

Metodología de Implementación de Ipv6 en La Red de La Universidad de Oriente

R.A. Reina ¹, G.A. Peláez ², L.A. Gurrís ³

¹ Universidad de Oriente, CORPUS-UOnet, robert@corpus.uo.edu.cu

² Universidad de Oriente, CORPUS-UOnet, gerar@corpus.uo.edu.cu

³ Universidad de Oriente, CORPUS-UOnet, lgurris@corpus.uo.edu.cu

RESUMEN

Este trabajo presenta una estrategia para adoptar el Protocolo de Internet versión 6 en la red de la Universidad de Oriente (UOnet). El nuevo protocolo ha surgido para sustituir a la versión 4 actualmente en uso de manera global, debido al florecimiento de un conjunto de deficiencias en este último, provocado principalmente por el crecimiento exponencial de Internet y el desarrollo de nuevas tecnologías y servicios, que demandan mayor calidad en el desempeño del Protocolo de Internet. Además de los principales aspectos a tener en cuenta para emprender una transición hacia esta nueva tecnología, tales como: mecanismos de transición y otros elementos fundamentales a considerar como el Sistema de Nombres de Dominio, métodos de configuración de direcciones, sistemas operativos y aplicaciones. Este análisis constituye una guía para la implementación del protocolo en el escenario existente en la UOnet, y a su vez es aplicable en otras redes locales del país.

Palabras claves: IPv6, Protocolo de Internet Versión 6, Red, TCP/IP

Methodology for Implementation of Ipv6 In The Network of The University of Oriente

ABSTRACT

This research present a strategy to adopt the Internet Protocol version 6 on the University of Oriente network (UOnet). This new protocol has emerged to build version 4, used nowadays all over the world due to the flourishing of a set of deficiencies in it last, mainly provoked by the exponential increasing of internet and the development of technologies and services which demand a higher quality on the performances of the Internet protocol. This research approaches the main aspects to take into account to begin on a transition to a new technology, such as: transition mechanisms, and other fundamental elements to regard like the Name Domain System, methods of configuration of addresses, operating systems and applications. This analysis constitutes a guide for implementing a protocol in the existent platform at UOnet, and in the same way it is applicable in some other local networks of the country.

Kye words: Internet Protocol Version 6, IPv6, Networking, TCP/IP

INTRODUCCIÓN

En el mundo de hoy, las redes de computadoras constituyen un recurso muy importante para el desempeño del hombre en múltiples esferas de su vida, como: la comunicación, el comercio, la investigación, la educación, el entretenimiento, por solo citar algunas. La comunicación en estas redes no fuese posible sin la existencia de los protocolos de red; son estos los que proporcionan las reglas que especifican el intercambio de datos u órdenes durante la comunicación entre las entidades que forman parte de las mismas. Como punto de convergencia de la gran mayoría de las redes del planeta, emergió un conjunto de protocolos de red conocidos de manera oficial como el grupo de protocolos Internet TCP/IP, que se convirtió desde su creación en la tecnología básica de comunicación de la red de redes, Internet.

El crecimiento exponencial que ha experimentado Internet y el tráfico de datos que tienen lugar en él, unido al surgimiento de nuevas aplicaciones y tecnologías de comunicación y computación, han revelado deficiencias en el diseño inicial de 1981 de uno de los principales estándares de TCP/IP, el Protocolo de Internet (IP, de sus siglas en inglés Internet Protocol), responsable del servicio más importante de las redes TCP/IP, consistente en la entrega de paquetes de información en la red; deficiencias que han originado problemas funcionales en su versión masivamente usada en la actualidad, la versión 4 del protocolo IP (IPv4) que nativamente no ha podido darles solución.

El resultado a esta amenazante situación en el marco de esta tecnología utilizada por las redes a nivel mundial, fue la concepción y desarrollo de un nuevo Protocolo de Internet (IPv6, IP versión 6), que contempla soluciones nativas a todos los problemas presentes en IPv4 y a otros que se avizoran en un futuro cercano y mediano, terminando sublimemente con las limitaciones impuestas por su antecesor, que suavizan cada vez más, el desarrollo de un gran número de aplicaciones y la explotación eficiente de los servicios que ofrecen las redes en nuestros días.

El protocolo IPv6 ya ha alcanzado un grado de madurez elevado, ha superado la fase de concepción y experimentación, alcanzando niveles de implementación altos y en pleno incremento a nivel mundial. La adopción de esta tecnología actualmente pasa de ser una opción a una necesidad impuesta por la dinámica del desarrollo.

La Universidad de Oriente, al igual que nuestro país, motivada por las circunstancias, ha decidido afrontar este reto tecnológico que significa IPv6 y prepararse con las herramientas necesarias del modo más óptimo, obteniendo el máximo de provecho posible, de esta nueva creación, para asumir un impredecible tránsito impuesto por el desarrollo actual, que no permite vacilar en torno a él.

ESCENARIO DE RED UONET

La implementación de IPv6 en todos los escenarios de red, exige una caracterización cuidadosa de los mismos. De ella depende en gran medida el desempeño del protocolo, ya que

las decisiones tomadas en torno a la transición, sus métodos y fases están condicionados directamente a la situación particular de cada red. Entre los elementos importantes a considerar se tienen:

- Infraestructura y equipamiento.
- Sistemas operativos.
- Servicios soportados y aplicaciones utilizadas.

Todos estos elementos deben ser analizados cuidadosamente, teniendo como principio fundamental que la red se debe al servicio que brinda, por lo que cualquier cambio a realizar tiene que como mínimo preservar todos los servicios y su calidad para todos los clientes actuales. Un estudio correcto debe incluir no solo el escenario actual si no también una visión del futuro a corto y mediano plazo, y una perspectiva futura a largo plazo en la medida de lo posible, para tomar la mejor solución y prever las variantes más probables. Una valoración incorrecta del escenario presente y su evolución puede conducir a errores que resulten en afectaciones al servicio presente o dificultades en implementaciones futuras.

INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO

La UOnet es una red de campo universitaria, constituye una LAN con una topología en estrella, que interconecta las Facultades, Centros de estudios, Dependencias Administrativas y Rectorado, pertenecientes a la Universidad de Oriente (UO), los cuales se encuentran distribuidos en dos sedes universitarias separadas por una distancia de 1km: Sede Central y Mella, entre las cuales existe un enlace inalámbrico a 11 Mbps utilizando como núcleo el Nodo Central (CORPUS).

La Sede Central emplea un conmutador central 3Com® SuperStack® 3 Switch 4900 SX capa 3 para interconectar sus facultades, conjuntamente con conmutadores capa 2 para segmentar física-mente la red en una de sus facultades (CNT) utilizando VLANs, el resto de los conmutadores son capa 2, contándose en algunos casos con concentradores (hubs).

La Sede Mella, de manera similar, hace uso de un Allied Telesyn AT9924SP como conmutador capa 3 para interconectar sus facultades, además de contener algunas segmentaciones físicas con conmutadores capa 2 usando VLANs al igual que en la Sede Central pero un tanto más, los demás equipos son conmutadores capa 2 y concentrado-res, estos últimos en menor grado.

El enlace a Internet es mediante una línea arrendada a ETCSA por par telefónico usando modem a 512 Kbps. Una extensión de la red se realiza mediante los NAS (Network Access Server, Servidor de Acceso de Red) que permiten el acceso telefónico a la UOnet.

Desde el punto de vista de la implementación de IPv6 son solo relevantes los equipos que con-muten en capa 3, como: enrutadores y conmutado-res capa 3 (switch L3), cuyas posibilidades deben ser verificadas.

SISTEMAS OPERATIVOS

En la UOnet, los Sistemas Operativos (SO) se encuentran divididos de acuerdo a su utilización en la red en: SO para servidores que son aquellos ejecutados por anfitriones que ofrecen servicios de red (ej. correo, web, ftp) y SO para usuario, que como su nombre lo indica, son los empleados por los usuarios de la red en sus respectivas estaciones de trabajo. De manera general los SO empleados, se encuentran enmarcados dentro de las plataformas Unix, y Windows.

De la plataforma Unix, son usadas exclusivamente distribuciones de GNU/Linux, y esencialmente para servidores. Entre las que se encuentran CentOS, en los servidores centrales (ubicados en el Nodo Central), Debian, en algunos servidores de área. No se descarta la posibilidad de que se usen otras distribuidas indistintamente en servidores de área y con menos probabilidad en estaciones de trabajo.

La plataforma Windows, es la más usada de ambas. En los servidores se emplea Windows 2003 Advanced Server, muy raramente puede verse aún Windows 2000 Advanced Server, aunque estos casos están muy próximos a desaparecer. Un poco más heterogéneo el uso en las estaciones de trabajo, que ejecutan Windows XP Professional, Windows 2000 Professional, Windows NT, y tampoco se descarta la posibilidad de la existencia de estaciones Windows 98 y 95, en el orden citado.

En un futuro se prevé anfitriones Windows Vista y Seven, aunque a corto plazo no debe ser masiva esta utilización de acuerdo a las exigencias de hardware.

Debe tenerse en cuenta la influencia que puede tener en la proporción entre estaciones de trabajo Linux y Windows la estrategia de migración que promueve el país hacia Linux y software libre.

SERVICIOS BRINDADOS

Los servicios actuales que ofrece la UOnet para sus usuarios y administradores están comprendidos en la tabla 1 que incorpora además las aplicaciones y los Sistemas Operativos correspondientes.

LIMITACIONES

Como ha quedado puntualizado con antelación, la implementación de IPv6 solo es significativa en equipos que conmutan en la capa3 (capa IP). La UOnet emplea en su infraestructura interna dos equipos con esta capacidad, situados en cada una de las sedes universitarias de la UO, de los cuales, el Allied Telesyn AT9924SP de la Sede Mella es el único que soporte el Protocolo Internet en su versión 6 además de albergar otras capacidades que lo hacen recomendable para las redes que decidan implementar IPv6, según especificaciones de Internet. Por tal motivo la infraestructura interna IPv6 posible a obtener en las condiciones actuales se encuentra limitada, como se esquematiza en la figura 1.

Esta situación en la columna vertebral de la UOnet, frena el desempeño del protocolo IPv6 en la porción correspondiente a

la Sede Central, imposibilitando su uso nativo en un tiempo futuro y por ende una adopción íntegra de IPv6 en la UOnet. Aunque este hecho no imposibilita su uso en los anfitriones allí presentes, este pierde un poco de sentido, ya que estaría condicionado por mecanismos que ponen en un segundo plano las virtudes del protocolo IPv6, provocando un bajo desempeño del mismo.

Por lo antes expuesto, pudiera pensarse en un futuro cercano en la adquisición de un nuevo conmutador capa 3 en sustitución del 3Com® SuperStack® 3 Switch 4900 SX presente actualmente en la Sede Central, que contenga soporte IPv6, como la solución más costosa pero indudablemente ideal, si se pensara en una migración nativa en un futuro mediano.

La gran mayoría de los sistemas operativos analizados, presentes en la UOnet actualmente, tienen soporte IPv6. Aunque las características y niveles de implementación varían de una familia de SO a otra, incluso entre las versiones de una misma familia, los SO sin soporte son Windows 95/98, para los cuales Microsoft no ha implementado stack IPv6, pero estos constituyen una minoría que en un futuro muy cercano desaparecerán.

De los servicios que ofrece la UOnet también existen unos pocos que no soportan IPv6, como es el caso del cliente SPARK de mensajería instantánea.

PROPUESTA

La estrategia de implementación de IPv6 en la UOnet está determinada por sus condiciones actuales, por tal motivo teniendo en cuenta las limitaciones analizadas, su aplicación se reduce perimetralmente y por el momento, a la porción de red correspondiente a la Sede Mella. El diseño está orientado a la UOnet como su nombre lo indica y no presupone ninguna variación, en el caso que exista la posibilidad futura de ser aplicada a nivel de universidad. Es necesario señalar que no pierde sentido de existencia en lo más mínimo, teniendo en cuenta que la parte de la UOnet correspondiente a la Sede Mella es más que suficiente para cumplir el objetivo que implica el estudio de IPv6 para la universidad, que persigue principalmente una familiarización con este protocolo.

MECANISMO DE TRANSICIÓN

El mecanismo de transición más adecuado para iniciar una transición a IPv6 en la UOnet y de manera general para toda red en actividad que emprenda este reto, es el mecanismo Dual-Stack (Doble Pila) aplicándose desde el backbone (columna vertebral de la red) de la red hasta los equipos finales.

Este mecanismo brinda una forma escalable y gradual de implementar el protocolo IPv6 permitiendo paralelamente la coexistencia del protocolo IPv4. De esta manera las aplicaciones y los anfitriones se irán incorporando a la red IPv6 en la medida en que se encuentren preparados para usar el protocolo IPv6 o quizás nunca en algunos casos, sin perjudicar en lo más mínimo el uso de los servicios que UOnet les brinda con el protocolo IPv4. Esta flexibilidad es muy ventajosa para un escenario como UOnet, donde están

presentes tecnologías tanto de hardware como de software que actualmente no se encuentran listas para IPv6.

SERVICIOS Y APLICACIONES

El objetivo primario de las redes telemáticas es ofrecer servicios, es por eso que el éxito de IPv6 en un futuro y la velocidad de su migración dependerán del número de las aplicaciones que sean capaces de utilizarlo, demostrando sus potencialidades, así como el nivel de las prestaciones que estas brinden.

La mayoría de las aplicaciones sobre TCP/IP utilizan la arquitectura cliente – servidor, y son actualizadas para soportar IPv6 a partir de versiones que se diseñaron inicialmente para IPv4. Las tablas 2 a la 18 muestran las mejores alternativas a seguir por los servicios de la UOnet para soportar IPv6.

DIRECCIONAMIENTO

Nuestro país tiene asignado por LACNIC (Latin American and Caribbean Internet Addresses Registry, Registro de Direcciones de Internet para América Latina y el Caribe) desde agosto del 2005, tres bloques de direcciones IPv6 (::/32 bits de longitud) para la distribución nacional, a responsabilidad de los ISP cubanos CITMATEL y ETECSA y el NAP (punto de intercambio de tráfico con el extranjero) como sigue:

- CITMATEL - 2001:1340::/32 (6 de abril de 2005).
- ETECSA - 2001:1358::/32 (29 de junio de 2005).
- NAP - 2001:13c8::/32 (18 de agosto de 2005).

Debido a limitaciones en la implementación y soporte tecnológico para el transporte IPv6 nativo por parte de los ISP y a la necesidad de definir políticas a nivel nacional de forma previsoras y racionales por parte del MIC (Ministerio de la Informática y las Comunicaciones), la redistribución a partir de este nivel se ha estancado.

Por tanto la política de asignación de direcciones a seguir por la UOnet debe presuponer un cambio futuro cuando esta asignación se haga efectiva en nuestro país.

El estándar define para identificar a los anfitriones en una red un total de 64 bits, para las direcciones de unificación globales, por lo que para las redes finales es de obligatoria necesidad prefijos de ::/64 bits. Siguiendo el esquema de direccionamiento actual de la UOnet, lo que corresponde a, un prefijo de /24 bits (ej. 10.30.4.0/24 inf.fie.uo.edu.cu) de IPv4 sería el equivalente a uno de ::/64 bits de IPv6 con la diferencia de que en IPv6 se pueden tener 2^{64} anfitriones con respecto a los 2^8 en IPv4.

Tomando como referencia la asignación actual en la universidad del rango de direcciones privadas de IPv4 10.0.0.0, lo mínimo que puede aspirar la universidad en una futura asignación es a un prefijo de ::/56 bits que se puede subdividir en 256 subredes de ::/64 bits. De una manera conservadora el esquema de direccionamiento quedaría como ilustra la figura 2.

Para la configuración de las direcciones en los anfitriones, la mejor opción es usar el método de autoconfiguración sin estado, por las siguientes razones:

- Dada la complejidad del formato de las direcciones de 128 bits con respecto a sus predecesoras de 32 bits, la configuración manual resultaría bastante engorrosa y propensa a errores para los usuarios finales no familiarizados con el protocolo.
- Aún los estándares de configuración de direcciones con estado para IPv6 están en proceso de desarrollo. En la familia de Windows Server 2003 y en Windows XP, el protocolo IPv6 no admite la configuración de direcciones con estado ni el protocolo DHCPv6.

En el caso de los enrutadores y servidores la configuración debe ser manual. Primero porque los enrutadores no pueden autoconfigurarse de otro dispositivo de capa 3 que soporte IPv6. Segundo porque se desea tener un número IP estático y más fácil de recordar para los servicios (ej. correo) que las direcciones generadas a partir la autoconfiguración sin estado.

DNS

El diseño de IPv6, con la intención de solucionar la escasez de direcciones de su antecesor, ha complicado sustancialmente la sintaxis de las direcciones IP, de modo tal que su manejo para las personas constituye un problema ya que resulta difícil utilizar y recordar las nuevas direcciones de red. Es por eso que el servicio DNS constituye un eslabón fundamental para garantizar el funcionamiento eficiente de las redes basadas en IPv6.

Los registros DNS pueden ser estáticos o dinámicos al igual que en IPv4. Las actualizaciones dinámicas de DNS funcionan con direcciones asignadas ya sea manualmente, por DHCPv6 o a través de autoconfiguración sin estado.

En la actualidad se mantiene el soporte de direcciones IPv4. Lo más recomendable es utilizar registros AAAA hasta tanto se pruebe y estudie exhaustivamente el uso de registros A6, e ipv6.arpa como dominio de resolución inverso en sustitución de IP6.INT empleando el formato de Nibble Labels como refleja el RFC más actual referente a las extensiones de DNS para soportar IPv6.

Se recomienda no crear una zona especial para IPv6. Sin embargo, puede ser peligroso para los servicios ya en producción, durante un tiempo de pruebas, es mejor el uso de una zonas aparte para IPv6 (ej. ipv6.uo.edu.cu). Además deberían usarse registros estáticos para los servidores, principalmente para aquellos que verdaderamente ofrecen servicios (entiéndase por estos como servidores de correo, ftp, www, etc.), ya que resulta muy saludable para el rendimiento de los mismos.

CONCLUSIONES

La UOnet, al igual que muchas redes de su tipo, presenta limitaciones de hardware que obviamente no pueden ser

resueltas en el contexto de IPv6. Esta situación de manera general es común a nivel global y es una de las causas que frenan el despliegue de IPv6. Se ha demostrado que el escenario de experimentación existe y que IPv6 tiene soluciones para todo lo demás, y esto tiene una sola explicación: ha sido creado pensando en la transición.

La estrategia aquí descrita es flexible a cambios en un futuro y aplicable en la situación actual de la UOnet sin la demanda de grandes esfuerzos. Su diseño se ha desarrollado pensando siempre en el correcto funcionamiento de los servicios existente en la actualidad sobre IPv4 y tratando de ser lo más transparente posible a los usuarios.

REFERENCIAS

1. **DEERING, S. AND R. HINDEN.** *Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification.* (1998).
<http://www.ietf.org/rfc/rfc2460.txt>.
2. **GILLIGAN, R. Y E. NORDMARK.** *Basic Transition Mechanisms for IPv6 Hosts and Routers.* (2005).
<http://www.ietf.org/rfc/rfc4213.txt>.
3. **HINDEN, R. Y S. DEERING.** *IP Version 6 Addressing Architecture.* (2006). <http://www.ietf.org/rfc/rfc4291.txt>.
4. **THOMSON, S. Y T. NARTEN.** *IPv6 Stateless Address Autoconfiguration.* (1998).
<http://www.ietf.org/rfc/rfc2462.txt>.
5. **THOMSON, S. AND C. HUITEMA.** *DNS Extensions to support IP version 6.* (1995).
<http://www.ietf.org/rfc/rfc1886.txt>.
6. **CRAWFORD, M. Y C. HUITEMA.** *DNS Extensions to Support IPv6 Address Aggregation and Renumbering.* (2000). <http://www.ietf.org/rfc/rfc2874.txt>.

7. **THOMSON, S.** *DNS Extensions to support IP version 6.* (2003). <http://www.ietf.org/rfc/rfc3596.txt>.

AUTORES

Robert Amaurys Reina Valladares, Ingeniero en Informática, MSc., Profesor Instructor, Dirección de Informatización de la Universidad de Oriente (CORPUS-UOnet), Moncada #112 % Céspedes y P.Borrero, rreina05@gmail.com.

Gerado Arturo Peláez Brioso, Ingeniero en Informática, MSc., Profesor Instructor, Dirección de Informatización de la Universidad de Oriente (CORPUS-UOnet), Pizarro #65 % Enramadas y Escario. Stgo. de Cuba. gerardoarturo@gmail.com.

Luis Armando Gurrís Aragón, Ingeniero en Informática, MSc., Profesor Instructor, Dirección de Informatización de la Universidad de Oriente (CORPUS-UOnet). Calle 26 edificio 18, apto. 11, entre 15 y 19, Rpto. Nuevo Vista Alegre, Stgo. de Cuba. lgurris@gmail.com.

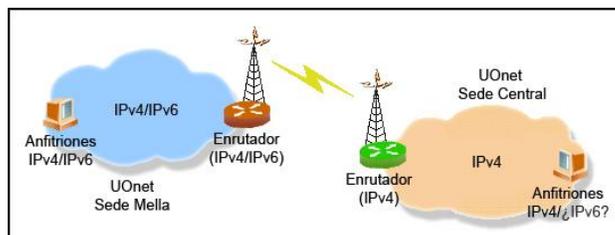


Figura 1: Esquema de la red IPv6 posible en las condiciones actuales de la UOnet.

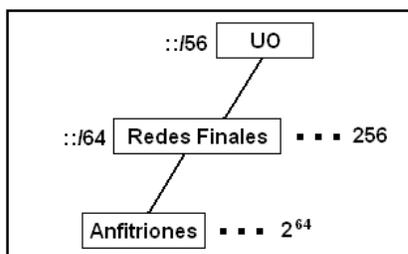


Figura 2. Esquema de direccionamiento de la UOnet en IPv6. Suponiendo la asignación de un prefijo ::/56.

Tabla 1. Servicios y aplicaciones en la UOnet.

Servicio	Plataformas	
	Windows	Linux
WWW		
Servidor	IIS 6	Apache
Proxy		Squid
Cliente	IE 5 y 6	Mozilla Firefox
	Mozilla Firefox	
	Netscape	
Correo		
Servidor	Iml	Sendmail
Cliente	Microsoft Outlook	KMail
	Outlook Express	
FTP		
Servidor	IIS 6	VSFTP
Cliente	Internet Explorer	Mozilla Firefox
Chat		
Servidor		Jabber
Cliente	SPARK	Gaim
	Gaim	
SSH		
Servidor		OpenSSH
Cliente	Putty	Putty
		OpenSSH
Multimedia		
Servidor	VLC	VLC
Cliente	VLC	VLC
	Windows Media Player	
DNS		
Servidor	Microsoft DNS Server	Bind

Tabla 2. Servidores DNS que soportan IPv6

Nombre del Servidor	Sistema operativo	Versión
BIND (Berkeley Internet Name Domain)	Plataforma Unix, Windows (ver 9.4.1 o superior)	8.2.4 o superior
Microsoft DNS Server	Plataforma Windows	Windows 2003 o superior

Tabla 3. Servidores FTP que soportan IPv6

Nombre del Servidor	Sistema Operativo	Versión
Microsoft FTP Server	Plataforma Windows	Windows 2003 o superior

		superior
Cerberus FTP Server	Plataforma Windows	2.45 o superior
VSftpd	Plataforma Unix	1.2.0 o superior
ProFTPD	Plataforma Unix, Solaris	1.3.0 o superior

Tabla 4. Clientes FTP que soportan IPv6

Nombre del Cliente	Sistema Operativo	Versión
Microsoft FTP Client	Plataforma Windows	Windows 2003 o superior
SmartFTP	Plataforma Windows	2.5.1004.16

Tabla 5. Clientes DHCP que soportan IPv6

Nombre del Cliente	Sistema Operativo	Versión
Dhcpv6	Linux	Kernel 2.4 o superior
Dibbler cliente	Linux	Kernel 2.4 o superior

Tabla 6. Servidores DHCP que soportan IPv6

Nombre del Servidor	Sistema Operativo	Versión
Dhcpv6_server	Linux	Kernel 2.4 o superior
Dibbler Server	Linux	Kernel 2.4 o superior

Tabla 7. Servidores HTTP que soportan IPv6

Nombre del Servidor	Sistema Operativo	Versión
Apache	Linux/ Windows	2.0 o superior
IIS	Windows	6.0 o superior

Tabla 8. Clientes HTTP que soportan IPv6

Nombre del Cliente	Sistema Operativo	Versión
Internet Explorer	Windows	6.0
Mozilla Firefox	Windows/ Linux	2.0

Tabla 9. Servidores de correo que soportan IPv6

Nombre del Servidor	Sistema Operativo	Versión
Postfix	Linux	2.2
Sendmail	linux	8.11

Tabla 10. Clientes de correo que soportan IPv6

Nombre del Cliente	Sistema Operativo	Versión
Mozilla Thunderbird	Linux/ Windows	2.0.0.4
Microsoft Outlook	Windows	2003

Tabla 11. Servidores de mensajería instantánea (chat) que soportan IPv6

Nombre del Servidor	Sistema Operativo	Versión
Jabberd	Linux	1.4.3

Tabla 12. Clientes de mensajería instantánea (chat) que soportan IPv6

Nombre del Cliente	Sistema Operativo	Versión
Gajim	Linux/Windows	0.11
Pidgin	Linux	2.0 o superior

Tabla 13. Servidores de Multimedia que soportan IPv6

Nombre del Servidor	Sistema Operativo	Versión
VLC	Windows/ Linux	0.8.6

Tabla 14. Clientes de Multimedia que soportan IPv6

Nombre del Cliente	Sistema Operativo	Versión
VLC	Windows/ Linux	0.8.6
Windows Media Player	Windows	9.0

Tabla 15. Servidores de SSH que soportan IPv6

Nombre del Servidor	Sistema Operativo	Versión
OpenSSH	Linux	4.6

Tabla 16. Clientes de SSH que soportan IPv6

Nombre del Cliente	Sistema Operativo	Versión
OpenSSH	Linux	4.6
PuTTY	Windows/ Linux	0.59

Tabla 17. Servidor Telnet que soporta IPV6

Nombre Servidor	Sistema Operativo	Versión
Telnet	Windows/ Linux	5.1

Tabla 18. Servidor proxy que soporta IPV6

Nombre de Servidor	Sistema Operativo	Versión
---------------------------	--------------------------	----------------

Squid	Linux	2.5 o superior
-------	-------	-------------------