Guía de Transición de IPv4 a IPv6 para Colombia

SEGURIDAD Y PRIVACIDAD DE LA INFORMACIÓN

Guía No. 20

MINTIC vive digital Colombia TODOS POR UN NUEVO PAÍS PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

HISTORIA

VERSIÓN	FECHA	CAMBIOS INTRODUCIDOS
1.0.0	22/02/2014	Versión inicial del documento
1.0.1	30/05/2014	Revisión documento Ing. Jorge Bejarano y Alejandro Becerra
2.0.0	30/11/2014	Versión ajustada
2.0.1	14/09/2015	Versión Ajustada, Ing. Fernando Contreras
2.0.2	05/11/2015	Versión Ajustada, Ing. Fernando Contreras
2.0.3	24/12/2015	Versión Ajustada, Ing. Fernando Contreras
3.0.0	21/11/2016	Actualización documento
4.0.0	15/06/2017	Actualización, Ing. Fernando Contreras

TABLA DE CONTENIDO

PÁG.

1. DERECHOS DE AUTOR....7
2. AUDIENCIA....8
3. INTRODUCCIÓN....9
4. JUSTIFICACIÓN....11
5. OBJETIVOS ESPECIFICOS....12
6. BENEFICIOS DE LA TRANSICIÓN....13
7. FASES DE TRANSICIÓN....14
7.1 Fase I. Planeación de IPv6....14
7.1.1 Entregables de esta Fase....17
7.1.2 Tabla de actividades de la Fase I – Planeación de IPv6....18
7.2 Fase II. Implementación del protocolo IPv6....19
7.2.1 Entregables de esta Fase....20
7.2.2 Tabla de actividades de la Fase II – Implementación de IPv6....21
7.3 Fase III. Pruebas de funcionalidad de IPv6....22
7.3.1 Entregables de esta Fase....22
7.3.2 Tabla de actividades de la Fase IIII – Pruebas de Funcionalidad de IPv6....23
8. REQUERIMIENTOS PARA EL PROCESO DE IPv6....24
8.1 Plantillas....25
8.1.1 Plantillas Modelo de Inventarios de Equipos de Comunicaciones....25
8.1.2 Formato Modelo de Equipos de Cómputo....25
8.1.3 Formato Modelo de Inventario de Aplicaciones de la Entidad....26
8.1.4 Formato Modelo de Inventario de Equipos Servidores de la Entidad....27
9. LINEAMIENTOS TECNICOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE IPv6....28
9.1 Servicios....30
9.2 Estructura de Capas de IPv6....32
10. DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE TRABAJO....33

11. CAPACITACIÓN EN IPv6 34
12. MODELO PARA EL PROCESO DE TRANSICIÓN 36
13. FASES DEL PROYECTO DE IPv6 38
14. EQUIPO TÉCNICO DE TRABAJO IPv6 Y PORCENTAJE DE DEDICACIÓN. 39
14.1 Dedicación al Proyecto del Equipo de Trabajo. 39
15. CONCLUSIONES 40
16. REFERENCIAS 41
17. BIBLIOGRAFIA 42
18. ANEXO 1 43
18.1 Resumen del BCOP 43
18.2 Trasfondo del BCOP/ Historia 43
18.3 Texto del BCOP 44
18.3.1 Cómo especificar los requisitos 44
18.3.2 Nota importante para el iniciador de oferta:. 45
18.3.3 Texto genérico propuesto para el iniciador de la licitación 45
18.3.4 Lista de especificaciones técnicas RFC/3GPP obligatorias y opcionales soportadas en variedades de hardware y software 46
18.3.5 IPsec: obligatorio u opcional 46
18.3.6 Definiciones y descripciones de diferentes tipos de dispositivos 47
18.3.7 Listado de normas RFC/3GPP requeridas para diferentes tipos de hardware 48
18.3.8 Requerimientos para equipo "host". 49
18.3.10 Requerimientos para equipo "router or Layer 3 switch" 50
18.3.11 Requerimientos para dispositivos móviles. 52
18.3.12 Requerimientos para el soporte IPv6 en software 54
18.3.13 Requerimientos de habilidades del integrador de sistemas 54
18.3.14 Declaración de competencia en IPv6 55
19. ANEXO 2 56
19.1 Número de Sistema Autónomo – ASN de IPv6 56

19.2 Administración de políticas de enrutamiento en ASN 56
19.3 Implementación del ASN 56
19.4 Acuerdo de Nivel de Servicio del ASN. 56
19.5 BGP (Border Gateway Protocol 57
19.6 Sistema Autónomo o Número de Sistema Autónomo - ASN 57

LISTA DE TABLAS

PÁG.

Tabla 1. Actividades de la Fase I 15
Tabla 2. Actividades de la Fase II 17
Tabla 3. Actividades de la fase III 19
Tabla 4. Estructura de Capas de IPv6 28
Tabla 5. Modelo de Procesos de Transición 34
Tabla 6. Fases del Proyecto de IPv6 36
Tabla 7. Dedicación del Equipo de Trabajo 37

1. DERECHOS DE AUTOR

Todas las referencias a los documentos del Modelo de Seguridad y Privacidad de la Información e IPv6, cuentan con derechos reservados por parte del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, a través de la Dirección de Estándares y Arquitectura de Tecnologías de la Información y en particular a la Subdirección de Seguridad y Privacidad de TI.

2. AUDIENCIA

Entidades públicas de orden Nacional y Territorial, así como proveedores de servicios de Gobierno en Línea, y terceros que deseen adoptar el Modelo de Seguridad y Privacidad de la información e IPv6, en función de lo dispuesto en el Marco de Referencia de Arquitectura Empresarial, la Estrategia de Gobierno en Línea y la Subdirección de Seguridad y Privacidad de TI.

3. INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones - MinTIC, es la entidad encargada de diseñar, adoptar y promover las políticas, planes, programas y proyectos del sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

En ese orden de ideas, este documento, presenta los lineamientos técnicos que se requieren tener en cuenta para seguir el proceso de transición de IPv4 a IPv6, en las distintas organizaciones del Estado, teniendo en cuenta su aplicación para todo el ciclo de desarrollo por fases que requiere el nuevo protocolo, en un ambiente controlado y seguro que permita consolidar una adopción del protocolo IPv6 con éxito en el país.

Para abordar esta temática se empezará por comentar que desde hace más de tres décadas, las redes de telecomunicaciones han venido creciendo exponencialmente generando una mayor demanda de servicios y oportunidades en la red mundial de internet; con el aumento de las tecnologías computacionales y de comunicaciones, ha aumentado el proceso de innovación tecnológica en los diversos dispositivos tanto alámbricos como inalámbricos, como por ejemplo, celulares, puntos de acceso, tabletas, servidores, equipos de almacenamiento entre otros, que comenzaron a incrementar la conectividad en muchas redes en el mundo y para ello han tenido que hacerlo con direcciones de internet que permiten establecer conexiones para cada elementos conectado a la red, estas direcciones se conocen como direcciones IP (*Internet Protocol Versión 4*), que en estos momentos entraron a una fase de agotamiento final, así mismo en el año 1992 la *Internet Engineering Task Force* IETF[1] a partir de diversos grupos de trabajo definió el RFC 2460 (Especificaciones del Protocolo Internet Versión 6 (IPv6) que dio origen al nuevo protocolo de conectividad denominado IPv6 o *Ipng* (*Next Generation Internet Protocol*).

En ese orden de ideas el protocolo IPv6, hace posible que todos los dispositivos tecnológicos usados para la conexión a internet, tengan una dirección en IPv6, la cual facilitará la conectividad en banda ancha, ofreciendo mejores servicios poniéndolos al alcance de toda la población a fin de estimular y ofrecer mejores oportunidades para el desarrollo mundial.

[1] http://www.ietf.org - Internet Engineering Task Force

Así mismo, para cumplir con los objetivos de innovación tecnológica que exige el país, las entidades del país deben entrar en el proceso de transición del protocolo IPv4 hacia el nuevo protocolo IPv6 siguiendo las instrucciones descritas en la Circular 002 del 6 de julio de 2011 del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, que busca promover la adopción de IPv6 en Colombia.[2]

Para entrar en el proceso de adopción de este nuevo protocolo, se recomienda realizar un inventario de los activos de información, revisar su actual infraestructura de computación y de comunicaciones, validar todos los componentes de hardware y software de que se disponga, revisar los servicios que se prestan, los sistemas de información, revisión de estándares y políticas para conocer el impacto de adopción de la nueva versión del protocolo IP, a fin de facilitar las labores de planeación e implementación de IPv4 a IPv6, garantizando que las operaciones continúen funcionando normalmente dentro de las entidades del estado.

Así mismo, para atender esta necesidad inminente de innovación tecnológica en el país, el Mintic, mediante este instrumento, desea proyectar los lineamientos necesarios para diagnosticar, sensibilizar, desarrollar e implementar el protocolo IPv6 en las entidades del estado, con el propósito de adoptar el nuevo esquema de funcionamiento de manera paralela con el actual protocolo IPv4, de conformidad con la Circular 002 de Julio de 2011, garantizando que las infraestructuras de hardware, software y servicios continúen operando normalmente en las distintas instituciones del país.

Finalmente, el mismo documento, será el apoyo al plan guía de acompañamiento, que facilitará las acciones necesarias para la adopción del nuevo protocolo en las entidades del país, partiendo de la fase inicial de diagnóstico de las infraestructuras de TI (Hardware y el Software), hasta la fase final que contemple la implementación y el monitoreo del nuevo protocolo en las distintas instituciones.

[2] Circular 002 de 6 de julio de 2011: Plan de transición para la adopción de IPv6 en coexistencia con IPv4.

4. JUSTIFICACIÓN

El Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, función de lo dispuesto en el Marco de Referencia de Arquitectura Empresarial, la Estrategia de Gobierno en Línea y la Subdirección de Seguridad y Privacidad de TI, pone a disposición de las entidades, la siguiente guía, la cual permite a las entidades contar con una línea base para el análisis de la implementación del protocolo IPv6, de esta manera ayudar a proteger los bienes, activos, servicios, derechos y libertades dependientes del Estado.

5. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Presentar un marco de referencia para facilitar el proceso de transición de IPv4 a IPv6, que permita orientar a las Entidades del Gobierno y a la sociedad en general, en el análisis, la planeación, la implementación y las pruebas de funcionalidad del protocolo IPv6, con el fin de incentivar el proceso de adopción y despliegue del protocolo IPv6 en el país.

6. BENEFICIOS DE LA TRANSICIÓN

Los siguientes puntos son los beneficios que representa un proceso de transición de IPv4 a IPv6 que son importantes tener presente al momento de adoptar el nuevo protocolo con éxito, ellos son:

- La posibilidad de tener un mayor número de equipos conectados a la red de las entidades al ser implementada esta solución.
- Proceso técnicamente transparente para los usuarios de la red de comunicaciones y sus distintos servicios dentro de las organizaciones.
- La posibilidad de incrementar la movilidad de los usuarios al tener un número mayor de direcciones IP para la conectividad.
- Mejora de la seguridad a nivel de direccionamiento IP de la red en virtud de la arquitectura del nuevo protocolo y sus servicios.
- Reducción de los costos al implementar la solución de IPv6, en este sentido los costos podrían ser mayores de no implementarse el nuevo protocolo en las entidades.
- Se facilitará la aparición de nuevas aplicaciones y servicios sobre una gran variedad de plataformas.
- Gran número de direcciones IP para conexiones a Internet con el mundo exterior, facilitando el crecimiento de nuevas tecnologías como el internet de las cosas, las ciudades inteligentes, redes de sensores, entre otras.
- Los Proveedores de Servicio de Internet, tendrán que preparar el proceso de transición de IPv6, mediante la creación de un *backbone* nativo de IPv6 que apoye a los clientes en el enrutamiento de las nuevas direcciones IPv6 a fin de garantizar la publicación de servicios y aplicaciones que se consideren pertinentes hacia internet para todas las entidades del Gobierno.
- Para el ciudadano en general, la implementación de IPv6 será un proceso gradual cuya responsabilidad no será del gobierno, sino del proveedor del servicio de internet directamente y no deberá generar costos directos.

7. FASES DE TRANSICIÓN

7.1 Fase I. Planeación de IPv6

La fase de planeación representa una etapa crítica e importante del proceso de transición por cuanto comienza con el inventario de activos de información y se consolida con el plan de diagnóstico de las infraestructuras de TI de las Entidades; para ello se recomienda tener en cuenta el modelo de referencia para la adopción de IPv6, de la gráfica 1.

Las siguientes son las actividades a tener en cuenta en esta fase:

- Elaborar y validar el inventario de activos de información de servicios tecnológicos de las entidades y su interrelación entre ellos. Para esta actividad se requiere tener preparado el inventario de hardware y software, identificando claramente cuáles elementos (equipos y software) soportan IPv6, cuales requieren actualizarse y/o no soportan el nuevo protocolo, dejando la respectiva documentación en constancia al momento de optar hacia IPv6. Para esta etapa se recomienda que para cada elemento del inventario de activos de información se pueda constatar con los fabricantes, y con los terceros si ha lugar, el cumplimiento de IPv6, a través de la certificación que avale el soporte del nuevo protocolo en las infraestructuras de TI.

- Analizar, diseñar, desarrollar y afinar el plan de diagnóstico de IPv6 en la red de las entidades del estado con base en lo establecido en el inventario de activos de información.

- Para la construcción del plan de diagnóstico, que es el pilar fundamental de esta fase I, se requiere la realización de la validación previa de la infraestructura tecnológica que permita medir el grado de avance en la adopción del protocolo IPv6 en las Entidades; dentro de dicha validación es necesario revisar el grado de compatibilidad del protocolo IPv6 con la infraestructura de TI las entidades de tal manera que la información recogida de esta tarea sea insumo para el inicio de la fase II de IPv6.

- Identificar la topología actual de la red y su funcionamiento dentro de la organización y con base en esto, proponer el nuevo diseño de red sobre IPv6.

- Generar el plan detallado del proceso de transición de esta fase hacia IPv6 con base en el plan de diagnóstico y el diseño de la red de comunicaciones, mencionados en los anteriores puntos.

- Planear el proceso de transición de los siguientes servicios tecnológicos: Servicio de Resolución de Nombres (DNS), Servicio de Asignación Dinámica de Direcciones IP (DHCP), Directorio Activo, Servicios WEB, Servidores de Monitoreo, Validación del Servicio de Correo Electrónico (Local o en la nube), Validación del Servicio de la Central Telefónica, Sistemas Ininterrumpidos de Potencia, Servicio de Backups, Servicio de Comunicaciones Unificadas e Integración entre Sistemas de Información, Servicios de ambiente colaborativo; así mismo revisar los procedimientos de implementación de estos servicios y las aplicaciones identificadas en esta fase, con base en los estándares de la RFC[3] de IPv6.

- Validar el estado actual de los sistemas de información, los sistemas de comunicaciones, los sistemas de almacenamiento y evaluar la interacción entre ellos cuando se adopte el protocolo IPv6.

- Dentro del proceso de diagnóstico presentar cuales equipos de computación y de comunicaciones soportan IPv6 (IPv6-ready o IPv6-web), cuales requieren actualizarse y cuáles no se pueden soportar IPv6.

- Identificar la configuración y todos los esquemas de seguridad de la red de comunicaciones y sistemas de información.

- Revisar las políticas de enrutamiento para IPv6 entre los segmentos de red internos, de tal manera que el tráfico IPv6 generado internamente este plenamente controlado a través de zonas desmilitarizadas desde el *firewall* respectivo de cada entidad, se recomienda en todo caso revisar los RFC correspondientes a políticas de enrutamiento y seguridad de IPv6.

- Establecer el protocolo de pruebas para la validación de aplicativos, equipos de comunicaciones, equipos de cómputo, plan de seguridad y coexistencia de los protocolos IPv4 e IPv6 por cada Entidad.

[3] RFC: “Request For Comments” Solicitud de Comentarios: para documentar requerimientos técnicos

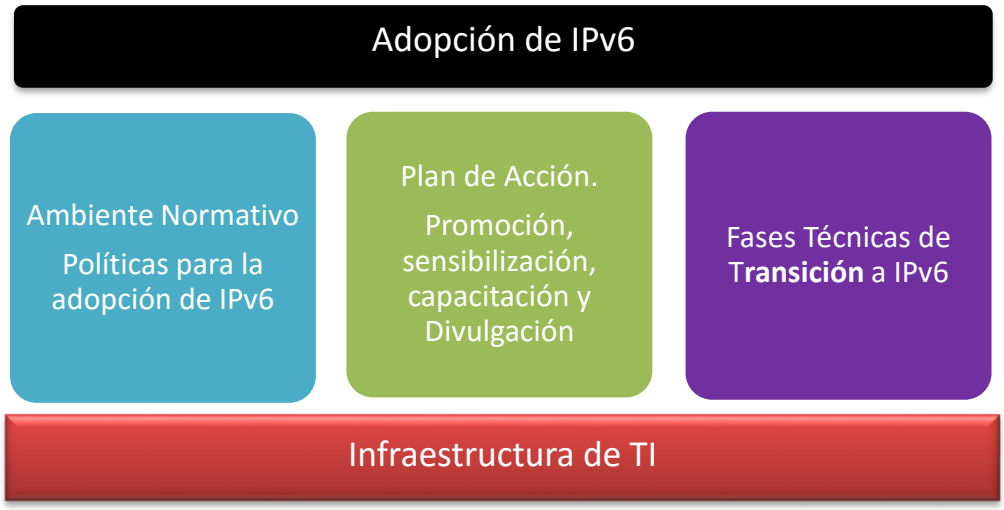
- La ejecución y configuración de las pruebas piloto de IPv6, se debe realizar bajo un proceso metódico que implique inicialmente la creación de una Red de Área Local Virtual (VLAN) de prueba sobre el *Core* de la red, que incluya diversos equipos y servicios de misión crítica que contemple entre otros, el análisis del comportamiento de software, el análisis del hardware en cada dispositivo, el análisis y comportamiento de estos en la red de comunicaciones, su comportamiento dentro de los aplicativos de la entidad, el análisis de cada servicio ofrecido y agregación de carga de tráfico sobre esta VLAN, teniendo en cuenta que las pruebas realizadas deben estar sujetas a las mejores prácticas y metodologías de transición a IPv6 conservando el criterio técnico de Doble Pila o *Dual Stack.* Una vez se tenga la certeza de que la VLAN de pruebas, ha soportado todo el proceso de pruebas de funcionalidad sobre un ambiente de tráfico en doble pila controlado; el siguiente paso es replicar esta VLAN sobre toda la red de la organización que garantice la implementación y el funcionamiento del nuevo protocolo en toda la infraestructura de la entidad.

- Preparar una zona controlada para realizar pruebas de funcionalidad del nuevo protocolo de comunicaciones IPv6, es importante aislar un segmento de red o crear un nuevo segmento de red, el cual debe permitir aceptar cambios y activaciones necesarias para confirmar la funcionalidad de IPv6 sin afectar el ambiente de producción de los usuarios.

- Establecer los acuerdos de confidencialidad que sean necesarios sobre el tratamiento de la información ante terceros al momento de ejecutar el plan de transición.

- Preparar a los funcionarios de las Áreas de TI, de conformidad con los planes de capacitación establecidos por cada entidad para el protocolo IPv6 y establecer la sensibilización a las personas de toda la organización a fin de dar a conocer el nivel de impacto en la implementación del nuevo protocolo, de conformidad con el siguiente modelo de referencia de adopción de IPv6.

- Las entidades deberán entrar en sincronización y operación con los ISP (Proveedores de Servicios de Internet) con el fin de definir las estrategias de enrutamiento de IPv6 nativo.



Gráfica 1. Modelo de Referencia para la Adopción de IPv6

7.1.1 Entregables de esta Fase

- Plan de trabajo para la adopción de IPv6 en toda la organización.

- Plan de diagnóstico que debe contener los siguientes componentes:

    - Inventario de TI (Hardware y software) de cada Entidad diagnosticada.
    - Informe de cumplimiento de IPv6 por cada elemento de hardware y software (Red de comunicaciones, sistemas de almacenamiento, sistemas de cómputo, aplicativos, bases de datos, sistemas de seguridad, entre otros)
    - Recomendaciones para adquisición de elementos de comunicaciones, de cómputo y almacenamiento con el cumplimiento de IPv6
    - Informe con el plan de direccionamiento en IPv6
    - Plan de manejo de excepciones, definiendo las acciones necesarias en cada caso particular con aquellos elementos de hardware y software (aplicaciones y servicios) que sean incompatibles con IPv6
    - Informe de preparación (*Readiness*) de los sistemas de comunicaciones, bases de datos y aplicaciones (Que tan preparada se encuentra la entidad en tema de adopción de IPv6).
    - Documento que define los lineamientos de implementación de IPv6 en concordancia con la política de seguridad de información y los controles de seguridad informática de las entidades.

- Plan de capacitación en IPv6 a los funcionarios de las Áreas de TI de las Entidades y plan de sensibilización al total de funcionarios de las Entidades.

7.1.2 Tabla de actividades de la Fase I – Planeación de IPv6

Se recomienda a las entidades tener en cuenta la siguiente tabla y diligenciar el tiempo en meses que le lleve desarrollar cada actividad:

Fase I	Actividades Generales	Tiempo en meses de la actividad
Diagnóstico de la Situación Actual	Construcción del plan de Diagnóstico	
	Inventario de TI (Hardware, Software)	
	Análisis de la nueva topología de la infraestructura actual y su funcionamiento	
	Protocolo de pruebas de validación de aplicativos, comunicaciones, plan de seguridad y coexistencia de los protocolos	
	Planeación de la transición de los servicios tecnológicos de la Entidad	
	Validación de estado actual de los sistemas de información, los sistemas de comunicaciones, las interfaces y revisión de los RFC correspondientes.	
	Identificación de esquemas de seguridad de la información y las comunicaciones	

Tabla 1. Actividades de la Fase I

7.2 Fase II. Implementación del protocolo IPv6

La fase de implementación debe cubrir las siguientes actividades:

- Habilitar el direccionamiento IPv6 para cada uno de los componentes de hardware y software de acuerdo al plan de diagnóstico de la primera Fase del proceso de transición de IPv4 a IPv6, teniendo en cuenta el inventario de los activos de información de cada una de las infraestructuras de TI de las Entidades del Estado y teniendo en cuenta el diseño de la red bajo IPv6 previamente definido en la Fase I.

- Ejecutar la configuración de las pruebas piloto de IPv6, con base en la realización de pruebas en los segmentos de red y VLANs creadas, con un número especial de usuarios que aprovechen la homogeneidad de la red, con servicios de filtrado, críticos a fin de evitar traumatismos en el normal funcionamiento de la red.

- Realizar el montaje, ejecución y corrección de configuraciones del piloto de pruebas de IPv6, simulando el comportamiento de la red de comunicaciones, agregando carga, servicios y usuarios finales tanto internos como externos, pruebas realizadas sobre el procedimiento de IPv6 usando la metodología en Doble Pila; así mismo revisar dicho comportamiento de la red IPv6 para usuarios finales tanto internos como externos.

- Aplicar el modelo de transición de IPv6 definido por la Entidad, permitiendo la coexistencia de los aplicaciones, infraestructuras y servicios bajo los protocolos tanto de IPv4 como de IPv6, en modalidad de transición en doble pila.

- Realizar el diseño de la nueva topología de la red con base en los lineamientos del nuevo protocolo IPv6 bajo doble pila; esta técnica permite que tanto los servicios de IPv4 como los servicios de IPv6 deben estar funcionando de manera independiente pero coexistente dentro de las Entidades.

- Validar la funcionalidad en IPv6 de los siguientes servicios y aplicaciones de las Entidades sobre IPv6: Servicio de Resolución de Nombres (DNS), Servicio de Asignación Dinámica de Direcciones IP (DHCP), Directorio Activo, Servicios WEB, Servicios Voz sobre IP, Servidores de Monitoreo, Servicios con sistema IPTV, Validación del Servicio de Correo Electrónico, Validación del Servicio de la Central Telefónica, Servicios que soporten canales TDT, Servicio de Respaldo, Servicio de Comunicaciones Unificadas, Servicios VPN, Integración entre Sistemas de Información, Sistemas de Almacenamiento, Servicios de

Administración de Red, Sistemas en la Nube y Sistema Ininterrumpido de Potencia.

- Activar las políticas de seguridad de IPv6 en los equipos de seguridad y comunicaciones que posea cada entidad, por ejemplo, servidores AAA, firewalls, NAC, y equipos perimetrales de conformidad, zonas desmilitarizadas, con los RFC de seguridad en IPv6; al respecto, se recomienda revisar los RFC de seguridad en IPv6 asociados.

- Trabajar en coordinación con el (los) proveedor (es) de servicios de Internet – ISP, para establecer el enrutamiento necesario del segmento de IPv6 y la conectividad integral, desde el interior de las redes LAN, hacia el exterior de las redes WAN a fin de garantizar que las entidades puedan generar tráfico de IPv6 nativo ante la comunidad de Internet.

7.2.1 Entregables de esta Fase

- Preparación y presentación del Informe del plan detallado de implementación del nuevo protocolo.

- Documento con todas las configuraciones del nuevo protocolo realizadas en las plataformas de hardware, software y servicios que se han intervenido durante esta fase, incluye las configuraciones a realizar sobre el canal (canales) de comunicaciones con acceso a internet.

- Informe de configuración de las pruebas realizadas a nivel de comunicaciones, de aplicaciones y sistemas de almacenamiento.

7.2.2 Tabla de actividades de la Fase II – Implementación de IPv6

Las entidades deberán tener en cuenta la siguiente tabla y diligenciar el tiempo en meses que le lleve desarrollar cada actividad:

Fase II	Actividades Generales	Tiempo en meses de la actividad
Desarrollo del Plan de implementación	Habilitación direccionamiento IPv6 para cada uno de los componentes de hardware y software de acuerdo al plan de diagnóstico de la Primera Fase.	
	Configuración de servicios de DNS, DHCP, Seguridad, VPN, servicios WEB, entre otros.	
	Configuración del protocolo IPv6 en aplicativos, sistemas de Comunicaciones, sistemas de almacenamiento y en general de los equipos susceptibles a emplear direccionamiento IP.	
	Activación de políticas de seguridad de IPv6 en los equipos de seguridad y comunicaciones que posea cada entidad de acuerdo con los RFC de seguridad en IPv6.	
	Coordinación con el (los) proveedor (es) de servicios de Internet ISP, para establecer el enrutamiento y la conectividad integral en IPv6 hacia el exterior.	

Tabla 2. Actividades de la Fase II

7.3 Fase III. Pruebas de funcionalidad de IPv6

Las pruebas de funcionalidad de esta fase deben cubrir las siguientes actividades:

- Realizar las pruebas y monitoreo de la funcionalidad de IPv6 en los sistemas de información, sistemas de almacenamiento, sistemas de comunicaciones y servicios de la Entidad en un ambiente que permita empezar a generar tráfico de IPv6 de la entidad hacia Internet y viceversa.

- Realizar las pruebas de funcionalidad del nuevo protocolo frente a las políticas de seguridad perimetral, de servidores de cómputo, servidores de comunicaciones y equipos de comunicaciones y presentar el Informe de las pruebas realizadas.

- Al momento de las pruebas de funcionalidad se debe realizar el afinamiento de las configuraciones de hardware, software y servicios de las Entidades, con base en la información resultante de la fase II.

- Elaborar un nuevo inventario final de servicios, aplicaciones y sistemas de comunicaciones bajo el nuevo esquema de funcionamiento de IPv6.

7.3.1 Entregables de esta Fase

- Documento con los cambios detallados de las configuraciones realizadas, previo al análisis de funcionalidad realizado en la fase II de Implementación.

- Acta de cumplimiento a satisfacción de la Entidad con respecto al funcionamiento de los servicios y aplicaciones que fueron intervenidos durante la fase II de la implementación.

- Documento de inventario final de la infraestructura de TI sobre el nuevo protocolo IPv6.

7.3.2 Tabla de actividades de la Fase IIII – Pruebas de Funcionalidad de IPv6

Las entidades deberán tener en cuenta la siguiente tabla y diligenciar el tiempo en meses que le lleve desarrollar cada actividad:

Fase III	Actividades Generales	Tiempo en meses de la actividad
Pruebas de funcionalidad de IPv6	Pruebas de funcionalidad y monitoreo de IPv6 en los servicios de la Entidad.	
	Análisis de información y pruebas de funcionalidad frente a las políticas de seguridad perimetral de la infraestructura de TI.	
	Afinamiento de las configuraciones de hardware, software y servicios de la Entidad.	

Tabla 3. Actividades de la Fase III

8. REQUERIMIENTOS PARA EL PROCESO DE IPv6

Las siguientes son los requerimientos a tener en cuenta en el proceso de transición de IPv4 a IPv6:

- Cumplir con el plan de implementación del protocolo IPv6 en la infraestructura tecnológica de cada Entidad.

- Asegurar que el servicio suministrado sea de la más alta calidad, sin afectar las operaciones normales de cada Entidad.

- Garantizar el buen funcionamiento y operatividad de los servicios y aplicaciones que se soportarán sobre el nuevo protocolo IPv6.

- Realizar el seguimiento de cada una de las fases del proceso de transición de IPv4 a IPv6, teniendo en cuenta que cada entidad es responsable del desempeño y la funcionalidad de los servicios de red, de los equipos intervenidos, del uso de herramientas de administración y monitoreo necesarias para el afinamiento del nuevo protocolo en las infraestructuras de TI de cada una de las Entidades.

- El Ministerio TIC, prestará a las Entidades el acompañamiento administrativo y técnico requerido para el cumplimiento del proyecto de transición y adopción de IPv6 en cada Entidad.

- Disponer del recurso humano idóneo necesario para el desarrollo de cada una de las fases del proyecto de transición a IPv6 en coordinación con las Áreas de TI de cada Entidad.

- El Ministerio TIC, recomendará a cada una de las entidades, la solicitud previa del segmento (Pool) de direcciones en IPv6 ante LACNIC[4], con el fin de preparar la implementación con estas direcciones; teniendo en cuenta que esta actividad representa las siguientes ventajas:

    - La entidad tendrá su propio segmento de direcciones IPv6 (Portabilidad numérica de direcciones IPv6), cuyo tráfico de IPv6 será visible a nivel de la comunidad de internet, y esto facilitaría ver el tráfico cursado por la entidad desde LACNIC.
    - La entidad tendrá total Independencia de su proveedor de servicio de internet, sin verse afectado por el cambio de proveedor y cambio del

[4] LACNIC: Organismo Internacional encargado del registro de direcciones de Internet para América Latina y el Caribe, por sus siglas Latín American and Caribean Internet Addresses Registry

direccionamiento IPv6, como si ocurre con el direccionamiento en IPv4.

8.1 Plantillas

8.1.1 Plantillas Modelo de Inventarios de Equipos de Comunicaciones

Equipo	Marca	Modelo	Sistema Operativo	Puertos Ethernet	Rol	Versión IP

Equipo: Descripción del tipo de equipo de comunicaciones, ejemplo, switch, enrutador, firewall, modem, AP, DTE, NAC, etc.

Marca: Describir la marca, ejemplo Fortinet, Cisco, Avaya, HP, Huawei, 3M, 3COM, etc.

Modelo: Referenciar el modelo del equipo de comunicaciones.

Sistema Operativo: Descripción del sistema operativo que soporta el equipo de comunicaciones.

Puertos Ethernet: Describir los puertos de Ethernet que soporta, ejemplo E0, S0, FE, FC, PoE, etc.

Rol: El papel que desempeña el equipo de comunicaciones en la red de cada entidad.

Versión IP: Versión IPv4 / IPv6

8.1.2 Formato Modelo de Equipos de Cómputo

Equipo	Memoria	Procesador	Discos	Sistema Operativo	Versión	Software Instalado	Rol	Versión IP

Equipo: Descripción del tipo de equipo de cómputo ejemplo, Computador, Servidor, SAN, Tableta, entre otros.

Memoria: Descripción de la memoria RAM.

Procesador: Característica del procesador (Intel, AMD, de 32 /64 bits, etc).

Sistema Operativo: Descripción del sistema operativo que soporta el equipo de cómputo.

Rol: El papel que desempeña el equipo en la red de la Entidad.

Versión IP: Versión IPv4 / IPv6.

8.1.3 Formato Modelo de Inventario de Aplicaciones de la Entidad

Aplicativo	Característica	Tipo	Lenguaje Programación	Responsable	Componentes	Contrato	Soporte IPv6

Aplicativo: Descripción de la característica, tipo de aplicativo y Lenguaje de programación utilizado para el desarrollo del aplicativo.

Responsable: Persona responsable del aplicativo, DBA, etc.

Componentes: Descripción de las partes que constituyen la aplicación y sus interfaces.

Contrato: Descripción del soporte y/o mantenimiento sobre los Aplicativos de la Entidad si existe.

Soporte IPv6: Descripción si el aplicativo cumple o no con el protocolo IPv6.

8.1.4 Formato Modelo de Inventario de Equipos Servidores de la Entidad

El siguiente formato describe las características de la infraestructura de servidores y sus correspondientes servicios, aplicaciones y componente de direccionamiento IP.

Tipo de Servidor	Sistema Operativo	Versión Sistema Operativo	Direccionamiento IP	Funcionalidad

Tipo de Servidor: Si es un servidor de aplicaciones o de comunicaciones, de Bases de datos.

Sistema Operativo: Si es Windows, Linux, Solarix, etc.

Versión del Sistema Operativo: Versión del Sistema Operativo y niveles de parcheo.

Direccionamiento IP: Direccionamiento IPv4/Ipv6.

Funcionalidad: El rol que cumple el servidor dentro de la organización.

9. LINEAMIENTOS TECNICOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE IPv6

- Utilizar la metodología de transición de IPv4 a IPv6 en Doble Pila (*Dual Stack)*, consistente en permitir la coexistencia de los dos protocolos simultáneamente con el fin de continuar con los servicios y aplicaciones tanto en el ambiente de IPv4 como en el ambiente de IPv6.

- Elaborar el nuevo plan de direccionamiento en IPv6 totalmente segmentado bajo los tipos de direccionamiento en *anycast, multicast y unicast*.

- El esquema de enrutamiento debe contener la definición del propio bloque o segmento de direcciones IPv6 asignado para la Entidad, en este sentido se recomienda que cada Entidad solicite previamente su propio bloque o segmento ante LACNIC[5], para mayor detalle de este procedimiento favor consultar el siguiente enlace: http://www.lacnic.net/web/lacnic/IPv6-end-user.

- Revisar el pool de direccionamiento IPv4 de cada Entidad y hacer la equivalencia técnica de direccionamiento, servicios y aplicaciones para IPv6.

- El nuevo bloque de direccionamiento IPv6, que se recomienda solicitarlo ante LACNIC, debe funcionar de manera transparente para los usuarios finales e independientemente del proveedor del servicio de internet – ISP que se tenga en la Entidad. En caso de que la organización llegue a la fase de implementación de IPv6 sin todavía haber solicitado el bloque de IPv6 ante LACNIC, este deberá solicitarse de manera temporal a su actual proveedor del servicio, advirtiendo que este bloque seguirá perteneciendo siempre al proveedor del servicio y no a la entidad.

- La segmentación del bloque de direcciones IPv6 debe establecerse por zonas lógicas de seguridad acorde a las necesidades de la red de la organización, contemplando zona de comunicaciones, zona de administración de servidores, zona de aplicaciones, zona de bases de datos, zona de ambiente de pruebas, zona de respaldos y monitoreo, zona WiFi y zona de publicaciones Web.

- Para cada zona lógica debe ser configurada en el *firewall* y deben contener las políticas de seguridad de acuerdo a la gestión y uso de los servicios prestados en las Entidades.

- Coordinar con los Proveedores de Servicio de Internet - ISP (*Internet Services Provider)* de cada Entidad, las acciones técnicas necesarias para que estos

[5]LACNIC: Organismo Internacional encargado del registro de direcciones de Internet para América Latina y el Caribe, por sus siglas Latín American and Caribean Internet Addresses Registry.

apoyen la implementación de los nuevos enrutamientos de IPv6, que sean necesarios hacer en las aplicaciones y/o servicios de red con el fin de garantizar la generación de tráfico IPv6 por medio de estos canales; así mismo como se mencionó antes, para esta instancia es recomendable tener el nuevo bloque de direcciones IPv6 (prefijo), previamente solicitado ante LACNIC.

- Se requiere la definición de un cronograma general para cada una de las fases del proceso de transición a IPv6, a fin de establecer con tiempo, las ventanas de mantenimiento e indisponibilidad cuando se requieran a fin de evitar traumatismos en la continuidad de los servicios.

- Definir un plan de marcha atrás (Plan de Contingencias) en caso de presentarse inconvenientes de indisponibilidad de las aplicaciones y servicios de la Entidad dentro de la fase de Implementación de IPv6,

- Para la fase implementación de IPv6 es importante generar previamente un ambiente de pruebas que simule completamente la topología de red propuesta para IPv6.

- Evaluar el soporte de IPv6 para los servicios de Directorio Activo, Servicio de DNS, Servicios de Voz sobre IP, Servicios con Sistemas IPTV, Servicio de Correo Electrónico, Servicio de DHCP, Servicios de aplicaciones, Servicios Web, Servicios de Gestión y Servicios en la Nube, Servicios que soporten canales de acceso a internet y otros servicios.

- Revisar las políticas y/o reglas de seguridad de los siguientes componentes que cada organización tenga como son: Enrutadores, Equipos de Seguridad (Firewalls), Servidores, Equipos de Conmutación (Switches), Controladoras, Puntos de Acceso (APs), Servidores, Equipos de Almacenamiento de Datos (SAN),Terminales Inteligentes, Controladoras Inalámbricas (WiFi), Controladoras de Gestión de Redes, Centro de Datos (Data Center), Centros de Cableado, Centrales Telefónicas, Sistemas Ininterrumpidos de Potencia (UPS), Sistemas de Aire Acondicionado, Sistemas de Detección y Prevención contra Incendio y Servicios de Impresoras, dispositivos móviles al servicio de la Entidad, entre otros.

- Realizar la evaluación y selección de protocolos de enrutamiento internos y externos para implementar la solución IPv6 requerida, como es el caso de protocolos IGRP, EIGRP, BGP, IGP, EGP, entre otros.

- Se requiere trabajar en el proceso de transición a IPv6 para las aplicaciones; en coordinación con los proveedores de las aplicaciones a fin de revisar el cumplimiento de las aplicaciones en IPv6; para esta labor es indispensable

contar con el acompañamiento de Terceros (si es desarrollo externo) que sean los responsables de las aplicaciones, revisar los contratos de soporte y mantenimiento con ellos y realizar la evaluación final sobre que aplicaciones que pueden migrar directamente a IPv6 y cuáles requieren cambios para cumplir con el funcionamiento de los aplicativos sobre el nuevo protocolo.

- De acuerdo al inventario de las aplicaciones y servicios existentes dentro de la Entidad, se requiere clasificar las aplicaciones de acuerdo al tipo e identificación de proveedor que la ha desarrollado, esto permite identificar por cada una de ellas las bases de datos de compatibilidad. Para este punto es importante revisar los distintos RFC que indican las recomendaciones a seguir para la adopción de IPv6 en las aplicaciones.[6]

- Definir las acciones necesarias para permitir la correcta operación de las aplicaciones que soporten IPv6 en compatibilidad con IPv4, de acuerdo a un protocolo de pruebas y validaciones establecido por la Entidad y que deberá ser ejecutado por cada uno de los proveedores de las aplicaciones y servicios.

- Realizar la actualización de las versiones de software que requieran aplicarse para los elementos activos de la red, aplicativos, sistemas operativos y demás que se ajusten a los requerimientos funcionales para la implementación IPv6. Lo anterior estará sujeto a los contratos de soporte con el fabricante de los equipos. Cada Entidad deberá suministrar el software y el proveedor deberá encargarse de ejecutar la actualización sobre los equipos a que haya lugar de este proceso.

- Coordinar con el Proveedor de Servicios de Internet de cada Entidad, todas las acciones técnicas necesarias para permitir que los servicios y aplicativos puedan desplegarse con el protocolo IPv6, desde el interior hacia el exterior con el fin de poder generar tráfico de IPv6 nativo desde y hacia sus canales de comunicación.

- Los proveedores de servicio de internet, deberán estar provistos de un sistema de *Bakbone*[7] en IPv6 Nativo, que permitan ofrecer y garantizar el enrutamiento de tráfico de IPv6 nativo que demanden las entidades corporativas del país.

9.1 Servicios

Los siguientes son los servicios generales a los cuales las Entidades deben apuntar a revisar y configurar con el nuevo protocolo IPv6:

- DNS

[6] www.mintic.gov.co/IPv6

[7] *Bakbone*: Se refiere a la conexión troncal de Internet compuesta por un gran número de equipos de comunicaciones de gran capacidad para llevar datos a través de la comunidad de internet en el mundo.

- DHCP
- Directorio Activo
- Correo electrónico
- Mensajería Instantánea
- Video Conferencia
- Servicio de respaldo
- Servicio telefónico (Voz sobre IP)
- Servicio WiFi
- Servicio de repositorio compartido de archivos
- Servicios en la nube
- Servicio Web y Acceso a Internet
- Canal de comunicaciones de internet (con el ISP de cada entidad)

Las Entidades deberá dejar documentado en los entregables del proyecto, las aplicaciones, elementos de comunicaciones y demás servicios, que no pudieron ser compatibles con el nuevo protocolo IPv6, de acuerdo al resultado del plan de diagnóstico de la fase de planeación, indicando las causas del porque no pudieron soportar el nuevo protocolo y cuáles son las acciones que se debe realizar para su cumplimiento con el nuevo protocolo.

9.2 Estructura de Capas de IPv6

Se recomienda tener en cuenta dentro del desarrollo de cada una de las fases del proceso de transición de IPv4 a IPv6 la siguiente estructura:

ESTRUCTURA DE CAPAS DE IPV6		
Capas	**Componentes**	**Actividad en IPv6**
USUARIO	Equipos de escritorio, portátiles, tabletas, dispositivos móviles, video cámaras, impresoras.	Activación del nuevo protocolo IPv6
SERVICIOS Y APLICACIONES	Aplicativos, Web, Correo, DHCP, DNS, Proxys, Directorio Activo,	Verificación compatibilidad, configuración de servicios y Aplicativos.
HARDWARE	Servidores, sistemas operativos, Sistemas de almacenamiento.	Verificación, configuración y activación de IPv6.
COMUNICACIONES Y SEGURIDAD	Switches, Firewall, equipos de filtrado, módems, enrutadores, Control de acceso a la red, equipos de cifrado, servidores AAA, controladoras Inalámbricas	Configuración del bloque de direccionamiento de IPv6, Habilitación IPV6 en Doble Pila.

Tabla 4. Estructura de Capas de IPv6

10. DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE TRABAJO

El plan detallado de trabajo definido para el proceso de transición de IPv4 a IPv6, debe convertirse en el instrumento de planificación del proyecto, por lo tanto debe contener los siguientes puntos:

- Objetivos y alcances del proyecto en la Entidad.
- Descripción del proyecto por cada una de sus fases y sus respectivas actividades.
- Descripción de entregables y con fechas específicas de cada actividad.
- Entrega de documentación evidenciando las acciones, recomendaciones y excepciones del cambio tecnológico que facilite la toma de decisiones pertinentes dentro del proceso de adopción del nuevo protocolo.
- Presentación de cada una de las actividades y productos por fases y tiempos de cumplimiento.
- Presentación del resultado final de consolidación de todas las fases del proyecto de transición de IPv4 a IPv6, especificando el logro alcanzado para cada Entidad.
- Entrega de conclusiones y recomendaciones del proceso de transición de IPv4 a IPv6 desarrollado en cada fase de las entidades.

11. CAPACITACIÓN EN IPv6

La capacitación en el protocolo IPv6 es fundamental para el conocimiento previo no solo de la parte técnica de IPv6 sino también en la concientización a las Entidades sobre el papel y los beneficios de esta transición en las infraestructuras de las organizaciones.

La recomendación académica para la programación de cursos de capacitación en el protocolo IPv6 para las Entidades, debe contener como mínimo los siguientes temas:[8]

a. Introducción y aspectos básicos de IPv6
b. Agotamiento de direcciones IPv4, transición a IPv6 y coexistencia
c. Host y enrutamiento en IPv6
d. Servicios y aplicaciones sobre IPv6
e. Seguridad en IPv6

Para cada uno de estos temas, se recomienda que los funcionarios capacitados pertenezcan a las áreas de TI de las organizaciones, adquieran los conocimientos que describen la funcionalidad, la aplicabilidad y los componentes técnicos del nuevo protocolo a través de prácticas y procedimientos de configuración en laboratorios destinados para ello; cada uno de estos temas puede corresponder a un curso de 8 horas semanales de duración.

Se recomienda conformar cursos presenciales de 24 horas que contenga los conceptos básicos y herramientas de tecnología para la comprensión del protocolo IPv6 y los elementos necesarios para apoyar a la Entidad en el proceso de diagnóstico, implementación y monitoreo del nuevo protocolo.

Adicionalmente, se requiere sensibilizar a la alta Dirección de las Entidades, sobre la importancia de implementar IPv6 y su impacto dentro de la infraestructura tecnológica de TI y del negocio de cada organización, y como esta implementación puede afectar las operaciones normales de cada Entidad.

Para el proceso de capacitación es necesario tener presente las siguientes recomendaciones:

- Capacitar a las personas de las Áreas de TI que designe cada Entidad para propiciar un nivel de conocimiento adecuado sobre IPv6.

[8] Tomado de propuesta de servicios IPv6 – Red Nacional Académica Avanzada - Renata, 2013

- La capacitación debe describir no solo el componente técnico del protocolo, sino la forma como se debe orientar el proceso de transición de IPv4 a IPv6 para las Entidades.

- Cada capacitación debe incluir todo el material necesario de los cursos y los temarios a tratar, con el propósito de aclarar suficientemente los aspectos técnicos sobre IPv6.

12. MODELO PARA EL PROCESO DE TRANSICIÓN

Se recomienda para cada Entidad, revisar el siguiente modelo de transición desde el punto de vista del recurso humano y recurso técnico, a seguir para todo el ciclo de transición hacia IPv6[9]

		Diagnóstico	*Planeación*	*Implementación*	*Seguimiento*	*Lanzamiento*
Recurso Humano	***Gerencia de Proyecto***	Revisión políticas y plan de trabajo Revisión manuales de procedimientos Requerimientos y necesidades	Determinación de alcance y tiempo, cronograma, obtención presupuesto y recursos Construcción plan de proyecto y planes específicos	Desarrollo del plan detallado de trabajo del proyecto. Desarrollo de planes específicos.	Controles de riesgo. Informes de avance y gestión. Control de alcances, tiempo, costo y calidad. Mediciones de rendimiento, controles de cambios.	Acta de cierre de proyecto y aceptación. Cierre de contratos. Entrega documentación y recomendaciones generales.
	Talento Humano	Evaluación de recurso humano equipo de trabajo	Especificación de roles, perfiles y competencias	Desarrollo del equipo de trabajo	Indicadores de gestión y rendimiento. Gestión de equipo de trabajo.	Cierre de contratos
Recurso Técnico	***Infraestructura***	Inventario de activos de información y servicios Diagramas lógicos de interrelación Ingeniería de detalle solución actual. Banco de configuraciones.	Evaluación requerimientos Ingeniería de detalle, diagramas lógicos y de componentes nueva solución Especificación equipos, plan de integración. Protocolo de pruebas.	Ambiente de coexistencia y pruebas. Conexiones físicas. Gestión de calidad. Control de versiones. Validación de factores de éxito y aceptación.	Controles de cambio, gestión de riesgos, gestión de calidad. Validación factores de éxito y aceptación.	Puesta en producción. Entrega documentación y manuales de usuario. Entrega de configuraciones.

[9] Tomado de "Modelo de Transición hacia IPv6", Velásquez, Jairo Alberto – Cintel, IPv6 Colombia, 2012

			Factores de éxito y aceptación.			
	Aplicaciones	Inventario de aplicaciones Evaluación estado de aplicaciones (Propietario, código fuente, derechos de autor) Mapa de comunicaciones por cada aplicación	Evaluación código fuente, interfaces utilizadas. Evaluación de capacidad, estructuras de datos y lenguajes de programación para soporte de IPV6, convivencia con IPV4. Plan de integración, protocolo de pruebas. Factores de éxito y aceptación.	Ambiente de coexistencia y pruebas. Modificación librerías, APIs, código fuente, etc. Ejecución protocolo de pruebas.	Controles de cambio, gestión de riesgos, gestión de calidad. Validación factores de éxito y aceptación	Puesta en producción. Entrega documentación y manuales de usuario.
	Seguridad	Revisión de políticas de seguridad. Revisión de inventario de activos	Plan de seguridad para la coexistencia de los dos protocolos. Protocolo de pruebas de aceptación.	Aseguramiento de servidores y de servicios. Ejecución de pruebas de seguridad.	Gestión de incidentes de seguridad. Gestión de riesgos de seguridad.	Ajustes a políticas de seguridad. Entrega documentación.

Tabla 5. Modelo del Proceso de Transición

Se recomienda la aplicación de este modelo de transición hacia IPv6, debido a que se esboza todo el ciclo de diagnóstico, planeación, implementación, seguimiento y lanzamiento del nuevo protocolo y las funciones de desempeño por cada uno de los recursos tanto humanos como de infraestructura de TI, que se requieren tener en cuenta para un proceso de transición exitoso.

13. FASES DEL PROYECTO DE IPv6

El proyecto de transición a IPv6 debe ser orientado por fases y por cada una de estas fases, indicar cuales productos deben ser entregados y en qué lapso de tiempo (puede variar de acuerdo a las infraestructuras y necesidades de cada Entidad), según un cuadro como el siguiente:

Producto	*Fase*	*Productos a entregar*	*Tiempo Entrega*
Proceso de Implementación del protocolo de IPv6	**Diagnóstico Situación Actual**	Plan de trabajo para la adopción de IPv6 Plan de diagnóstico (Inventario de TI, informe de infraestructura de comunicaciones, recomendaciones de adquisición elementos Hardware/Software, plan de direccionamiento IP, plan de excepciones, informe de preparación – *Readiness.* Documento implementación de seguridad de IPv6 en congruencia con la política de seguridad de las Entidades. Plan de capacitación en IPv6.	
	Desarrollo del Plan de Implementación	Informe plan detallado implementación de IPv6. Documento configuraciones del nuevo protocolo sobre las plataformas de hardware, software y servicios intervenidos durante esta fase. Informe de resultados de las pruebas realizadas a nivel de comunicaciones, de aplicaciones y sistemas de almacenamiento.	
	Pruebas de Funcionalidad de IPv6	Documento con cambios detallados de las configuraciones realizadas, según análisis de funcionalidad de la fase II. Acta de cumplimiento a satisfacción de funcionamiento de los servicios y aplicaciones intervenidos durante la fase II. Documento de inventario final de la infraestructura de TI sobre el nuevo protocolo IPv6.	

Tabla 6. Fases del Proyecto de IPv6

14. EQUIPO TÉCNICO DE TRABAJO IPv6 Y PORCENTAJE DE DEDICACIÓN

El equipo técnico de trabajo recomendado para desarrollar el proyecto de transición del protocolo de IPv4 a IPv6 debe contener los siguientes perfiles:

Gerente del Proyecto, Ingeniero de Seguridad, Ingeniero de Redes, Ingeniero de Comunicaciones, Ingeniero de Aplicaciones. Un equipo conformado por estas funciones puede abordar proyectos de transición de IPv4 a IPv6 de diferentes procesos de negocio o alcances organizacionales, para desarrollar las actividades que conforman las diferentes fases de cada proceso de transición planteado para la cada Entidad.

14.1 Dedicación al Proyecto del Equipo de Trabajo

Dedicación Equipo Técnico de trabajo IPv6		
Personal mínimo requerido	**Certificaciones exigidas**	**Dedicación al proyecto**
Gerente de Proyecto	Ingeniero certificado en PMP (Project Management Professional) con Especialización en Gerencia de Proyecto	**60%**
Ingeniero de Seguridad	Recurso certificado en Seguridad	**30%**
Ingeniero de Networking	Recurso certificado en Routing y Switching	**40%**
Ingeniero de Comunicaciones	Ingeniero certificado en Seguridad y Networking.	**100%**
Ingeniero de Aplicaciones	Ingeniero certificado en ITIL.	**100%**

Tabla 7. Dedicación del Equipo de Trabajo

15. CONCLUSIONES

Una vez culminado el proceso de transición de IPv4 a IPv6, las Entidades no tendrán que preocuparse por el agotamiento de las direcciones IP (*Internet Protocol*) pues se garantizará que las infraestructuras de TI, deben seguir conectadas con los dos protocolos coexistentes, ofreciendo a los usuarios múltiples oportunidades de seguir conectados y apuntar a los nuevos mercados y servicios que surgen alrededor de IPv6.

El nuevo protocolo IPv6 permitirá a las entidades, introducir nuevas funciones que mejorarán aspectos tales como la seguridad informática, vista desde del escenario del funcionamiento del protocolo mismo, la facilidad para conectar una gran variedad de dispositivos de comunicaciones, de computación y de almacenamiento, produciendo un cambio gradual en el funcionamiento tanto de las redes de comunicaciones como de las aplicaciones que producirá resultados exitosos a mediano plazo en la medida en que este nuevo protocolo se afiance en el medio.

De otro lado, con la adopción del protocolo IPv6 se podrá seguir construyendo códigos de software más robustos y portables, permitiendo que la seguridad de las aplicaciones mejore con su adopción y que la red de comunicaciones y los sistemas de información de la Entidades tengan mejores tiempos de respuesta y se beneficien gradualmente de acuerdo a los lineamientos establecidos en la circular 0002 del 2011 del Ministerio TIC y en el proyecto de Resolución para la adopción de IPv6 en el país, en proceso de expedición, que pretende impulsar su implementación, aplicabilidad y despliegue en un ambiente de planificación, ejecución y operación con un mínimo de criticidad posible para todos los entes gubernamentales del país.

16. REFERENCIAS

http://www.itu.int/en/wtpf-13/Documents/WTPF-13-Opinion4.pdf

http://www.itu.int/en/wtpf-13/Documents/WTPF-13-Opinion3.pdf

http://www.mintic.gov.co/IPv6/

http://www.lacnic.net/es/web/lacnic/inicio

http://www.ietf.org/rfc/rfc2460.txt

http://www.tunnelbroker.net

http://www.sixxs.net/tools/aiccu/

http://www.lacnic.net/es/web/lacnic/inicio

http://www.portalIPv6.lacnic.net

http://www.IPv6.es

http://www.6deploy.eu

http://www.lacnic.net/web/lacnic/IPv6-end-user

http://applications.6pack.org/,

http://kb.wisc.edu/page.php?id=11691;

http://IPv6.niif.hu/m/IPv6_apps_db

http://www.google.com/intl/en/ipv6/statistics.html#tab=ipv6-adoption

http://www.ipv6.unam.mx/documentos/BCOP-Requerimientos-IPv6_Equipos-Red-LACNOG_2016.pdf

17. BIBLIOGRAFIA

- Cicileo, G., Gagliano, R., et al. (2009). IPv6 para todos, 1a ed. - Buenos Aires: Asociación Civil Argentinos en internet.

- Ciprian, P., (2006). Deploying IPv6 Networks, Cisco System.

- Circular: 002 del 6 de julio de 2011 del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Recuperado 6 agosto de 2013, del sitio Web de la Cintel:http://adopcionIPv6.cintel.org.co/promocion-adopcion-de-IPv6-en-colombia/.

- Grossetete, P., (2008). Global IPv6 Strategies: From Business Analysis to Operational. Cisco System, Ciscopress.com.Hagen, S.,(2006).IPv6 Essentials. (2° ed), O´Reilly Media.

- Internet RFC/STD/FYI/BCP Archiver, Enlaces Web Asociados. Recuperado de la página Web de la Internet Faqs Archives:http://www.faqs.org/rfcs/

- Manual de Gobierno en Línea 3.0 y 3.1, 2013.

- Moreno, A., (2009). IPv6 Interoperabilidad y robustez. Recuperado el 11 noviembre 2013 de la página Web http://www.cs.cinvestav.mx/Estudiantes/TesisGraduados/2004/tesisAxelErnesto.pdf

- Stockebrand, B., (2007). IPv6 in Practice, A. Unixer's Guide to the Next Generation Internet. Springer.

- Zorz, J., (2016). LACNOG BCOP 20160127-01, Requerimientos de IPv6 para equipos de TIC. Recuperado el 30 de mayo de 2017 de la página web http://www.ipv6.unam.mx/documentos/BCOP-Requerimientos-IPv6_Equipos-Red-LACNOG_2016.pdf

18. ANEXO 1

Requerimientos de IPv6 para equipos de TIC (LACNOG BCOP 20160127-01)[10] *Best Current OPerational Practice (BCOP)*

18.1 Resumen del BCOP

Para asegurar la inserción suave y rentable de IPv6 en sus redes, es importante que los gobiernos y las grandes corporaciones especifiquen requerimientos de compatibilidad de IPv6 en la búsqueda de ofertas de equipamiento y soporte de TIC (Tecnologías de Información y Comunicaciones). Este documento tiene como objeto proporcionar una “Mejor Práctica Actual” Best Current Practice (BCP) y no especifica ninguna norma ni política por sí mismo.

18.2 Trasfondo del BCOP/ Historia

Los certificados IPv6 *Ready Logo* pueden ser requeridos para cualquier dispositivo. Esta es la forma más fácil para que los proveedores que ofrecen equipos pueden demostrar que cumplen con los requisitos básicos de IPv6. El iniciador de la licitación también proporcionará la lista de RFCs obligatorios y opcionales requeridos con el fin de no excluir a los proveedores que aún no exponen sus equipos a la prueba de certificación del programa IPv6 Ready Logo. De esta forma los licitadores públicos no pueden ser acusados de preferir cualquier tipo de proveedor de equipamiento.

Cuando especificamos la lista de RFCs requeridos, debemos enumerar todos los requisitos obligatorios, con excepción de las entradas que comienzan con: "Si [funcionalidad] Se solicita ..." Estas entradas son obligatorias sólo si el iniciador de

[10] Extracción parcial del documento LACNOG BCOP 20160127-01, Requerimientos de IPv6 para equipos TIC, Jan Zorz, Documentos de referencia: RIPE-554, Traducción de Azael Fernández Alcántara, Ernesto Pérez Estévez, Ariel Weher, otros, 27/01/2016.
http://www.ipv6.unam.mx/documentos/BCOP-Requerimientos-IPv6_Equipos-Red-LACNOG_2016.pdf

de la licitación requiere cierta funcionalidad. Tenga en cuenta que el iniciador de licitación debe decidir qué funcionalidad se requiere, no el proveedor de equipos.

Algunas de las funciones que se encuentran en la sección "opcional" en este documento pueden ser importantes para su caso y / u organización específica. En tales casos, el iniciador de licitación debe mover el requisito hacia la sección “necesaria” en su solicitud de licitación.

18.3 Texto del BCOP

18.3.1 Cómo especificar los requisitos

Como se mencionó anteriormente, el programa IPv6 Ready Logo no abarca todo el equipamiento que soporta correctamente IPv6; por lo que declarar esos equipos como no elegibles puede no ser deseable. Este documento recomienda que el iniciador de la licitación especifique que los equipos elegibles serán ya sea certificados bajo el programa IPv6 Ready o serán compatibles con los RFCs apropiados que se enumeran en la sección siguiente.

Acerca del programa “IPv6 Ready Logo”:

http://www.ipv6ready.org/

Tenga en cuenta que existe el proyecto BOUNDv6 cuyo objetivo es crear un entorno de red permanente de múltiples proveedores conectando laboratorios autorizados donde la comunidad puede probar las aplicaciones y los dispositivos habilitados para IPv6 en escenarios de prueba significativos. Se anima a los iniciadores de licitación a echar un vistazo y también utilizar los resultados de este proyecto.

Acerca de BOUNDv6:

http://www.boundv6.org/

18.3.2 Nota importante para el iniciador de oferta:

La certificación “IPv6 Ready Logo” cubre los requisitos básicos de IPv6 y algunas características avanzadas, pero no todos ellos. Si usted requiere alguna característica avanzada que no está cubierta por la certificación IPv6 Ready Logo, por favor solicite una lista de RFCs que cubran esas necesidades específicas, además de las comprendidas por la certificación IPv6 Ready Logo. En las listas siguientes, los RFCs que se tratan en dicha certificación están marcados con *.

18.3.3 Texto genérico propuesto para el iniciador de la licitación

En cada licitación, deberá incluirse el siguiente texto:

“Todo el hardware de TIC objeto de esta licitación debe apoyar tanto los protocolos IPv4 e IPv6. Similar comportamiento se debe proporcionar para ambos protocolos de entrada, salida y / o el rendimiento de flujo de datos de rendimiento, la transmisión y el procesamiento de paquetes.

El soporte de IPv6 puede ser verificado y certificado por el certificado IPv6 Ready Logo.

Cualquier software que se comunica a través del protocolo IP debe ser compatible con ambas versiones del protocolo (IPv4 e IPv6). La diferencia no debe ser perceptible para los usuarios.

El equipo que no se ha puesto a través de los procedimientos de pruebas IPv6 Ready deben cumplir con las RFC se enumeran a continuación:”

[lista apropiada de los RFCs obligatorios y opcionales seleccionados de las listas a continuación]

18.3.4 Lista de especificaciones técnicas RFC/3GPP obligatorias y opcionales soportadas en variedades de hardware y software

Los requisitos se dividen por equipos de hardware y soporte del integrador.

Se debe asumir que todo el tráfico de IPv4 migrará a IPv6. Todos los requisitos impuestos a las capacidades de tráfico IPv4 como latencia, ancho de banda y *throughput* también se debería exigir para el tráfico IPv6.

18.3.5 IPsec: obligatorio u opcional

En el estándar original Requisitos de Nodos IPv6 (RFC4294), IPsec fue listado como un

"DEBE" para ser compatible con los estándares. El RFC actualizado (RFC6434) cambió IPsec a "DEBERÍA" ponerse en práctica. Las razones para el cambio se expresan en este nuevo RFC.

El Grupo de Trabajo RIPE IPv6 ha debatido ampliamente si es necesario hacer el soporte IPsec obligatorio u opcional. Los constituyentes más participativos mostraron apoyo para mover IPsec para las secciones opcionales, que es lo que se refleja en este documento.

Mientras que el consenso de la comunidad era hacer IPsec opcional en la mayoría de los casos, el IETF ahora ha declarado que IPsec ‘DEBERÍA’ ser implementado en la versión más reciente del estándar Requisitos de Nodos IPv6 (RFC6434). En el contexto del IETF, un 'DEBERÍA' significa que pueden existir razones válidas en circunstancias particulares para ignorar un tema en particular, pero todas las consecuencias deben entenderse y valorarse cuidadosamente antes de elegir un camino diferente.

Las organizaciones que utilizan IPsec o tengan intención de utilizar en el futuro deberían incluir lo siguiente en la sección obligatoria al iniciar su oferta:

• IPsec/IKEv2 [RFC4301, RFC4303, RFC4302, RFC5996] *

18.3.6 Definiciones y descripciones de diferentes tipos de dispositivos

Las siguientes definiciones se utilizarán para clasificar los distintos equipamientos de hardware. Mientras algún hardware pueda tener funcionalidades superpuestas (por ejemplo, un *switch* Capa 2 puede operar como un *router* Capa 3 o un *router* puede tener algunas capacidades de firewall), se espera que, para cada funcionalidad superpuesta, se combinen los requerimientos de cada dispositivo específico.

Host: Un host es un participante de una red que recibe y envía paquetes, pero no los conmuta en nombre de otros.

Conmutador, Switch, o 'Switch Capa 2': Un conmutador, *switch* o *'switch* Capa 2' es un dispositivo que es usado principalmente para el reenvío de tramas Ethernet basándose en sus atributos. El intercambio de información Ethernet con otros *switches Ethernet* suele también ser parte de sus funciones.

Enrutador, router or 'Switch Capa 3': Un router o 'switch Capa 3' es un dispositivo que es usado principalmente para realizar el reenvío de paquetes IP basándose en sus atributos. El intercambio de información de ruteo con otros Routers suele también ser parte de sus funciones.

Equipos de Seguridad de Red: Los Equipos de Seguridad de Red son dispositivos cuya función primaria es permitir, denegar y/o monitorear el tráfico entre interfaces con el fin de detectar o prevenir potenciales actividades maliciosas. Estas interfaces además pueden incluir las VPNs (SSL o IPsec). El Equipamiento de Seguridad de Red es a menudo también un switch Capa 2 o un Router/switch Capa 3.

Customer Premise Equipment (CPE): Un dispositivo CPE es un *router* de pequeña oficina o bien un *router* residencial que es usado para conectar a los usuarios finales hogareños o pequeñas empresas usando una amplia cantidad de configuraciones diferentes. A pesar que un CPE es usualmente un dispositivo llamado *router*, los requerimientos son diferentes desde el punto de vista de un *Router o Switch* Capa

3 en una empresa o ISP, dado que estos suelen ser más complejos al estar compuestos por un hardware y software más avanzado.

Dispositivo Móvil: En el contexto de este documento, un dispositivo móvil es un nodo que se conecta a un sistema 3GPP definido utilizando alguna tecnología de acceso 3GPP específica (tal como 2G, 3G, o LTE). En las situaciones donde la lógica de red se compone únicamente por un dispositivo dedicado A conectado a otro dispositivo B, la especificación se referirá al dispositivo A y no al dispositivo B. Si la lógica de protocolos está distribuida (por ejemplo, una computadora con una interfaz ethernet externa que realiza TCP *checksum offloading*), el sistema agregado será referido.

Balanceador de Carga: Un balanceador de carga es un dispositivo de red que distribuye la carga de trabajo a través de múltiples computadoras, servidores u otros recursos, con el fin de lograr la utilización óptima o prevista de recursos, maximizar el rendimiento, minimizar el tiempo de respuesta y evitar la sobrecarga.

Las siguientes referencias son de relevancia a este documento BCP. En el momento de la publicación, las ediciones indicadas eran válidas. Todas las referencias son objetos de revisiones; Por lo que los usuarios de este documento BCP deben animarse a investigar la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las referencias citadas a continuación.

18.3.7 Listado de normas RFC/3GPP requeridas para diferentes tipos de hardware

El equipamiento para TIC está dividido en siete grupos funcionales:

- Host: cliente o servidor
- Conmutador o *Switch* Capa 2
- *Router o Switch* Capa 3
- Equipos de seguridad de red (firewalls, IDS, IPS...)
- CPE
- Dispositivo móvil

- Balanceador de carga

Hemos dividido los siguientes requisitos en dos categorías, “obligatorias” y “opcionales”. El equipo debe cumplir con la lista de requisitos de los estándares obligatorios. Los soportes de requisitos opcionales pueden ganar puntos adicionales en la licitación, si esto fuera especificado por el iniciador.

Cualquier hardware que no cumpla con todos los estándares obligatorios debe ser marcados como no apropiado por el evaluador de la licitación.

Las normas que son parte de los procedimientos de prueba del “IPv6 *Ready Logo*”, y son llevados a cabo típicamente por laboratorios acreditados, están marcados con un asterisco *.

18.3.8 Requerimientos para equipo "host"

Soporte obligatorio:

- IPv6 Basic specification [RFC2460] *
- IPv6 Addressing Architecture [RFC4291] *
- Default Address Selection [RFC3484]
- Unique Local IPv6 Unicast Addresses (ULA) [RFC4193]
- ICMPv6 [RFC4443] *
- DHCPv6 client [RFC3315] *
- SLAAC [RFC4862] *
- Path MTU Discovery [RFC1981] *
- Neighbor Discovery [RFC4861] *
- Si se requiere soporte para túneles y doble pila, el dispositivo debe soportar “Basic Transition Mechanisms for IPv6 Hosts y Routers” [RFC4213]
- Si se requiere soporte para IPv6 móvil, el dispositivo debe soportar “MIPv6” [RFC6275, RFC5555] y “Mobile IPv6 Operation With IKEv2 y el Revised IPsec Architecture” [RFC4877]
- DNS protocol extensions for incorporating IPv6 DNS resource records [RFC3596]

- DNS message extension mechanism [RFC2671]
- DNS message size requirements [RFC3226]
- Deprecation of Type 0 Routing Headers in IPv6 [RFC5095] *

18.3.9 Requerimientos para equipo “enterprise/ISP grade "Layer 2 switch"

Soporte obligatorio:

- MLDv2 snooping [RFC4541]
- DHCPv6 filtering [RFC3315]
- Router Advertisement (RA) filtering [RFC4862]
- Dynamic "IPv6 Neighbor solicitation/advertisement" inspection [RFC4861]
- Neighbor Unreachability Detection [NUD, RFC4861] filtering
- Duplicate Address Detection [DAD, RFC4429] snooping y filtering.[11]

18.3.10 Requerimientos para equipo "router or Layer 3 switch"

Soporte obligatorio:

- IPv6 Basic specification [RFC2460] *
- IPv6 Addressing Architecture [RFC4291] *
  Default Address Selection [RFC3484]
  Unique Local IPv6 Unicast Addresses (ULA) [RFC4193]
- ICMPv6 [RFC4443] *
- SLAAC [RFC4862] *
- MLDv2 snooping [RFC4541]
- Multicast Listener Discovery version 2 [RFC3810] *

[11] El IETF Source Address Validation Improvements (SAVI) Working Group está actualmente trabajando en las RFCs que especificarán un marco para la validación de direcciones de origen. Una vez sean publicadas estas RFC, las referencias al filtrado de NUD y DAD serán cambiadas de acuerdo a lo especificado.

- Router-Alert option [RFC2711]
- Path MTU Discovery [RFC1981] *
- Neighbor Discovery [RFC4861] *
- Deprecation of Type 0 Routing Headers in IPv6 [RFC5095] *
- Si se requiere un “dynamic interior gateway protocol (IGP)” , entonces deben ser soportados RIPng [RFC2080], OSPF-v3 [RFC5340] o IS-IS [RFC5308].
- La entidad de contratación deberá especificar el protocolo requerido.

  Si se requiere OSPF-v3 , el equipo debe cumplir con "Authentication/Confidentiality para OSPF-v3" [RFC4552]
- Si se requiere el protocolo BGP4 , el equipo debe cumplir con RFC4271,

  RFC1772, RFC4760, RFC1997, RFC3392 y RFC2545
- Soporte para QoS [RFC2474, RFC3140]
- Si se requiere soporte para encapsulamiento y pila dual, el dispositivo debe soportar “Basic Transition Mechanisms for IPv6 Hosts y Routers” [RFC4213]
- Si se requiere soporte para encapsulamiento y pila dual, el dispositivo debe soportar “Generic Packet Tunneling y IPv6” [RFC2473]
- Si se requiere 6PE, el equipo debe soportar "Connecting IPv6 Islands over

  IPv4 MPLS Using IPv6 Provider Edge Routers (6PE)” [RFC4798]
- Si se requiere IPv6 móvil, el equipo debe soportar MIPv6 [RFC6275, RFC5555] y "Mobile IPv6 Operation With IKEv2 y el Revised IPsec Architecture” [RFC4877]
- Si se requiere “IS-IS routing protocol” el equipo debe soportar "M-ISIS: Multi-Topology (MT) Routing in Intermediate System to Intermediate Systems (IS-ISs)" [RFC5120]

- Si se requiere funcionalidad MPLS (por ejemplo, BGP-free core, MPLS TE,

  MPLS FRR) , los PE-routers y route reflectors deben soportar "Connecting

  IPv6 Islands over IPv4 MPLS Using IPv6 Provider Edge Routers (6PE)"

  [RFC4798]

- Si se requiere funcionalidad “Layer 3 VPN” , los PE-routers y route reflectors deben soportar "BGP-MPLS IP Virtual Private Network (VPN) Extension for IPv6 VPN" [RFC4659]
- Si “MPLS Traffic Engineering” es usado en combinación con “IS-IS routing protocol”, el equipo debe soportar "M-ISIS: Multi-Topology (MT) Routing in Intermediate System to Intermediate Systems (IS-ISs)" [RFC5120]

18.3.11 Requerimientos para dispositivos móviles

Soporte obligatorio:

- IPv6 basic specification [RFC2460] *
- Neighbor Discovery for IPv6 [RFC4861] *
- IPv6 Stateless Address Autoconfiguration [RFC4862] *
- IPv6 Addressing Architecture [RFC4291] *
- ICMPv6 [RFC4443] *
- IPv6 over PPP [RFC2472]
- Multicast Listener Discovery version 2 [RFC3810] *
- IPv6 Router Alert Option [RFC2711]
- DNS protocol extensions for incorporating IPv6 DNS resource records [RFC3596]

Soporte opcional:

- Privacy Extensions for Stateless Address Autoconfiguration in IPv6 [RFC4941]
- Path MTU Discovery for IPv6 [RFC1981] *
- Generic Packet Tunneling for IPv6 [RFC2473]
- DHCPv6 [RFC3315] *
- Stateless DHCPv6 [RFC3736]
- DHCPv6 option for SIP servers [RFC3319]
- IPv6 Prefix Options for DHCPv6 [RFC3633]
- Prefix Exclude Option for DHCPv6-based Prefix Delegation [draft-ietf-dhc-pd-exclude]
- Default Address Selection [RFC3484]
- IPsec/IKEv2 [RFC4301, RFC4303, RFC4302, RFC5996] *
- IKEv2 Mobility y Multihoming Protocol MOBIKE [RFC 4555]
- IPv6 Host-to-Router Load Sharing [RFC4311]
- Default Router Preferences y More-Specific Routes [RFC4191]

Referencias:

- 3GPP
- Internetworking Between Public Land Mobile Network (PLMN) supporting packet based services y Packet Data Networks (PDN) [3GPP TS 29.061]
- GPRS Service Description [3GPP TS 23.060]
- General Packet Radio Service (GPRS) enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) access [3GPP TS 23.401]
- Signaling flows for IP multimedia Call control based on SIP y SDP [3GPP TS 24.228]
- IP multimedia call control protocol based on SIP y SDP [3GPP TS 24.229]
- IP Based Multimedia Framework [3GPP TS 22.941]

- Architectural Requirements [3GPP TS 23.221]
- Packet domain; Mobile Stations (MS) Supporting Packet Switching Service [3GPP TS 27.060]
- IPv6 migration guidelines [3GPP TR 23.975]
- IETF
- IPv6 for Some Second y Third Generation Cellular Hosts [RFC3316]
- Recommendations for IPv6 in 3GPP Standards [RFC3314]
- IPv6 in 3rd Generation Partnership Project (3GPP) [RFC6459]

18.3.12 Requerimientos para el soporte IPv6 en software

Todo el software debe soportar IPv4 e IPv6 y ser capaz de comunicarse sobre redes sólo IPv4, sólo IPv6 y doble pila. Si el software incluye parámetros de red en su configuración de servidor local o remoto este debe además permitir la configuración de parámetros en IPv6.

Todas las características que se ofrecen sobre IPv4 deben estar disponibles también en IPv6. El usuario no debe experimentar ninguna diferencia notable tanto si el software se comunica por IPv4 o por IPv6 excepto cuando esto provea un beneficio apreciable al usuario.

Se recomienda encarecidamente no utilizar ninguna dirección en el código del software, como está descrito en “Default Address Selection for Internet Protocol version 6” [RFC3484].

18.3.13 Requerimientos de habilidades del integrador de sistemas

…Además, se recomienda que los integradores de sistemas y sus empleados tengan un amplio conocimiento de IPv6 y certificados de IPv6 genéricos fuera de aquellos ofrecidos por los fabricantes de equipamiento. Estos certificados pueden ser obtenidos de sistemas de capacitación independientes. Este conocimiento debe recibir puntuación adicional en el proceso de contratación.

Todos los participantes en el proceso de contratación deben firmar una declaración la cual indicará que la compañía y sus empleados han cursado entrenamientos técnicos para el diseño, construcción e integración de equipamiento de las TIC en redes IPv4 e IPv6.

18.3.14 Declaración de competencia en IPv6

Los contratantes deben requerir una declaración de competencias técnicas en IPv6 de parte del suministrador o integrador del equipamiento. Se requiere conocimiento y experiencia en IPv6 como forma de asegurar una apropiada instalación e integración de IPv6 en ambientes de las TIC.

La declaración debe decir que el suministrador de equipamiento o integrador de sistemas declara bajo juramento de ley:

- Que ellos tienen suficiente número de empleados para cumplir con los servicios ofertados.
- Que estos empleados han sido entrenados profesionalmente para su trabajo de diseño, integración y/o construcción de equipamiento de las TIC en ambientes IPv4 e IPv6;
- Que la calidad de los servicios ofertados cumple todos los requerimientos definidos en los documentos de la contratación y que estos requerimientos aplican tanto para IPv4 como para IPv6.

Debe notarse que este tipo de declaraciones pueden variar en dependencia de la legislación local. Por tanto, los traductores y los contratantes deben buscar apoyo legal respecto las palabras y textos a utilizar en estos documentos.

19. ANEXO 2

19.1 Número de Sistema Autónomo – ASN de IPv6

Las entidades que requieran tener varios servicios en la nube con más de un operador o proveedor de servicios de Internet - ISP y que utilicen tráfico de IPv6 de manera nativa, preferiblemente deben adquirir un ASN propio ante LACNIC, a fin de compartir la misma política de enrutamiento con los demás operadores de manera versátil y ordenada con el fin de generar tráfico IPv6 nativo.

Con el ASN, las organizaciones tendrán la oportunidad de que su nombre sea de fácil reconocimiento en los rastreos de tráfico de IPv6 por LACNIC y a nivel mundial.

El ASN permitirá que cada entidad sea independiente del ASN del proveedor contratado, lo que le permite publicar su propio segmento de IPv6 adquirido ante LACNIC y tener la posibilidad de obtener estadísticas de tráfico de IPv6.

El Sistema Autónomo en la Entidad, es aquella en que la entidad necesita disponer de dos o más proveedores del servicio de Internet para utilizar sus servicios en la nube y además que posea su propio segmento de IPv6 solicitado ante LACNIC

19.2 Administración de políticas de enrutamiento en ASN

El ASN permitirá a las entidades una sola administración de políticas de enrutamiento y políticas de seguridad.

19.3 Implementación del ASN

Para implementar un ASN, es necesario realizar una tarea conjunta entre los proveedores de servicio de internet y los clientes; consistente en configurar los sistemas de enrutamiento (*routers*), localizados del lado de los clientes y los ubicados del lado de los proveedores (ISPs), el Número de Sistema Autónomo respectivo y hacer la publicación del nuevo direccionamiento en Internet.

19.4 Acuerdo de Nivel de Servicio del ASN

Si la entidad adquirió el ASN, es necesario que los proveedores del servicio de internet- ISP, entreguen una solución integral de conectividad en donde sus equipos de comunicaciones deben anunciar el nuevo ASN (es decir los enrutadores deben soportar servicios BGP (Protocolo Border Gateway Protocol) que permitan hacer la labor de anunciar el Sistema Autónomo en la red).

Se recomienda revisar con su proveedor de servicio las directrices sobre ASN, que asigna la IANA en los RFC 1930, RFC 5396, RFC 4893

19.5 BGP (Border Gateway Protocol)

Es un protocolo mediante el cual se intercambia información de enrutamiento entre sistemas autónomos – ASN.

19.6 Sistema Autónomo o Número de Sistema Autónomo - ASN

Se define como un grupo de redes IP que poseen una política de enrutamiento propio e independiente, que permiten una gestión de tráfico propia frente a otros Sistemas Autónomos y que tiene asociado un Número de Sistema Autónomo – ASN, que es el que lo identifica de manera única dentro de la comunidad de Internet. El ASN proporciona la capacidad a la entidad que lo requiera, de tener una alta disponibilidad de servicios de internet en modo activo – activo, con varios proveedores del servicio, manteniendo siempre un único direccionamiento IPv6 propio e independiente del operador que da acceso a la red.