

IPv6

Los retos para el pequeño ISP

Ing Adrián Díaz Cota

Quienes Somos



- ✓ Venta de Equipo
- ✓ Impartición de cursos y certificaciones
- ✓ Acompañamiento
- ✓ Desarrollo de proyectos
- ✓ Consultorías





Objetivos

- Explorar los retos para implementación de IPv6
- Tener un panorama claro de las implicaciones y límites
- Conocer el mecanismo básico de transición de IPv4 a IPv6
- Tener claro cómo implementar Dual Stack

Implementar IPv6 es inevitable

- Esto es para el futuro (IPv6)
- Es muy complicado
- No tengo tiempo
- Tarde que temprano IPv6 te alcanzará
- Desarrollar ambientes duales IPv4 IPv6

IPv6



Implementar IPv6 es inevitable

Muchas nuevas aplicaciones como:

- IoT (Internet of Things)
- RV (Realidad Virtual) y RA (Realidad Aumentada)
 - Entornos Virtuales
 - Simulación de entrenamiento
 - Video Juegos
 - Turismo Virtual
- Otras tecnologías emergentes

Requieren una gran cantidad de direcciones IP para funcionar de manera eficiente y escalable

IPv6 es la única opción viable para estos nuevos casos de uso

Implementar IPv6 es inevitable

IPv6 es la última versión del protocolo de Internet, que se utiliza para comunicar dispositivos en redes de computadoras.

- IPv6 utiliza direcciones de **128 bits**
- IPv4 utiliza direcciones de **32 bits**.

Esto nos permite tener muchas más direcciones disponibles en IPv6 garantizando la evolución por muchos años.



Agotamiento de direcciones IPv4

- **Fase 0:** Inició en octubre de 2013 y se asignaron recursos IPv4 hasta haber alcanzado el último /9 disponible.
- **Fase 1:** Empezó el 19 de mayo de 2014 y se asignaron recursos IPv4 hasta haber alcanzado el bloque /10 reservado para la fase de agotamiento gradual.
- **Fase 2:** Se inició el 10 de junio de 2014 y solo se asignaron bloques desde un prefijo /24 hasta uno /22.
- **Fase 3 (actual):** Esta reserva es el último espacio disponible de LACNIC. Está compuesto por bloques IPv4 pos-agotamiento, asignado por IANA (Internet Assigned Numbers Authority), junto con bloques recuperados y devueltos.

El 19 de agosto de 2020, **LACNIC agotó** su pool de direcciones IPv4

A circular logo with a blue border. Inside the circle, the text "IPv6" is written in a bold, sans-serif font. The "IP" is in blue and the "v6" is in red.

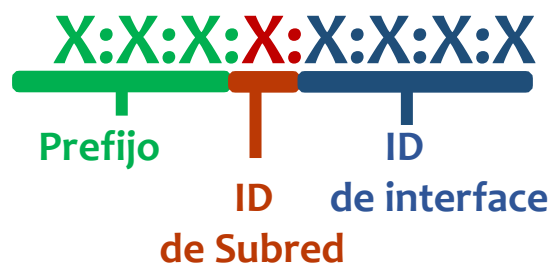


IPv6 resuelve el problema de agotamiento

Es capaz de albergar 340 sextillones de direcciones,
o un total de 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456

IPv6 se compone de 128 bits, dividida en 8 grupos de 16 bits cada uno,
separados por : y representados en dígitos hexadecimales

Formato Básico de las Direcciones IPv6

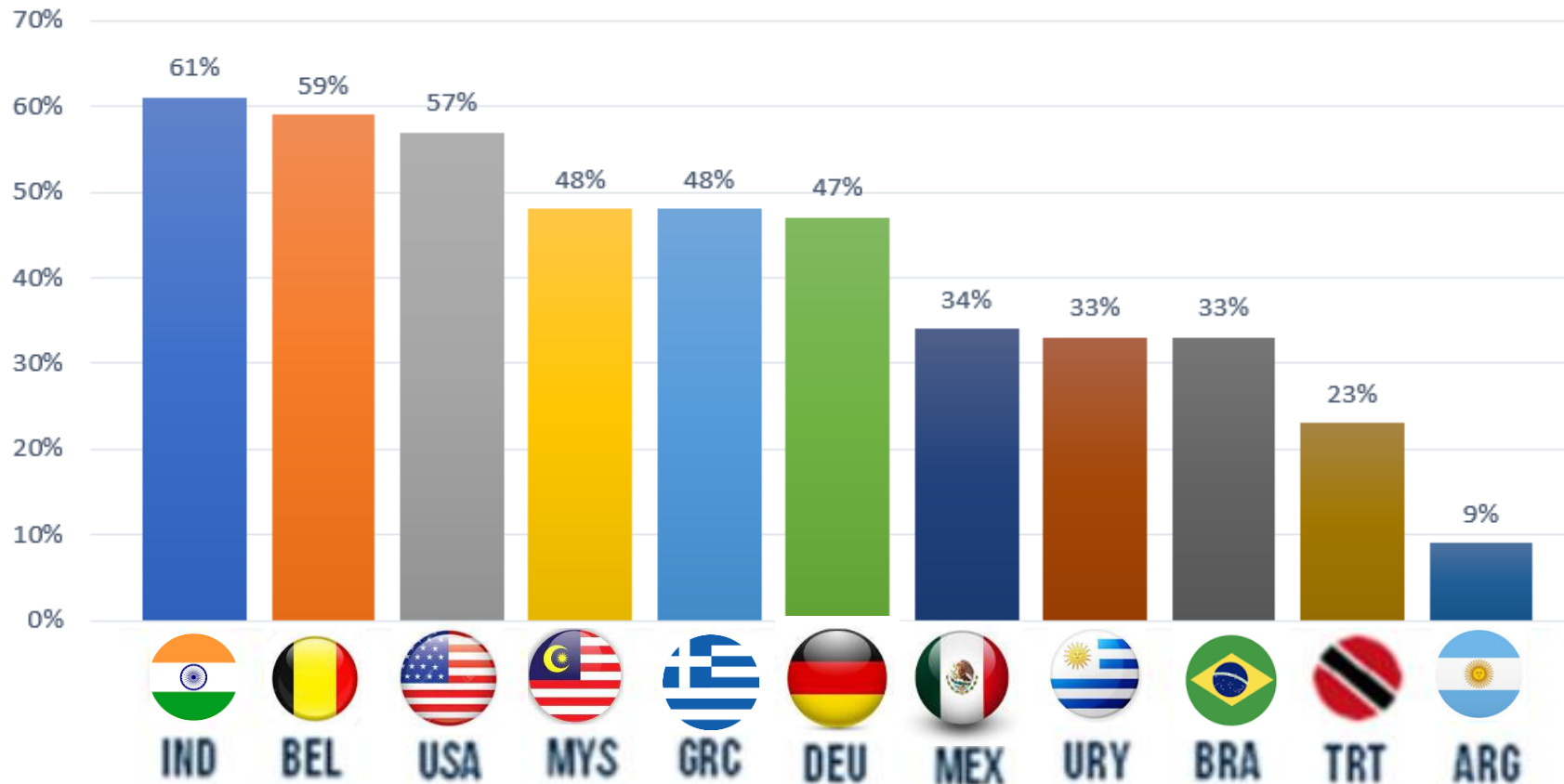


Formato extendido de las Direcciones IPv6

2001:0db8:3c4d:0015:0000:0000:1c2f:01d4

Estimación de usuarios IPv6

(Marzo 2021)



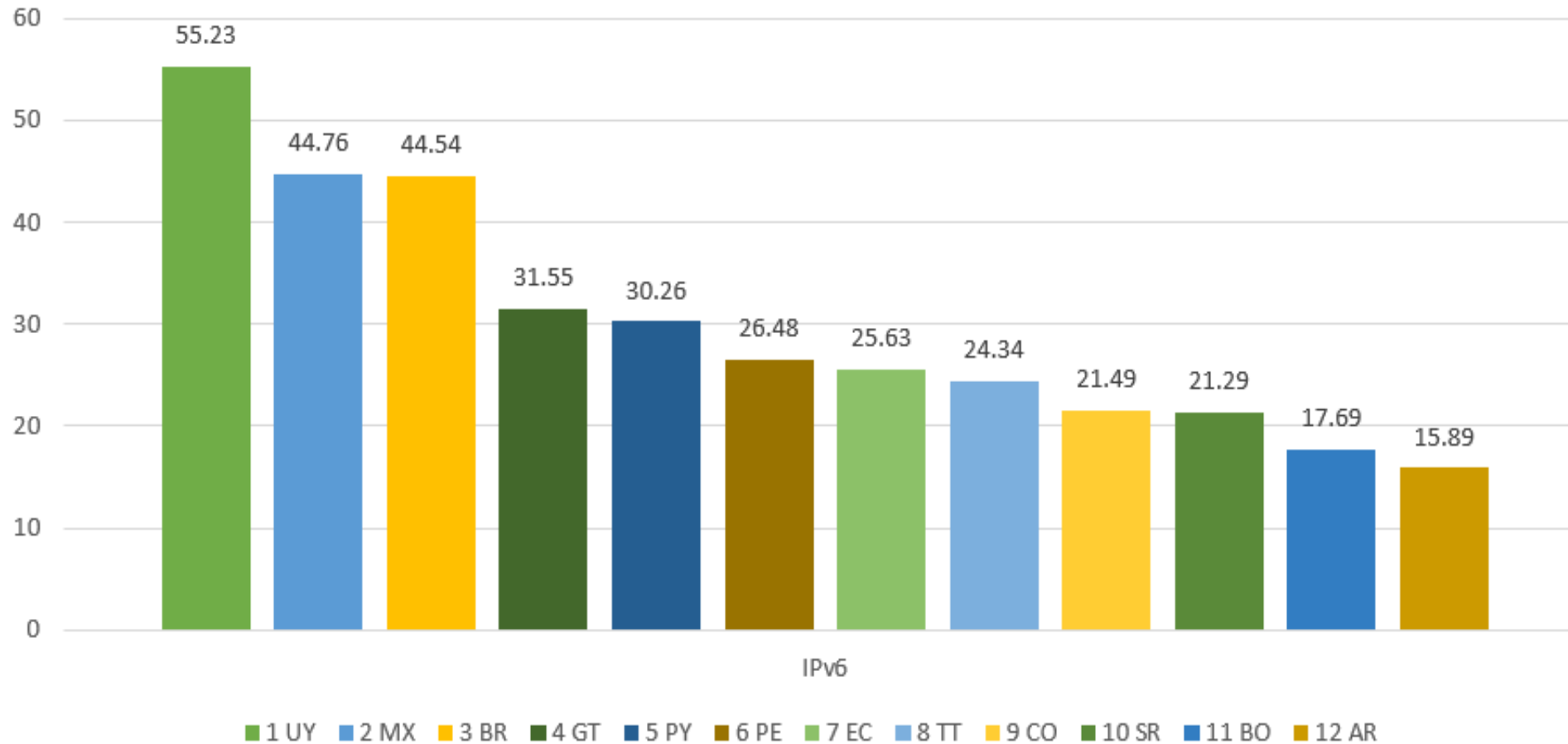
Fuente: SmC+ en base a datos de CISCO Labs Mar/21

IPv6

Crecimiento de tráfico IPv6

Latinoamérica

IPv6

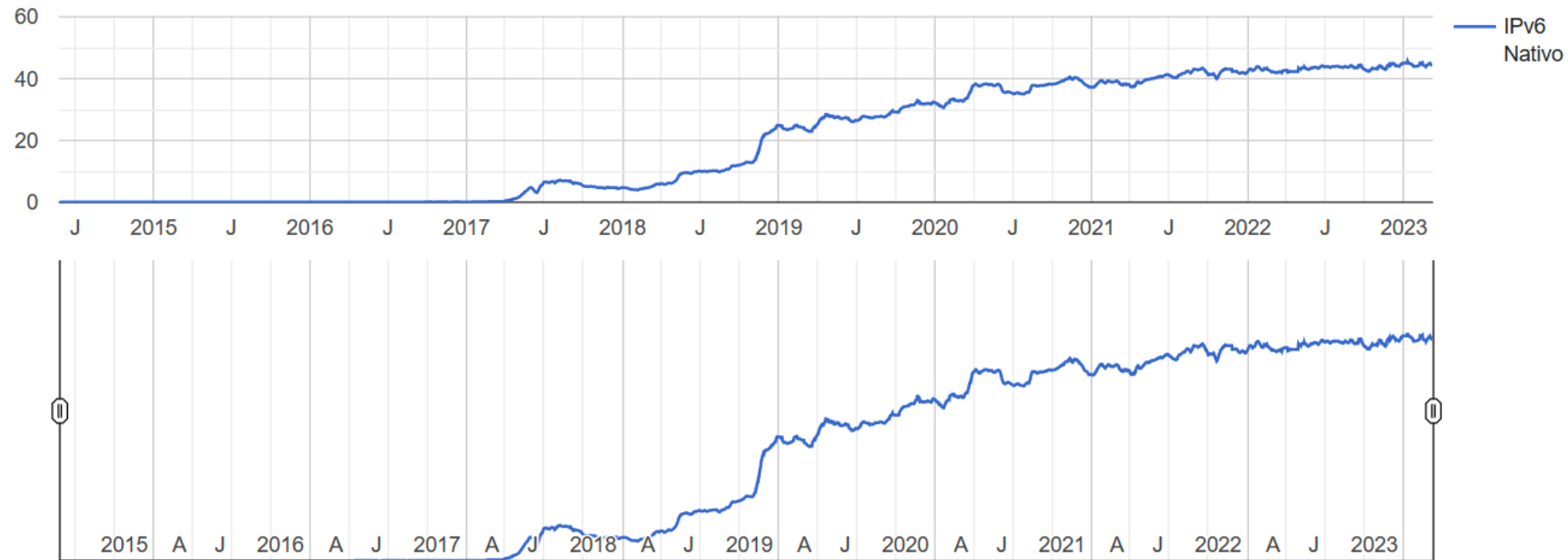


Crecimiento de tráfico IPv6

México

IPv6

IPv6 - Country Specific: MX



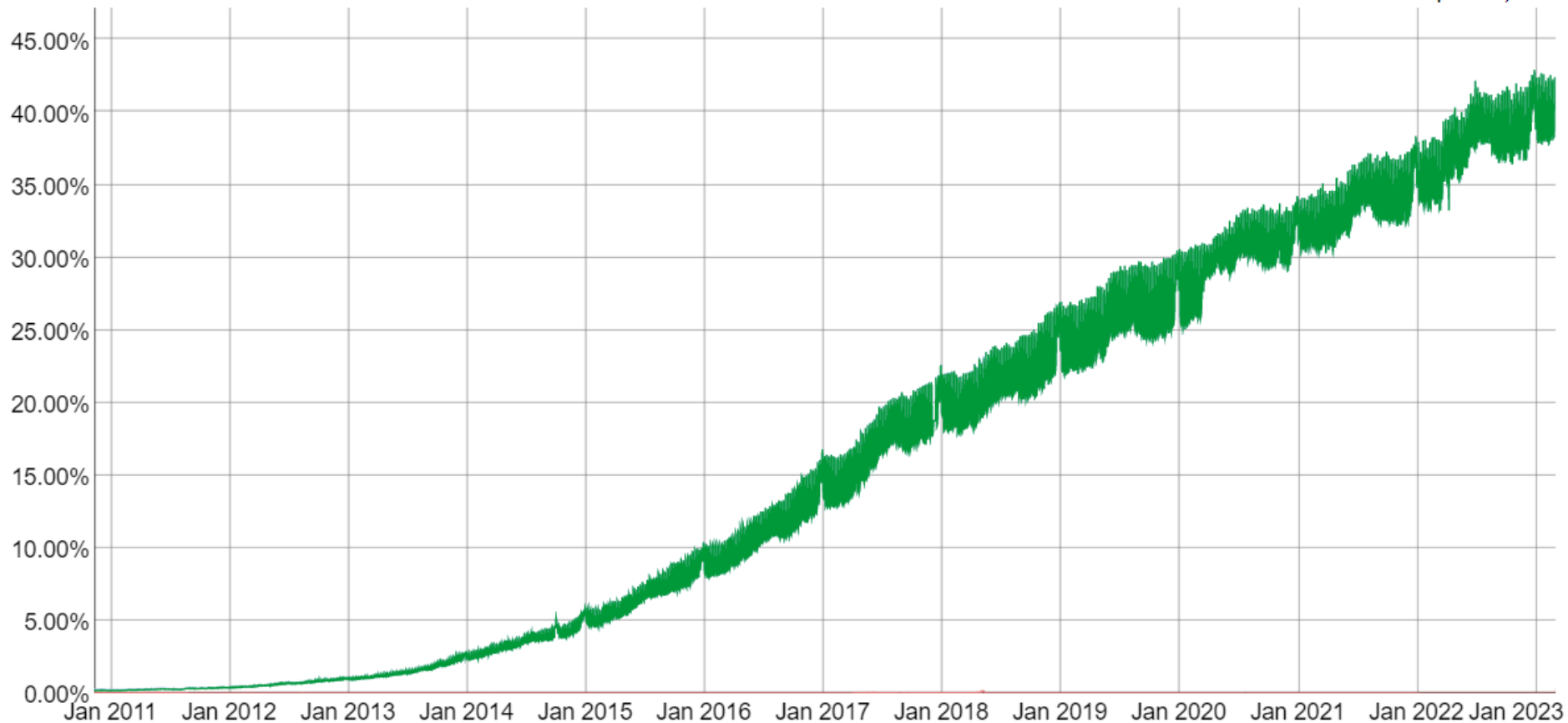
Fuente: <https://stats.labs.lacnic.net/API/IPv6/CREATEGRAPHIPv6WITHCONTROLS/MX>

Crecimiento de tráfico IPv6

Adopción de IPv6

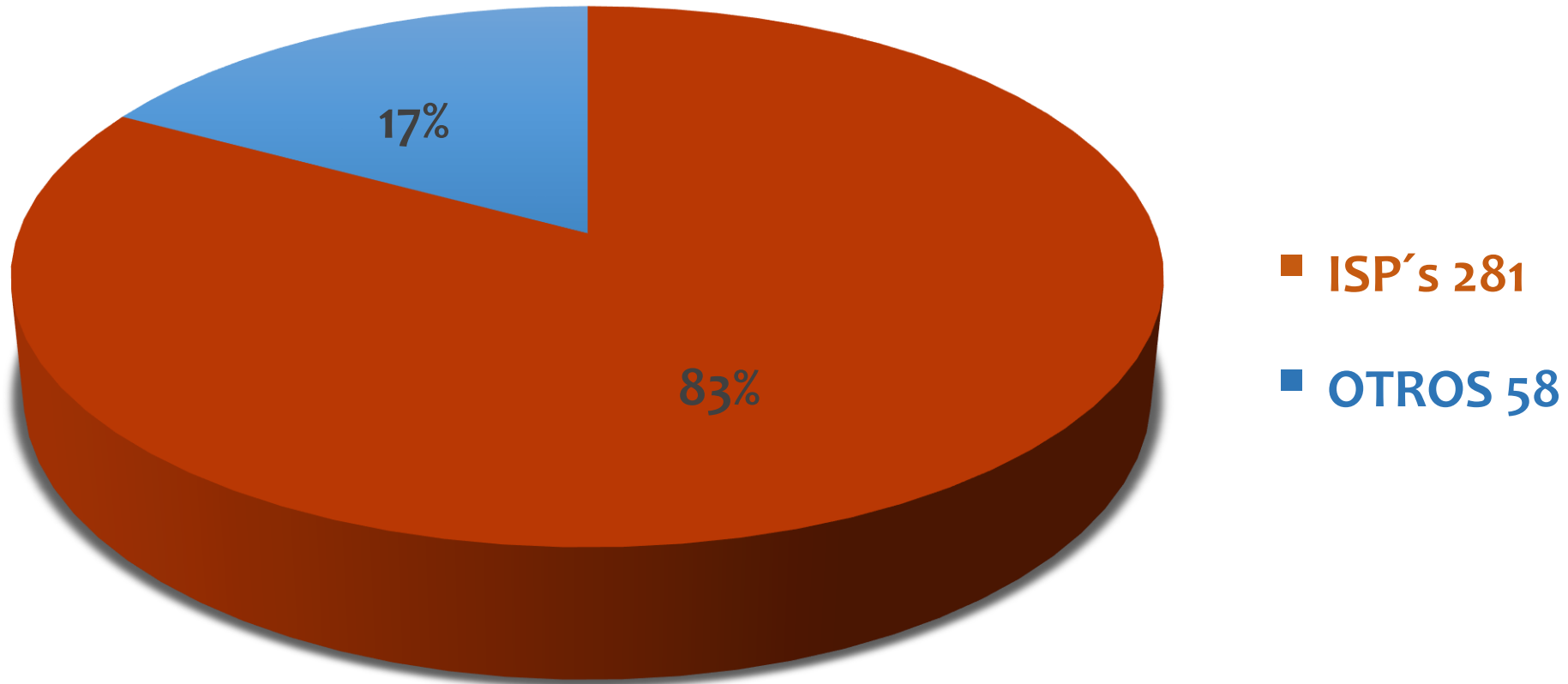
Siempre estamos evaluando la disponibilidad de la conectividad de IPv6 entre usuarios de Google. En este gráfico, se muestra el porcentaje de usuarios que acceden a Google a través de IPv6.

Native: 40.43% 6to4/Teredo: 0.00% Total IPv6: 40.43% | Mar 5, 2023



IPv6

Asignaciones Recursos IPv6



IPv6

■ ISP's 281

■ OTROS 58

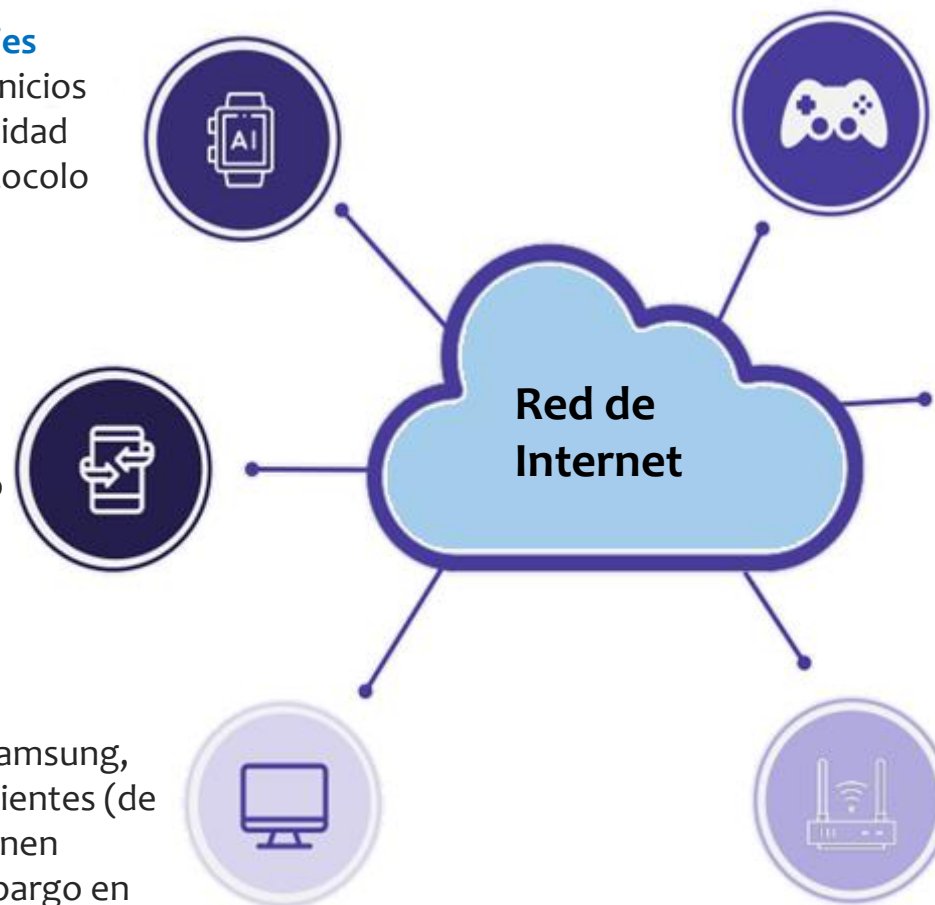
México Marzo 2023

Preparación del mercado para tráfico IPv6 y capacidad de los dispositivos de utilizarlo

Los SmartWatch o relojes inteligentes desde sus inicios ya cuentan con la capacidad de utilizar el nuevo protocolo

Los teléfonos móviles de última generación, todos son compatibles con ambos protocolos, excepto los terminales de gama baja. Si bien la selección del protocolo es automática, en OS como Android o IOS se puede configurar de manera manual con ayuda de aplicaciones

Marcas de Smart TVs como Samsung, Sony y LG, en sus modelos recientes (de 2 años atrás para adelante), vienen compatibles con IPv6. Sin embargo en muchos casos, la funcionalidad es desactivada de fábrica para evitar problemas de configuración.



Muchas consolas de juegos, como Xbox One, Playstation 4 y Nintendo Switch, son compatibles con IPv6

Los dispositivos inteligentes de hogar (hornos microondas, refrigeradores, cámaras, etc.) vienen con la compatibilidad incorporada, debido a la seguridad que ofrece el nuevo protocolo

Aún se pueden encontrar **equipos terminales para el usuario (CPE)** solamente compatibles con IPV4 que son mas económicos, sin embargo la disponibilidad de terminales con capacidad de IPv6 tienen mayor demanda por los ISPs.

IPv6

Direccionamiento IPv6

IPv6

0000::/8 – Sin especificar (0.0.0.0/0 0 127.0.0.0/8)

2000::/3 - Global Unicast Addresses (similar a las públicas IPv4)

FC00::/7 – Unique Local Addresses (Similar a las privadas IPv4)

FE80::/10 – Link-Local Unicast Addresses (Similar 69.254.0.0/16).

FF00::/8 – Multicast Addresses (Similar al rango 224.0.0.0/24)

Configuración de IPv6

Para iniciar el uso del protocolo podemos hacerlo

- Contratar la asignación de direcciones con **LACNIC**
 - El cual nos asignará `::/32` y AS para uso propio el cual anunciamos vía BGP
 - `::/32` lo fraccionamos de acuerdo a nuestras necesidades
 - Utilizar diversos mecanismos de transición (..)



Configuración de IPv6

Para iniciar el uso del protocolo podemos hacerlo

- Asignación de un segmento del carrier
- Configurar un Tunel IPv6 (ejemplo tunnel broker)
- Crear nuestra red privada IPv6 (usando IPs Unique Local o Link Local), enmascarar con RouterOS ver 7.X



Configuración de IPv6

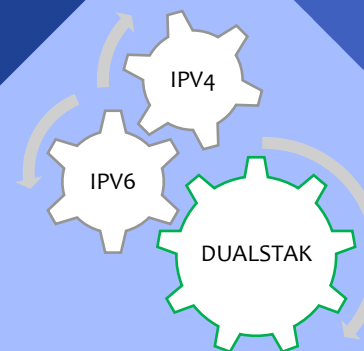
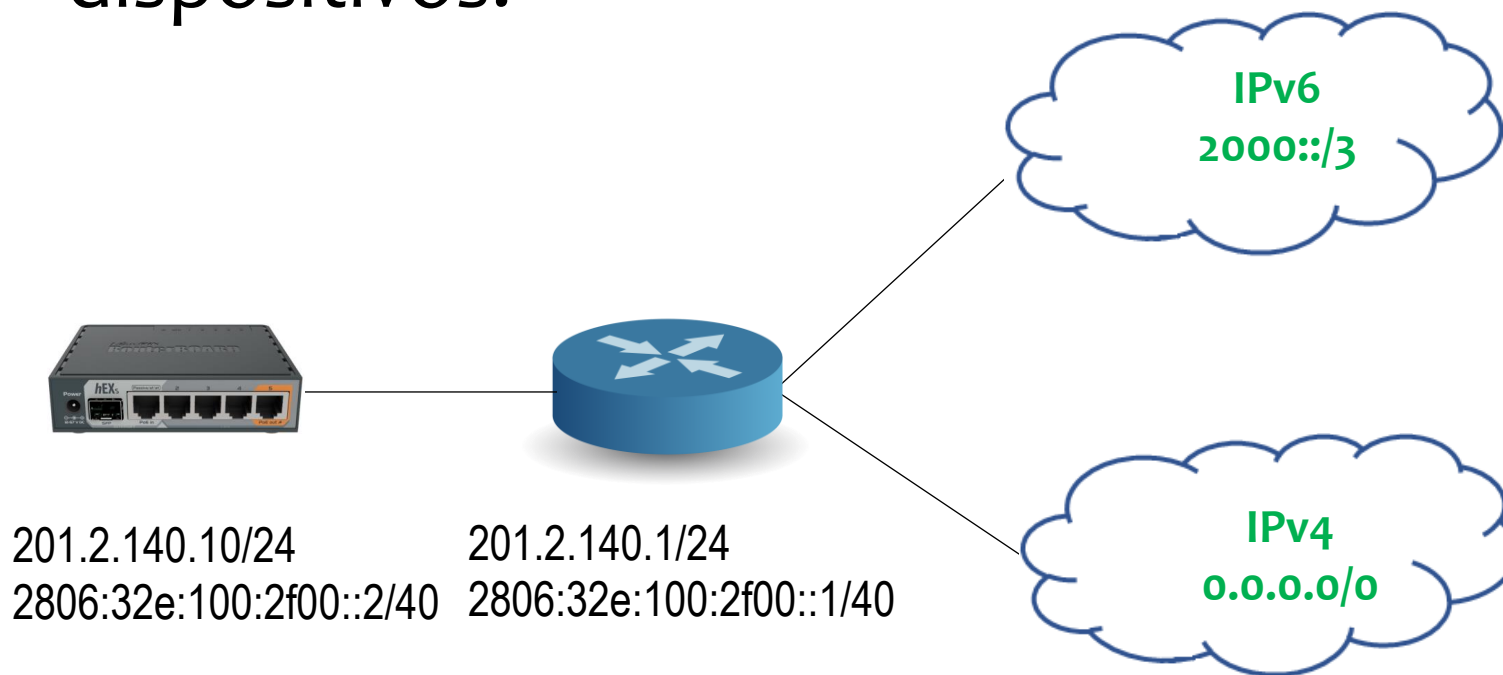
Algunos Mecanismos de Transición son:

- Dual Stack
 - Operar simultáneamente ambos protocolos
 - Miraremos a más detalle cómo opera.
- Túneles
 - Crear túneles de Paquetes IPV& en IPv4 par atravesar islas IPv4 (y viceversa)
 - Ej tunnel Broker, 6to4
- Traducción
 - Traducir de IPv4 a IPv6 y viceversa
 - Ej SIIT, NAT-PT

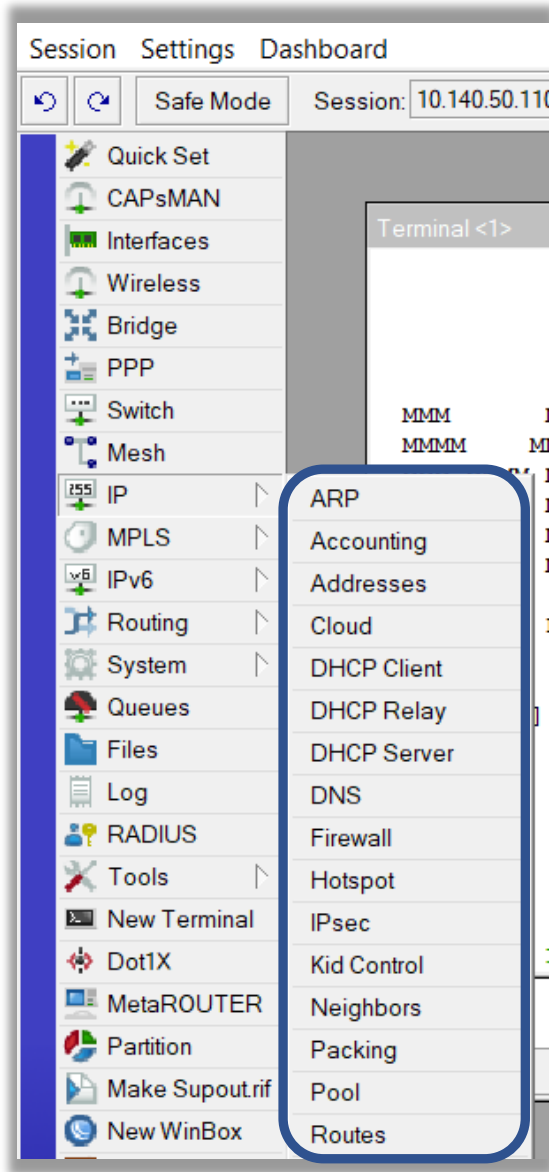


Mecanismos de transición IPv6

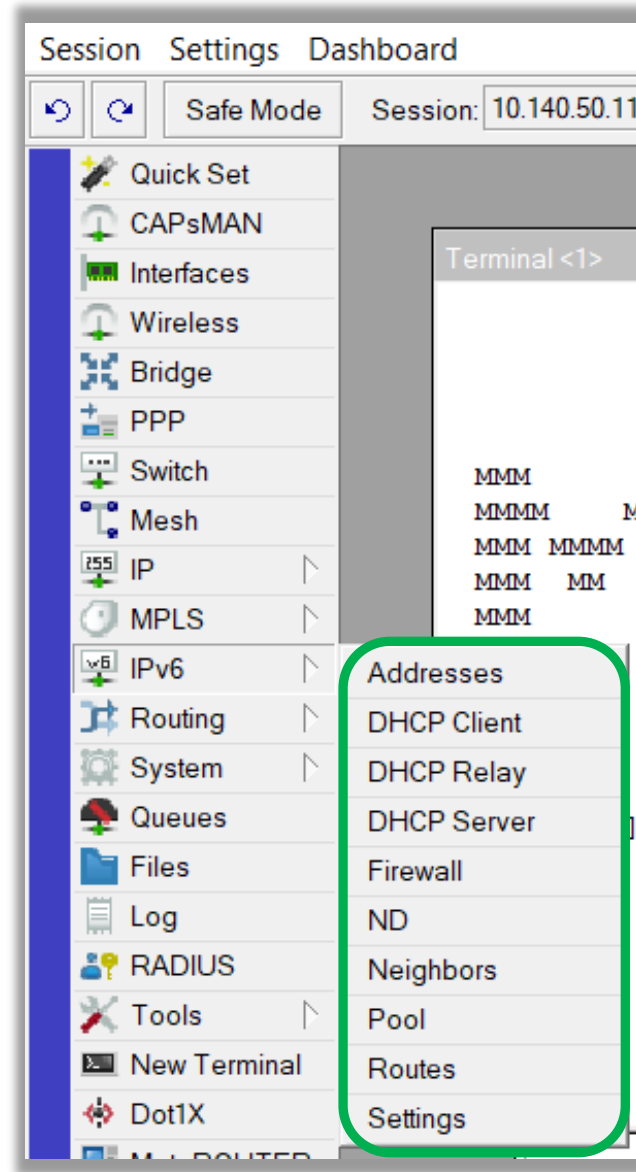
- **Dual Stack /Doble pila:** Mecanismo de operación IPV6 e IPV4 simultanea en los dispositivos.



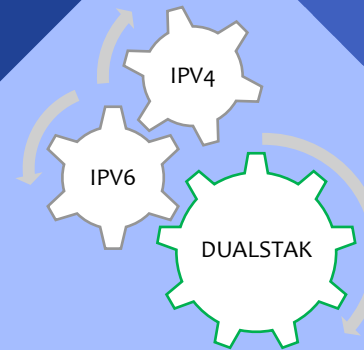
Doble Pila



IPv4



IPv6



Doble Pila

“Happy Eyeballs” RFC 6555 y RFC 8305

Este mecanismo permite de manera automática tomar la decisión de conectividad en IPv6 o IPv4 según la resolución y respuesta en cada caso.

	DNS Server	Client	Server
1.	<--www.example.com A?-----		
2.	<--www.example.com AAAA?--		
3.	---192.0.2.1----->		
4.	---2001:db8::1----->		
5.			
6.		==TCP SYN, IPv6====>X	
7.		--TCP SYN, IPv4----->	
8.		<-TCP SYN+ACK, IPv4----	
9.		--TCP ACK, IPv4----->	
10.		==TCP SYN, IPv6====>X	

Figure 2: Happy Eyeballs Flow 1, IPv6 Broken

	DNS Server	Client	Server
1.	<--www.example.com A?-----		
2.	<--www.example.com AAAA?--		
3.	---192.0.2.1----->		
4.	---2001:db8::1----->		
5.			
6.		==TCP SYN, IPv6====>	
7.		--TCP SYN, IPv4----->	
8.		<=TCP SYN+ACK, IPv6=====	
9.		<-TCP SYN+ACK, IPv4----	
10.		==TCP ACK, IPv6====>	
11.		--TCP ACK, IPv4----->	
12.		--TCP RST, IPv4----->	

Figure 3: Happy Eyeballs Flow 2, IPv6 Working

Doble pila IPv4 IPv6

IPv6

- DHCP v4 aplicamos el uso de pila doble
- Asignamos ambas IPs en simple Queue

DHCP Lease

General Active

Address: 10.10.50.10

MAC Address: 64:D1:54:1E:38:4D

☐ Use Src. MAC Address

Client ID:

Server: dhcp1

Lease Time:

☐ Block Access

☒ Allow Dual Stack Queue

☐ Always Broadcast

DHCP Options:

DHCP Option Set:

Rate Limit:

Insert Queue Before: first

OK

Cancel

Apply

Disable

Comment

Simple Queue <5908>

General Advanced Statistics Traffic Total Total Statistics

Name: 5908

Target: 10.10.50.10

2806:32e:2000:2000::/64

Dst:

Target Upload

Max Limit: 16M 20M bits/s

Target Download

Burst

Burst Limit: unlimited 20M bits/s

Configuración Direcccionamiento IPv6

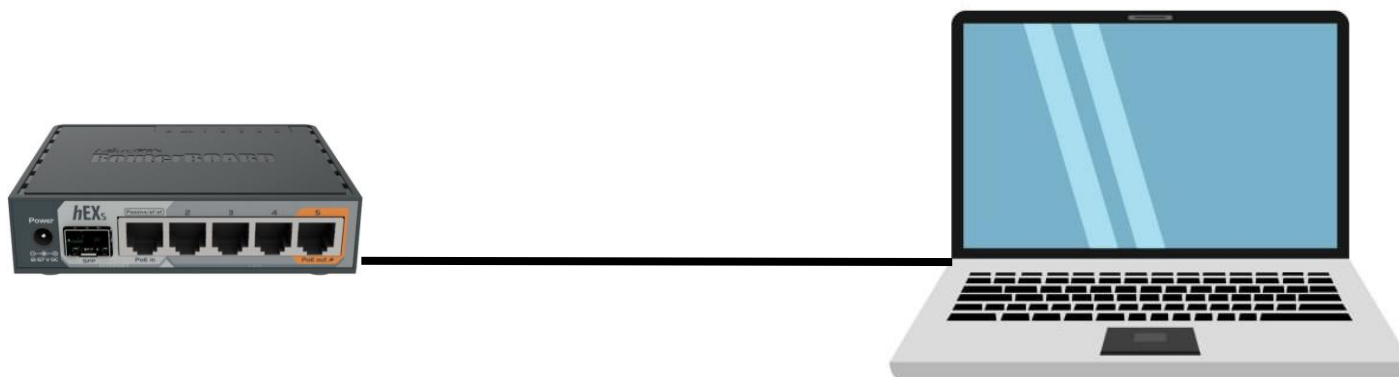
IPv6

Métodos

- **Asignación de dirección estática**
 - Configuración manual
- **Autoconfiguración sin estado (SLAAC** Stateless Address Autoconf)
 - Usando mensajes ND y DAD (RS/RA/NS/NA).
- **Autoconfiguración con servidor** (Stateful)
 - Usando DHCPv6

Configuración Direcccionamiento IPv6

Asignación de dirección estática



2001:1234:0100:8138::1/64

IP: 2001:1234:0100:8138::2/64

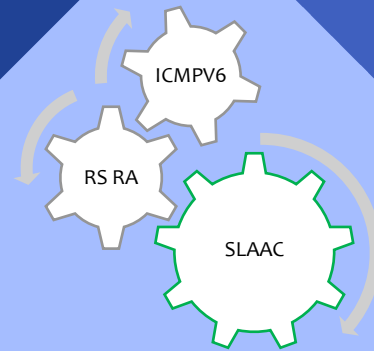
GW: 2001:1234:0100:8138::1

DNS: 2001:4860:4860::8888

En este caso de ruteo estático, usar el GW default hacia **2000::/3**

Autoconfiguración SLAAC

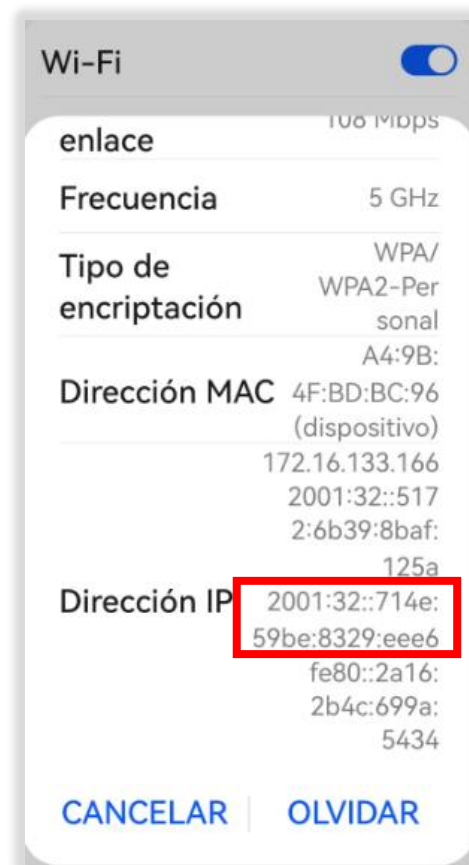
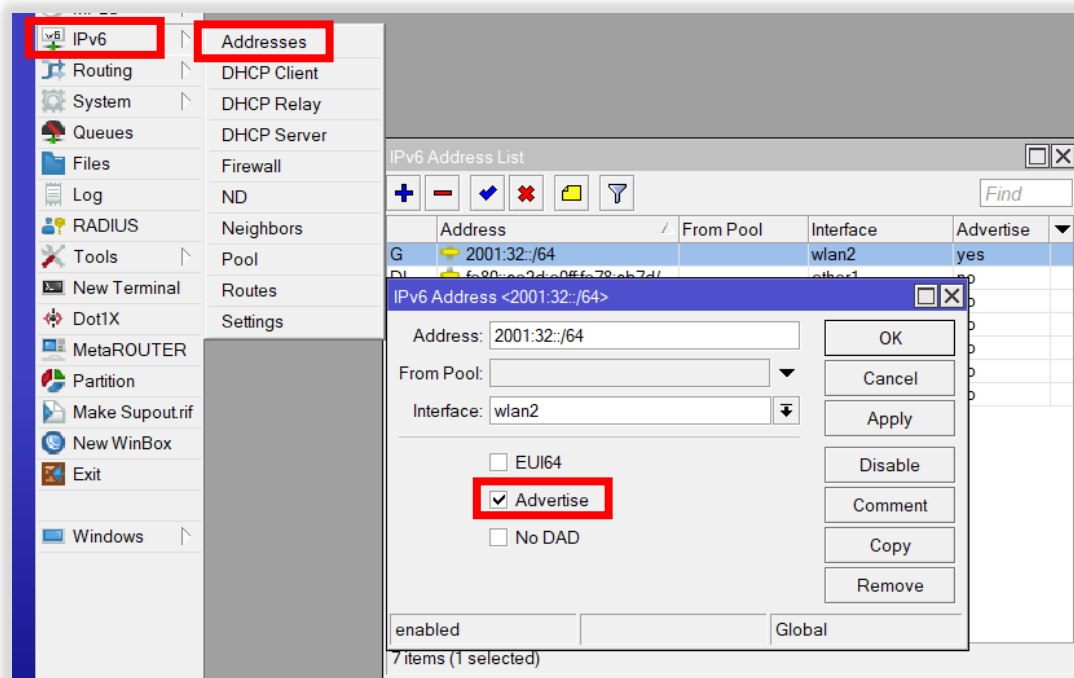
- Conecta a los hosts fácilmente a las redes **IPv6**, sin la necesidad de configurar manualmente las direcciones IPv6 y sin implementar servidores de aplicaciones (como servidores **DHCP**) para la entrega de direcciones a los hosts.
- **SLAAC** utiliza mensajes **ICMPv6 RS** y **RA**.
- Este mecanismo es el que usamos para la asignación con los dispositivos finales



Configuración Direcccionamiento IPv6

Autoconfiguración sin estado (stateless)

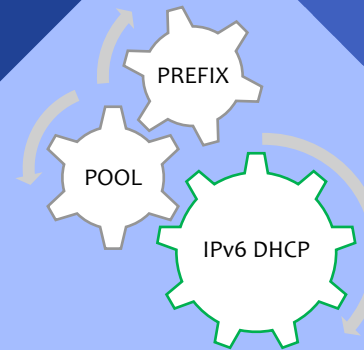
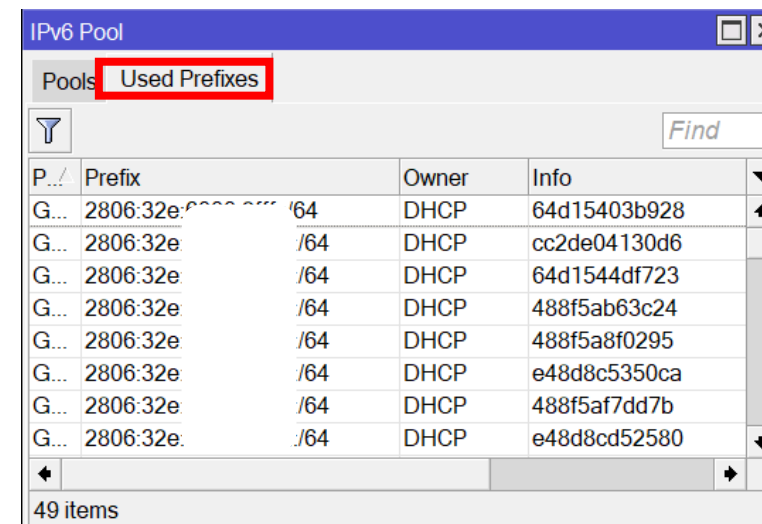
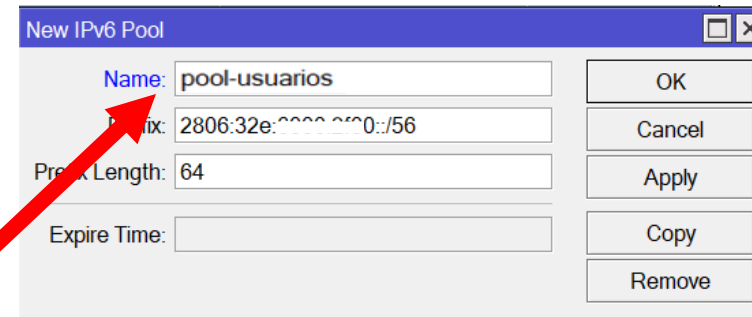
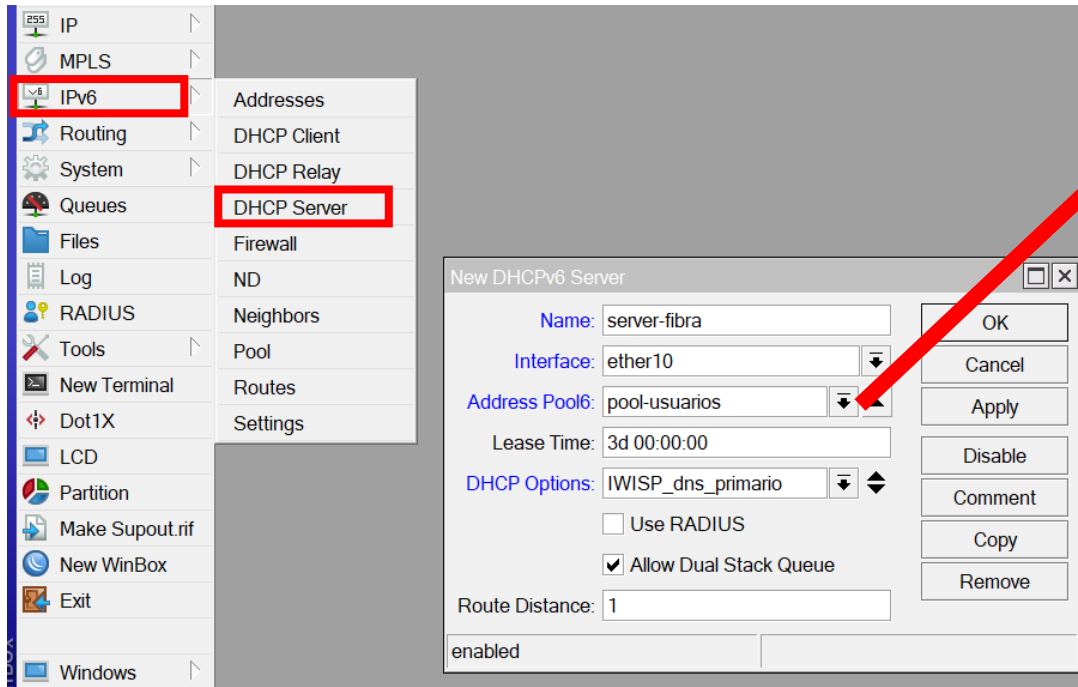
- `/ipv6 address add address=prefix interface=ethX advertise=yes`
 - En MK con estos parámetros habilitamos la autoconfiguración sin estado de los dispositivos que se conecten a la interface definida (mensaje RA)



Configuración Direcccionamiento DHCP-PD

Autoconfiguración con servidor (Stateful)

- Usando DHCPv6
- Al día de hoy, RouterOS soporta Servidor DHCP-PD (entrega prefijos)
 - Los CPE's pueden utilizar el prefijo asignado, usándolo como pool vinculado a PPPoE y DHCPv6-Cliente



Configuración Direcccionamiento DHCP-PD

Autoconfiguración con servidor (Stateful)

- Usando DHCPv6 Cliente en CPE's

DHCPv6 Client <wlan1>

DHCP Advanced Status

Interface: wlan1

Request: ☐ info ☐ address ☒ prefix

Pool Name: clientes

Pool Prefix Length: 64

Prefix Hint:

☒ Use Peer DNS
☒ Rapid Commit
☒ Add Default Route

OK Cancel Apply Disable Comment Copy Remove Release Renew

enabled Status: bound

Pv6 Route List

	Dst. Address	Gateway	Distance	
DAS	::/0	fe80::ba...	1	
DSU	2806:32		1	
DAC	2806:32	ether1 re...	0	

3 items

DHCPv6 Client

DHCP Client

Client Options

Release

Renew

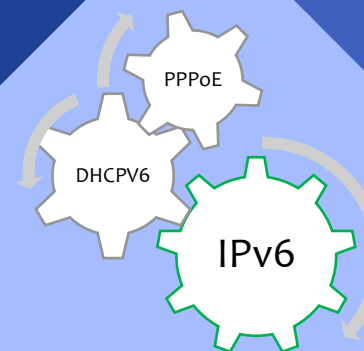
Find

Interface	Request	Po...	Pool Prefix ...	Use Peer DNS	Add Default Route	Prefix	Prefix Expire...	A...	DUID	Status
wlan1	prefix	G...	64	yes	yes	2806:32:.....:64	2d 23:39:09		0x0003000164d15...	bound

Configuración PPPoE

Autoconfiguración con servidor (Stateful)

- Usando PPPoE y DHCPv6 PD Pool



PPP Profile <profile-hogar>

General Protocols Limits Queue Scripts

2 Name: profile-hogar

Local Address: 10.130.2.1

Remote Address: dhcp_pool1

Remote IPv6 Prefix Pool:

DHCPv6 PD Pool: pool-v6

Bridge:

Bridge Port Priority:

Bridge Path Cost:

Bridge Horizon:

Bridge Learning: default

Incoming Filter:

Outgoing Filter:

OK Cancel Apply Comment Copy Remove

PPP Profile <profile-hogar>

General Protocols Limits Queue Scripts

3

Use IPv6 ☒ yes ☐ no required ☐ default

Use MPLS ☐ no ☐ yes ☐ required ☒ default

Use Compression ☐ no ☐ yes ☒ default

Use Encryption ☐ no ☐ yes ☐ required ☒ default

OK Cancel Apply Comment Copy Remove

IPv6 Pool <pool-v6>

1 Name: pool-v6

Prefix: 2806:32e:100::/56

Prefix Length: 64

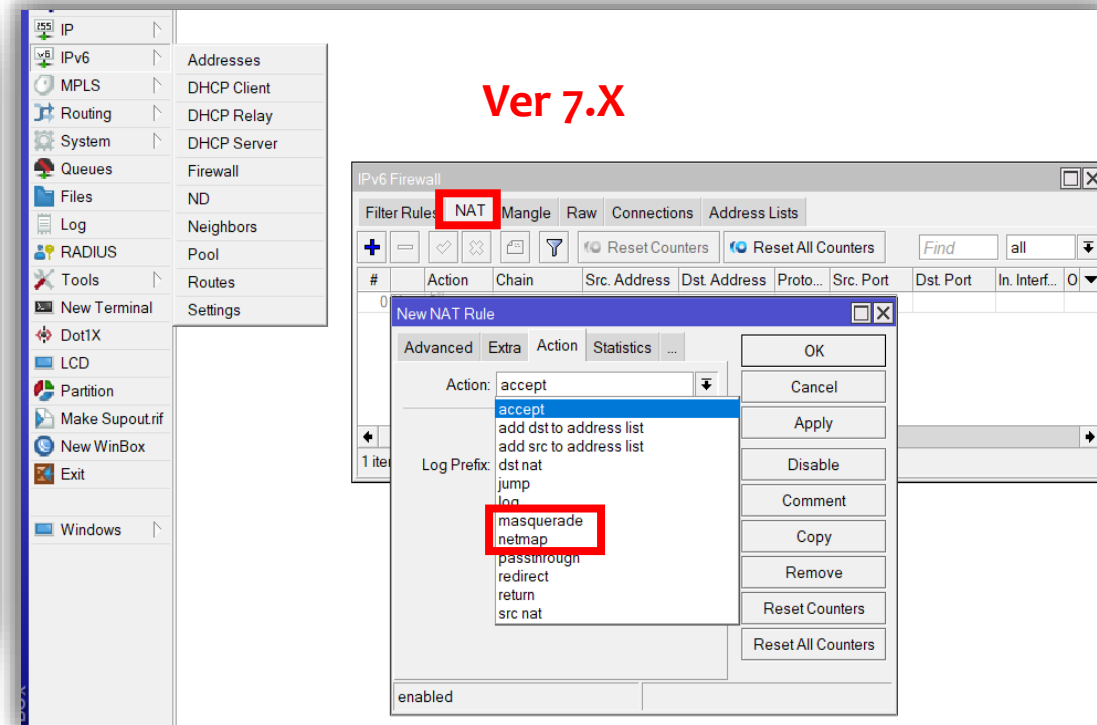
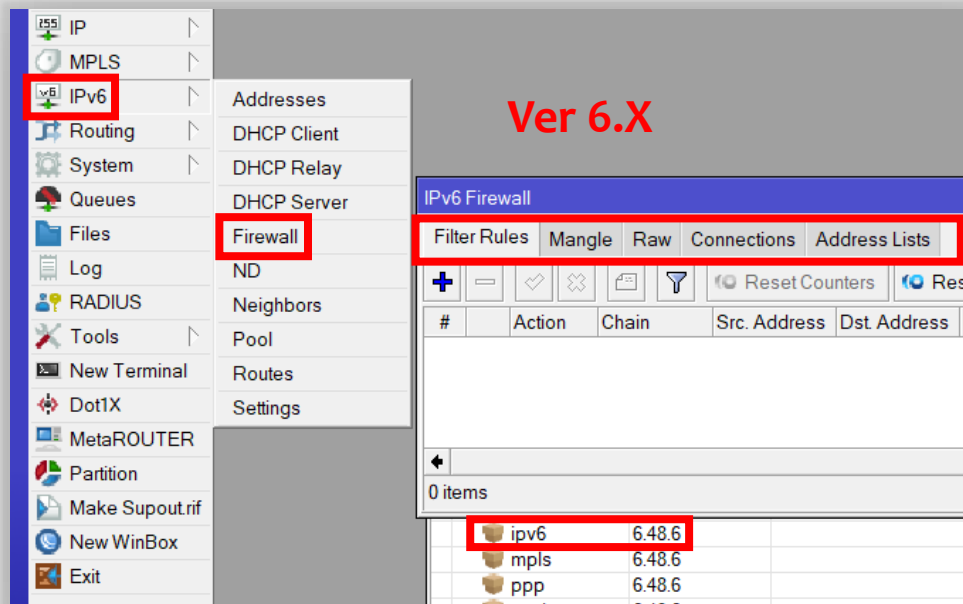
Expire Time:

OK Cancel Apply Comment Copy Remove

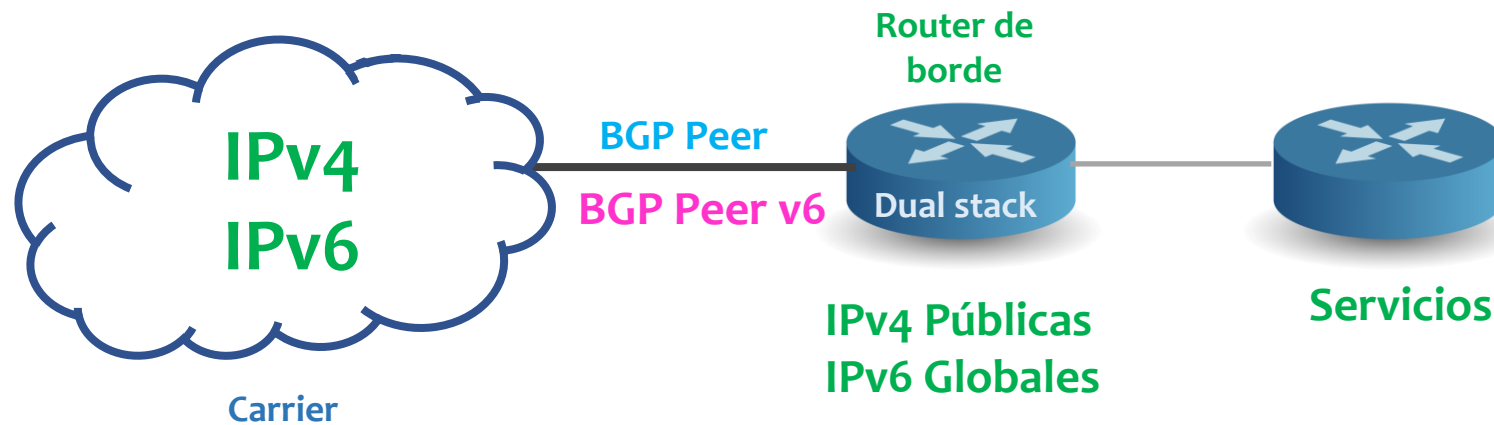
NAT en IPv6

No recomendado

- Usando NAT, NETMAP
- Soportado en RouterOS V7



Sesión BGP sobre IPv6



BGP sobre IPV6

- BGP con Carrier anunciamiento
 - Ejemplo de peering con equipo Mikrotik V7.x

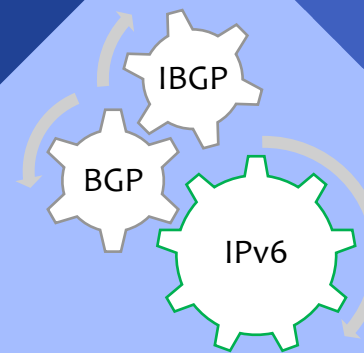
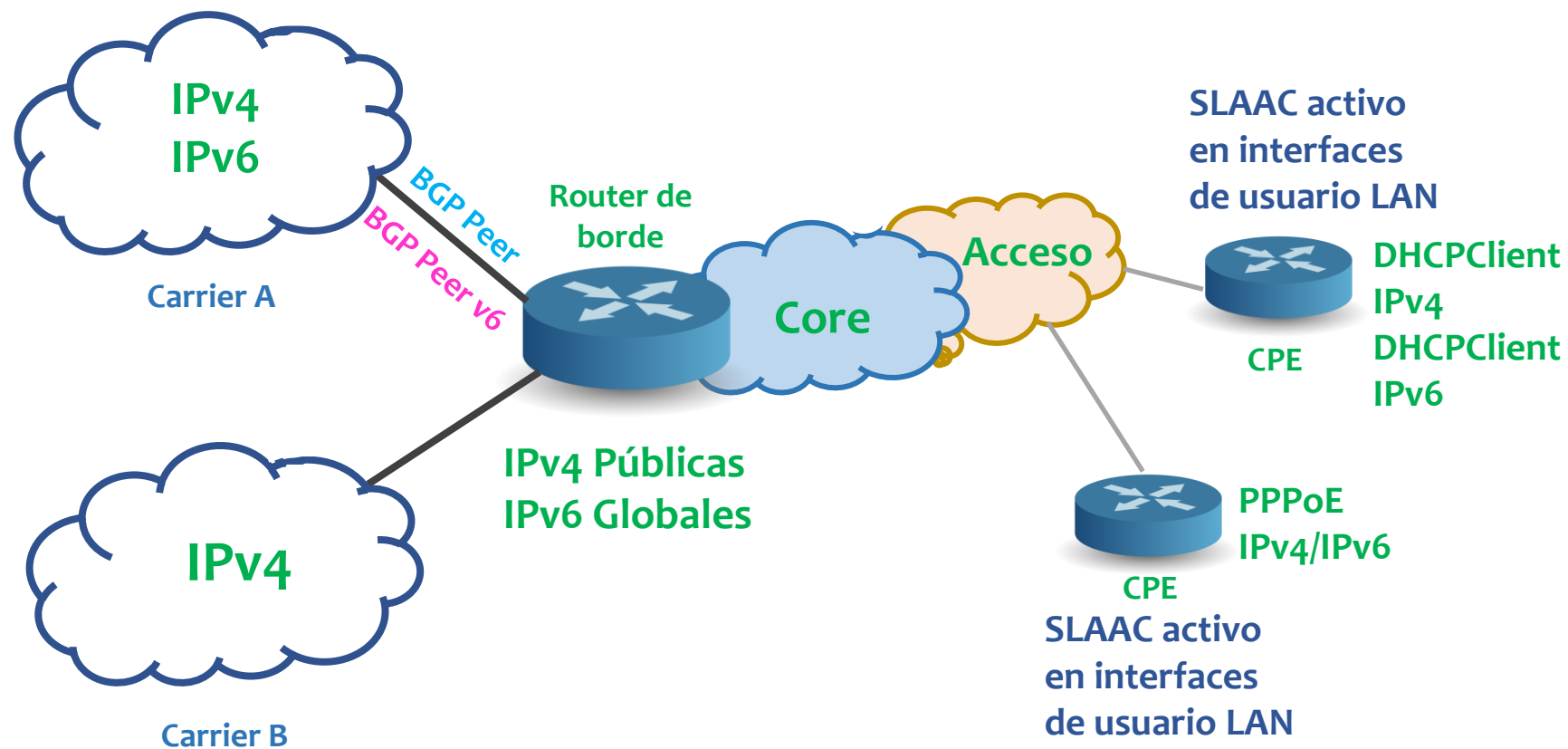
/routing bgp connection

```
add address-families=ipv6 as=265xxx disabled=no  
local.role=ebgp name=BGP-a-Carrier output.filter-  
chain=BGP-IPv6-OUT .network=BGP-subred-IPv6  
remote.address=2001:123c:3::10a/128 .as=18XXX routing-  
table=main
```

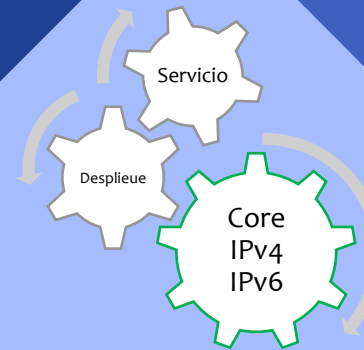
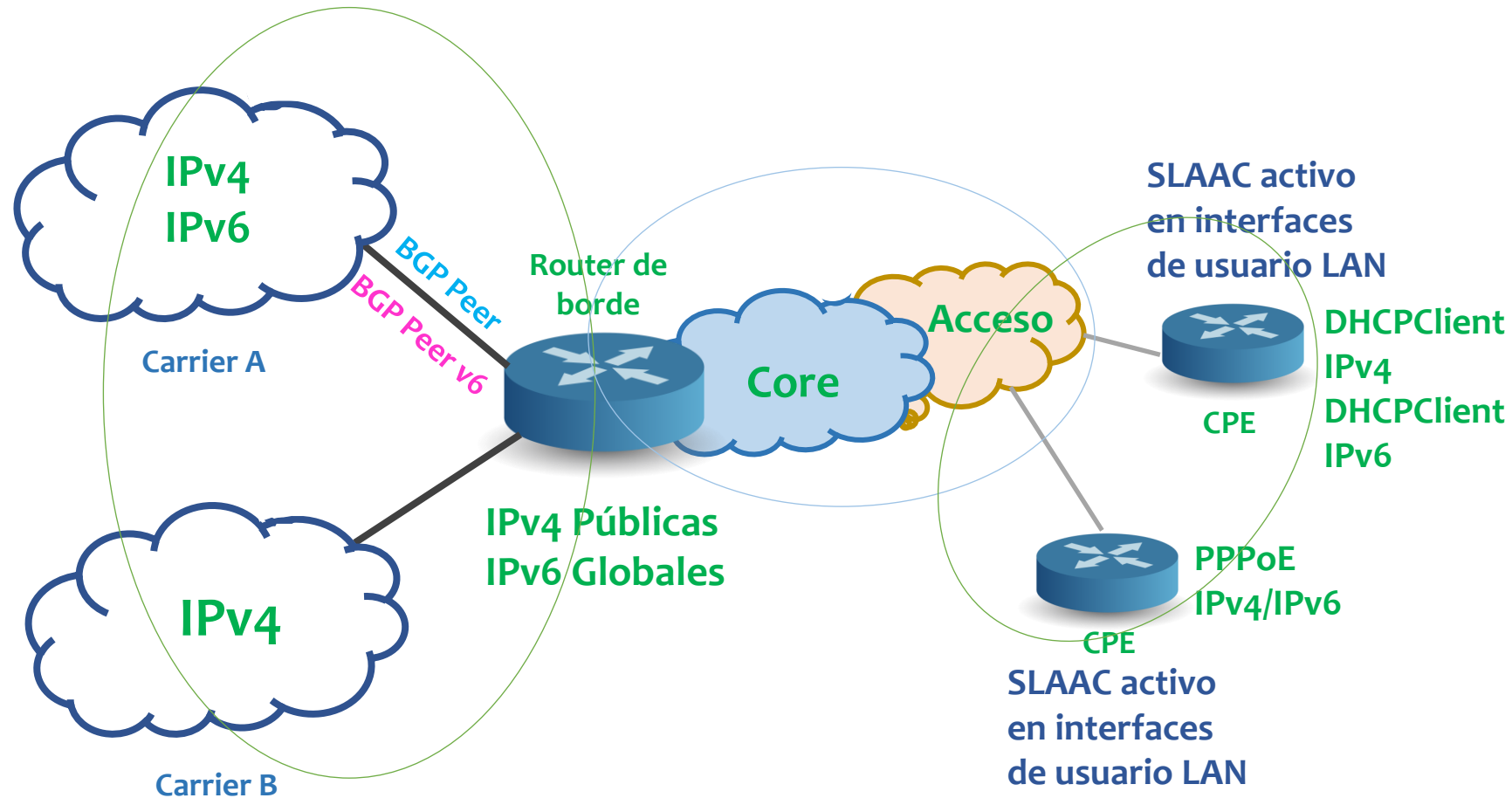
/ipv6 firewall address-list

```
add address= 2806:32e:9640::/44 list=BGP-subred-IPv6
```

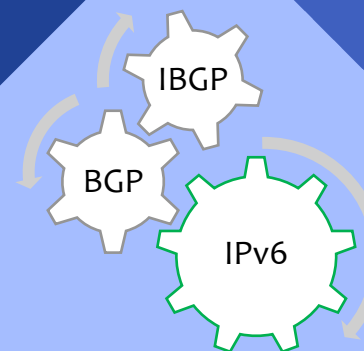
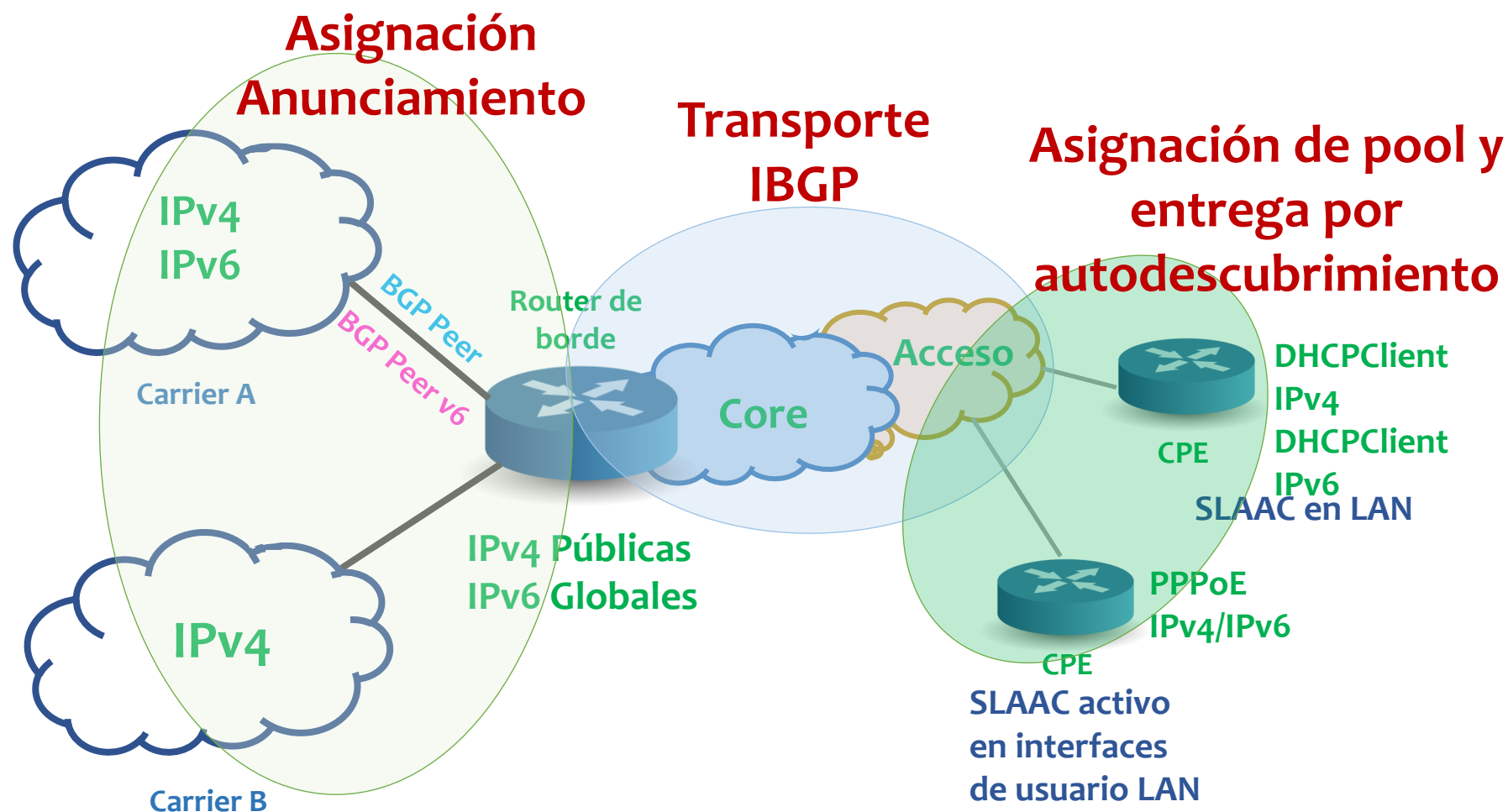

Sesión BGP sobre IPv6



Sesión BGP sobre IPv6



Infraestructura de entrega IPv4-IPv6



Torch y Ping en IPv6

Eth. Prot...	P...	Src.	/	Dst.	VLAN Id	DSCP	Tx Rate ▾	Rx Rate	Tx Pack...	Rx Pack...	
86dd (ip...	6...	2a03:2880:f07d:0:fa...		2806:32e:6000:...			304.4 kb...	12			
86dd (ip...	6...	2a00:86c0:1008:10...		2806:32e:6000:...			59.8 kbps	8			
86dd (ip...	6...	2607:f8b0:4007:6::7...		2806:32e:6000:...			42.6 kbps	14			
86dd (ip...	1...	2a03:2880:f034:1a:f...		2806:32e:6000:...			34.3 kbps				
86dd (ip...	6...	2a03:2880:f034:12:f...		2806:32e:6000:...			29.0 kbps				
86dd (ip...	1...	2607:f8b0:4007:14:...		2806:32e:6000:...			25.9 kbps	2			
86dd (ip...	6...	2607:f8b0:4007:b::6...		2806:32e:6000:...			23.5 kbps	35			
86dd (ip...	6...	2a03:2880:f07d:0:fa...		2806:32e:6000:...			23.0 kbps	11			
86dd (ip...	6...	2600:1406:3a00:7:...		2806:32e:6000:...			20.9 kbps				
86dd (ip...	6...	2600:1406:3a00:7:...		2806:32e:6000:...			20.9 kbps				
86dd (ip...	6...	2600:1406:3a00:7:...		2806:32e:6000:...			20.9 kbps				
86dd (ip...	6...	2600:1406:3a00:7:...		2806:32e:6000:...			19.9 kbps				
86dd (ip...	6...	2600:1406:3a00:7:...		2806:32e:6000:...			14.5 kbps				
86dd (ip...	6...	2600:1406:3a00:7:...		2806:32e:6000:...			10.9 kbps				
86dd (ip...	1...	2607:f8b0:4007:10:...		2806:32e:6000:...			10.5 kbps	25			
86dd (ip...	1...	2607:f8b0:4012:802...		2806:32e:6000:...			10.3 kbps	2			
86dd (ip...	6...	2a03:2880:f234:c5:f...		2806:32e:6000:...			8.0 kbps				
86dd (ip...	6...	2607:f8b0:4007:80a...		2806:32e:6000:...			6.2 kbps				
86dd (ip...	58	2a03:2880:f034:12:f...		2806:32e:6000:...			4.5 kbps				
86dd (ip...	58	2607:f8b0:4012:808...		2806:32e:6000:...			3.4 kbps				
86dd (ip...	58	2607:f8b0:4012:819...		2806:32e:6000:...			2.2 kbps				
166 items		Total Tx: 701.2 kbps		Total Rx: 24.7 Mbps		Total Tx Pack...					

Ping (Running)					
General		Advanced			
Ping To:		2806:32e:6000:2f00::			
Interface:					
<input type="checkbox"/> ARP Ping					
Packet Count:					
Timeout:		1000 ms			
Start		Stop			
		Close			
		New Window			

Seq # /	Host	Time	Reply Size	TTL	Status
0	2806:32e:6000:2f00::	0ms	50	64	echo reply
1	2806:32e:6000:2f00::	1ms	50	64	echo reply
2	2806:32e:6000:2f00::	0ms	50	64	echo reply
3	2806:32e:6000:2f00::	1ms	50	64	echo reply
4	2806:32e:6000:2f00::	0ms	50	64	echo reply
5	2806:32e:6000:2f00::	0ms	50	64	echo reply
6	2806:32e:6000:2f00::	0ms	50	64	echo reply
7	2806:32e:6000:2f00::	0ms	50	64	echo reply
8	2806:32e:6000:2f00::	0ms	50	64	echo reply
9	2806:32e:6000:2f00::	0ms	50	64	echo reply
10	2806:32e:6000:2f00::	0ms	50	64	echo reply
11	2806:32e:6000:2f00::	0ms	50	64	echo reply
12	2806:32e:6000:2f00::	0ms	50	64	echo reply
13	2806:32e:6000:2f00::	0ms	50	64	echo reply

14 items	14 of 14 packets re...	0% packet loss	Min: 0 ms	Avg: 0 ms	Max: 1 ms
----------	------------------------	----------------	-----------	-----------	-----------

Uso Resolución y trafico IPv6

Eth. Prot...	P...	Src.	Dst.	VLAN Id	DSCP	Tx Rate ▾	Rx Rate	Tx Pack...	Rx Pack...
86dd (ip...	6...	2a03:2880:f07d:0:fa...	2806:32e:6000:...						
86dd (ip...	6...	2a00:86c0:1008:10...	2806:32e:6000:...						
86dd (ip...	6...	2607:f8b0:4007:6::7...	2806:32e:6000:...						
86dd (ip...	1...	2a03:2880:f034:1a:f...	2806:32e:6000:...						
86dd (ip...	6...	2a03:2880:f034:12:f...	2806:32e:6000:...						
86dd (ip...	1...	2607:f8b0:4007:14:...	2806:32e:6000:...						
86dd (ip...	6...	2607:f8b0:4007:b::6...	2806:32e:6000:...						
86dd (ip...	6...	2a03:2880:f07d:0:fa...	2806:32e:6000:...						
86dd (ip...	6...	2600:1406:3a00:7:...	2806:32e:6000:...						
86dd (ip...	6...	2600:1406:3a00:7:...	2806:32e:6000:...						
86dd (ip...	6...	2600:1406:3a00:7:...	2806:32e:6000:...						
86dd (ip...	6...	2600:1406:3a00:7:...	2806:32e:6000:...						
86dd (ip...	6...	2600:1406:3a00:7:...	2806:32e:6000:...						
86dd (ip...	1...	2607:f8b0:4007:10:...	2806:32e:6000:...						
86dd (ip...	1...	2607:f8b0:4012:802...	2806:32e:6000:...						
86dd (ip...	6...	2a03:2880:f234:c5:f...	2806:32e:6000:...						
86dd (ip...	6...	2607:f8b0:4007:80a...	2806:32e:6000:...						
86dd (ip...	58	2a03:2880:f034:12:f...	2806:32e:6000:...						
86dd (ip...	58	2607:f8b0:4012:808...	2806:32e:6000:...						
86dd (ip...	58	2607:f8b0:4012:819...	2806:32e:6000:...						
166 items		Total Tx: 701.2 kbps		Total Rx: 24.7 Mb					

DNS Cache

Flush Cache

Find

Name	Type	Data	TTL
firebase logging-pa.googl...	AAAA	2607:f8b0:4005:80d::200a	00:00:19
firebase logging-pa.googl...	AAAA	2607:f8b0:4005:811::200a	00:00:19
firebase logging-pa.googl...	AAAA	2607:f8b0:4005:801::200a	00:00:19
global-dealer-ssl.spotify...	AAAA	2600:1901:1:e52::	00:04:14
googleads.g.doubleclick...	AAAA	2607:f8b0:4005:803::2002	00:00:02
play.googleapis.com	AAAA	2607:f8b0:4005:810::200a	00:01:14
play.googleapis.com	AAAA	2607:f8b0:4005:802::200a	00:01:14
play.googleapis.com	AAAA	2607:f8b0:4005:803::200a	00:01:14
play.googleapis.com	AAAA	2607:f8b0:4005:80f::200a	00:01:14
rr1.sn-9gv7enls.googlevi...	AAAA	2607:f8b0:4012:4::6	00:25:29
rr1.sn-9gv7lnez.googlevid...	AAAA	2607:f8b0:4012:13::6	00:23:59
rr1.sn-9gv7lnle.googlevid...	AAAA	2607:f8b0:4012:2::6	00:12:11
rr3.sn-9gv7enls.googlevi...	AAAA	2607:f8b0:4012:4::8	00:24:27
rr3.sn-9gv7lnle.googlevid...	AAAA	2607:f8b0:4012:2::8	00:17:35
rr4.sn-9gv7lnle.googlevid...	AAAA	2607:f8b0:4012:2::9	00:24:02
rr4.sn-9gv7zn7e.googlevi...	AAAA	2607:f8b0:4012:6::9	00:24:50

1663 items



Gracias