

**Diseño y análisis de infraestructura tecnológica de la alcaldía del municipio de Támara
Casanare Colombia que permita la migración del protocolo IPv4 a IPv6**

Javier Eduardo Plazas Tarache

Directora:

Angela María Vargas Arcila

Universidad Nacional Abierta y a Distancia “UNAD”

Escuela De Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería “ECBTI”

Especialización en Redes de Nueva Generación

2025

Resumen

La importancia que se está evidenciando en las redes de telecomunicaciones en esta nueva era digital y el internet ha surgido una emergencia en la creación de un protocolo que nos dé facilidad de conectar más usuarios y dispositivos, pues el protocolo anterior colapso en direcciones IP, En este contexto se habla de la requerida migración del protocolo IPv4 al protocolo IPv6. El propósito de este trabajo de investigación es Plantear un diseño y análisis de infraestructura tecnológica de la alcaldía del municipio de Tamara Casanare-Colombia que permita la migración del protocolo IPv4 a IPv6. Como primera instancia, se recopiló una cantidad de información de antecedentes procedentes de muchas fuentes bibliográficas para lograr una mejor comprensión del tema implicado, para seguir con la investigación se realizó un levantamiento de inventario de software y hardware, relacionando sistemas de información, equipos de red, equipos de cómputo (host) e impresoras de red. Siguiendo con la esta investigación se identifica la topología de red actual y se simula en el software Packet Tracert y así determinar la compatibilidad con el protocolo IPv6. Finalmente se concluye que esta investigación es necesaria y permite que la alcaldía municipal de Tamara Casanare esté preparada para afrontar las futuras necesidades que tiene el internet.

Palabras clave: Red, análisis, diseño, infraestructura tecnológica, topología de redes, migración de redes, diagnostico.

Tabla de Contenido

Introducción	7
Planteamiento del Problema	8
Descripción de la Realidad Problemática	8
Antecedentes Teóricos	9
Definición del Problema General y Específicos	10
Marco Teórico de la Investigación	11
Marco Histórico	11
Investigaciones o Antecedentes del Estudio	13
Marco Conceptual.....	15
Objetivos	30
Objetivo General.....	30
Objetivos Específicos	30
Justificación e Importancia del Estudio	31
Metodología	32
Diagnóstico de Infraestructura Tecnológica de la Alcaldía	33
Sistemas de Información.....	33
Equipos de Red	39
Equipos de Cómputo (hosts).....	41
Impresoras de red.....	48
Evaluación del Grado de Alistamiento de la Infraestructura Tecnológica para la Migración a IPv6	49

Análisis de la Topología de la Red y su Funcionamiento	49
Conclusiones	52
Referencias Bibliográficas	53

Lista de Figuras

Figura 1	<i>Dirección Binaria a Decimal en IPv4 (GUILLE, 2017)</i>	19
Figura 2	<i>Relación entre Decimal, Binario y Hexadecimal (Linares, 2017).</i>	22
Figura 3	<i>Topología del Mecanismo Tunnelización (wendy, 2012).</i>	27
Figura 4	<i>Operación de NAT-PT (Apaza, 2003).</i>	28
Figura 5	<i>Topología del Mecanismo Dual Stack (MiLACNIC, s.f).</i>	29
Figura 6	<i>Porcentaje de Equipos de Cómputo que Soportan IPv6.</i>	47
Figura 7	<i>Diagrama de la Red LAN y Topología Árbol de la Red de la Alcaldia Municipal de Támara Casanare.</i>	50

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Diferencias entre IPv4 y IPv6 (Cajamarca Remache, 2019).</i>	24
Tabla 2 <i>Equivalentes entre IPv4 e IPv6 (Cajamarca Remache, 2019).</i>	25
Tabla 3 <i>Sistemas de Información de la Alcaldía.</i>	34
Tabla 4 <i>Sistemas de Información por ser Entidad del Estado.</i>	36
Tabla 5 <i>Equipos de Red.</i>	40
Tabla 6 <i>Diagnóstico de Equipos de Cómputo.</i>	41
Tabla 7 <i>Impresoras de Red.</i>	48
Tabla 8 <i>Evaluación de Inventarios.</i>	49

Introducción

La migración de un protocolo es un proceso fundamental en el desarrollo y la modernización de las infraestructuras tecnológicas, especialmente en entidades gubernamentales como las alcaldías municipales. En este contexto, el presente trabajo de investigación se enfoca en el diseño y análisis de la infraestructura tecnológica de la alcaldía del municipio de Tamara, ubicado en el departamento de Casanare, Colombia, con el objetivo de facilitar esta migración crucial.

La migración del protocolo IPv4 a IPv6 es cada vez más imperativa debido al agotamiento progresivo de direcciones IPv4 y las limitaciones que esto impone en términos de escalabilidad y seguridad de la red. Por lo tanto, es esencial para las organizaciones, incluyendo las entidades gubernamentales locales, adoptar IPv6 para garantizar la continuidad operativa y la capacidad de crecimiento futuro.

Este trabajo se centrará en varios aspectos clave, como la evaluación de la infraestructura tecnológica actual de la alcaldía de Tamara, la identificación de los desafíos específicos relacionados con la migración a IPv6, el desarrollo de estrategias para llevar a cabo la migración de manera eficiente y efectiva.

El objetivo principal es proporcionar a la alcaldía de Tamara un diagnóstico sólido y completo que le permita migrar con éxito de IPv4 a IPv6, asegurando así una infraestructura de red moderna, escalable y segura que satisfaga las necesidades presentes y futuras de la comunidad local. En última instancia, este trabajo busca contribuir al avance tecnológico y al fortalecimiento de la capacidad administrativa en el ámbito laboral de la alcaldía municipal de Tamara, Casanare, Colombia.

Planteamiento del Problema

En esta sección se indaga en todo el estado del arte de estudios más demandantes, con el objetivo de comprender, observar cada aporte y alcance que ha tenido el tema de investigación según el argumento de referencia.

Descripción de la Realidad Problemática

Más de 20 años llevamos desde el día en que se creó el protocolo IPv4, sin darnos cuenta el internet ha evolucionado muy rápido. Cada vez más, se fueron delegando direcciones IP con el protocolo IPv4 de manera alarmante, debido a esto, surge el problema en la asignación de direcciones restringiendo el desarrollo de las aplicaciones y estructura tecnológica en internet, formando limitaciones e inseguridad informática a la hora de conectarse más usuarios a la red de internet (Alexander L, 2014).

Por otra parte, en Colombia entidades como MINTIC han desarrollado actualizaciones en los protocolos de protección de datos y conforme a la circular 002 de julio de 2011 “promoción de la adopción del IPv6 en Colombia” se exige a las entidades estatales acogerse a tal normatividad y realizar la migración del protocolo IPv4 a IPv6 por temas de seguridad informática. Por tal motivo, la alcaldía Municipal de Tamara – Casanare, entidad que actualmente maneja una estructura informática correspondiente al protocolo IPv4, tiene la necesidad de realizar la migración garantizando seguridad en la información digital y confidencial con la que se cuenta.

A la vez, el gran problema es el desconocimiento del procedimiento de los nuevos direccionamientos y compatibilidades con el protocolo IPv6, para así no descuidar la parte de seguridad de la información. Por consiguiente, la entidad se priva de dar el paso a este cambio tecnológico, teniendo como causa principal la falta de recursos económicos y personal experto

que pueda realizar la migración sin tener inconvenientes entre la articulación de ambos protocolos (Arias Pulgarín, 2011).

Antecedentes Teóricos

Ya conocemos que el internet es la red de comunicaciones más trascendental, en la actualidad la usamos todos los días a toda hora en todo momento, de tal manera que se formaron los grandes proveedores como ISP (Internet Service Provider), pero el servicio de internet tenía fallas en comunicación entre proveedores y usuarios; debido a esto se acogieron a crear un protocolo que fuera único y cumpliera con tal fin.

Ahí fue cuando nació el protocolo IPv4 que está conformado por un número de 32 bits y formada por 4 octetos “8 bits”, esta notación decimal está separada por puntos. Un bit puede tener valor de 1 o 0, con esto se dice que un octeto se compone de elevar el 2 a la 8va potencia, lo que equivale a tener 256 posibilidades las cuales comienzan a contar desde 0 hasta 255, con esto calculamos que tenemos 4.294.967.296 direcciones IPv4 (Bello, 2021).

La evolución de las redes de nueva generación “NGN” que van de mano al internet y las tecnologías crece exponencialmente; debido a este crecimiento el internet no ha tenido éxito dando como consecuencia una enorme demanda de direcciones IP que cada día va aumentando. Cada uno de estos dispositivos tecnológicos requieren de una dirección IP versión IPv4 única para así poderse conectar al servicio de internet, por esta razón y la gran expansión del servicio del internet, las direcciones IP se están acabando. Muchas soluciones como el espacio del direccionamiento privado, la traducción de direcciones de red NAT “Network Address Translation” pero ninguna ha sido de ayuda (Apaza, 2003).

En el caso de Colombia en el año 2011 emitieron la circular 002 en junio del 2011, el objetivo de este acto administrativo fue dar a conocer a las entidades territoriales y nacionales la

necesidad de llevar a cabo la adopción de protocolo IPv6; que está conformado muy similar a la de la IPv4, pero esta tiene 128 bits. Teniendo el 2 elevado a la 12va potencia y con esto comprobamos que tiene mayor capacidad y un direccionamiento muy amplio. La IPv6 está representada con una notación hexadecimal “16 diferentes caracteres 0-9 y a-f” (Bello, 2021).

En el 2017 el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones de Colombia han liderado el acompañamiento a las entidades del estado en el desarrollo de la migración al IPv6, para esto procedieron en la creación de una Guía de transición (GUTIERREZ, 2019).

Definición del Problema General y Específicos

¿Cuál tipo de diseño de infraestructura tecnológica de la alcaldía del municipio de Tamara Casanare-Colombia permite la migración del protocolo IPv4 a IPv6?

¿Cómo analizar la documentación teórica y bibliográfica de los aspectos más demandantes de la transición del protocolo IPv4 al protocolo IPv6?

¿De qué manera se hace el diagnóstico de los activos de información e infraestructura tecnológica?

¿Qué tipo software es más factible para realizar el diseño de la infraestructura tecnológica hacia la implementación del protocolo IPv6?

Marco Teórico de la Investigación

En este capítulo se mostrarán las definiciones y básicos de estudio, fundamentando el diseño y análisis de la infraestructura tecnológica de la alcaldía del municipio de Támara Casanare que permita la migración del protocolo IPv4 al protocolo IPv6, además se contextualizara el marco histórico, bases teóricas, investigaciones o antecedentes del estudio y mapa conceptual, como también gráficos, tablas e ideas que contribuyen y establecen el desarrollo de este proyecto de investigación.

Marco Histórico

La necesidad que ha tenido la humanidad sobre la comunicación ha llevado al surgimiento de múltiples escenarios desencadenantes de nuevas tecnologías que puedan permitir establecer contacto desde diferentes partes del mundo. Permitiendo que una persona que se encuentra en un continente pueda hacer llegar información a otro distinto con miles de kilómetros de distancia entre sí. Logro que décadas atrás pudo ser visto como algo imposible de alcanzar, debido a la carencia de tecnología y barreras que impedían el desarrollo de esta. A la vez, a lo largo del tiempo en la búsqueda de establecer una red estable y lograr conexión entre un lugar a otro sin tener pérdida de esta a causa de las guerras desencadenadas a lo largo de la historia, se dieron los primeros pasos para innovar en cuanto al establecimiento de redes.

Es por esto, que cabe mencionar la relevancia que tuvo la época histórica de la guerra fría, ya que en este tiempo fue cuando se crearon las primeras bases de internet. A lo largo de la guerra fría se tuvieron diferentes enfrentamientos políticos, económicos, social, ideológico, militar e informativo. Por lo cual la protección y seguridad de los datos e información era de vital importancia para evitar que los oponentes (potencias capitalistas y comunistas) tuvieran acceso a la misma. Estas dos super potencias realizaron diferentes investigaciones y estrategias que

podieran obtener un medio que pudiera soportar cualquier tipo de conflicto y seguir funcionando adecuadamente (Perez Nava & Herrera Gutiérrez, 2012).

A partir de las diferentes investigaciones, se obtuvo que la mejor forma de establecer conexión era a partir de diferentes dispositivos que tuvieran la misma importancia, a los cuales se les fue llamados nodos, los cuales al ser destruido uno no se afectaría el funcionamiento de la red y hacer llegar la información por las diferentes rutas establecidas por la red.

Durante la época de los 60' la única entidad que carecía de medios de comunicación no era sólo militar, diferentes instituciones Estadunidenses se encontraban en búsqueda de la innovación tecnológica como el Instituto de Tecnología de Massachussets y la corporación RAND investigación y desarrollo creada para apoyar la investigación en las fuerzas armadas. El científico de la computación Leonard Kleinrock del Instituto de Tecnología de Massachussets publicó en julio de 1961 el primer trabajo sobre comunicación de paquetes (la tecnología que permitía dividir los datos y que recorrieran rutas distintas). En el año 1969 el Pentágono por medio de la Agencia de Investigación de Proyectos avanzados financio el proyecto para una prueba en la que dio como resultado la apertura del primer nodo de la red ARPANET en la Universidad de California (Perez Nava & Herrera Gutiérrez, 2012).

Las primeras pruebas fueron realizadas en los años 1972 y 1973 en la que se llevó a cabo la primera demostración publica de ARPANET que funcionaba de forma distribuida sobre una red telefónica conmutada. Lo que a su vez consiguió a la iniciación de un programa de investigación sobre las posibles técnicas para interconectar redes de distintos tipos. A partir de los proyectos realizados, surge el termino de “internet”, el cual se aplicó al sistema de redes interconectadas mediante los protocolos TCP (Protocolo de Control de Transmisión) e IP

(Protocolo de internet), es en este momento donde inicia el mundo de las redes a funcionar a partir de estos dos tipos de protocolos (Perez Nava & Herrera Gutiérrez, 2012).

Inicialmente ARPANET utilizaba como protocolo el Programa de Control de Red, a la vez, en el año 1983 dio un giro a los protocolos TCP/IP, aquí se da un paso fundamental que marca el origen de la red IP teniendo en cuenta su vínculo con TCP, ya que los dos son la base del internet. Seguidamente en ese mismo año, se integró la versión 4.2 del sistema operativo UNIX de la Universidad Berkeley en California (Perez Nava & Herrera Gutiérrez, 2012).

Seguidamente se dieron diferentes eventualidades importantes en el desarrollo de las redes y su gran avance tecnológico en busca de la vanguardia y la eficiencia en la comunicación. Los cuales dieron como resultado una creciente evolución del internet en cuanto a aplicaciones, protocolos y servicios. Si bien la creación de la red TCP/IP fue creada inicialmente con fines militares, logró convertirse en un aporte para la ciencia, la educación, aplicaciones de las diferentes áreas y aspectos de estudio, generando un gran impacto en la sociedad, creando un cambio cultural. De tal manera, que ha cambiado el desarrollo y evolución del hombre, ya que ha facilitado el acceso a la información sin hacer el mayor esfuerzo en cuestión de segundos (Perez Nava & Herrera Gutiérrez, 2012).

Actualmente, se emplea la versión IPv4 la cual progresivamente se ha convertido en una necesidad de mejora que abre campo a la versión IPv6, siendo como objeto de estudio la creación de diseños adaptados a las diferentes entidades e instituciones con el fin de mejorar la eficiencia y seguridad en los datos e información.

Investigaciones o Antecedentes del Estudio

A continuación, se presenta las bases teóricas principales del proyecto de investigación:

En Colombia las Redes de Nueva Generación “NGN” teniendo como un tema importante la migración de redes, son pocas las organizaciones del estado que se encuentran trabajando hoy en día sobre el protocolo IPv6, unas porque no le han dado la importancia para realizar la migración de protocolo IPv4 a protocolo IPv6 y otras porque temen este cambio debido a que no cuentan con el recurso talento humano y financiero que se requiere para la implementación de la migración (Arias Pulgarín, 2011).

Uno de los protocolos para la conexión a internet es el protocolo de Internet versión 4 (Ipv4), el cual ha sido el utilizado hasta la actualidad. Sin embargo, la alta demanda de usuarios conectados a internet ha hecho de este protocolo una opción limitada para llevar a cabo el proceso de conexión, por lo cual se han realizado cambios para suplir las necesidades de conexión de millones de usuarios (Moreira, 2017). Claramente nunca se cuestionó la cantidad de usuarios que llegaría a tener internet algún día (Moreira, 2017).

En la actualidad el internet ha manifestado un avance tecnológico, el perfeccionamiento de las telecomunicaciones y el aumento de la demanda por parte de las empresas y organizaciones del estado por lo cual se ha producido una Agotamiento de direcciones IP y la limitada disponibilidad de direcciones asignadas bajo protocolo IPv4; razón por la cual desde años atrás pronosticando esta situación, se desarrolló el protocolo IPv6 que es un paso evolutivo de protocolo IPv4 (Nuñez Lara, 2009).

Se evidencia una problemática que afecta a las telecomunicaciones en general en las redes de nueva generación, la cual es la migración del protocolo IPv4 a IPv6 en Colombia, ya que el ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones MinTIC; entidad que se encarga de diseñar, adoptar las políticas, planes, programas y proyectos del sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, es así como, esta entidad quiere promover

a las empresas, organizaciones del estado y la sociedad en general esta migración por seguridad informática y protección de sus bienes y servicios. Buscando seguir las instrucciones descriptas en la Circular 002 de Julio de 2011 que busca "Promoción de la adopción del IPv6 en Colombia" (Mendoza, 2021).

Los planes de migración, además de maximizar las direcciones IP, incrementan el nivel de seguridad en los datos, haciéndolo más eficiente, reduciendo el tiempo de envío de datos y mejorando el rendimiento de la red (Eriquez Castillo & Nureña Sánchez, 2014).

Es por eso que al conocer el impacto de la necesidad de migración según las redes de nueva generación "NGN", este proyecto de investigación plantea un diseño que permita a la alcaldía del municipio de Tamara Casanare-Colombia, la migración del protocolo IPv4 a protocolo IPv6, teniendo en cuenta la conceptualización y los pasos que se requieren para realizar la migración (GUTIERREZ, 2019)

Marco Conceptual

- La instalación de una red debe considerar:
- La estructura física presente y futura.
- La configuración para su funcionamiento.
- El monitoreo para anticipar posibles problemas.
- Técnicas seleccionadas para compartir los datos.
- Mecanismos para afrontar situaciones de congestión.
- Mecanismos de recuperación ante fallas.
- Herramientas de seguridad para la protección de datos.
- Interfaces de acceso apropiada. En el caso de redes LAN placas de red con antena o conector de red.

Esquema de direccionamiento adecuado al alcance de la comunicación.

Técnicas para controlar los errores que aparecen en la comunicación.

Reglas de comunicación denominadas protocolos.

Red de Comunicaciones

Es un conjunto de equipos y enlaces que son conectados por medio de nodos para el intercambio de información. Las redes de comunicación están divididas en los siguientes tipos:

PAN: (Personal Área Network) Es una red de área personal, proporciona un medio de comunicación inalámbrica dentro de una red LAN, como dentro de una oficina, salón, o alcoba (Segura Cruz & Vargas Sanchez, 2017).

LAN: (Local Área Network) Es la manera más básica de generar una comunicación de datos de propiedad privada, en el que los usuarios comparten recursos e información entre la gran variedad de dispositivos que estén en ella. Proporciona comunicación en los dos sentidos en un área geográficamente limitada (Segura Cruz & Vargas Sanchez, 2017).

MAN: (Metropolitan Área Network) Es una red digital orientada al dominio público basado en aplicaciones públicas con acceso compartido que se pueden conectar con otras redes MAN y que está conformada por varias redes LAN (Segura Cruz & Vargas Sanchez, 2017).

WAN: (Wide Area Network) Es una red donde la cobertura puede llegar a ser continental, une varias redes MAN. Son construidas por organizaciones privadas y brinda una conexión con gran velocidad. Pueden comunicarse vía radioenlace o satelital (Segura Cruz & Vargas Sanchez, 2017).

Infraestructura Tecnológica

La definición agrupa y organiza el conjunto de elementos tecnológicos que integran un proyecto, soportan las operaciones de una organización o sustentan una operación. Se define

como el éxito de una empresa en la medida de que su robustez, calidad y sostenibilidad se traduce en incremento de la inversión en TI. Por este motivo es crucial conocer todos sus componentes o elementos a nivel de software y de hardware. Una infraestructura sólida permite a un software operar de manera eficiente y eficaz durante el tiempo previsto con niveles altos de servicios y prestaciones (FUNIBER, s.f.).

Direcciones IP

Una dirección IP es un identificador de cada host dentro de su red de datos (Arias Pulgarín, 2011). la más grande característica es que es única, de manera que no es lógico que en una misma red existieran varios números telefónicos con el mismo código de marcación o con un mismo propietario. Las direcciones IP se conforman en dos partes. La primera la que identifica la red y la otra la que identifica el dispositivo que está conectado a la red (Arias Pulgarín, 2011).

Clases de Direcciones IP

Al determinar una dirección IP a una red, se debe tener en cuenta el tamaño y las necesidades de ésta. Las direcciones IP de red se dividen en 3 tipos principales:

Redes de clase A: Son las que corresponde fundamentalmente a organismos territoriales y nacionales, por que requieren de un gran número de direcciones IP, el cual se identifica por el primer octeto de la IP, así que disponen de los otros 3 octetos que le siguen para asignar direcciones a su host. El número de dirección que se obtiene es muy elevado a más de 16 millones (Moreira, 2017).

Redes de clase B: Son las que corresponde a grandes empresas, universidades de tipo medio, y organizaciones gubernamentales, por que requieren de un numero de direcciones intermedio para establecer la conexión de sus hosts. A estas redes el cual se identifica por los dos

primeros octetos de la IP, así que disponen de los otros 2 octetos que le siguen para asignar direcciones a sus hosts. El número de dirección que se obtiene es 64.516 (Moreira, 2017).

Redes de clase C: Son las que corresponde a principalmente a pequeñas empresas y organismos locales, por que requieren un número de direcciones menos extenso para conectar sus hosts con internet. A estas redes el cual se identifica por los tres primeros octetos de la IP, así que disponen de un solo octeto que le siguen para asignar direcciones a su host. El número de dirección que se obtiene es 256 para cada una de las redes (Moreira, 2017).

Anteriormente se describen 3 clases de direcciones, pero en realidad existen cinco clases (sumando las clases D y E) de las cuales, las clases A, B y C son utilizadas por los usuarios, mientras que la clase D está reservado para realizar multicast y la clase E es solo para uso experimental en casos de estudio (Maribel, 2020).

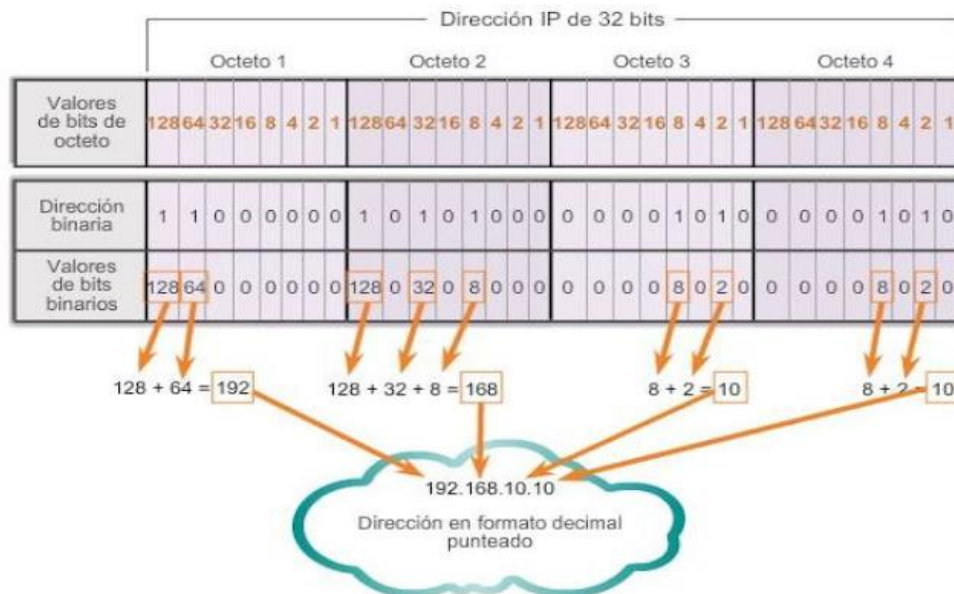
Protocolo IPv4

La dirección IP tienen diferentes notaciones. Una dirección IPv4 en representación decimal está compuesta por cuatro números enteros separadas por un punto. Formando un conjunto de 4 números. Cada número entero tiene un valor comprendido entre 0 y 255. En ningún caso cada número puede exceder los 255 (Cajamarca Remache, 2019).

La dirección IP consta de 4 bytes, cada byte contiene 8 bits (octetos), para calcular la cantidad de bits se debe multiplicar la cantidad de bytes por bits que saldría un total de 32 bits. Cada octeto se representa por 0 y 1 (código binario) (Maribel, 2020). Si se va a hacer la conversión de una dirección a código binario se debe hacer la operación que se ilustra en la Figura 1.

Figura 1

Dirección Binaria a Decimal en IPv4 (GUILLE, 2017)



Nota. Es la representación gráfica de la dirección IP que consta de 4 bytes, cada byte contiene 8 bits (octetos), para calcular la cantidad de bits se debe multiplicar la cantidad de bytes por bits que saldría un total de 32 bits.

En 1981 fue publicada la primera versión del protocolo IPv4 y en la actualidad no ha cambiado en nada, sin embargo, a medida que ha evolucionado el internet se ha puesto a prueba su diseño original y han surgido nuevos desafíos como el agotamiento de direcciones (Alexander L, 2014).

Los primeros reportes de alerta sobre agotamiento de direcciones IP se dieron a conocer a inicios de 1990. Diversas soluciones y protocolos han permitido extender la vida útil de IPv4, como son (Alexander L, 2014):

Traducción de direcciones de red NAT

Enrutamiento sin clases entre dominios CIDR “Classless Inter-Domain Routing”

El uso de asignaciones temporales de direcciones con servicios tales como DHCP y RADIUS/PPP.

Máscaras

La mascarará dependerá de la clase de dirección de red que se le asignará a la computadora. Esta consta 32 bits. Los bits que serán para la dirección de red se le asignará uno, y a los que pertenecerá al host cero (Maribel, 2020).

Protocolo IPv6

El protocolo IPv6 es la unión de trabajos encaminados por la IETF “Internet Engineering Task Force” desarrollado en 1994. Una dirección IPv6 es un numero binario de 128 bits y se representan en 8 grupos de 4 dígitos hexadecimales separados por dos puntos (:) con la cual ofrece una cantidad de direcciones suficientes para el crecimiento y evolución de redes. Sus principales mejoras con respecto al protocolo anterior son la disminución de campos en el encabezado. Mayor posibilidad de conexión y flexibilidad global, optimización de agrupación de los prefijos IPv6 para las tablas de enrutamiento, terminales con múltiples conexiones, procesos de autenticación y seguridad con el protocolo de seguridad IPSec el cual ya viene embebido en el protocolo (Segura Cruz & Vargas Sanchez, 2017).

Características del Protocolo IPv6

Las primordiales características de este protocolo son:

Mayor número de direcciones IP: El tamaño de una dirección aumenta desde 32 a 128 bits lo que se traduce en 3,4 1038 direcciones disponibles. Esto permite asegurar que cada dispositivo conectado a una red pueda contar con una dirección IP pública (SALAS, 2022).

Direccionamiento jerárquico: Las direcciones IPv6 globales están diseñadas para crear una infraestructura eficiente, jerárquica y resumida de enrutamiento basada en la existencia de

diversos niveles de ISP. Esto permite contar con tablas de enrutamiento más pequeñas y manejables (SALAS, 2022).

Nuevo formato de cabecera: Aun cuando el tamaño de la cabecera en IPv6 es mayor que en IPv4, el formato se ha simplificado. Se han eliminado 14 campos que en la práctica eran poco usados, de forma de hacer más eficiente el manejo de los paquetes (SALAS, 2022).

Autoconfiguración: IPv6 incorpora un mecanismo de auto configuración de direcciones, “*stateless address configuration*”, mediante el cual los nodos son capaces de auto asignarse una dirección IPv6 sin intervención del usuario (SALAS, 2022).

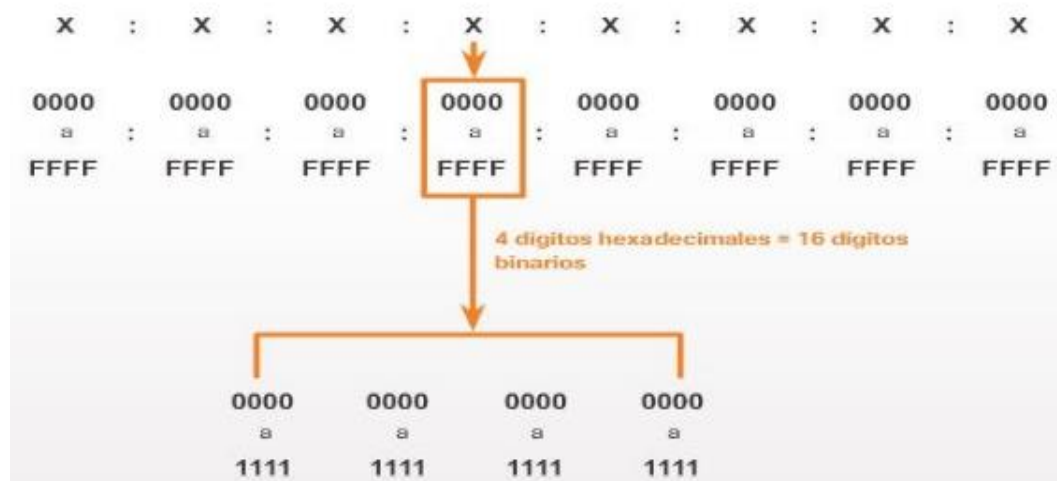
Nuevo protocolo para interactuar con vecinos: El protocolo de descubrimiento de vecino, reemplaza a los protocolos ARP Y “*router discovery*” de IPv4. La mayor ventaja es que elimina que se dé la necesidad los mensajes del tipo “*broadcast*” (SALAS, 2022).

Direcciones IPv6

En la siguiente ilustración 2 se muestran las direcciones IPv6, que tienen una longitud de 128 bits y se escriben como una cadena de valores hexadecimal (representación de dirección IPV6 – Interpolados). Cada cuatro bits está representado por un solo dígito hexadecimal; llegando al total de 32 valores hexadecimales. Cada dirección IPv6 no distingue entre mayúsculas y minúsculas, y pueden escribirse en minúsculas o en mayúsculas (SALAS, 2022).

Figura 2

Relación entre Decimal, Binario y Hexadecimal (Linares, 2017).



Nota. Basa en su distinta base y la capacidad de convertir fácilmente de un sistema a otro, siendo la base 16 del hexadecimal la potencia de la base 2 del binario, permitiendo que cada dígito hexadecimal represente 4 bits binarios.

Motivos para Usar el Protocolo IPv6

Escasez de direcciones IP: Con IPv6 tendremos direcciones IP prácticamente infinitas (Apaza, 2003).

Necesidad de conexión permanente a internet: Con IPv6 tendremos direcciones fijas para cada dispositivo tecnológico que requieran conexiones a internet en un futuro (Apaza, 2003).

Funcionalidad añadida: Con IPv6 incluye funcionalidades como; calidad de servicios (QoS), seguridad (Ipsec), movilidad (Mobile IP) y *multihoming* (Apaza, 2003).

Mejor distribución de direcciones IP.

Nuevos servicios y ampliación de los actuales: Con IPv6 explota nuevos servicios basados en la proliferación de los dispositivos tecnológicos que se tiene hoy en día (Apaza, 2003)

Beneficios de IPv6

Algunos de los beneficios más importante y que se utilizan en todo entorno que nos brinda el protocolo IPv6 son:

Un amplio direccionamiento a través de los 128 bits.

Seguridad a través de Ipvsec.

Capacidades móviles.

Direccionamiento jerárquico para reducir el tamaño de las tablas de enrutamiento.

Una cabecera simplificada que permite procesamiento simplificado.

IPv4 vs IPv6

A continuación, la Tabla 1 indica las diferencias entre el protocolo IPv4 y el protocolo IPv6 (Cajamarca Remache, 2019).

Tabla 1

Diferencias entre IPv4 y IPv6 (Cajamarca Remache, 2019).

IPv4	IPv6
No contiene identificación para el control de flujo de paquetes, la calidad de servicios (QoS) es operada por los router.	La identificación de control de paquetes para QoS ya está presente en la cabecera IPv6 como campo “FlowLabel”.
Las direcciones en IPv4 tienen 32 bits (4 bytes).	Las direcciones en IPv6 tienen 128 bits (16 bytes).
Existen aproximadamente 4 millones de direcciones para asignar.	Existen aproximadamente $3,4 \times 10^{10}$ direcciones para asignar.
Ipssec es opcional, es decir no es necesario implementarlo.	La implementación de Ipssec es obligatoria.
Algunos campos que contiene la cabecera no son usados, estos campos influyen en los router tengan un mayor procesamiento.	IPv6 suprime campos que son innecesarios. De tal manera se reduce el procesamiento de los router.
Fragmentar un paquete abarca tanto al host como al router. Este proceso implica retardos en el rendimiento del router.	La fragmentación en IPv6 se la realiza únicamente en el host ya que el paquete es procesado en el último salto.
Para resolver una dirección IPv4 en una dirección de capa física se debe realizar peticiones ARP por medio del envío de tramas broadcast.	En IPv6 las peticiones de ARP son eliminadas y remplazadas por mensajes multicast “NeighborDiscovery”. Además de resolver una dirección, aumenta información del host y router vecinos.
La dirección de un host obligatoriamente debe ser configurada manualmente o por DHCP.	En IPv6 las direcciones no necesitan ser configuradas manualmente o por DHCP.
Broadcast es usado para enviar tráfico a todos los nodos de red.	IPv6 de broadcast no existe, en su remplazo es usado multicast.
IGMP es usado para operar grupos de redes locales	MLD reemplaza a IGMP, usando para descubrir direcciones multicast en los router.

Nota. diferencias puntuales del protocolo IPv4 vs protocolo IPv6.

Equivalencias entre IPv4 y IPv6

A continuación, la Tabla 2 indica las equivalencias entre el protocolo IPv4 y el protocolo IPv6 (Cajamarca Remache, 2019).

Tabla 2

Equivalentes entre IPv4 e IPv6 (Cajamarca Remache, 2019).

Direcciones IPv4	Direcciones IPv6
Dirección multicast (224.0.0.0/4).	Dirección multicast (FF00::/8).
Broadcast.	No aplica en IPv6.
Internet Address Classes.	No aplica en IPv6.
Dirección de loopback (127.0.0.1).	Dirección de loopback (::1).
Dirección no especificada (0.0.0.0)	Dirección no especificada (::).
IP públicas.	Direcciones Globales Unicast.
Mascara de subred se presenta con notación decimal.	Los bits de red se representan con longitud del prefijo.
Direcciones privadas 10.0.0.0/8 172.16.0.0/12 192.168.0.0/16	Direcciones Site Local FEC0::48.
Una dirección IPv4 se representa en notación decimal	Una dirección IPv6 se representa en notación hexadecimal con supresión de ceros.

Nota. Equivalentes puntuales del protocolo IPv4 vs protocolo IPv6

Mecanismos de Transición

Nos dice (Maribel, 2020), que la migración natural de los sistemas en versión IPv4 a versión IPv6 será un proceso progresivo de adaptación.

Para empezar como nos dice (Arias Pulgarín, 2011), en una transición el primer paso es la instalación infraestructura tecnológica y aplicaciones que soporten los paquetes generados por ambos protocolos, pero este proceso debe ir acompañado por un mecanismo que colectivamente, con los DNS (Domain Name System), transformen los dominios actuales en direcciones de 128 bits. Actualmente existen mecanismos que permiten la coexistencia y migración tanto en las redes como en los equipos de usuario. Estos mecanismos se clasifican en:

- Túneles
- Traducción de traducción protocolos
- Dual Stack (Pila dual)

Túneles

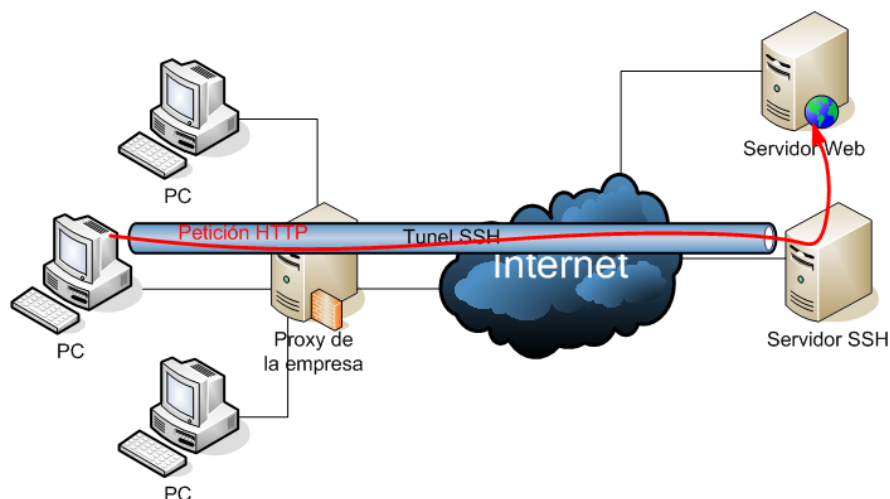
La técnica de túneles proporciona un mecanismo para utilizar la infraestructura IPv4 mientras la red IPv6 está siendo implementada. Nos dice (Danilo, 2013) Este mecanismo consiste en enviar datagramas IPv6 encapsulados en paquetes IPv4. Los extremos finales del túnel siempre son los responsables de realizar la operación de encapsulado de paquetes. Estos túneles pueden ser utilizados de formas diferentes.

- Router a router
- Host a router
- Host a host
- Router a host
- Router 6T04

- ANYCAST

Figura 3

Topología del Mecanismo Tunelización (wendy, 2012).



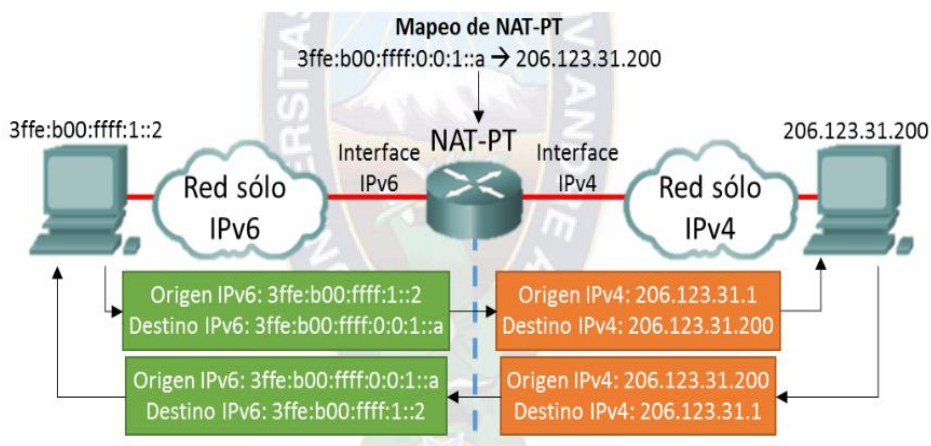
Nota. Se describe cómo se organizan los elementos en una red para encapsular datos, generalmente formando un enlace virtual a través de una red física existente.

Mecanismo de Traducción de Protocolos

El mecanismo de traducción de protocolos NAT (Network Address Translation – Protocol Translation) consiste en un algoritmo que traduce los encabezados de los paquetes IPv4 e IPv6 incluyendo los encabezados ICMP, permite comunicaciones directas entre dispositivos que usan diferentes versiones de protocolo IP y que se encuentran en redes distintas a través de traducciones similares a las que realiza NAT, pero fundamentalmente más complejas, esta técnica es la opción menos favorable y debe usarse como método de última alternativa para una implementación en cualquier tipo de infraestructura de red (Apaza, 2003).

Figura 4

Operación de NAT-PT (Apaza, 2003).



Nota. mecanismo de traducción de direcciones y puertos para permitir la comunicación entre dispositivos de redes IPv4 y IPv6.

Dual Stack (Pila Dual)

Una de la metodología diseñada para hacer la migración de IPv4 a IPv6 mediante el método de Dual Stack; aquí se describirán los pasos que se requieren para hacer esta adaptación sin impactar el funcionamiento de la red.

Nos dice (Maribel, 2020) que Dual Stack “Doble Pila” significa que el nodo tiene la capacidad de utilizar IPv4 e IPv6 teniendo direcciones de ambos protocolos y así podrá comunicarse entre sí. Es lo que se conoce como IPv4 e IPv6 nativo.

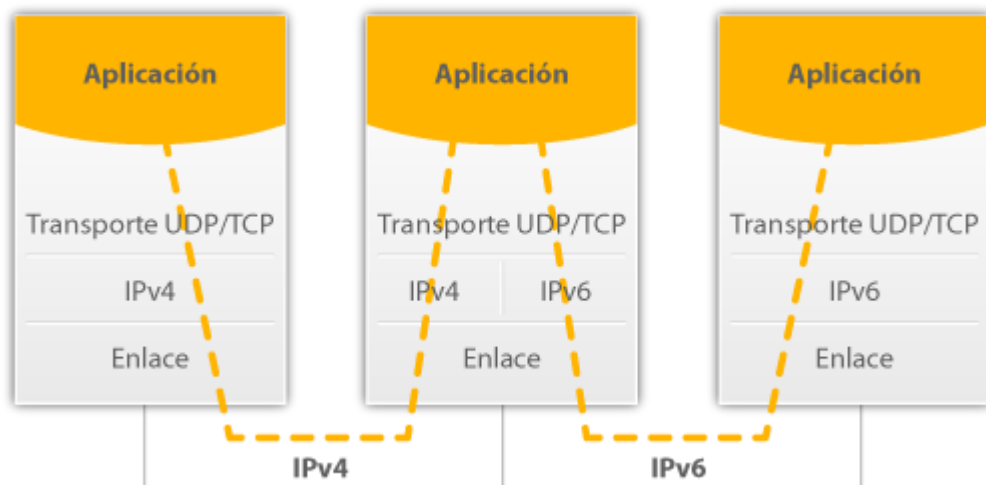
En el caso de host con doble direccionamiento, éste enviará solicitud de DNS de una versión y en caso de no recibir respuesta, intentará validar solicitud en la otra versión. Según tecnología y fabricante, en unos casos se hace primero una solicitud en IPv6 y en otros se intenta primero lanzar una solicitud en IPv4 (Maribel, 2020).

Una red de doble pila es una infraestructura que es capaz de orientar tanto paquetes Ipv4 como IPv6, sin embargo, se debe hacer el análisis de los siguientes aspectos:

- Configuración de los servidores DNS cambio en los registros
- Configuración de los protocolos de enrutamiento
- Configuración de los firewalls
- Cambios en la administración de las redes

Figura 5

Topología del Mecanismo Dual Stack (MiLACNIC, s.f.).



Nota. Se muestra la capacidad de los dispositivos de red (hosts y routers) para ejecutar y soportar simultáneamente los protocolos de red IPv4 e IPv6.

Objetivos

Objetivo General

Plantear un diseño y análisis de infraestructura tecnológica de la alcaldía del municipio de Tamara Casanare-Colombia que permita la migración del protocolo IPv4 a IPv6.

Objetivos Específicos

Analizar la documentación teórica y bibliográfica de los aspectos más demandantes de la transición del protocolo IPv4 al protocolo IPv6.

Realizar diagnóstico de la situación actual de los activos de información e infraestructura tecnológica.

Simular la topología de red e infraestructura tecnológica de la Alcaldía Municipal para viabilizar la implementación del protocolo IPv6.

Justificación e Importancia del Estudio

Este trabajo de investigación se enfocará en el análisis de migración del protocolo IPv4 a protocolo IPv6 de la alcaldía del municipio de Tamara Casanare, debido a que el aumento de usuarios conectados a la red de datos existente ha generado incremento en el número de dispositivos conectados a la red. Dispositivos alámbricos e inalámbricos como: computadores, servidores, celulares, impresoras, tables, entre otros.

Al realizar la migración del protocolo IPv4 a protocolo IPv6 se ofrece eficiencia, permitiendo que los dispositivos tecnológicos que se manejan estén conectados sin interrupciones, y amplia la asignación de más direcciones. Con esta implementación de IPv6 se podrá usar un mayor número de direcciones IP, también permitirá mayor protección de bienes y servicios que se manejan en la entidad (Bello, 2021).

Sumado a lo anterior, el Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones “MINTIC” ha indicado por medio de la circular 002 de julio del 2011; que todas las entidades territoriales y nacionales deben iniciar la migración del protocolo IPv4 al protocolo IPv6, de esta manera ayudar a proteger los bienes, activos, servicios, derechos y libertades dependientes del estado.

Metodología

La metodología que permite el desarrollo de los objetivos está dividida en cuatro fases:

Fase I: En esta primera fase se realiza recolección de información de posibles de libros, artículos, bibliografías, todo un estado del arte bien detallado, con el objetivo de analizar y comprender toda esta información y así desarrollar la hoja de ruta para llevar a cabo el objetivo del proyecto.

Fase II: En esta segunda fase se realiza el diagnóstico siendo este un instrumento de gestión que permite comprobar las capacidades tecnológicas destacando fortalezas y debilidades de infraestructura tecnológica, bienes y servicios de la entidad. Y para llevar una correcta organización de la información correspondiente al inventario de infraestructura tecnológica, bienes y servicios se realiza una matriz hecha en Excel tipo diagnóstico, que valida todo el grado de compatibilidad del protocolo IPv6 con los equipos que cuenta la entidad.

Fase III: En esta tercera fase se simula el diseño en el software Packet Tracer; de la topología de red e infraestructura tecnológica para viabilizar la implementación del protocolo IPv6.

En las siguientes secciones se describe en detalle algunas de las fases anteriores.

Diagnóstico de Infraestructura Tecnológica de la Alcaldía

En esta sección, se describe el desarrollo de la segunda fase de este trabajo, en coherencia con la metodología descrita anteriormente. Aquí, se realiza el diagnóstico de la situación actual de los activos de información e infraestructura tecnológica, con la finalidad de ser estudiados y analizados uno por uno para así determinar qué equipo tecnológico permite la transición del protocolo IPv4 al protocolo IPv6.

El diagnóstico de la infraestructura tecnológica se realiza a través de una caracterización de los sistemas de información, equipos de red, equipos de cómputos e impresoras de red.

Sistemas de Información

La alcaldía municipal de Támara para su adecuado funcionamiento administrativo utiliza sistemas de información internos y/o propios del estado, los cuales le permiten mantener orden y transparencia en los procesos.

Por otro lado, es necesario conocer una breve descripción de lo que realiza cada sistema, cómo interactúa con otros sistemas, así como determinar qué captura, qué almacena, qué procesa y cómo lo distribuye; con estos datos se verifica el impacto y viabilidad técnica para la migración al protocolo IPv6. (Muñoz, 2019).

En la Tabla 3 se describen los sistemas de información internos de la alcaldía municipal de Támara Casanare donde describe los aplicativos que corresponden a correos institucionales, páginas web, sistemas de información contable. En la Tabla 4, por su parte, se encuentran los sistemas de información por ser entidad del estado donde describe los aplicativos que corresponden a Sigep, Secop, Gesproy y Sia Observa.

Tabla 3*Sistemas de Información de la Alcaldía*

Sistemas de Información							
Sistemas de Información Internos de la Alcaldía de Tamara Casanare							
Sigla	Nombre	Descripción	Capturar	Almacenar	Procesar	Distribuir	Soporte IPV6
e-mail	Correos electrónicos institucionales	Herramienta de comunicación dentro del ente territorial, su uso correcto permite al usuario organizar sus actividades y separar las acciones académicas o laborales	Datos de la entidad los empleados Datos de los empleos Perfiles	Almacena todo lo correspondiente a la información almacenada en la Institución al	Procesa toda la información relacionada con las diferentes dependencias del Instituto	Recibe y entrega información de correo a correo	SI

		de su vida personal.						
Página web	http://www.instituto-tamara-casanare.gov.co/	Es un lugar de soluciones tecnológicas donde los ciudadanos y el Gobierno convierten la tecnología en eficiencia, transparencia y participación.	Captura datos de encuestas y usuarios registrados	Almacena todo lo correspondiente a la información institucional y de carácter público	Procesa toda la información relacionada con las diferentes dependencias del Instituto	Distribuye información institucional de carácter público	SI	
PROS	Servicios contables	Sistema que soporta todas las actividades contables y	Datos pertenecientes los proyectos de inversión, presupues	Base de datos con la información financiera y ejecución presupuest	Datos estadísticos y de ejecución presupuestal	Información financiera para los tomadores de decisión	SI	

financiera to y al de la y entes
s de la ejecución organizació de
entidad n control

Notas: Los sistemas de información internos que maneja la Alcaldía Municipal de Támara

Tabla 4

Sistemas de Información por ser Entidad del Estado.

Sistemas de Información							
Sistemas de Información por ser Entidad del Estado Colombiano							
Sigla	Nombre	Descripción	Capturar	Almacenar	Procesar	Distribuir	Soportar IPV6
SIGEP	Sistema de información y gestión del empleo público al servicio del ciudadano y la administración pública	Soporte para la formulación de políticas y toma de decisiones por parte del Gobierno y facilita el ejercicio de control social al permitir a los	Datos de empleados y sus perfiles laborales y datos de la entidad	Bases de datos con los datos de los perfiles y la entidad	Genera toda la información de los empleados públicos de las entidades del estado y sus perfiles	información de la organización y sus empleos	SI

		ciudadanos			experiencia		
		acceder a			s		
		dicha					
		información					
		de acuerdo					
		con la					
		normativida					
		d que rige a					
		los órganos					
		y a las					
		entidades					
		del sector					
		público					
SECOP	Sistema	Medio de	Datos de	Bases de	Gestiona	Toda la	S
	electrónico	información	contratistas,	datos de	los	informació	I
	de	oficial de	entidades y	contratistas	procesos	n de	
	contratación	toda la	empleos	y toda la	contractual	contratació	
	publica	contratación	perfiles.	informació	es de sus	n de la	
		realizada		n	proveedore	entidad	
		con dineros		contractual.	s y		
		públicos. El			contratistas		
		SECOP es el					
		punto único					
		de ingreso					
		de					
		información					
		para las					
		entidades					

			que contratan con cargo a recursos públicos.				
GESPRO Y	Cargue de información de proyectos con regalías OCAD plataforma DNP	Herramienta s dispuestas por el DNP para facilitar a las entidades beneficiarias beneficiarias o ejecutoras de recursos del SGR el reporte de información al SMSCE de cuentas y de avances	Datos de recursos Dato s de entidades beneficiarias Dato s de cuentas y avances	Bases de datos de proyectos y toda la informació n de avances	gestión de los procesos contractual es de proyectos de los recursos de regalías OCAD	Toda la informació n de proyectos con regalías de OCAD	SI
SIA OBSERV A	Cargue de información contratación pública Contraloría departament al	Plataforma WEB cuya funcionalida d principal es ofrecer a las entidades de control fiscal y a los	Datos de información precontractua l, contractual y postcontractu al.	Bases de datos de contratistas y toda la informació n contractual.	Genera control sobre los procesos contractual es de las entidades	La informació n contractual de los proyectos de la entidad	SI

Sujetos
 Vigilados,
 una
 herramienta
 de captura
 de
 información
 contractual
 y
 presupuestal
 para la toma
 decisiones
 oportuna y
 con carácter
 preventivo.

Nota. los sistemas de información por ser entidad pública que maneja la Alcaldía Municipal de Támara.

Equipos de Red

En este diagnóstico se caracterizó los Routers, Switches, y Access Point que se ubican en todo el edificio de la alcaldía.

Los equipos de red son sistemas activos de red centrados para dar conexión a todo el edificio de la alcaldía, de tal manera se les considera la columna vertebral. En la siguiente tabla, se describen los equipos que conforman la red; en la descripción de cada equipo se caracteriza la marca, modelo, puertos ethernet y ubicación, con estas características se afirma la factibilidad de los equipos para la migración al protocolo IPv6 (ver

Tabla 5).

Tabla 5*Equipos de red.*

Equipos de Red					
Equipo	Marca	Modelo	Puertos Ethernet	Ubicación	Soporta IPV6
Router	CISCO ACCESS POINT	1142n	2	Alcaldía 1	SI
Router	CISCO ACCESS POINT	1142n	2	Alcaldía 2	SI
Router	CISCO ACCESS POINT	1142n	2	Alcaldía 3	SI
Router	CISCO ACCESS POINT	1142n	2	Sala de bienestar social	SI
Router	CISCO ACCESS POINT	1142n	2	Auditorio	SI
Router	TP-LINK	TL-WR840N	5	Sisben	SI
Router	TP-LINK	TL-WR840N	5	Sisben	SI
Switch	TP-LINK	TL-SF1016D	16	Hacienda	SI
ROUTERBOARD	MIKROTIK	RB750GR2 (hEX)	5	Rarp oficina de sistemas	SI
ROUTER	TENDA	SG108	8	Rarp oficina de sistemas	SI

Nota. Características técnicas de los equipos de red y su factibilidad con el protocolo IPV6.

En la

Tabla 5, la caracterización de cada equipo de red nos da como resultado que el 100 % de los equipos son óptimos para la migración, debido a que los equipos son actualizados y configurados con el protocolo IPv6 desde fabrica.

Equipos de Cómputo (hosts)

A continuación, se muestra el diagnostico de equipos de cómputo (hosts) de la alcaldía del municipio de Támara Casanare, indicando el número, almacén, código, ubicación de equipos, tipo de equipo, memoria RAM, procesador, fecha de ingreso a la entidad y si soporta IPv6.

Tabla 6

Diagnóstico de Equipos de Cómputo.

Diagnostico Equipos de Cómputo						
Ubicación de Equipos	Equipo	Sistemas operativo	Memoria	Procesador Disco	Fecha de Ingreso	Soporta IPV6
¹ Oficina de jurídica	Computador de mesa	Windows 11 pro	8,00 GB	Intel (R) Core (TM) i5-10500 CPU @3.10 GHZ	19/08/2021	SI
² Oficina de jurídica	Computador de mesa	Windows 11 pro	8,00 GB	Intel (R) Core (TM) i5-10500 CPU @3.10 GHZ	19/08/2021	SI
³ Oficina de secretaria	Computador de mesa	Windows 11 pro	8,00 GB	Intel (R) Core (TM)	19/08/2021	SI

	de hacienda				i5-10500 CPU @3.10 GHZ		
⁴	Oficina de secretaria de hacienda	Computador de mesa	Windows 11 pro	8,00 GB	Intel (R) Core (TM) i5-10500 CPU @3.10 GHZ	19/08/2021	SI
⁵	Oficina de secretaria de hacienda	Computador de mesa	Windows 11 pro	8,00 GB	Intel (R) Core (TM) i5-10500 CPU @3.10 GHZ	19/08/2021	SI
⁶	Oficina de secretaria de hacienda	Computador de mesa	Windows 11 pro	8,00 GB	Intel (R) Core (TM) i5-10500 CPU @3.10 GHZ	19/08/2021	SI
⁷	Oficina de secretaria de hacienda	Computador de mesa	Windows 11 pro	8,00 GB	Intel (R) Core (TM) i5-10500 CPU @3.10 GHZ	19/08/2021	SI
⁸	Oficina de secretaria de hacienda	Computador de mesa	Windows server 2019 estándar	32,00 GB	Intel (R) Xeon (R) Bronze 3204 CPU 1.90 GHZ	19/08/2021	SI

⁴ Oficina de recepción	Computador de mesa	Windows 10 pro	8,00 GB	Intel (R) Core (TM) i5-10500 CPU @3.10 GHZ	19/08/2021	SI
¹ Oficina de talento humano	Computador de mesa	Windows 10 pro	8,00 GB	Intel (R) Core (TM) i5-10500 CPU @3.10 GHZ	19/08/2021	SI
¹ Oficina de TICS	Computador de mesa	Windows 11 pro	16.0 GB	Intel (R) Core (TM) i7-2600 CPU @ 3.40 GHZ	28/10/2011	SI
¹ Oficina de TICS	Computador de mesa	Windows 10 pro	8:00 GB	Intel (R) Core (TM) i5-8400 CPU @ 2.80 GHZ	30/12/2020	SI
¹ Oficina de recepción	Computador de mesa	Windows 10 pro	4:00 GB	Intel (R) Core (TM) i5-6400 CPU @ 2.20 GHZ	5/10/2017	NO

4	¹ Oficina de víctimas	Computador todo en uno	Windows 10 pro	4.00 GB	Intel (R) Core (TM)n15-6400 CPU @ 2.20 GHZ	20/12/2016	NO
5	¹ Oficina de comisaria e inspección	Computador todo en uno	Windows 10 pro	8.00 GB	Intel (R) Core (TM) I7-7700 CPU @ 3.60 GHZ	26/12/2017	SI
6	¹ Oficina de comisaria e inspección	Comp utador de mesa	Win dows 10 pro	6 :00 GB	Int el (R) Core (TM) I3-3220 CPU @ 3.30 GHZ	23/05 /2013	N O
7	¹ Oficina de comisaria e inspección	Computador todo en uno	Windows 7 pro	2.00 GB	Intel Atom inside CPU D525 1.80 GHZ	13/10/2011	NO
8	¹ Oficina de comisaria e inspección	Computador de mesa	Windows 7 pro	2.00 GB	Intel (R) Core (TM)I3-2100 CPU	7/12/2012	NO

					@ 3.10 GHZ		
9	¹ Oficina de talento humano	Computador todo en uno	Windows 10 pro	4.00 GB	Intel (R) Core (TM) 2 DUOCPUT 6600 2.2 HGZ	17/09/2010	NO
0	² Oficina de secretaria de obras	Computador de mesa	Windows server 2012 estándar	16.00 GB	Intel (R) Core (TM) I5-3450 CPU @ 3.10 GHZ	31/05/2011	SI
1	² Oficina de secretaria de obras	Computador de mesa	Windows 10 pro	6.00 GB	Intel (R) Core (TM) I3-3220 CPU @ 3.30 GHZ	18/08/2009	SI
2	² Oficina de secretaria de obras	Computador todo en uno	Windows 10 pro	6.00 GB	Intel (R) Core (TM) I5-7400 CPU @ 3.00 GHZ	5/09/2018	SI
3	² Oficina de secretaria de planeación	Computador todo en uno	Windows 10 pro	4.00 GB	Intel (R) Core (TM) I5-7400 CPU @ 3.00 GHZ	5/09/2018	SI

4	Oficina de secretaria de planeación	Computador de mesa	Windows 11 pro	16.00 GB	Intel (R) Core (TM) I5-9400 CPU @ 2.90 GHZ	30/12/2020	SI
5	Oficina de secretaria de planeación	Computador de mesa		8.00 GB	Intel (R) Core (TM) I5-4460 CPU @ 3.20 GHZ	21/08/2015	SI
6	Oficina de transferencias	Computador de mesa	Windows 8.1 pro	8.00 GB	Intel (R) Core (TM) I5-8400 CPU @ 2.86 GHZ	30/12/2020	SI
7	Oficina de transferencias	Computador todo en uno	Windows 10 pro	4.00 GB	Intel (R) Core (TM) I5-6400 CPU @ 2.20 GHZ	5/10/2017	SI
8	Oficina de secretaria de desarrollo	Computador todo en uno	Windows 8.1 pro	4.00 GB	Intel (R) Core (TM) I5-7400	5/09/2018	SI
9	Oficina de sistemas y	Computador todo en uno	Windows 11 pro	4.00 GB	Intel (R) Core (TM) I5-6400	5/10/2017	SI

asegurami					CPU @		
ento					2.20 GHZ		
0	3 Oficina de	Computador	Windows	4.00 GB	Intel (R)	5/10/2017	SI
	sisben y	todo en uno	11 pro		Core (TM)		
	asegurami				I5-		
	ento				6400 CPU		
					@ 2.20		
					GHZ		

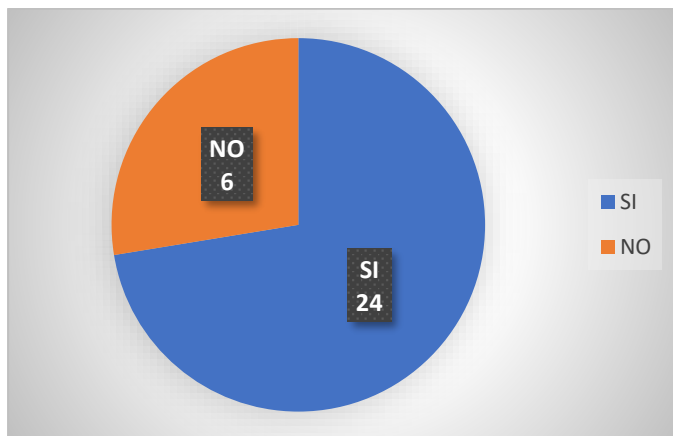
Nota. Características técnicas de los equipos de cómputo y su factibilidad con el protocolo IPv6.

Porcentaje Equipos de Cómputo que Soportan el Protocolo IPV6

La figura a continuación describe que 6 equipos NO soportan la migración del protocolo IPv6 y que 24 equipos SI soportan la migración.

Figura 6

Porcentaje de Equipos de Cómputo que Soportan IPv6.



Nota. Cantidad de equipos que SI soportan el protocolo IPv6 vs cantidad de equipos que NO soportan el protocolo IPv6.

La migración del protocolo IPv6 está disponible en versiones de sistemas operativos a partir de la versión de Windows Vista como son: Windows 7,8,8.1,10 y 11 también en Windows Server a partir de 2008. En teoría, el 100 % de los equipos de cómputo soportan el protocolo IPv6, debido a que todos funcionan bajo el sistema operativo de Windows y Microsoft que incorporaron el protocolo en cada una de sus versiones, no obstante, los equipos de esta entidad tienen en sus especificaciones técnicas como memoria y rendimiento del disco duro problemas de obsolescencia, además, estos equipos tienen reportes de fecha de caducidad de la vida útil de cada uno, agregándole para finalizar el diagnostico que 6 de los equipos de la entidad tiene múltiples reparaciones en lo que llevan en su tiempo de vigencia dando como resultado que estos equipos no son aptos para soportar una migración de protocolo IPv6.

Impresoras de Red

A continuación, se muestra el diagnostico de impresoras de red de la alcaldía del municipio de Támara Casanare, indicando marca y modelo, cantidad y si soporta IPv6.

Tabla 7

Impresoras de Red.

Marca y modelo	Cantidad	Soporta IPv6
HP LASERJET P1102W	2	Si
EPSON L3110	1	Si
EPSON L575	4	Si
EPSON L5190	5	Si
EPSON L6190	2	Si
Total	14	

Nota. Características técnicas de las impresoras de red y su factibilidad con el protocolo IPv6.

Evaluación del Grado de Alistamiento de la Infraestructura Tecnológica para la Migración a IPv6

Según la información que se recopiló en las secciones anteriores, se obtienen los resultados que son plasmados en la tabla a continuación.

Tabla 8

Evaluación de Inventarios.

Inventarios	Observaciones	Porcentaje del alistamiento
Sistemas de información	100 %	La totalidad de los sistemas de información son compatibles con la migración a ipv6.
Equipos de red	100 %	La totalidad de los equipos de red son compatibles con la migración a ipv6.
Equipos de cómputo (hosts)	80 %	Se estima que el proceso para la adquisición de equipos de cómputo (contratación de compra de equipos).
Impresoras de red	100 %	La totalidad de las impresoras de red son compatibles con la migración a ipv6.

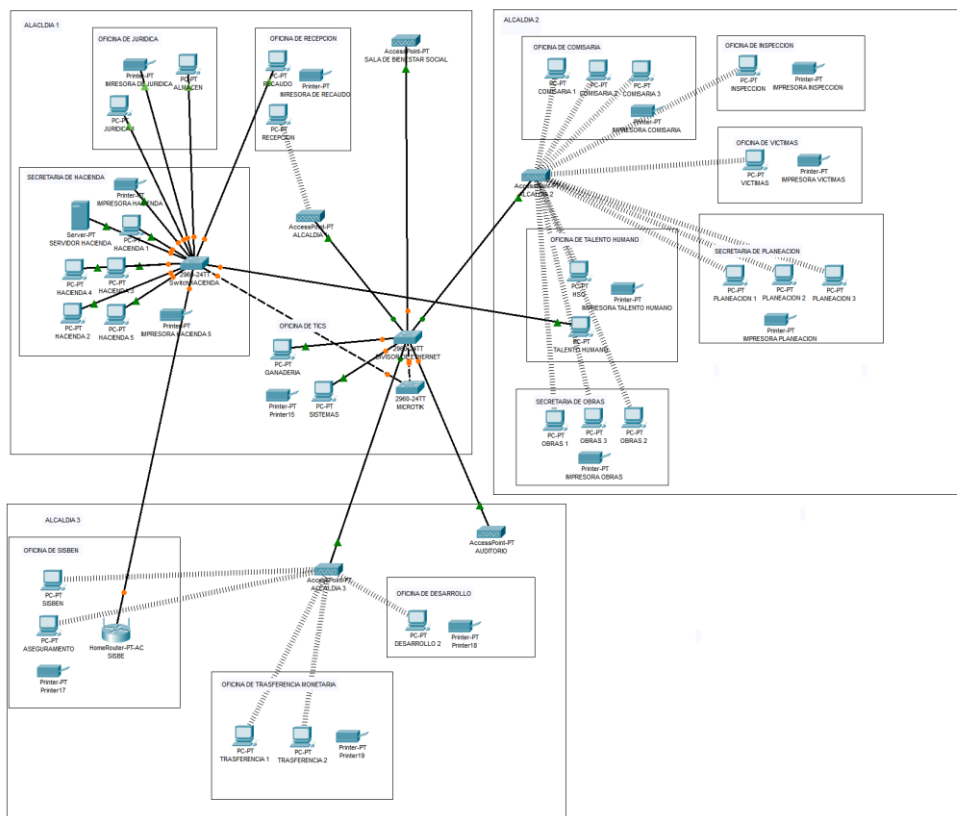
Nota. Diagnóstico y descripción factible de los inventarios.

Análisis de la Topología de la Red y su Funcionamiento

La infraestructura de red actual de la Alcaldía Municipal de Támara Casanare está funcionando bajo la topología tipo árbol, como se observa en el diagrama que se muestra a continuación.

Figura 7

Diagrama de la Red LAN y Topología Árbol de la Red de la Alcaldía Municipal de Támara Casanare.



Nota. Diagrama de la topología de árbol y las conexiones de red de la Alcaldía Municipal de Támara Casanare.

La alcaldía Municipal cuenta con un servicio de internet de 50 MB dedicadas, el Router principal es una Mikrotik RB750GR2 (hEX) de propiedad del ISP HIGHTECH INGENIERIA Y TRANSPORTE S.A.S conectado directamente a la red WAN, es decir conexión directa al Router de la entidad a la que esta conectados los servidores, un servidor es utilizado para la

administración de las IP estáticas que son asignadas a los equipos que necesitan conectarse a la red de la alcaldía.

La Alcaldía Municipal cuenta con una (1) Red física (cableado) que está conectada por medio de un switch de 16 puertos que distribuye cableado a los siguientes equipos, 5 equipos de cómputo de la secretaria de hacienda, 1 equipo de la oficina de almacén, 1 de talento humano y 1 de contratación, Funciona como red de ethernet para la conexión del sistema de información contable (PROSOTF) que está instalado en el servidor.

También cuenta con 6 red wifi que se dividen así:

ALCALDIA 1: Red wifi Gobierno, Hacienda, Jurídica. Router CISCO.

ALCALDIA 2: Red wifi Planeación, Obras, Comisaría, Inspección de Policía, Víctimas, Sistemas y ganadería están conectados por medio de cable para mejor conexión. Router CISCO.

ALCALDIA 3: Red wifi Primer piso Secretaría de Desarrollo, Router CISCO.

BIENESTARSOCIAL: Red sala de bienestar social y la cocina, Router CISCO.

AUDITORIO: Red wifi auditorio, Router CISCO

SISBEN: Red wifi Oficina de Sisben, Archivo y los DMC (Dispositivo tecnológico construido sobre una plataforma informática móvil, con una capacidad de almacenar datos y realizar actividades semejantes a una minicomputadora y con la conectividad de un teléfono móvil). Router Blanco TP-LINK WR-940.

La topología de la red que tiene la alcaldía Municipal de Támara Casanare cumple con los parámetros de compatibilidad con IPv6, sin embargo, se recomienda que se realice una red local por cableado.

Conclusiones

En el desarrollo del trabajo se realizó una investigación de los antecedentes acerca de la migración al protocolo IPv6, el cual fue documentado y analizado, esta investigación aportó conocimiento y soluciones necesarias para atender las problemáticas que trae la migración del protocolo, todo el crecimiento del internet, aspectos de configuraciones y seguridad.

Se realizó un inventario de la situación actual de los activos de información e infraestructura tecnológica, este es un paso valioso para determinar la capacidad y compatibilidad en la transición del protocolo IPv6, por esto decimos que es la actividad más importante y destacable, porque determino si la entidad es apta para dar el primer paso al proceso de migración, ya que se halló que la gran parte de la infraestructura tiene compatibilidad con el protocolo.

También se realizó un análisis profundo de cada de las técnicas de migración, donde se halló conveniente usar el método de doble pila. Pues este método que trabaja paulatino y es conveniente por que garantiza comunicación de la red tanto en el protocolo IPv4 y IPv6, así es posible el funcionamiento de los servicios de la entidad de manera óptima.

Al analizar la red de la alcaldía municipal, se evidencia que es topología árbol, esta topología facilitara la implementación de la transición al protocolo IPv6 con el método de doble pila, ya que en esta red solo se evidencia un nodo, además no se ve que hallan redes VLAN's ni subredes lo que esto involucra la configuración directa entre equipos y Router. Pero, en la alcaldía municipal se debe hacer una remodelación de toda la red local donde las redes WIFI sean convertidas en redes físicas por cable para así tener compatibilidad y rendimiento del protocolo IPv6.

Referencias Bibliográficas

- Alarcón, J. C. (2014). *Estudio, Diseño e Implementación de migración de IPv4 a IPv6 en la red de datos xDSL del ISP Trans-Telco.* . QUITO: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL .
- Alexander L, G. M. (2014). *diseño logico de la migracion de IPv4 a IPv6 de la red de datos de la univresidad nacional de trujillo.* TRUJILLO: universidad de trujillo .
- Apaza, H. Y. (2003). *Plan de Implementación para la migración de IPv4 a IPv6 en la red de COTEL".* SAN ANDRES: UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES.
- apaza, h. y. (s.f.). *plan de implementacion para la migracion de ipv4 a ipv6 en la red de COTEL.* SAN ANDRES: UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES.
- Arias Pulgarín, H. F. (2011). *ESTRATEGIA DE MIGRACIÓN DE IPv4 A IPv6 PARA LAS PYMES EN COLMOBIA.* PEREIRA: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PEREIRA.
- Bello, A. L. (2021). *Diseño y análisis de la migración del protocolo de red IPv4 al protocolo de red IPv6.* BOGOTA.
- Cajamarca Remache, D. E. (2019). *PROPUESTA DE MIGRACIÓN DEL PROTOCOLO IPV4 A IPV6 DE LA RED NACIONAL DE DATOS DE LA AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ELECTRICIDAD (ARCONEL).* QUITO.
- CRUZ, E. A. (2017). *METODOLOGIA PARA HACER UNA TRANSICION EN UNA RED IPV4 A IPV6.* BOGOTA: UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO .
- Danilo, S. H. (2013). *ESTUDIO DE LAS METODOLOGÍAS DE MIGRACIÓN DE IPv4 A IPv6 APLICADA A UNA PROPUESTA TÉCNICA PARA EL ISP FASTNET CIA.LTDA.* Riobamba – Ecuador: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

Eriquez Castillo, A. L., & Nureña Sánchez, G. M. (2014). *Diseño logico de la migracion de ipv4 a ipv6 de la de datos de la universidad naciona de trujillo*. Trujillo, Perú: Universidad de Trujillo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14414/11301>

FUNIBER. (s.f.). *FUNIBER*. Obtenido de FUNIBER: <https://www.funiber.org/infraestructura-tecnologica-de-software#:~:text=La%20infraestructura%20tecnol%C3%B3gica%20agrupa%20y,organizaci%C3%B3n%20o%20sustentan%20una%20operaci%C3%B3n>.

GUILLE, E. (27 de 07 de 2017). *Ingenieria Systems*. Obtenido de Ingenieria Systems: <https://www.ingenieriasystems.com/2017/07/conversion-de-una-direccion-binaria-decimal-conversion-decimal-binario-ccna1v5-cisco-c8.html>

GUTIERREZ, L. S. (2019). *PROPUESTA PARA LA MIGRACIÓN DEL PROTOCOLO IPV4 A IPV6 EN LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE UNA ORGANIZACIÓN CASO DE ESTUDIO*. santiago de cali: UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA.

HACKBARTH, D.-I. K. (2012). *Redes de comunicacion*. ESPAÑA: UNIVERSIDAD DE CANTABRIA.

Juan Nicolas Henao Mendoza, F. A. ((2021)). *GUÍA PRÁCTICA DE MIGRACIÓN DEL PROTOCOLO IPV4 A IPV6*. BOGOTA: UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA.

Juan Nicolas Henao Mendoza, F. A. (2021). *GUÍA PRÁCTICA DE MIGRACIÓN DEL PROTOCOLO IPV4 A IPV6*. BOGOTA: UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA.

- Linares, K. (18 de 05 de 2017). *Direcciones de red IPv6*. Obtenido de Direcciones de red IPv6: <https://kevin-linares.blogspot.com/2017/05/asignacion-de-direcciones-Direcciones-de-red-IPv6-Direcciones-de-red-IPv6.html>
- Maribel, B. C. (2020). *MECANISMOS DE TRANSICIÓN PARA LA MIGRACIÓN DE IPV4 – IPV6*. PIMENTEL - PERU: UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN .
- Mendoza, J. N. (2021). *GUÍA PRÁCTICA DE MIGRACIÓN DEL PROTOCOLO IPV4 A IPV6*. BOGOTA.
- MiLACNIC. (s.f.). *LACNIC*. Obtenido de LACNIC: <https://www.lacnic.net/3091/1/lacnic/dual-stack-o-pila-doble>
- Moreira, I. U. (2017). *ESTUDIO PARA LA MIGRACION DEL PROTOCOLO IPV4 AL PROTOCOLO IPV6. CASO DE ESTUDIO PLENARIO DE LA ASAMBLEA NACIONAL*. quito: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR .
- MOREIRA, U. A. (2017). *ESTUDIO PARA LA MIGRACION DEL PROTOCOLO IPV4 AL PROTOCOLO IPV6 CASO DE ESTUDIO PLENARIO DE LA ASAMBLEA NACIONAL*. QUITO.
- Muñoz, N. Y. (2019). *Diseñar la Arquitectura Networking* . Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Nuñez Lara, D. (2009). *Estudio para la migración de IPV4 a IPV6 para la empresa Provedora de Internet MILLTEC SA*. Quito.
- Perez Nava, J. C., & Herrera Gutiérrez, E. A. (2012). *Tecnologías y mecanismos de transición de IPV4 A IPV6*. México: Universidad nacional autonoma de México.

SALAS, A. C. (2022). *MODELO DE MIGRACIÓN DE RED IPV4 AL PROTOCOLO IPV6 PARA REDES EMPRESARIALES*. la paz-bolivia: UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS .

SANCHEZ, F. A. (2017). *Guía de Transición de IPv4 a IPv6 para Colombia* . BOGOTA.

Segura Cruz, E. A., & Vargas Sanchez, E. H. (2017). *METODOLOGIA PARA HACER UNA TRANSICION EN UNA RED IPV4 A IPV6*. Bogotá, Colombia: UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO.

wendy. (7 de 03 de 2012). *informatica*. Obtenido de informatica:

<http://welinfocto.blogspot.com/2012/03/117-tunelizacion-de-protocolos.html>