las dependencias de la UNAM (C.U., área metropolitana, nacional e internacionales).
- Establecimiento de las políticas de enrutamiento para la RedUNAM y su acceso a Internet a través de sus diferentes proveedores.
- Tarificación de los enlaces para conocer la cantidad de tráfico generado y requerido por la dependencia.
- Administración de equipos de enrutamiento que interconectan los enlaces WAN con las dependencias foráneas a Ciudad Universitaria, incluyendo las interconexiones con los proveedores que proporcionan la comunicación a Internet.
- Interacción puntual con los Proveedores de Servicio con los que cuenta RedUNAM.
- Administración de las configuraciones de los dispositivos de RedUNAM.
- Instalación y administración de firewalls en los servidores de aplicaciones del Centro de Monitoreo.
- Administración de los servidores que alojan las aplicaciones utilizadas para monitorear RedUNAM.
- Administración e instalación de las aplicaciones usadas para monitorear RedUNAM.
- Investigación, desarrollo e implementación de nuevas aplicaciones de monitoreo.
- Asesoría a los administradores de las dependencias universitarias para mejoras y soluciones de incidentes dentro de su red local.

- Utilización de modelos de referencia para la administración de Tecnologías de Información (ITIL, ISO 20000, Cobit, ISO, ISO 17799) dentro del NOC.

Capítulo 2. Red Nacional de Impulso a la Banda Ancha (Red NIBA)

La Red Nacional de Impulso a la Banda Ancha (Red NIBA) es una red de transporte de alta capacidad que ofrece servicios de conectividad a los actores institucionales del país. Además, es una red dorsal para fines de educación, investigación, salud y gobierno que actualmente se encuentra operando en 40 ciudades con 13 redes estatales y algunas universidades conectadas a los hoteles de CFE.

Red NIBA, es un proyecto de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) que busca proporcionar conectividad de banda ancha a centros educativos, centros de salud, oficinas de gobierno, universidades, entidades de la federación y municipios del país. Utilizando la capacidad que se tiene en la infraestructura de fibra óptica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Los recursos de Internet obtenidos (IPv4, IPv6 y ASN) permitirán el diseño, la configuración y la implementación del direccionamiento correspondiente para el funcionamiento de la dorsal de esta red.

2.1 Impulsores

Red NIBA incremento su servicio de acceso a Internet comercial en tres puntos de interconexión ubicados en las ciudades de Guadalajara, Monterrey y la Ciudad de México. Dicho aumento beneficia principalmente a universidades e instituciones de educación superior, además de centros de investigación que forman parte de los sitios incluidos en el proyecto México Conectado.

México Conectado es un proyecto del Gobierno de la República que contribuye a garantizar el derecho constitucional de acceso al servicio de Internet de banda ancha (artículo 6o. constitucional). Para lograr dicho objetivo, México Conectado promueve el despliegue de redes de telecomunicaciones que proveen conectividad en los sitios y

espacios públicos tales como escuelas, centros de salud, bibliotecas, centros comunitarios o parques, en los tres ámbitos de gobierno: federal, estatal y municipal.

La Coordinación de la Sociedad de la Información y el Conocimiento (CSIC) de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) publicó el fallo a la licitación pública nacional “Servicio de Internet Comercial en las redes metropolitanas en 40 Ciudades”.

El objetivo de este incremento de banda ancha responde a la alta demanda por parte de los usuarios de la Red NIBA. Con esta ampliación, ahora se gozará de 30 Gbps (Gigabits por segundo) adicionales en dicha red.

El proyecto México Conectado se encuentra alineado con la Estrategia Digital Nacional, el Plan Sectorial de la SCT y el Programa Gobierno Cercano y Moderno, los cuales contribuirán a que la población mexicana tenga mayor acceso a Internet y las nuevas tecnologías.

La Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet (CUDI) busca impulsar el desarrollo de aplicaciones que utilicen esta red, fomentando la colaboración en proyectos de investigación y educación entre sus miembros. CUDI es una asociación civil sin fines de lucro que gestiona la Red Nacional de Educación e Investigación en México (RNEI) para promover el desarrollo de nuestro país y aumentar la sinergia entre sus integrantes, además de ser la organización responsable de la ingeniería de Red NIBA.

En la actualidad la red de CUDI cuenta con una infraestructura de enlaces de alta capacidad que operan a una velocidad de 1 a 10 Gbps. Como se muestra en la figura 1 esta red dorsal abarca todo el territorio nacional y permiten la interconexión con las principales redes académicas de Estados Unidos y del resto del mundo. A través de estos enlaces es posible tener acceso a las redes similares de Europa, Asia, Oceanía y América Latina que interconectan a universidades, institutos y centros de investigación.

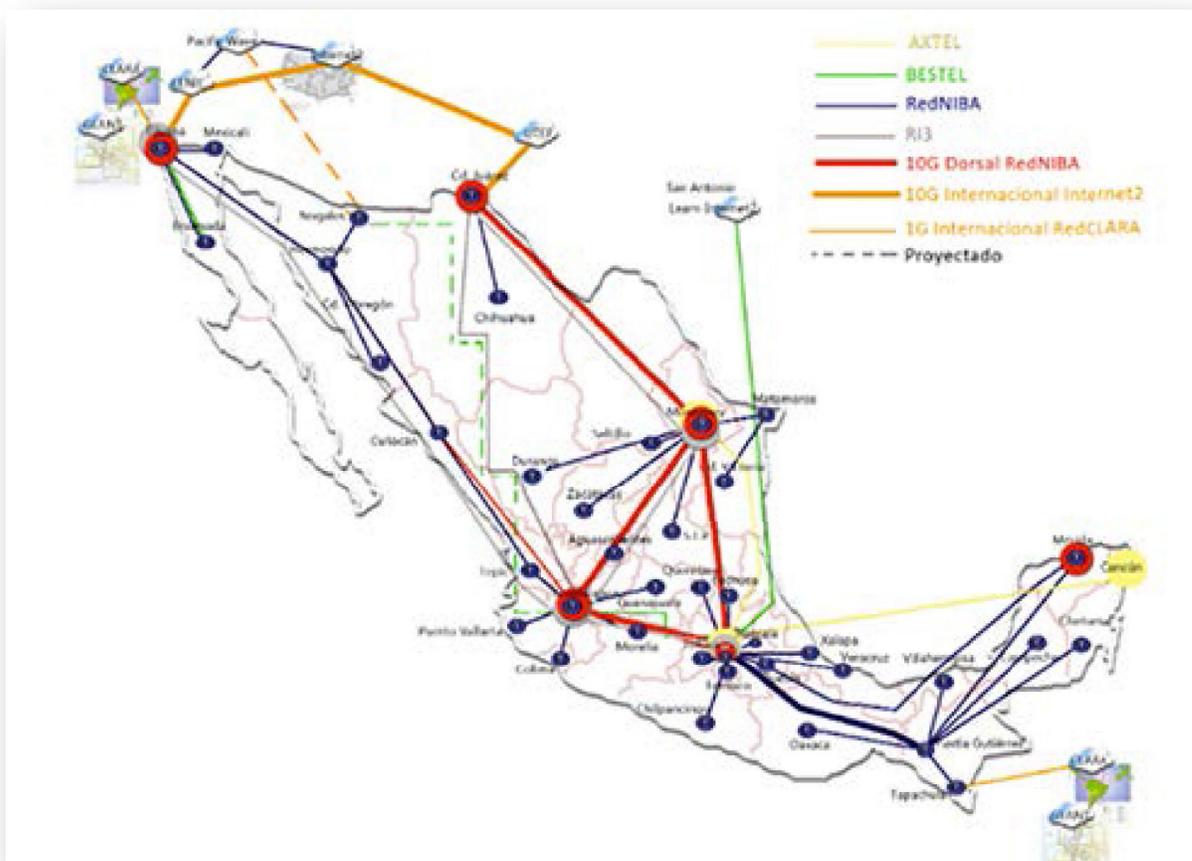


Ilustración 2.1 Backbone de la red de CUDI

El 15 de junio de 2012 se celebró el convenio financiero entre la SEP-CUDI-UDG, en donde la Secretaría de Educación Pública, tuvo a bien apoyar con recursos públicos federales extraordinarios no regularizables a Instituciones de Educación Superior miembros de la Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet en México A.C. (CUDI), para proveerlas de infraestructura necesaria y a su vez conectarlas a la Red Nacional de Impulso a la Banda Ancha (Red NIBA) del Gobierno Mexicano.

El convenio garantiza para CUDI la disponibilidad de capacidad en Red NIBA que opera sobre la infraestructura de fibra óptica de la CFE, permite la utilización de los hoteles de interconexión de CFE ubicados en las principales ciudades del país y le

permite el uso de esta infraestructura para interconectar su red y para proporcionar conectividad a los centros educativos y de investigación de las instituciones miembros de CUDI.

Los Hoteles Telecom son puntos neutrales de acceso a la red de fibra óptica de la CFE y al resto de las redes, sin preferencia o discriminación a ningún cliente o proveedor. Los servicios complementarios que se prestan en los Hoteles Telecom son: alojamiento

- Alojamiento: Consiste en el servicio de renta de espacio físico dentro del Hotel Telecom para la instalación por parte del cliente de equipamiento de telecomunicaciones con el cual podrá interconectarse a servicios propios de CFE Telecom o a servicios de otros operadores alojados dentro del Hotel Telecom.
- Conectividad: Es la conexión física y lógica entre dos redes para cursar tráfico del tipo convenido entre empresas u operadores, independientemente de la velocidad y el medio físico, permite a los usuarios de una de las redes utilizar servicios proporcionados por la otra red y viceversa⁴.

2.1.2 La Red NIBA como iniciativa para reducir de la brecha digital.

Hoy en día prácticamente todos los elementos de nuestra vida se vinculan cada vez más al Internet, las tecnologías de la información y comunicación y las interacciones que estas herramientas generan. Uno de los grandes retos del gobierno consiste en disminuir la brecha digital para favorecer la innovación, mejorar los procesos educativos, de salud, de gobierno y para permitir a los ciudadanos acceder a un universo prácticamente ilimitado de información que les haga partícipes activos en y desde la sociedad del conocimiento.

⁴ Comisión Federal de Electricidad, *Dirección de Modernización, CFE TELECOM*, Documento oficial de la CFE en línea, consulta el 16 de marzo de 2016, http://159.16.244.43:90/LB%20CFE%20Telecom/CFE%20LB%200010_Parte1.pdf

“En países miembros de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) el tiempo de descarga promedio mediante red telefónica de alta velocidad es de 30 Megabites por segundo, mientras en México es de 3 Megabites. La velocidad media de la banda ancha fija para nuestro país es de 5.1 Megabites, mientras en Chile, por ejemplo, es de 14.8 Megabites. Es decir, hay un servicio limitado y a precios aún fuera del alcance de la mayoría de los mexicanos”⁵.

Red NIBA forma parte del Proyecto México Conectado (PMC), cuyo objetivo es brindar, en condiciones de igualdad, acceso a Internet de banda ancha, abierto y gratuito para todos los mexicanos. La estrategia nacional para acelerar la transición hacia la sociedad de la información y el conocimiento, consiste en garantizar la disponibilidad y capacidad de la Red NIBA a través de enlaces de 1 Gigabit por segundo sobre la infraestructura de fibra óptica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

La fibra óptica interconecta a los hoteles de CFE ubicados en las principales ciudades del país, permitiendo la conectividad a los centros educativos y de investigación de las instituciones miembros de CUDI. La UNAM, al ser miembro de CUDI, se vio beneficiada al conectar 29 de sus dependencias a esta red de alta capacidad. Entre ellas se encuentran los 14 planteles de bachillerato, centros de investigación e instalaciones en Morelia, Querétaro, Morelos y Tlaxcala.

Con base en licitación celebrada en noviembre de 2013 en la DGTIC, se adquirieron 16 equipos de red nuevos que se instalaron en las dependencias de la UNAM cuya infraestructura actual no cubría los requerimientos técnicos para la implementación del enlace de RedNIBA. Dichos equipos fueron configurados e instalados por el personal del NOC UNAM.

Los objetivos de Red NIBA son:

⁵ Itzcóatl Tonatiuh Bravo Padilla, México conectado: frente a la brecha digital, en La Jornada en línea, <http://www.jornada.unam.mx/2015/03/11/opinion/014a1pol>, consulta: 19 de Septiembre del 2015.

- Incrementar la infraestructura de telecomunicaciones de alta capacidad en las ciudades más importantes del país, para fines académicos y sociales.
- Mejorar la calidad de los servicios de banda ancha para los grandes centros de trabajo como la UNAM, hospitales y redes estatales.

Estas aportaciones al desarrollo de la investigación y la generación de conocimientos, se traducen en aprendizajes que contribuyen a elevar los niveles de la calidad educativa además de lograr la formación de profesionales y ciudadanos competentes y comprometidos con las necesidades y demandas de las nuevas sociedades.

Capítulo 3. Configuraciones de equipos de red para la implementación de Red NIBA

Como se mencionó en el capítulo anterior, en noviembre de 2013 en la DGTIC, se adquirieron 16 equipos de red nuevos que se instalaron en 16 dependencias de la UNAM cuya infraestructura actual no cubría los requerimientos técnicos para la implementación del enlace de Red NIBA.

Requerimientos generales:

- Energía eléctrica regulada de 127 Volts de Corriente Alterna (VCA).
- Respaldo eléctrico (UPS) de 700 Volts-Amperes (VAs).
- Tierra física con una resistencia igual o menor a 5 ohms.
- 5 unidades de *rack* para la instalación del equipo terminal.
- Clima artificial con una temperatura de 19° C.
- Acometida para la instalación de cableado desde el exterior del inmueble.
- Equipo de red (*switch* o *router*) con soporte del protocolo IEEE 802.1q (VLANs) para la entrega de los servicios de conectividad a contratar transportados por la Red MPLS (VRF5) a través del Equipo Terminal (CPE) a suministrar por los licitantes adjudicados.

Los equipos de red adquiridos por la UNAM para las dependencias tienen las siguientes características:

- *Switches* de acceso Modelo NI-CER-2420C: 24 puertos *Gigabit Ethernet* de cobre con conector RJ45.
- Puertos 100/1000 RJ45/SFP de combinación.
- Fuente de alimentación de 500 *Watts* CA.
- Características de enrutamiento *unicast* y *multicast* IP altamente escalables.

- Soporte para los protocolos de enrutamiento RIP, OSPF, IS-IS y BGP, MPLS opcional⁶.

Para la configuración inicial del equipo, se implementó una nueva administración, conocida como puerto de consola. Estos puertos seriales asíncronos no se diseñaron como puertos de *networking*. Cuando el enrutador entra en servicio por primera vez, los parámetros de *networking* no están configurados; por lo tanto, el enrutador no puede comunicarse con ninguna red. Al preparar la configuración inicial, el primer paso fue conectarlo a una computadora que emula una terminal ASCII, al puerto de consola del sistema. Una vez instalado, se ingresaron los comandos de configuración para poner en marcha el enrutador. Para realizar la conexión al puerto de consola, se usa un cable transpuesto o de consola y un adaptador RJ-45 a DB-9 para conectarse al PC.

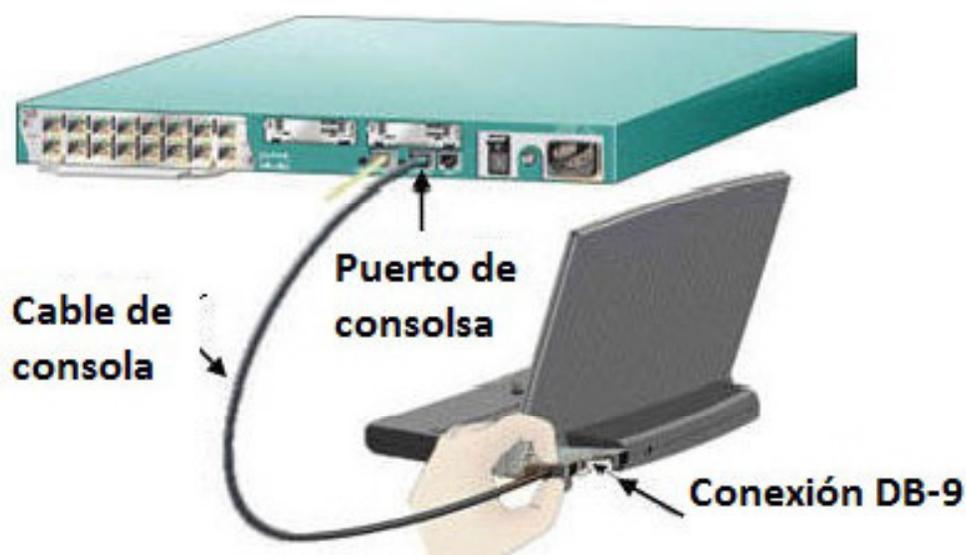


Ilustración 3.1 Conexión de *router* con una computadora

⁶ Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet A.C., Internet 2 - México, *Red NIBA*, sitio oficial de CUDI en línea, consulta el 10 de Noviembre de 2015, <http://www.cudi.mx/conexion/red-niba>

El *software* emulador de terminal utilizado fue *HyperTerminal*, que es un programa que se puede utilizar para conectar otros equipos, sitios *Telnet*, equipos *host*, etc. mediante un módem, un cable de consola o *Ethernet*. *Hyperterminal* es una aplicación de Windows. En el sistema operativo Windows XP se encuentra previamente instalada. Para Windows 7 en adelante se encuentran versiones ejecutables gratis.

Para conectar una computadora a un enrutador, se siguieron los siguientes pasos:

1. Configurar el software de emulación de terminal en el PC para:

- El puerto con adecuado
- 9600 baudios
- 8 bits de datos
- Sin paridad
- 1 bit de parada
- Sin control de flujo

2. Conexión RJ-45 del cable transpuesto al puerto de consola del router.

3. Conexión el otro extremo del cable transpuesto al adaptador RJ-45 a DB-9.

4. Conecte el adaptador DB-9 hembra al PC.

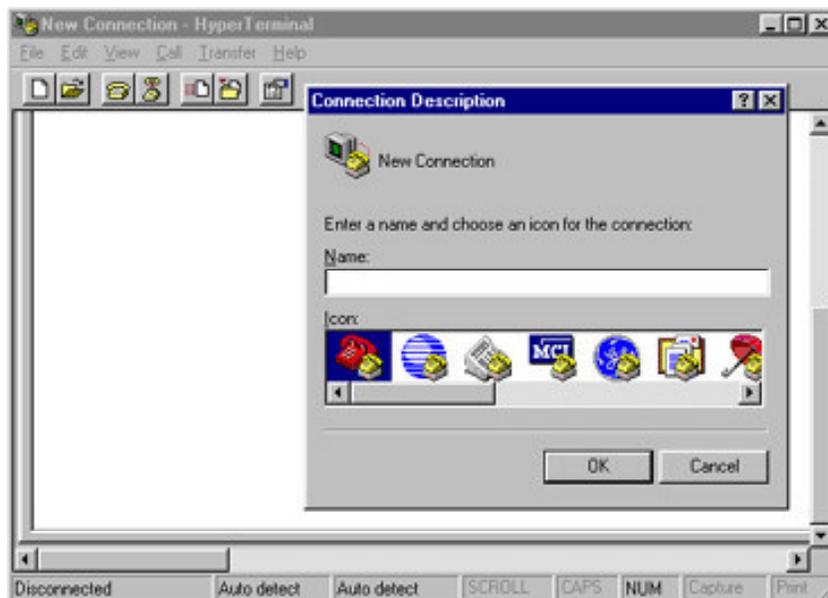
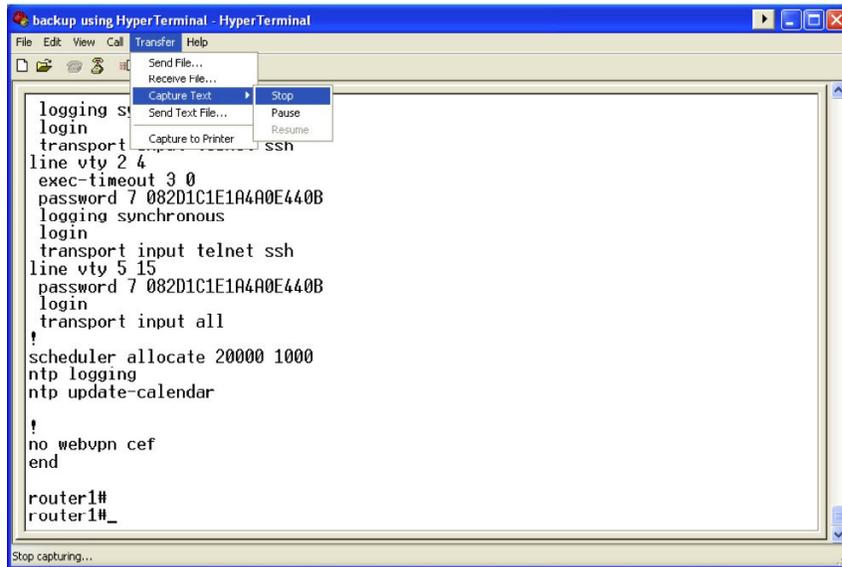


Ilustración 3.2 Software emulador *Hyperterminal*

Cuando la conexión entre el equipo de red y la interfaz gráfica de “*Hyperterminal*” quedan correctamente comunicados, nos muestra la línea de comandos para ingresar la configuración como se observa en la siguiente ilustración.



```
logging synchronous
login
transport input ssh
line vty 2 4
exec-timeout 3 0
password 7 082D1C1E1A4A0E440B
logging synchronous
login
transport input telnet ssh
line vty 5 15
password 7 082D1C1E1A4A0E440B
login
transport input all
!
scheduler allocate 20000 1000
ntp logging
ntp update-calendar
!
no webvpn cef
end
router1#
router1#_
```

Ilustración 3.3 Línea de comandos *Hyperterminal*

3.1 Protocolos y configuración de Red NIBA en los equipos de enrutamiento

El “enrutamiento” es el proceso usado por el enrutador para enviar paquetes a la red de destino. Un enrutador toma decisiones en función de la dirección de “*IP*” de destino de los paquetes de datos. Todos los dispositivos intermedios usan la dirección de “*IP*” de destino para guiar el paquete hacia la dirección correcta, de modo que llegue a su destino. A fin de tomar decisiones correctas, los enrutadores deben aprender la ruta hacia las redes remotas, para esto se basan en los protocolos de enrutamiento. Éstos, son el conjunto de reglas utilizadas para la comunicación entre enrutadores con el fin de compartir información de red. Dicha información se usa para construir y mantener las tablas de enrutamiento.

Los protocolos de enrutamiento se dividen en:

- Enrutamiento Estático: el administrador de la red configura manualmente la información acerca de las redes remotas.
- Enrutamiento Dinámico: el enrutador obtiene la información de enrutamiento de otros routers.⁷

Los equipos adquiridos por la UNAM para este proyecto cuentan con soporte para realizar enrutamiento estático y dinámico. Dentro de la configuración de Red NIBA destaca el uso de rutas estáticas y el protocolo *BGP*.

3.1.2 Configuración de las interfaces en el enrutador.

En cada uno de los enrutadores se configuró una interfaz VLAN (Red de Área Local Virtual), con un identificador utilizado únicamente para esta red. Esta tecnología, a nivel capa 2 del modelo de referencia OSI permite optimizar, proteger y segmentar el tráfico de red. Se le asoció con uno de los puertos del enrutador donde se conectó físicamente el enlace de Red NIBA. Este puerto fue el mismo en todos los equipos.

Ejemplo de configuración de la vlan:

```
vlan 5 name REDNIBA_INTERNET
  tagged ethe 1/1
router-interface ve 5
```

En el puerto donde se conectó físicamente el enlace de Red NIBA, se le asignó un nombre y un identificador del servicio. Este *ID* fue proporcionado por el proveedor para identificar a las dependencias al momento de reportar un incidente a la mesa de ayuda de Red NIBA.

⁷ Luis Modesto González Lucas, *Protocolos de Enrutamiento*, Departamento de Electrónica IES, sitio oficial de IES-Sevilla en línea, http://www.ieslosviveros.es/alumnos/asig8/carpeta812/PROTOCOLOS_DE_ENRUTAMIENTO.pdf

Ejemplo de configuración de la interfaz asignada a Red NIBA.

```
interface ethernet 1/1
  port-name REDNIBA_INTERNET [ID 15]
```

Los equipos adquiridos por la UNAM son conocidos como *Switches* de capa 3. Tienen funcionalidades de enrutamiento y también pueden trabajar en la capa 2 del modelo OSI. En este tipo de dispositivos, las *Vlans* son asociadas a una interfaz virtual (virtual Ethernet), cuya funcionalidad es la misma a la de un puerto físico en un enrutador. El direccionamiento público fue proporcionado por el proveedor, IP con máscara de subred 255.255.255.252 (/30). Esto significa que se tenían 2 direcciones disponibles para asignarlas a los “*host*” interconectados, en este caso una IP se configuró en el *switch* Brocade (177.1.1.2/30) y la otra IP (177.1.1.1/30) fue configurada en el equipo denominado *CPE*, propiedad del proveedor cuya funcionalidad es hacer una conversión de medio, recibe el enlace en fibra óptica y lo convierte a *UTP*.

```
interface ve 5
  port-name REDNIBA_INTERNET [ID 153]
  ip address 177.1.1.1/30
```

Para fines de privacidad en la información de enrutamiento en RedUNAM, en el presente trabajo utilicé el segmento de red 177.1.1.0/30 para ejemplificar la configuración como se muestra en la ilustración 3.4.

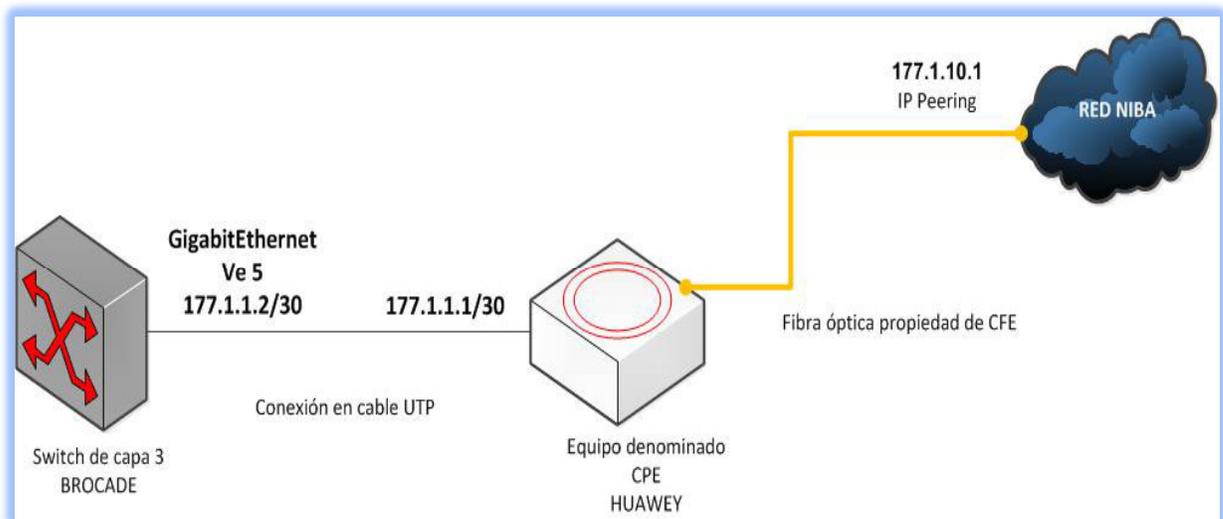


Ilustración 3.4 Modelo de conexión de Red NIBA

3.1.3 Rutas estáticas.

Las rutas estáticas deben configurarse manualmente, debido a esto cualquier cambio en la topología de la red requiere que el administrador agregue o elimine las rutas estáticas afectadas por dichos cambios.

Las operaciones con rutas estáticas para Red NIBA pueden dividirse en tres partes:

- Configuración de la ruta manualmente.
- El enrutador instaló la ruta en la tabla de enrutamiento.
- Los paquetes se enrutan de acuerdo a la ruta estática.

Como las rutas estáticas se configuran manualmente, el administrador debe configurarlas mediante el comando *"ip route"*. En la sintaxis correcta del comando se indica la red destino, su máscara de *"subred"* y la *"IP"* del vecino que dará a conocer dicha red.

Ejemplo de configuración de ruta estática para alcanzar la IP 177.1.10.1 del *Peer* de Red NIBA.

```
ip route 177.1.10.1 255.255.255.255 177.1.1.1
```

Conocer la IP destino 177.1.10.1/32 es importante pues es el identificador del enrutador con el que se estableció la sesión *EBGP* para anunciar las redes locales de las dependencias de la UNAM a Internet. Una vez configurada las rutas estática, fue fundamental verificar que se mostrara en la tabla de enrutamiento, y que el enrutamiento funcionara tal como estaba previsto.

3.1.4 Border Gateway Protocol (BGP).

El protocolo *BGP* es un ejemplo de protocolo de *Gateway* exterior (EGP) que intercambia información de enrutamiento entre sistemas autónomos a la vez que garantiza una elección de ruta libre de *loops*. Un sistema autónomo (AS) es un conjunto de redes bajo una misma administración, las cuales comparten una estrategia de enrutamiento común. Para el mundo exterior, el AS es una entidad única y puede ser administrado por uno o más operadores. Los números de identificación de cada AS son asignados por la IANA siglas en inglés de Internet Assigned Numbers Authority o Autoridad para Asignación de Números de Internet, para México es NIC-México. Este Sistema Autónomo es un número de 32 bits que identifica de manera única a sus redes dentro de Internet.

BGP es el protocolo principal de publicación de rutas utilizado por las compañías más importantes y proveedores de servicio de Internet (ISP). BGP4 es la primera versión que admite enrutamiento entre dominios sin clase (CIDR) y agregado de rutas. A diferencia de los protocolos de *Gateway* internos (IGP), como RIP, OSPF y EIGRP, BGP no usa métricas como número de saltos, ancho de banda, o retardo. En cambio,

toma decisiones de enrutamiento basándose en políticas de la red, o reglas que utilizan varios atributos de ruta. Sus características clave son las siguientes:

- Es un protocolo de enrutamiento exterior por vector-distancia.
- Se usa entre ISPs o entre los ISPs y sus clientes.
- Se usa para enrutar el tráfico de Internet entre Sistemas Autónomos
- Los enrutadores que tienen habilitado el proceso de BGP se conocen como *BGP-speakers*.
- A los enrutadores que establecen una vecindad entre sí se les llama *BGP Peers*.
- Un dispositivo de *peer* tiene una conexión TCP activa a otro dispositivo de BGP *peer*.
- Un *Peering* es la conexión entre dos *BGP-speakers* y el intercambio de información de enrutamiento.
- Utiliza un *Router ID* para identificar a los *peers*. Es un valor de 32 bits que es representado a menudo por un direccionamiento IPv4.
- Cuando una conexión TCP se establece entre los dispositivos, cada *peer* BGP intercambia inicialmente todas sus rutas (la tabla de BGP *routing* completa) con el otro *peer*.
- Después de que se envíen las actualizaciones iniciales de este intercambio solamente se enviará información cuando ha habido un cambio de la topología en la red, o cuando se ha implementado o se ha modificado una política de ruteo⁸.

⁸ CISCO Systems-Inc, México, Manual de configuraciones, *Configuración de una Red BGP Básica*, documento oficial de CISCO Systems-Inc en línea, consulta el 17 de Noviembre de 2015, http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/111/1116/1116297_irc-basic-net.pdf.

Ejemplo de configuración de EBGp para Red NIBA:

```
router bgp
  local-as 2
  neighbor 177.1.10.1 remote-as 284
  neighbor 177.1.10.1 ebgp-multihop 5
  neighbor 177.1.10.1 password 2 $S3Rxa3RaTDM=

address-family ipv4 unicast
  network 132.1.1.0/24
exit-address-family
```

- **Router BGP** : inicia el proceso de BGP en el enrutador.
- **Local-as**: Indica el Sistema Autónomo local.
- **Neighbor 177.1.10.1 remote-as 284**: ID y Sistema Autónomo del vecino con el que se establecerá el *peering*.
- **Neighbor 177.1.10.1 ebgp-multihop**: En algunos casos especiales es necesario establecer sesiones E-BGP entre dos enrutadores externos que no están conectados directamente. Para solucionar esto se utiliza EBGp multihop que permite establecer una sesión E-BGP entre dos enrutadores externos a través de un router tercero intermedio
- **Neighbor 177.1.10.1 password**: por cuestiones de seguridad, la sesión de EBGp para NIBA requirió de una contraseña.
- **Address-family ipv4 unicast**: Especifica la familia de direcciones de Ipv4 e ingresa en el modo de configuración de la familia de direcciones. Utiliza la palabra clave **unicast** para especificar la familia de direcciones unicast Ipv4.
- **Network**: Red LAN dentro del Sistema Autónomo local que se anuncia al vecino BGP, es decir, a Red NIBA.

BGP se utiliza principalmente para conectar una red local con una red externa para acceder a Internet o para conectar con otras organizaciones. Al conectarse a una organización externa se crean sesiones de “*peering BGP (EBGP)*” externas. Por lo tanto, cada red local en las dependencias de la UNAM fue anunciada mediante el proceso de BGP a Red NIBA. Los proveedores ISP involucrados se encargaron de proporcionar la conexión hacia Internet.

3.1.5 Otros parámetros configurados.

El protocolo simple de administración de red (SNMP) es un protocolo de capa de red del modelo OSI que realiza operaciones de gestión de red mediante una conexión de *Ethernet* utilizando protocolo de datagramas de usuario/protocolo de Internet (UDP/IP).

El protocolo SNMP permite a los administradores de red:

- a. Supervisar la operación de la red.
- b. Configurar equipos.
- c. Encontrar incidentes.
- d. Acceder a la información de productos de diferentes fabricantes de una misma manera, desarrollando una herramienta común de monitoreo.

El protocolo “*SNMP*” está compuesto por dos elementos: el agente (*agent*), y el gestor (*manager*). Como se observa en la siguiente ilustración, el protocolo SNMP es una arquitectura cliente-servidor, en la cual el agente desempeña el papel de servidor y el gestor hace el de cliente. Un gestor puede realizar sólo dos tipos diferentes de operaciones sobre un agente: leer o escribir un valor de una variable en la “MIB” (Management Information Base) del agente.

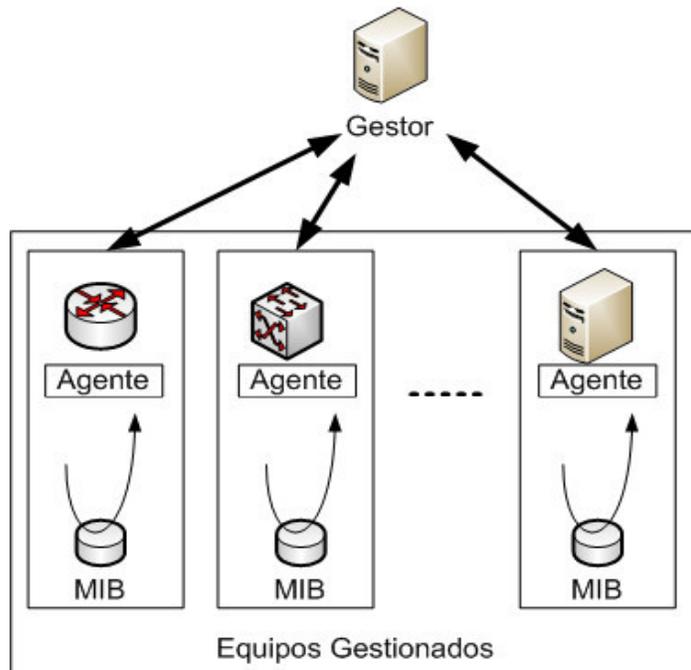


Ilustración 3.5 Esquema SNMP

En el NOC UNAM se cuenta con diferentes herramientas de monitoreo que hacen uso del protocolo "SNMP". Esto permite la administración del rendimiento de la red, la detección y solución de problemas, así como la planificación en el crecimiento de la red.

Ejemplo de configuración de SNMP:

```
snmp-server
snmp-server community ..... ro
snmp-server community ..... ro
snmp-server community ..... rw
snmp-server contact NOC-RedUNAM 5622 8862 email:
nockers@unam.mx
snmp-server location ENP 1 "Gabino Barreda"
snmp-server host 132.1.1.21 version v2c .....
snmp-server host 132.1.1.9 version v2c .....
```

snmp-server community: La clave pública permite a los gestores realizar peticiones de valores de variables, mientras que la clave privada permite realizar peticiones de escritura. A estas palabras clave se les llama en SNMP, comunidades. Cada dispositivo conectado con una red gestionada con SNMP, ha de tener configuradas estas dos comunidades.

snmp-server host: Se especifica la dirección IP del destinatario que recibirá las notificaciones de SNMP.

Esta configuración se replicó en cada uno de los equipos de red que se instalaron en las dependencias beneficiadas con Red NIBA.

Capítulo 4. Implementación de los equipos de red con la configuración de Red NIBA

Una vez que los equipos de red fueron configurados de acuerdo a las especificaciones requeridas para la instalación de Red NIBA se comenzó con la planeación de las entregas en cada dependencia. Para ello se realizó un cronograma con las fechas en que se instalarían los equipos. Esto dependió de la disponibilidad de los administradores de red de los sitios. Todos los dispositivos se instalaron en gabinetes (racks) ya existentes en los cuartos de telecomunicaciones de cada dependencia. Para la migración de los servicios que se encontraban conectados en el enrutador actual al enrutador nuevo marca “Brocade”, se siguió el siguiente procedimiento:

1. Instalar el enrutador Brocade en el gabinete.
2. Conectar el extremo de un cable Ethernet a la interface del CPE instalado por el proveedor de servicios y el extremo opuesto del cable Ethernet a un puerto libre del enrutador nuevo Brocade.
3. Migrar los servicios del enrutador anterior al equipo nuevo. Estos servicios fueron: la conexión a la red local (LAN) de la dependencia, la conexión a RedUNAM y el Sistema de Alimentación Ininterrumpida (UPS, por sus siglas en inglés).
4. Revisión del correcto funcionamiento de las configuraciones realizadas.
5. Pruebas de “punto a punto” de los servicios.
6. Validación por parte del usuario final.

4.1. Instalación y conexión de los equipos de enrutamiento

El modelo de conexión de RedNIBA consistió en conectar los equipos proporcionados por el proveedor con los equipos adquiridos por la UNAM como se observa en el siguiente diagrama:

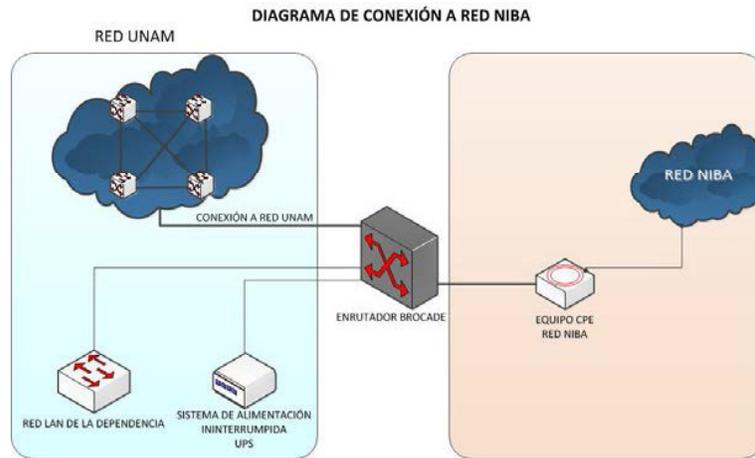


Ilustración 4.1 Diagrama de conexión de Red NIBA

Conexión en el cuarto de Telecomunicaciones de cada dependencia:

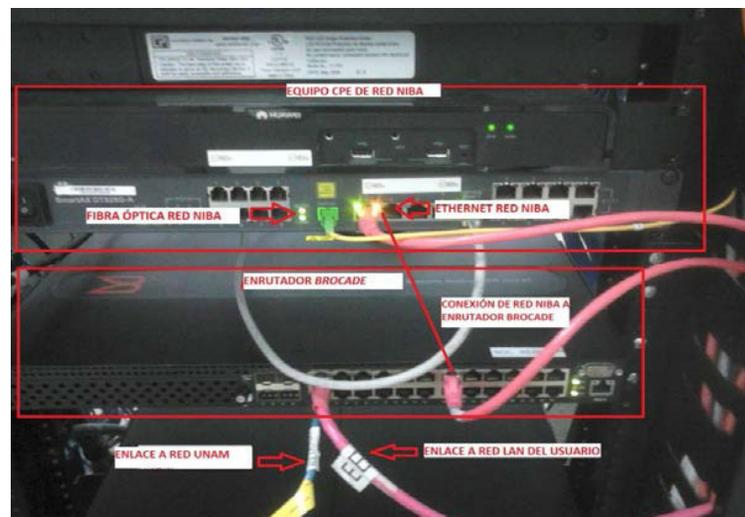
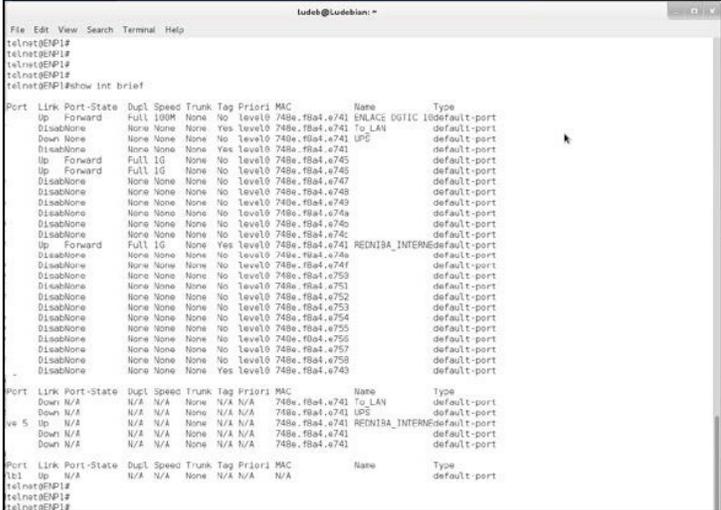


Ilustración 4.2 Conexión de equipos de red en las dependencias

4.2. Pruebas y validación para la entrega del servicio

Se verificó que las interfaces físicas encendieran tanto en los equipos como en línea de comandos. El comando `show interfaces` nos muestra de manera detallada el estado de las interfaces del enrutador



```
ludob@Ludobian:~$ telnet@ENP1#
telnet@ENP1#
telnet@ENP1#
telnet@ENP1#
telnet@ENP1# show int brief
Port Link Port-State Dupl Speed Trunk Tag Prior MAC Name Type
-----
Up Forward Full 100M None No level0 749e.f8a4.e741 ENLACE DGTTIC 100 default-port
Down None None None None Yes level0 749e.f8a4.e741 To LAN default-port
Down None None None None No level0 749e.f8a4.e741 LPE default-port
Down None None None None Yes level0 749e.f8a4.e741 default-port
Up Forward Full 1G None No level0 749e.f8a4.e745 default-port
Up Forward Full 1G None No level0 749e.f8a4.e745 default-port
Down None None None None No level0 749e.f8a4.e747 default-port
Down None None None None No level0 749e.f8a4.e748 default-port
Down None None None None No level0 749e.f8a4.e749 default-port
Down None None None None No level0 749e.f8a4.e74a default-port
Down None None None None No level0 749e.f8a4.e74b default-port
Down None None None No level0 749e.f8a4.e74c default-port
Up Forward Full 1G None Yes level0 749e.f8a4.e741 REINISA_INTER default-port
Down None None None No level0 749e.f8a4.e74e default-port
Down None None None No level0 749e.f8a4.e74f default-port
Down None None None No level0 749e.f8a4.e750 default-port
Down None None None No level0 749e.f8a4.e751 default-port
Down None None None No level0 749e.f8a4.e752 default-port
Down None None None No level0 749e.f8a4.e753 default-port
Down None None None No level0 749e.f8a4.e754 default-port
Down None None None No level0 749e.f8a4.e755 default-port
Down None None None No level0 749e.f8a4.e756 default-port
Down None None None No level0 749e.f8a4.e757 default-port
Down None None None No level0 749e.f8a4.e758 default-port
Down None None None No level0 749e.f8a4.e743 default-port
-
Port Link Port-State Dupl Speed Trunk Tag Prior MAC Name Type
-----
Down N/A N/A N/A None N/A N/A 749e.f8a4.e741 To LAN default-port
Up N/A N/A N/A None N/A N/A 749e.f8a4.e741 LPE default-port
Down N/A N/A N/A None N/A N/A 749e.f8a4.e741 REINISA_INTER default-port
Down N/A N/A N/A None N/A N/A 749e.f8a4.e741 default-port
Down N/A N/A N/A None N/A N/A 749e.f8a4.e741 default-port
Port Link Port-State Dupl Speed Trunk Tag Prior MAC Name Type
-----
Up N/A N/A N/A None N/A N/A N/A default-port
telnet@ENP1#
telnet@ENP1#
telnet@ENP1#
```

Ilustración 4.3 Estado de las interfaces en el enrutador.

Como ayuda para diagnosticar la conectividad básica de red, muchos protocolos de red admiten un protocolo de “eco”. Los protocolos de “eco” se utilizan para verificar el enrutamiento de los paquetes. El comando “ping” envía un paquete al *host* destino y luego espera un paquete de respuesta de ese *host*. Los resultados de este protocolo de “eco” pueden ayudar a evaluar la confiabilidad de ruta al dispositivo, las demoras en la ruta y si se puede acceder al dispositivo, o si éste está funcionando.

Las pruebas que se realizaron utilizando el comando “ping” en este proyecto son las siguientes:

instrucción “ping” proporcionó un diagnóstico de la conectividad básica de la red de las dependencias con conectividad a Red NIBA.

El comando “tracert” es la herramienta ideal para descubrir dónde se envían los datos en una red. El comando “tracert” es similar al comando “ping”, salvo que en lugar de probar la conectividad de extremo a extremo, “tracert” verifica cada paso en el proceso. Es una utilidad que sirve para identificar la trayectoria por la cual, en ese momento, se llega a un destino determinado. Emplea el campo TTL del encabezado IP. El valor de este campo se resta en uno cada vez que llega a un equipo de red de capa 3. El trazado de la ruta se inicia con el valor en “1” y se incrementa en uno por cada salto adicional hasta alcanzar el destino determinado. Si no es posible llegar a alguno de estos enrutadores, se devolverán tres asteriscos (*) en lugar del nombre del enrutador.

Las pruebas que se realizaron utilizando el comando “tracert” en este proyecto son las siguientes:

- Traceroute hacia páginas de RedUNAM.

```
telnet@ENPI#
telnet@ENPI#
telnet@ENPI#tracert www.aragon.unam.mx

Type Control-c to abort
Sending DNS Query to 132.

Type Control-c to abort
Tracing the route to IP node www.aragon.unam.mx(132. .99) from 1 to 30 hops

 1  12 ms    2 msSending DNS Query to 132.
 2  2 ms 132.
 3  8 ms   14 ms   5 ms 1010-dgtic.redunam.unam.mx [132. .1]
 4 18 ms   4 ms   17 ms 1003-zc.redunam.unam.mx [132. .202]
 5  5 ms   4 ms   5 ms 001.inverso.unam.mx [132. .1]
 6  7 ms   6 msSending DNS Query to 132.
 7  6 ms 132.
 8 11 ms   4 ms   5 ms inverso.unam.mx [
 9  4 ms   3 ms   4 ms informatica.aragon.unam.mx [132. .99]
telnet@ENPI#
telnet@ENPI#
```

Ilustración 4.8 Tracerouter www.aragon.unam.mx

- Traceroute hacia páginas de Internet.

```

ludeb@Ludebian: ~
File Edit View Search Terminal Help
telnet@ENP1#
telnet@ENP1#traceroute espanol.yahoo.com

Type Control-c to abort
Sending DNS Query to 132.

Type Control-c to abort
Tracing the route to IP node espanol.yahoo.com(98.138.253.109) from 1 to 30 hops

  1  5 ms   3 msSending DNS Query to 132      .1
    2 ms 132.247.254.49
  2  8 ms   10 ms   5 ms 1010-dgtic.redunam.unam.mx [132.      .1]
  3  5 ms   9 ms    5 ms static-201-151-196-194.alestra.net.mx [201.      ]
  4  3 ms   5 ms    6 ms static-201-151-207-221.alestra.net.mx [201.      ]
  5  4 ms   4 ms    3 ms host-189-206-31-70.block.alestra.net.mx [189.206.31.70]
  6  60 ms  65 ms   60 ms 63-218-121-65.static.pccwglobal.net [63.218.121.65]
  7  61 ms  112 ms  61 ms TengE10-4.br02.dal01.pccwbtn.net [63.218.22.206]
  8  100 ms 91 ms   59 ms exchange-cust1.dal.equinix.net [206.223.118.16]
  9  58 ms  58 ms   55 ms ae-9.pat1.dnx.yahoo.com [216.115.96.79]
 10  69 ms  71 ms   78 ms ae-6.pat2.nez.yahoo.com [216.115.104.116]
 11  68 ms  69 ms   68 ms et-19-1-0.msr2.ne1.yahoo.com [216.115.105.181]
 12  68 ms  72 ms   72 ms et-1-0-0.clr1-a-gdc.ne1.yahoo.com [98.138.97.69]
 13  64 ms  69 ms   73 ms et-17-1.fab4-1-gdc.ne1.yahoo.com [98.138.0.83]
 14  75 ms  63 ms   69 ms po-13.bas2-7-prd.ne1.yahoo.com [98.138.240.28]
 15  64 ms  64 ms   64 ms irl.fp.vip.ne1.yahoo.com [98.138.253.109]
telnet@ENP1#

```

Ilustración 4.9 Traceroute hacia español.yahoo.com

Con el comando “**show ip bgp summary**” se comprobó que la sesión EBGP con RedNIBA se había establecido. Esta instrucción permite ver lo *peerings* o sesiones BGP configuradas y su estado de operación; así como los prefijos que reciben del vecino. En este momento, los anuncios convergieron y la red anunciada ya era alcanzable desde Internet. Lo que significa que los usuarios conectados en la red LAN de la dependencia ya podían acceder a Internet y RedUNAM.

```

telnet@ENP1#
telnet@ENP1#show ip bgp sum
summary          Summary of BGP neighbor status
telnet@ENP1#show ip bgp summary
BGP4 Summary
Router ID: 132.          Local AS Number: 2
Confederation Identifier: not configured
Confederation Peers:
Maximum Number of IP ECMP Paths Supported for Load Sharing: 1
Number of Neighbors Configured: 1, UP: 1
Number of Routes Installed: 28, Uses 2408 bytes
Number of Routes Advertising to All Neighbors: 3 (3 entries), Uses 144 bytes
Number of Attribute Entries Installed: 12, Uses 1080 bytes
Neighbor Address  AS#      State   Time    Rt:Accepted  Filtered  Sent    ToSend
177.              284     ESTAB   3d23h56m  25           0         3       0
telnet@ENP1#
telnet@ENP1#
telnet@ENP1#

```

Ilustración 4.10 Sesión de BGP

Otra de las herramientas más utilizadas para el diagnóstico de problemas en redes es un servidor llamado *looking glass*. Este tipo de servidores propiedad de distintos *ISP's* (Internet Service Provider) permiten hacer consultas de enrutamiento y conectividad desde su *backbone* hasta una red pública anunciada por otro Sistema Autónomo. En el caso de los enrutadores que son accesibles para verificar conectividad, tablas de ruteo, peerings, etc. se les conoce como "*router servers*". En estas herramientas se pueden ejecutar comandos como *ping*, *traceroute*, *show route* y mostrar información de BGP hacia otras redes que son alcanzables desde internet. Dichas funciones muestran un panorama de cómo se anuncian las redes y de cómo se ve el enrutamiento de ese segmento público desde otro país.

Cada dependencia de la UNAM conectada a Red NIBA cuenta con un segmento público que fue anunciado por el ISP a Internet. Esto se comprobó con las herramientas ya mencionadas. El flujo de información en redes no solo se da en un sentido, para poder consultar páginas en Internet debe de haber un camino de ida y de regreso de los datos. Ejemplo de *traceroute* en *looking glass* de **Hurricane Electric** para una red de la UNAM.



Looking Glass

Welcome to Hurricane Electric's Network Looking Glass. The information provided by and the support of this service are on a best effort basis. These are some of our routers at core locations within our network. We also operate a public route server accessible via telnet at route-server.he.net.

Error: This command is not available for core1.cph1.he.net at this time.

Show options

```

core1.fmt2.he.net> traceroute 13.254
Target                13      254
Hop Start             1
Hop End               30
Hop  Packet  Packet  Packet  Hostname
1  0.208 ms 0.287 ms 0.287 ms ge5-19.core1.fmt2.he.net (64.71.148.109)
2  0.630 ms 9.067 ms 0.660 ms 10ge1-1.core1.sjc2.he.net (72.52.92.74)
3  14.364 ms 14.455 ms 14.484 ms 100ge13-2.core1.lax1.he.net (184.105.223.250)
4  9.569 ms 9.742 ms 9.680 ms eqix-la2.transtelco.com (206.223.123.202)
5  44.605 ms 44.603 ms 44.652 ms 201-174-252-213.transtelco.net (201.174.252.213) 201-174-252-209.transtelco.net (201.174.252.209) 201-174-252-217.transtelco.net (201.174.252.217)
6  65.672 ms 65.559 ms 65.538 ms 64-68-208-82.transtelco.net (64.68.208.82)
7  70.394 ms 70.086 ms 70.058 ms 159.16.196.214
8  65.807 ms 65.790 ms 65.710 ms 159.16.16.58
9  67.331 ms 67.140 ms 67.134 ms 17      246
10 68.207 ms * * 17      34
11 70.377 ms 67.312 ms 67.785 ms 17      150
12 * * * -
13 62.208 ms 62.801 ms 62.307 ms 13      113

```

Copyright © 1994-2015 Hurricane Electric | Contact Support

Ilustración 4.11 Router Server público en Internet

Esta utilidad permitió saber por dónde (por cuáles enrutadores) pasaron los paquetes mientras viajan entre el origen y el destino. La secuencia de saltos determinó si el camino era el correcto para llegar al destino.

Con las pruebas realizadas y la aprobación del usuario al navegar en Internet y RedUNAM, la conexión de Red NIBA quedó validada y lista para brindar un servicio de mayor capacidad y velocidad al que se tenía en ese momento en las dependencias que fueron beneficiadas.

Capítulo 5. Aplicaciones de monitoreo para la administración de Red NIBA implementada en dependencias de la UNAM

Uno de los objetivos del Centro de Operación de RedUNAM es mantener la disponibilidad de los servicios, brindando atención proactiva de los incidentes que afectan la calidad de los mismos. Para realizar esta importante tarea, el NOC cuenta con herramientas que apoyan en el monitoreo del estado de los enlaces de RedUNAM. Dichas aplicaciones se encuentran alojadas en servidores de alta capacidad en memoria y en procesamiento que soportan los procesos y tareas llevadas a cabo por éstas.

El NOC de la UNAM está conformado por personal profesional y capacitado para el manejo de las diferentes aplicaciones que hoy en día se encuentran instaladas y en producción. Dado que es un área en donde se trabaja con tecnología es importante estar siempre a la vanguardia para proponer e implantar nuevas formas de trabajo y soluciones para las necesidades de comunicación de los usuarios. Es por eso que constantemente se buscan nuevas herramientas y actualizaciones que ayudan a efectuar tareas específicas.

5.1. Herramientas de monitoreo utilizadas para la atención y detección de incidentes relacionados con Red NIBA

Las herramientas utilizadas por el NOC UNAM para el monitoreo de los servicios y la detección de los incidentes se caracterizan por ser *software* libre que puede descargarse de las páginas oficiales sin la necesidad de pagar por alguna licencia. Adicional a esto, han demostrado ser potentes aplicaciones capaces de realizar más de una función.

5.1.2 Nagios.

Nagios es una herramienta de código libre orientada a la supervisión automática y continua de sistemas informáticos o TIC's, Tecnologías de Infraestructura y Comunicaciones. Su principal función es observar el comportamiento de *host* (*servidores, switch, enrutadores, impresoras, etc*), y servicios de red (*http, ssh, SQL, etc*), con parámetros de comparación personalizables y escalables los que retornan diferentes reacciones como alertas vía correo electrónico, *pop-ups*, sms, audibles, etc, e incluso en configuraciones más avanzadas es posible tomar acción correctiva sobre el problema.⁹

Las tareas que realiza *Nagios* son indispensables para el monitoreo de los servicios de RedUNAM. A continuación se enlistan algunas de las actividades que sirven de apoyo para el Centro de Operación de RedUNAM:

- Monitoreo de Servicios de RedUNAM y Redes Académicas (Red NIBA)
- Monitoreo de *Host* y sus recursos como CPU, Memoria, Discos, etc.
- Capacidad de definir Host/Servicios padres o hijos, lo que permite detectar el origen del problema en caso de no ser de la propia máquina (Ejemplo: la caída de un servidor por la falla de un *Switch*)
- Definición de contactos para el envío de notificaciones (correo del Centro de Operación de RedUNAM).
- Capacidad de manejo de eventos de manera proactiva.
- *Log* de eventos. Realiza bitácoras de las alarmas generadas.
- Interface Web para la visualización de estados de servicio, históricos, Archivo de Log, etc.
- Desarrollo de *Plugins* para la verificación de una infinidad de plataformas y servicios (muchos de ellos por aporte de la comunidad de Nagios). Un *plugin*

⁹ NAGIOS, *The Industry Standard In IT Infrastructure Monitorin*, documento oficial de Nagios en línea, consulta el 17 de Noviembre de 2015, <https://www.nagios.org/about/>.

es una aplicación (o programa) que se relaciona con otra para agregarle una función nueva y generalmente muy específica.

Las ventajas de *Nagios* al utilizarlo como una herramienta de monitoreo en RedUNAM son las siguientes:

- Supervisión Continua de Red UNAM, Redes Académicas y los principales enlaces a Internet de la UNAM.
- Mejorar los Acuerdos de Niveles de Servicio (SLA) con los proveedores y mejorar los tiempos de disponibilidad de los servicios de RedUNAM.
- Alertar al Centro de Operación de RedUNAM ante alertas preventivas (*Warning*) o críticas (*Critical*)
- Reaccionar de manera reactiva ante los eventos que *Nagios* detecte. Lo que implica aumentar la productividad de las TIC.
- Generar reportes de los eventos.
- Planificar mantención del hardware o servicios de RedUNAM.
- Planificar el cambio o renovación de la Infraestructura en RedUNAM.

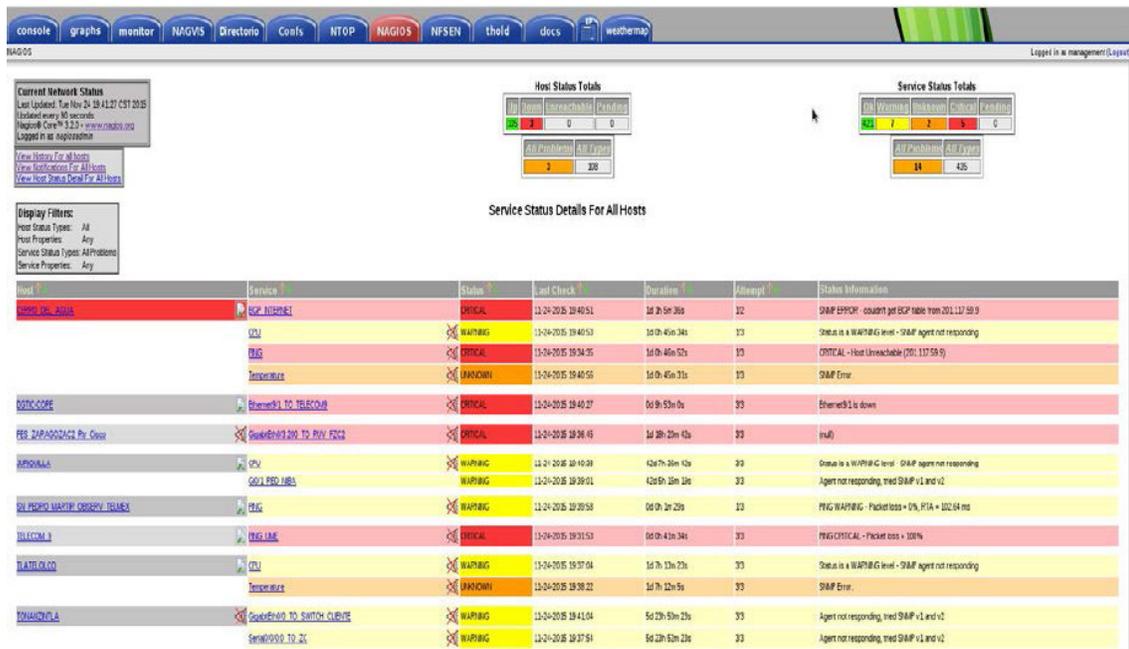


Ilustración 5.1 Interfaz gráfica de *Nagios*

5.1.3 NagVis.

NagVis es un *plugin* para *Nagios* que nos permite visualizar gráficamente todos los elementos de una red (hosts, servicios, etc), con el cual se puede tener gráficos a modo de diagrama estructural de red, dinámicos. Esto le permite al NOC UNAM conocer el estado actual de la red observando un gráfico amigable y ordenado para que se puedan tomar acciones y/o informar sobre el estado de los mismos al personal responsable.

Se pueden utilizar imágenes propias de fondo (denominadas mapas) y luego integrarles iconos representativos de las máquinas y servicios de la red que muestren el estado actual de los mismos.

En el caso de Red NIBA, se utilizó un diagrama diseñado con el software *Windows Office Visio*. El diagrama se cargó a la aplicación *NagVis* y se definieron los servicios y *host* a monitorear. El generador de graficas de *NagVis* necesita acceder a los datos que *Nagios* genera.

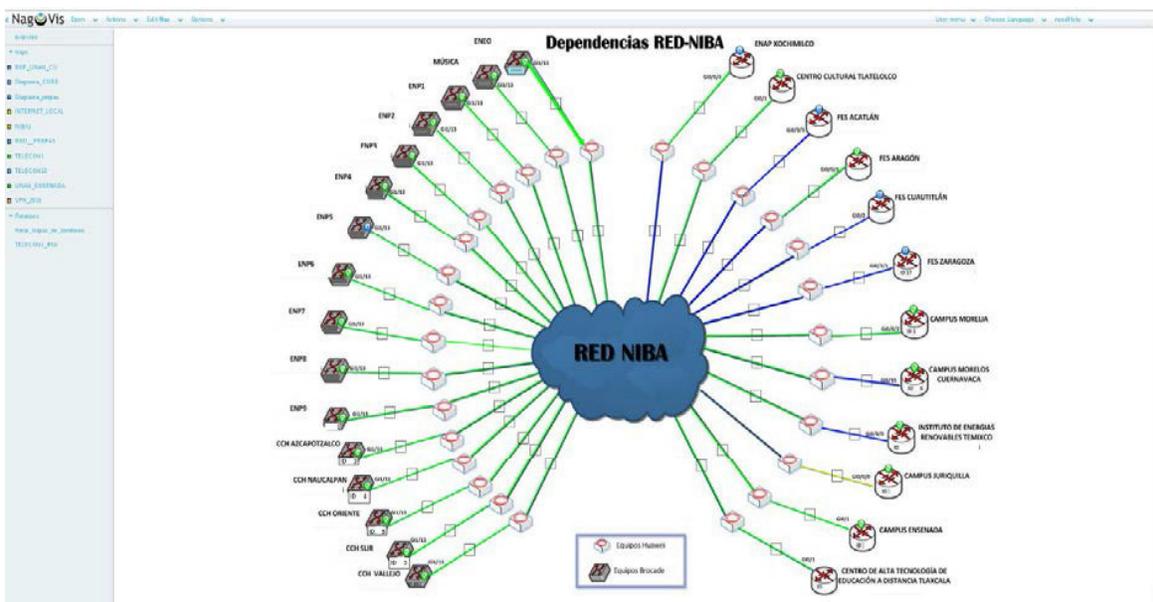


Ilustración 5.2 Interfaz gráfica de NagVi

5.1.4 Cacti.

Cacti es una solución completa para la monitorización de redes mediante gráficos y recopilación de datos, todo ello gracias a la potencia de *RRDTool*'s. Podemos tener información prácticamente en tiempo real sobre los enrutadores, *switches* o servidores, tráfico de interfaces, cargas, CPU, temperaturas, etc. en RedUNAM. Este sistema de monitorización, contiene un recolector de datos excelente, un sistema avanzado de creación de plantillas y gráficos y una completa interfaz de gestión de usuarios.

La aplicación está construida en *PHP*, y utiliza *MySQL* para el almacenamiento de información sobre los gráficos y datos recogidos. El protocolo utilizado para la comunicación con los distintos equipos es *SNMP*.

Las gráficas que genera *Cacti* son de gran utilidad en el NOC UNAM, debido a que muestra el ancho de banda que la dependencia está consumiendo en ese momento o que consumió durante el día, semana, mes y año. Esto permite determinar si el enlace presenta saturación o si ha habido cortes o caídas en el servicio para delimitar las posibles causas de estos comportamientos.

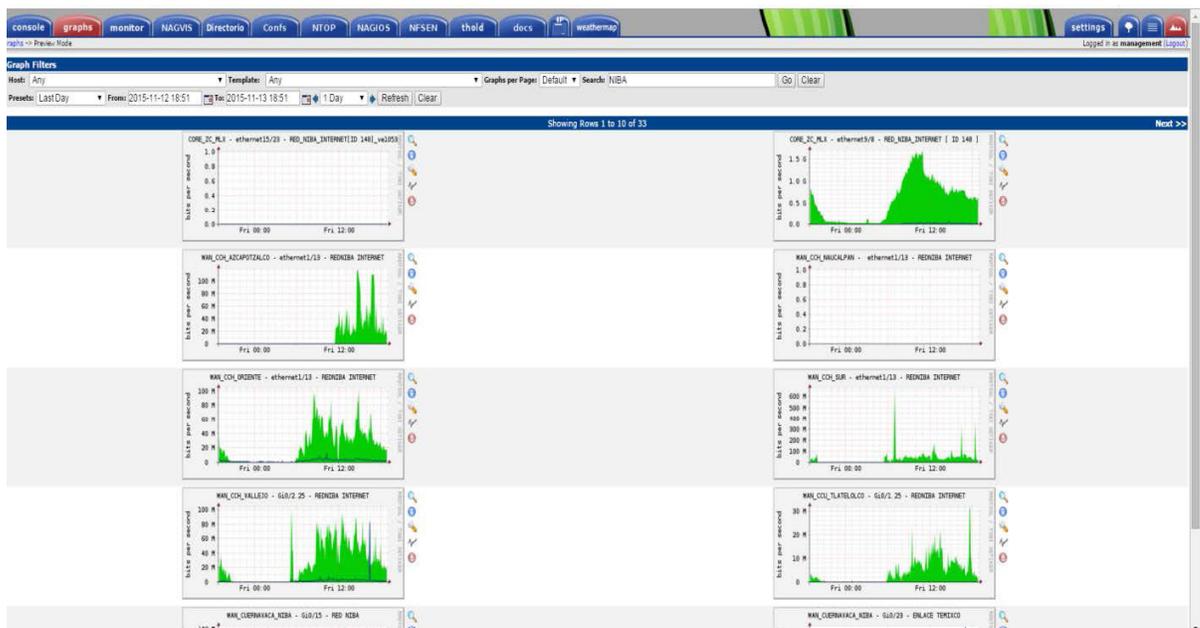


Ilustración 5.3 Gráficas de ancho de banda

- Grafica de utilización de RedNIBA en la Escuela Nacional Preparatoria Plantel 1 en tiempo real:

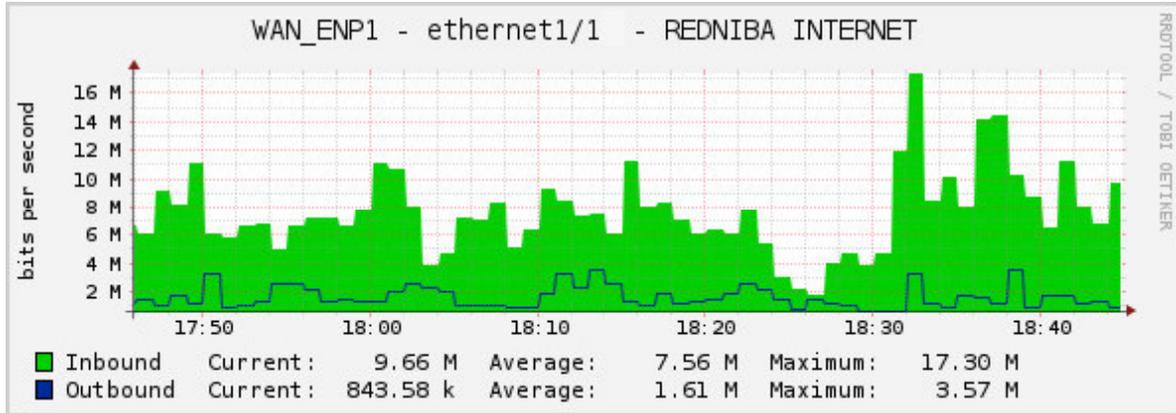


Ilustración 5.4 Grafica de Cacti en tiempo real

- Grafica de utilización de RedNIBA en la Escuela Nacional Preparatoria Plantel 1 durante el actual año:

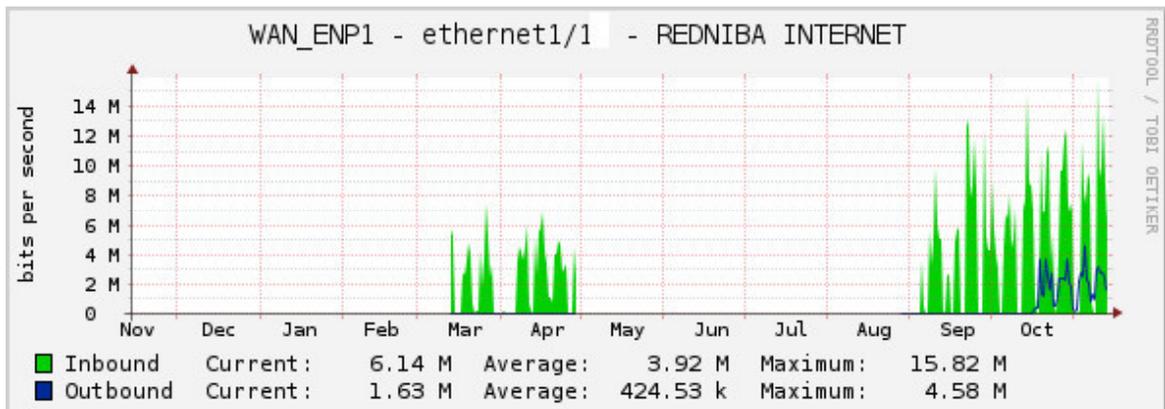


Ilustración 5.5 Utilización de un enlace durante el año

5.1.5 Weathermaps.

El *plugin* de *Cacti*, *Weathermap*, permite tener una visualización general de la topología.

Weathermap es una herramienta de código abierto de representación de la red, toma las estadísticas que *Cacti* genera y muestra una visión general de la red en forma de mapa. Brinda un gráfico que permite corroborar el estado de la red en tiempo real.

Weathermap es una herramienta indispensable en el NOC UNAM pues facilita la creación de mapas de red enlazados a las gráficas en tiempo real que genera *Cacti*. La topología más representativa en el NOC UNAM es el mapa de CORE en donde se pueden observar los enlaces más grandes en cuanto a ancho de banda proporcionado por distintos proveedores. Estos enlaces constituyen el *backbone* de RedUNAM, los proveedores de servicio de Internet y las conexiones con Red NIBA y otras redes académicas.

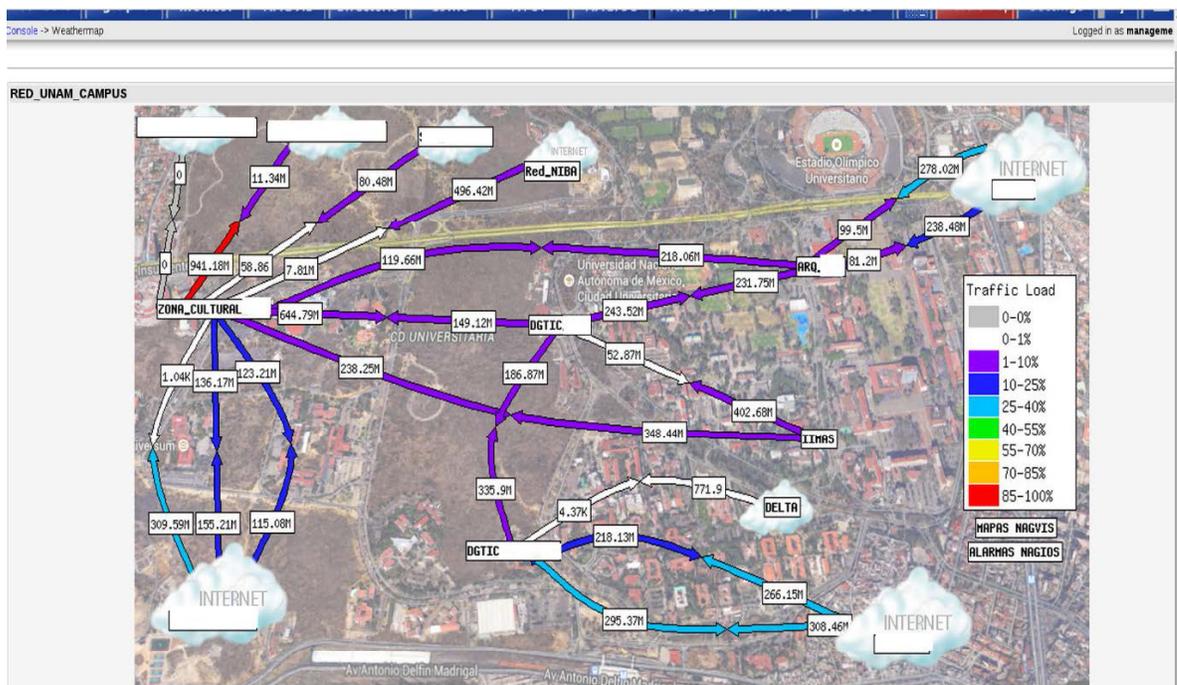


Ilustración 5.6 Diagrama de CORE RED UNAM

Weathermap integra un umbral de utilización de los enlaces, con distintos colores que van del gris (0% de utilización) al rojo (100% de utilización) se puede visualizar fácilmente cuando un servicio se encuentra saturado y si requiere de intervención en la configuración de los equipos de Core para balancear la carga entre los demás enlaces.

Las aplicaciones mencionadas contribuyen al monitoreo de los servicios de Red UNAM y Redes Académicas como lo es Red NIBA, brindando un panorama organizado de los servicios que constituyen una de las redes institucionales más grandes a nivel nacional.

Conclusiones

Las tecnologías de información sin duda representan hoy en día uno de los recursos más importantes para el progreso. De hecho, a nivel mundial se hacen grandes esfuerzos para reducir la brecha digital entre los países en desarrollo y en los países avanzados económica y tecnológicamente. En México, la UNAM asume el compromiso de proporcionar el acceso a Internet a miles de usuarios, como lo son alumnos, académicos e investigadores, a través de diversos proveedores de servicios.

La conexión de la UNAM a la red dorsal de Red NIBA representó un gran aporte para las dependencias que fueron beneficiadas con este servicio. La configuración, implementación y administración de esta red por parte del Centro de Operación de RedUNAM ha tenido un impacto en las instituciones educativas y de investigación en el país. Con un mayor ancho de banda, los alumnos, profesores e investigadores cuentan con las herramientas para fortalecer sus procesos de innovación en ciencia y tecnología, fomentar la vinculación entre los programas científicos y tecnológicos, así como con el sector empresarial.

El presente desarrollo de caso práctico tuvo como objetivo detallar las actividades realizadas para la puesta en operación de Red NIBA en dependencias de la UNAM.

A lo largo de esta implementación logró demostrarse que hubo cambios significativos en el desempeño de las actividades de los usuarios de este servicio. Antes de la instalación de Red NIBA, las dependencias sólo contaban con un enlace hacia RedUNAM limitado a 100 Mbps, en caso de que éste fallara, se perdía la conectividad. Ahora cuenta con un enlace primario con mayor ancho de banda hacia Internet comercial Red NIBA y uno secundario a RedUNAM.

Con ayuda de las herramientas de monitoreo se observó que el enlace de 100 Mbps tuvo una reducción considerable en su utilización. El tráfico proveniente de Internet se

prefiere por Red NIBA, lo que hace que la demanda en el enlace secundario sea menor.

La comunidad universitaria tiene la facilidad de utilizar el Internet con una velocidad de transmisión considerablemente mayor a cuando no contaban con el enlace.

Una recomendación para futuros estudiantes interesados en el tema sería la obtención de estadísticas que reflejen el alcance de este importante proyecto. Esto podría realizarse mediante la aplicación de encuestas de satisfacción a los usuarios de Red NIBA. Además de la implementación de aplicaciones que faciliten la interpretación de los resultados de esta encuesta por medio de gráficas y tablas estadísticas.

La conclusión final sería que Red NIBA, además de ser una oportunidad, es un detonante para crear una nueva era de colaboración y crecimiento en la investigación institucional que fomente el intercambio de conocimiento en el país.

Glosario

Ancho de Banda	Cantidad de datos que pueden enviarse y recibirse en el marco de una comunicación. Dicho ancho de banda suele expresarse en bits por segundo o en múltiplos de esta unidad.
Backbone	Son las principales conexiones troncales de Internet. Está compuesta de un gran número de routers comerciales, gubernamentales, universitarios y otros de gran capacidad interconectados que llevan los datos a través de países y continentes.
BGP	Protocolo Gateway de Frontera <i>Border Gateway Protocol</i> , comunica dos enrutadores interdominios (eBGP), también puede utilizarse como protocolo dentro de un dominio (iBGP). BGP intercambia información de rutas y alcanzabilidad con otros sistemas que utilizan BGP. De esta forma, con BGP se puede realizar enrutamiento interdominio o a través de dominios.
Bit	Es la unidad más pequeña de información. Permite representar dos valores diferentes (como abierto/cerrado o verdadero/falso) y asignar dichos valores al estado de encendido (1) o apagado (0).
Byte	El byte es la unidad de capacidad de almacenamiento estándar. Con esta unidad de medida se mide desde el almacenamiento de datos hasta la capacidad de memoria de un ordenador. Representa un carácter (un número, una letra, un espacio, o cualquier otro signo) y está constituido por 8 bits consecutivos, de modo tal que un byte equivaldría a 8 bits.
CPU	El CPU (Unidad de Procesamiento Central) es la parte central de toda

	<p>computadora ya que es la que cumple la tarea de procesamiento de todas las funciones así como también de almacenamiento de la información.</p>
Enrutar	<p>Enrutar es redirigir o encaminar una conexión a un equipo en concreto que dispone de un servicio específico o un software que necesita realizar conexiones por un puerto X.</p>
Ethernet	<p>Ethernet (también conocido como estándar IEEE 802.3) es un estándar de transmisión de datos para redes de área local que se basa en el siguiente principio:</p> <p>Todos los equipos en una red Ethernet están conectados a la misma línea de comunicación compuesta por cables cilíndricos.</p>
Gateway	<p>Dispositivo que permite la interconexión de dos redes con arquitecturas distintas. Realiza la conversión de protocolos necesaria en los modelos superiores.</p>
Fibra óptica	<p>Medio de transmisión, empleado habitualmente en redes de datos y telecomunicaciones, consistente en un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir.</p>
Hardware	<p>Es la parte que se puede ver de la computadora, es decir todos los componentes de su estructura física. La pantalla, el teclado, la torre y el ratón hacen parte del hardware de tu equipo.</p>
Host	<p>El término host ("anfitrión", en español) es usado en informática para referirse a las computadoras conectadas a una red, que proveen y utilizan servicios de ella.</p>

Hotel Telecom CFE	Son puntos neutrales de acceso a la red de la CFE y al resto de las redes.
HTTP	El Protocolo de Transferencia de HiperTexto (Hypertext Transfer Protocol) es un protocolo cliente-servidor que articula los intercambios de información entre los clientes Web y los servidores HTTP. HTTP se basa en sencillas operaciones de solicitud/respuesta. Un cliente establece una conexión con un servidor y envía un mensaje con los datos de la solicitud. El servidor responde con un mensaje similar, que contiene el estado de la operación y su posible resultado.
Internet	Internet es una red de redes que permite la interconexión descentralizada de computadoras a través de un conjunto de protocolos denominado TCP/IP.
ISP	Un proveedor de acceso a Internet (ISP) es una compañía que ofrece acceso a Internet, normalmente por una cuota.
MIB	La Base de Información para Gestión (Management Information Base o MIB) es un tipo de base de datos que contiene información jerárquica, estructurada en forma de árbol, de todos los dispositivos gestionados en una red de comunicaciones. Define las variables usadas por el protocolo SNMP para supervisar y controlar los componentes de una red. Está compuesta por una serie de objetos que representan los dispositivos (como enrutadores y conmutadores) en la red.
Modelo OSI	Debido a la existencia de muchas tecnologías, fabricantes y compañías dentro del mundo de las comunicaciones, y al estar en continua expansión, se tuvo que crear un método para que todos pudieran entenderse de algún modo, incluso cuando las tecnologías no coincidieran. El modelo especifica el protocolo que debe usarse en cada

Multicast	<p>capa, y suele hablarse de modelo de referencia ya que se usa como una gran herramienta para la enseñanza de comunicación de redes. Está dividido en siete (7) capas o niveles: Aplicación, presentación, sesión, transporte, red, enlace de datos y física.</p> <p>Multicast es un método de envío de paquetes (a nivel de IP) que tan sólo serán recibidos por un determinado grupo de host. Para que el equipo reciba paquetes, antes deben de haberse suscrito a ese grupo, haciéndolo saber mediante un mensaje de tipo IGMP</p>
OSPF	<p>Protocolo Primero la Ruta Libre más Corta (Open Shortest Path First. Protocolo que utiliza tablas configuradas por los administradores de res con parámetros de retardo, ancho de banda, costo de las comunicaciones, etc. Permite topologías complejas y es apropiado en grades redes, pues soporta muy bien los cambios de topología.</p>
Peer	<p>Un dispositivo de peer es un router de BGP-discurso que tiene una conexión TCP activa a otro dispositivo de BGP-discurso. Esta relación entre los dispositivos BGP se refiere a menudo como vecino.</p>
Rack	<p>Soporte metálico destinado a alojar equipamiento electrónico, informático y de comunicaciones. Las medidas para la anchura están normalizadas para que sean compatibles con equipamiento de distintos fabricantes.</p>
Red	<p>Conjunto de equipos informáticos y software conectados entre sí por medio de dispositivos físicos que envían y reciben impulsos eléctricos, ondas electromagnéticas o cualquier otro medio para el transporte de datos, con la finalidad de compartir información, recursos y ofrecer servicios.</p>

Router	También conocido como enrutador o encaminador de paquetes, es un dispositivo que proporciona conectividad a nivel de red o nivel tres en el modelo OSI. Su función principal consiste en enviar o encaminar paquetes de datos de una red a otra, es decir, interconectar subredes.
Ruta estática	A fin de tomar decisiones correctas, los routers deben aprender la ruta hacia las redes remotas. Cuando se usa enrutamiento estático, el administrador de la red configura manualmente la información acerca de las redes remotas.
Sistema autónomo	Es una red o conjunto de redes bajo un control común de administración. Un sistema autónomo está compuesto por routers que presentan una visión coherente del enrutamiento al mundo exterior.
SNMP	El Protocolo simple de administración de red (SNMP: Simple Network Management Protocol) es un protocolo de la capa de aplicación que facilita el intercambio de información de administración entre dispositivos de red. El SNMP permite que los administradores de red administren el rendimiento de la red, detecten y solucionen los problemas de red y planifiquen el crecimiento de la red.
Software	Son los programas informáticos que hacen posible la realización de tareas específicas dentro de una computadora.
SSH	Es un protocolo que facilita las comunicaciones seguras entre dos sistemas usando una arquitectura cliente/servidor y que permite a los usuarios conectarse a un host remotamente.
Switch	Dispositivo de interconexión de equipos que opera en la capa de enlace de datos del modelo OSI. Su función es interconectar dos o más segmentos de red, de manera similar a los puentes de red, pasando datos de un segmento a otro de acuerdo con la dirección MAC de destino de

	las tramas en la red y eliminando la conexión una vez finalizada esta.
TCP/IP	La capa de transporte TCP/IP se encarga de transportar datos entre aplicaciones en dispositivos origen y destino.
Tecnologías de la información	Es el estudio, diseño, desarrollo, implementación, soporte o gestión de sistemas de información basados en computadores, particularmente aplicaciones de software y equipos de cómputo.
Telecomunicaciones	Abarca todas las formas de comunicación a distancia. Por lo tanto, la telecomunicación es una técnica que consiste en la transmisión de un mensaje desde un punto hacia otro, usualmente con la característica adicional de ser bidireccional. La telefonía, la radio, la televisión y la transmisión de datos a través de computadoras son parte del sector de las telecomunicaciones.
Telnet	El protocolo TELNET proporciona una interfaz estandarizada, a través de la cual un programa de un host(el cliente de TELNET) puede acceder a los recursos de otro host (el servidor de TELNET) como si el cliente fuera una terminal local conectada al servidor.
UDP	Es un protocolo del nivel de transporte basado en el intercambio de datagramas (Encapsulado de capa 4 Modelo OSI). Permite el envío de datagramas a través de la red sin que se haya establecido previamente una conexión, ya que el propio datagrama incorpora suficiente información de direccionamiento en su cabecera.

Unicast

Es el envío de información desde un único emisor a un único receptor. Se contrapone a multicast (envío a ciertos destinatarios específicos, más de uno), broadcast (radiado o difusión, donde los destinatarios son todas las estaciones en la red) y anycast (el destinatario es único, uno cualquiera no especificado).

Bibliografía

Encuesta Nacional sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología (ENPECYT), 2013, recuperado el 20 de agosto de 2015 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía,

<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/temas/default.aspx?s=est&c=19007>

México Conectado, Secretaría de Comunicaciones y Transportes recuperado el 20 de agosto de 2015,

<http://www.promotoresdigitales.mx/noticias/como-funciona-el-programa-mexico-conectado>.

Universidad Nacional Autónoma de México, *Historia del Centro de Monitoreo-UNAM*, sitio oficial de la UNAM en línea, consulta el 19 de Septiembre de 2015, http://www.noc.unam.mx/index.php?option=com_content&task=section&id=1&Itemid=7

Comisión Federal de Electricidad, *Dirección de Modernización, CFE TELECOM*, Documento oficial de la CFE en línea, consulta el 16 de marzo de 2016, http://159.16.244.43:90/LB%20CFE%20Telecom/CFE%20LB%200010_Parte1.pdf

Itzcóatl Tonatiuh Bravo Padilla, *México conectado: frente a la brecha digital*, en La Jornada en línea, <http://www.jornada.unam.mx/2015/03/11/opinion/014a1pol>, consulta 19 de Septiembre del 2015.

Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet A.C., Internet 2 - México, *Red NIBA*, sitio oficial de CUDI en línea, consulta el 10 de Noviembre de 2015, <http://www.cudi.mx/conexion/red-niba>

Luis Modesto González Lucas, *Protocolos de Enrutamiento*, Departamento de Electrónica IES, sitio oficial de IES-Sevilla en línea, http://www.ieslosviveros.es/alumnos/asig8/carpeta812/PROTOCOLOS_DE_ENRUTAMIENTO.pdf

CISCO Systems-Inc, México, Manual de configuraciones, “*Configuración de una Red BGP Básica*”, sitio oficial de CISCO en línea, consulta el 17 de Noviembre de 2015, http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/111/1116/1116297_irc-basic-net.pdf.

NAGIOS, *The Industry Standard In IT Infrastructure Monitorin*, documento oficial de Nagios en línea, consulta el 17 de Noviembre de 2015, <https://www.nagios.org/about/>.