

.arNOG 2015

# Despliegue de IPv6 en ISP's

*Intenso enjuague cerebral de casi una hora...*

Ariel S. Weher

ariel@weher.net | @arielweher



**“Usted puede hacer una transición planificada y cuidadosa a IPv6 , o puede hacerlo de urgencia y con pánico.**

**Debe saber muy bien que la urgencia y el pánico siempre son más caros.”**

*Martin Levy, Hurricane Electric*

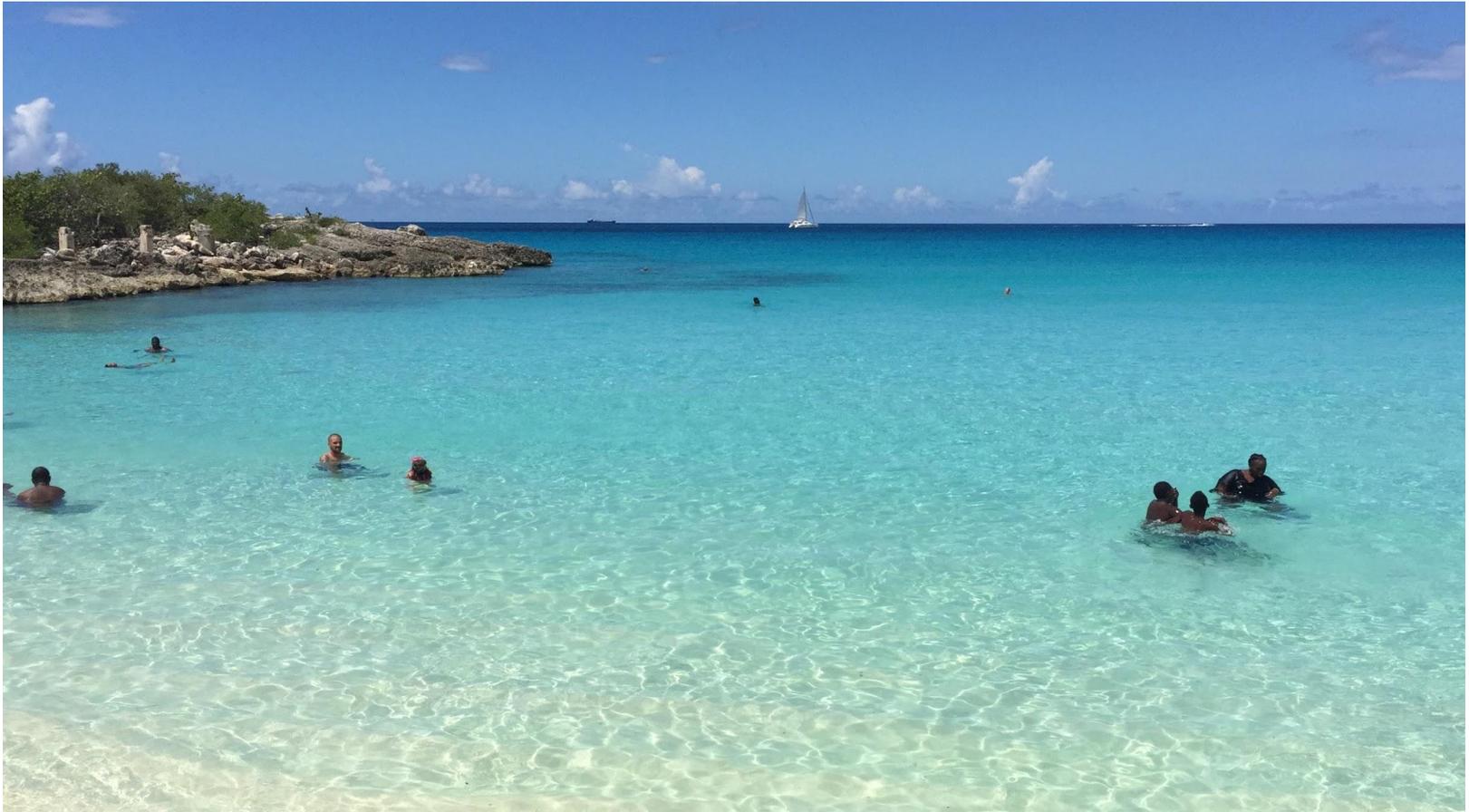
# El Pool IPv4



# IPv4 y NAT



# IPv6



# ¡Muchas



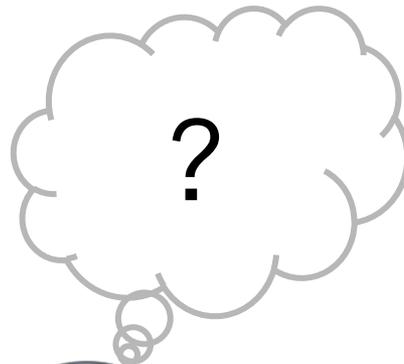
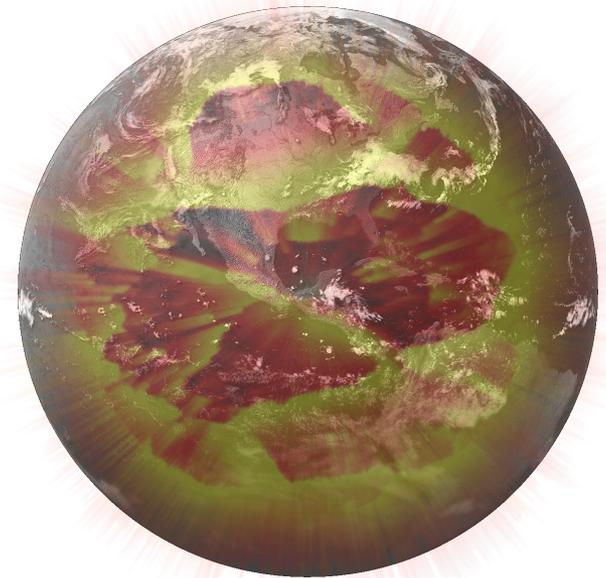
# Gracias!

Resumen Ejecutivo

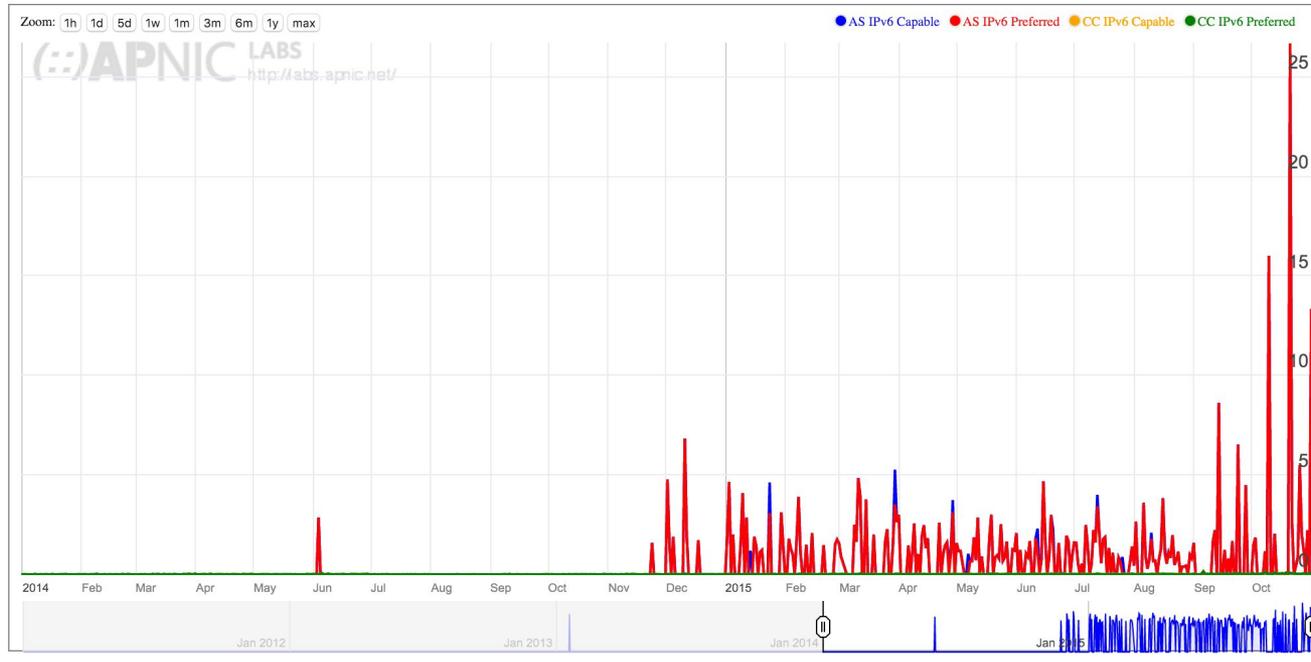
# ¿Seguimos con IPv4 o tomamos el camino hacia IPv6?

"El mundo IPv6"

"El mundo IPv4"



# Despliegue de IPv6 en Argentina



## Visible ASes in [Argentina](#)

ASN	AS Name	IPv6 Capable	IPv6 Preferred	Samples
<a href="#">AS61470</a>	MUSURIT	65.26%	62.11%	95
<a href="#">AS3449</a>	Universidad Nacional de Buenos Aires	6.50%	6.50%	123
<a href="#">AS5692</a>	Universidad Nacional de La Plata	2.96%	2.96%	642
<a href="#">AS11815</a>	Cooperativa Telefonica de V.G.G. Ltda.	1.16%	1.15%	12564
<a href="#">AS27790</a>	Universidad Nacional de Cordoba	0.95%	0.54%	734
<a href="#">AS4270</a>	Red de Interconexion Universitaria	0.35%	0.35%	867
<a href="#">AS16814</a>	NSS S.A.	0.25%	0.25%	58347
<a href="#">AS3597</a>	Fundacin InnovaT	0.24%	0.24%	851
<a href="#">AS27875</a>	Universidad Nacional de Cuyo	0.22%	0.22%	463

# ¿IPv6 está listo para ser usado mundialmente?

- Hoy IPv6 tiene 17 años desde que fue ratificado como estándar.
- Soporte desde hace años en dispositivos de red:
  - Mikrotik, Cisco, Juniper, Fortinet, Brocade, etc.
- Todos los mayores proveedores de contenido pueden entregar tráfico en IPv6.
- Más del 92% de los TLD ya tienen soporte.
- Más del 90% de los sistemas operativos tienen ya tienen soporte.
  - Linux, BSD, OSX.
  - Windows (desde XP en adelante).
- Todos los browsers están preparados.
  - De hecho, pueden elegir automáticamente si usar IPv4 o IPv6.
- La mayoría de los dispositivos móviles soportan ambos protocolos.
  - Smartphones con Android e IOS, con soporte total.
  - LTE fue pensado para desarrollarse en una red solo IPv6.
  - Más del 85% de las aplicaciones disponibles soportan IPv6.

# Pasos completados hasta la implementación de IPv6

- Negación... ¿Qué es esto del IPv6? ¿Por qué lo necesito?
- ¿Cómo queremos dar el servicio?. Etapa de estudio teórico.
- Auditorías, desde los dispositivos hasta las aplicaciones.
- Realizar la planificación del espacio de direcciones necesario y obtenerlo desde el RIR.
- Obtener tránsito nativo en IPv6.
  - *Se debe tener la misma redundancia que en IPv4.*
  - *En el peor de los casos: túneles con publicación de recursos por BGP.*
- Desplegar IPv6 en el core de la red.
  - *Dual Stack o 6PE si se corre MPLS.*
  - *La escalabilidad del ruteo es un punto bastante complejo.*
- Adaptar sistemas de provisión y cobranzas.
- Desplegar IPv6 en los clientes empresariales.
- Desplegar IPv6 en los clientes residenciales.
  - *Generalmente complejo debido a la necesidad de hacer upgrade a los CPE's o bien por la inversión necesaria para cambiarlos.*

# Plan de estudio

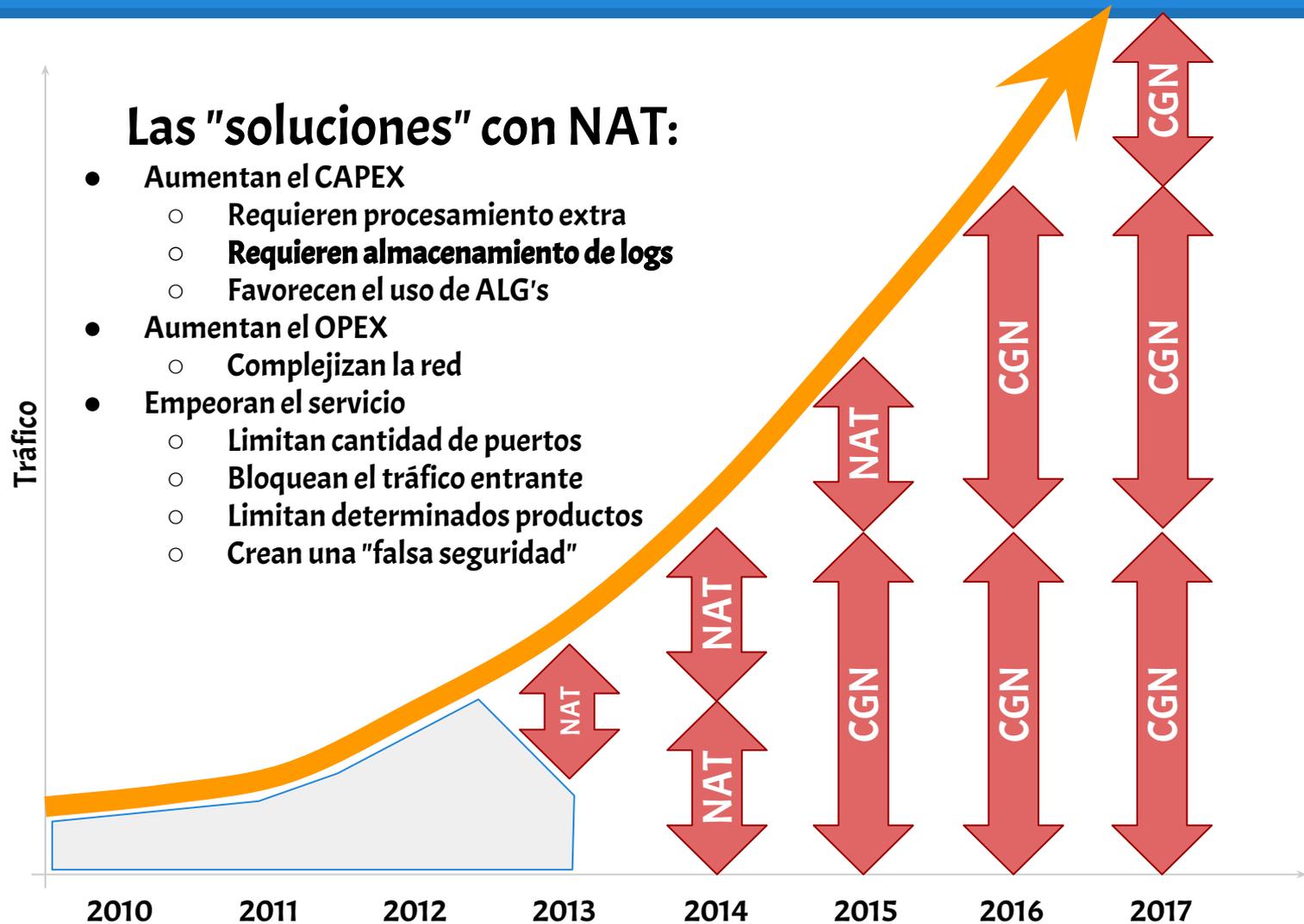
- A pesar de ser similar a IPv4, hay mucho que aprender.
  - Muchos temas son continuamente re-evaluados, por lo que debemos estar al día con las RFC y Best Practices que se publiquen.
  - Muchas guías de recomendaciones pueden tener secciones completas que estén obsoletas.
    - Incluso esta misma presentación.
- Una buena forma de generar bases teóricas es participar en las comunidades y los foros públicos.
  - Hablar con la gente que “ya estuvo ahí”.
    - Listas de correo.
    - Eventos y Webinars.
    - Grupos de estudio.

# Auditorías

- Todos los sistemas operativos recientes suelen tener soporte de IPv6.
- Cada Sistema Operativo (o cada implementación del stack) puede reaccionar de manera distinta a muchos de los features que están disponibles.
  - Nunca debemos generalizar en que si en  $[X]$  funciona, será igual en  $[Y]$ .
- Si una aplicación legacy está en una red aislada, probablemente no necesite contar con IPv6.
  - En todo caso usaremos direcciones ULA.
- Analizar las consecuencias de la conectividad global de extremo a extremo, y plantear las medidas de seguridad necesarias.

**Seguir usando solo IPv4  
o Carrier Grade NAT  
no es una solución viable**

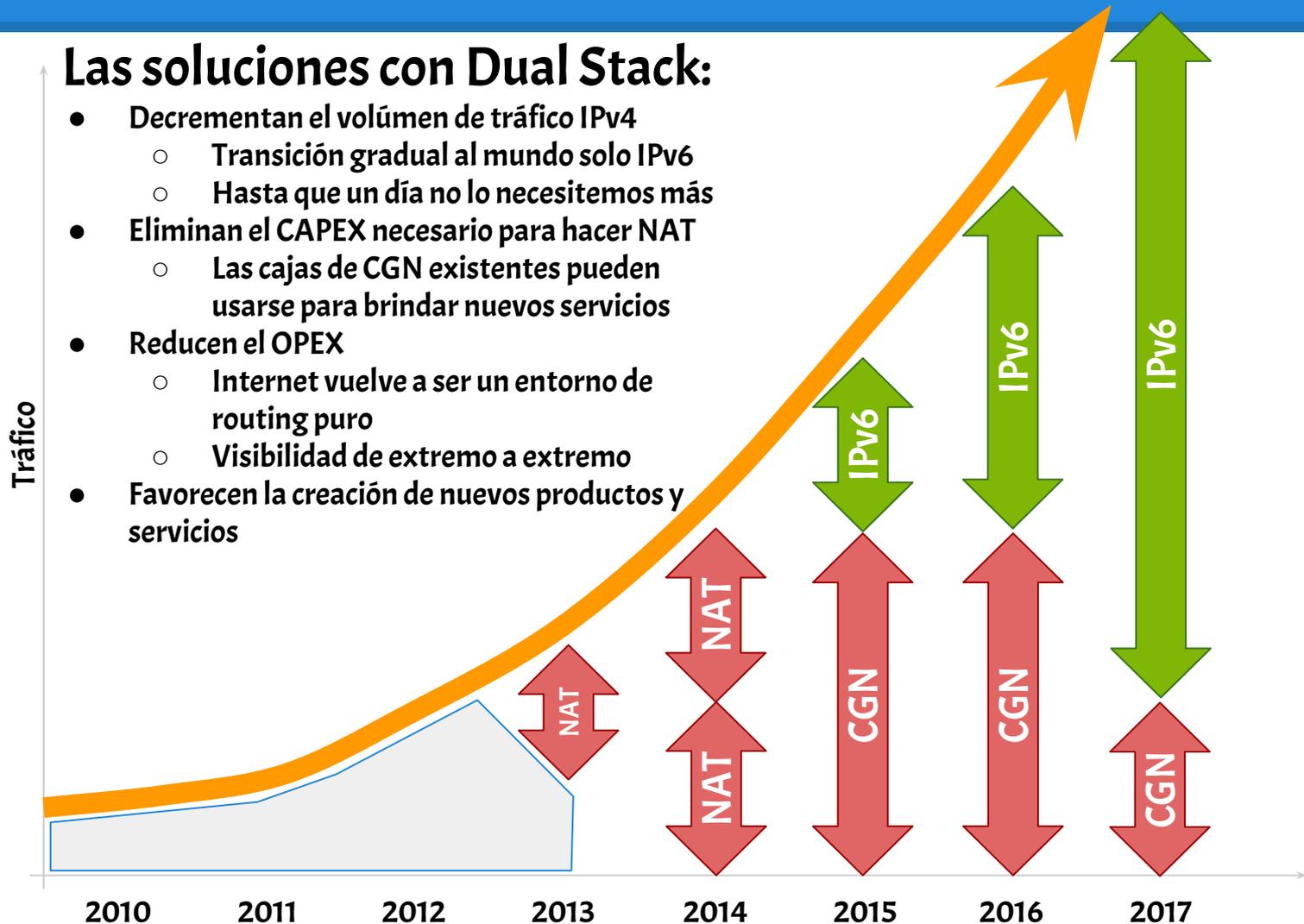
# Impacto del crecimiento del tráfico en un ISP que usa NAT



# Impacto del crecimiento del tráfico en un ISP que usa IPv4 e IPv6

## Las soluciones con Dual Stack:

- **Decrementan el volumen de tráfico IPv4**
  - Transición gradual al mundo solo IPv6
  - Hasta que un día no lo necesitemos más
- **Eliminan el CAPEX necesario para hacer NAT**
  - Las cajas de CGN existentes pueden usarse para brindar nuevos servicios
- **Reducen el OPEX**
  - Internet vuelve a ser un entorno de routing puro
  - Visibilidad de extremo a extremo
- **Favorecen la creación de nuevos productos y servicios**





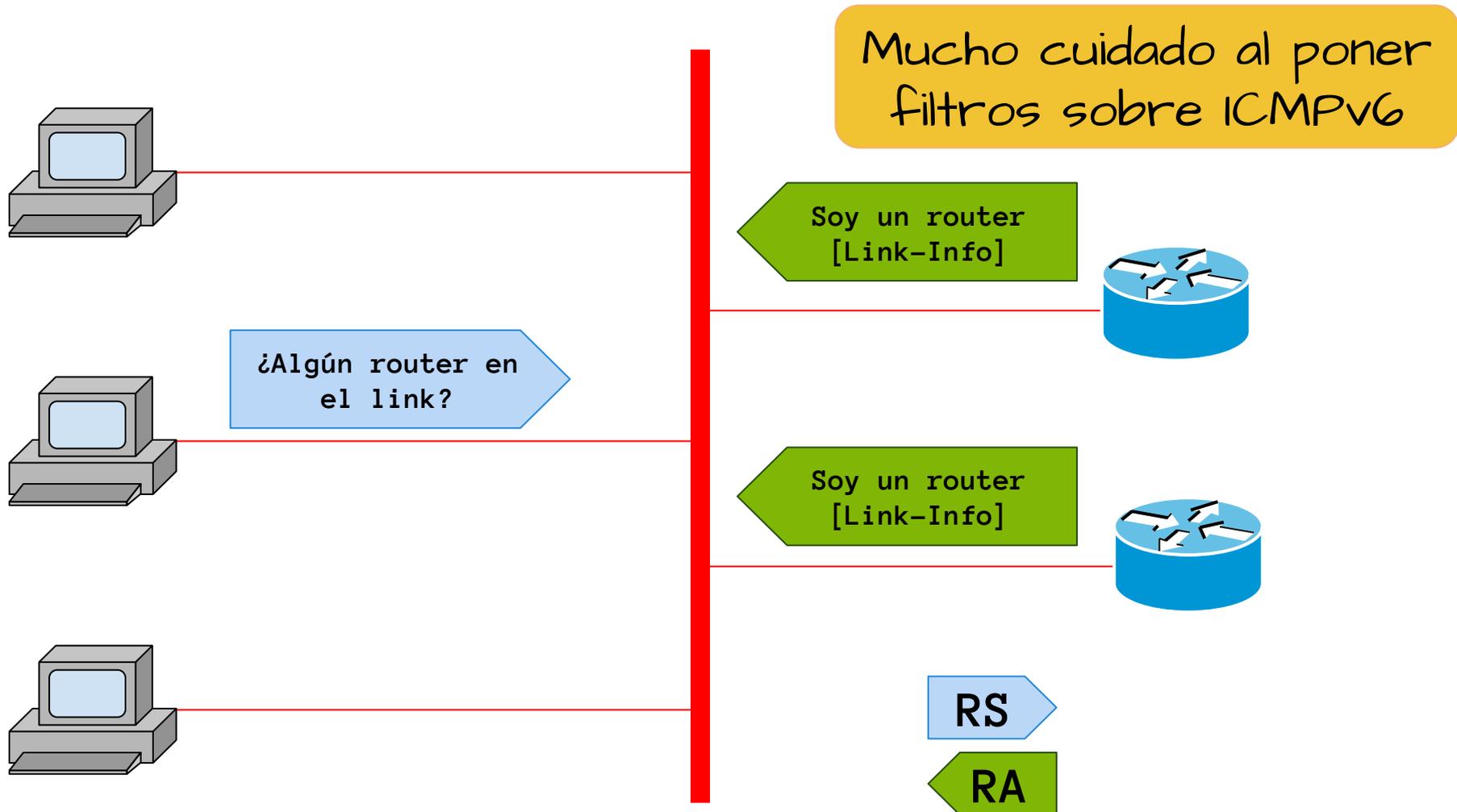
Aspectos básicos del protocolo  
A.K.A. "La parte aburrida"

# Lo único que cambia es la Capa 3

## Modelo OSI

Aplicación	<i>HTTP, SMTP, BitTorrent, DNS</i>
Presentación	<i>MPEG, PNG, MP3, XML</i>
Sesión	<i>RTCP, RPC, SIP</i>
Transporte	<i>TCP, UDP</i>
<b>Red</b>	<b><i>(IPv4, ICMP); (IPv6, ICMPv6)</i></b>
Enlace de datos	<i>Ethernet, PPP, HDLC, ATM</i>
Física	<i>Medios, Bits, Pulsos</i>

# ICMPv6 Router Solicitation & Router Advertisement



# Breve explicación sobre el direccionamiento IPv6



- IPv6 usa numeración hexadecimal.
  - 0 al 9, A a la F.
- El largo de una dirección IPv6 es de 128 bits.
  - Generalmente solo los primeros 64 son significativos.
- Se usa un caracter de separación ":" cada 16 bits.
- Los ceros a la izquierda pueden ser omitidos.
- Una secuencia de ceros puede omitirse con un "::"
  - Esto se puede usar una sola vez en cada dirección.

**2001:0DB8:BEBA:CAFE:0023:0000:0000:00EF**  
**= 2001:DB8:BEBA:CAFE:23::EF**

# Breve explicación sobre el direccionamiento IPv6



- La idea básica es solo pensar en los primeros 64 bits de la dirección.

**2001:0DB8:BEBA:CAFE:0123:4567:89AB:CDEF**



**2001::** (65536 x /32)



**2001:DB8::** (65536 x /48)



**2001:DB8:BEBA::** (65536 x /64)

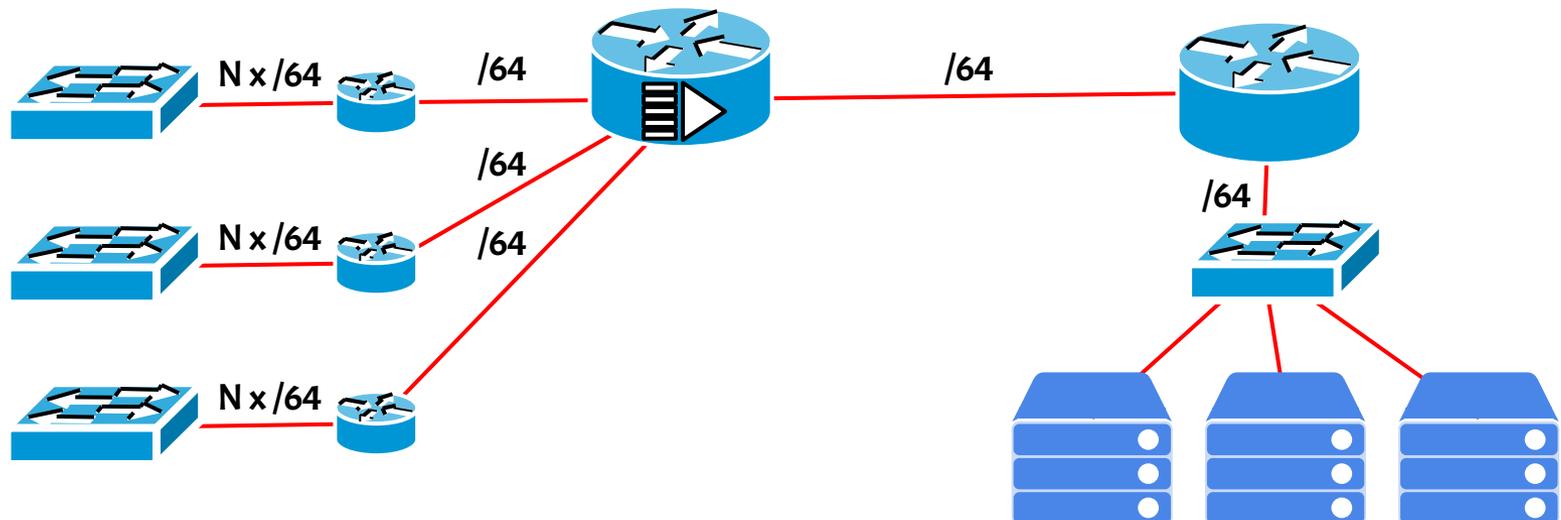


**2001:DB8:BEBA:CAFE::**

# La regla del /64



- Cada segmento de red debe tener reservado un /64
  - /64 por cada interfase de router.
  - /64 por cada VLAN.
  - /64 en enlaces punto a punto
    - Se puede usar /126 en un enlace punto a punto, pero reservar el /64 completo que lo contiene.



# Tipos de Direcciones



- Link Local
  - FE80::/10
- ULA
  - FC00::/7
- Unicast Globales
  - 2000::/3
- Multicast
  - FF0[X]::
- Especiales
  - No específica
    - ::/128
  - Default
    - ::/0
  - Documentación
    - 2001:DB8::/32
  - Descarte
    - 100::/64

# ID de Interfaz en IPv6



- Los últimos 64 bits generalmente se auto asignan en el dispositivo final.

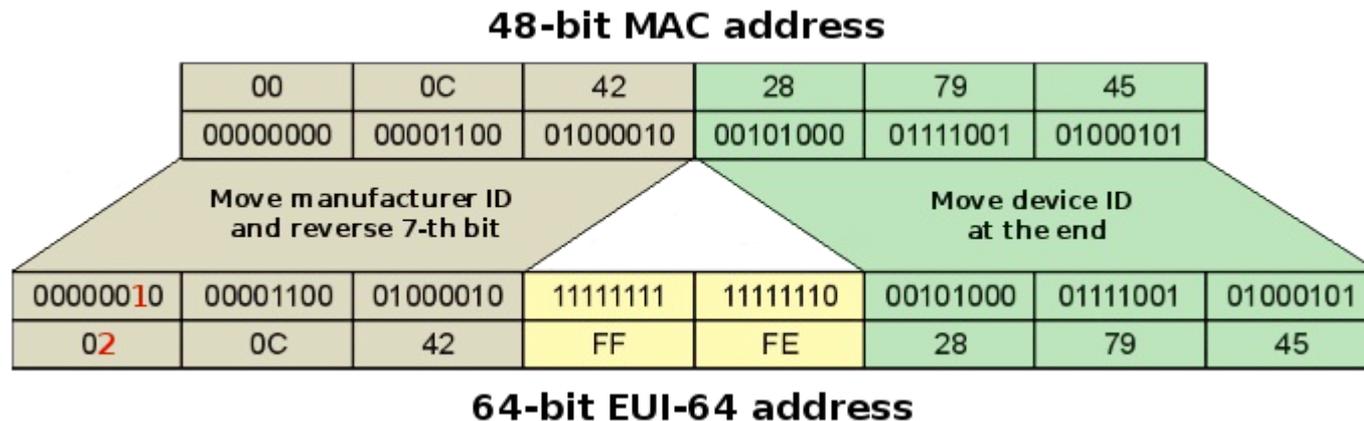
**2001:0DB8:BEBA:CAFE:0123:4567:89AB:CDEF**

- Tipos de auto configuración:
  - SLAAC (RS, RA)
  - DHCPv6 Stateless
    - Sólo obtener parámetros especiales desde el DHCPv6 (DNS, NTP, etc).
  - DHCPv6 Stateful
    - Obtener parámetros especiales Y la dirección IPv6 a usar.
  - DHCPv6 nunca entrega el *default-gateway*.
    - Para esto se usan los anuncios RS, RA

# Autoconfiguración IPv6



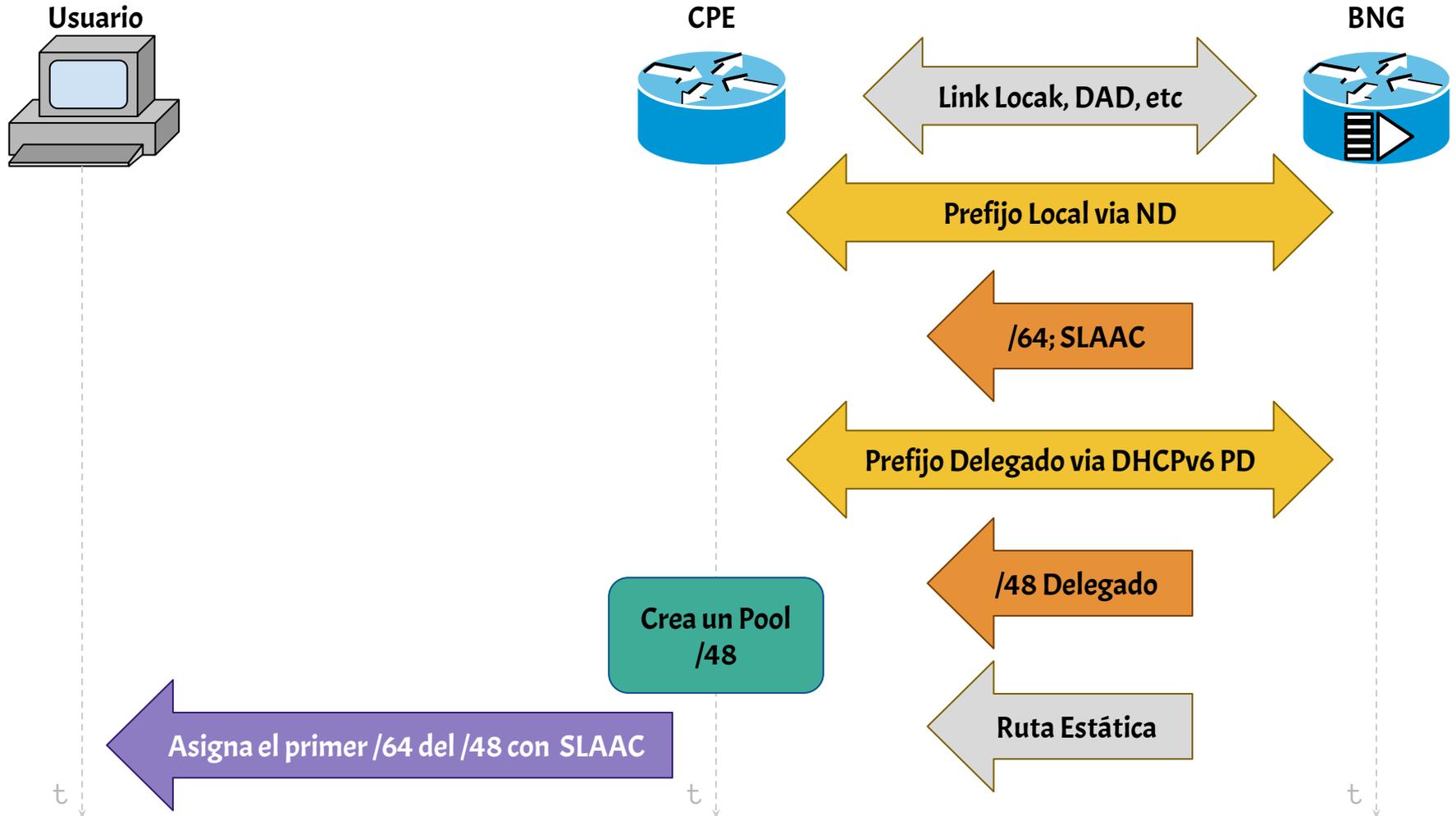
Los últimos 64 bits generalmente se auto asignan en el dispositivo final basándose en la dirección MAC de la interfaz de red, usando un método llamado EUI-64.



**/64 Recibido por RA + EUI-64 = SLAAC**

**2001:DB8:BEBA:CAFE:020C:42FF:FE28:7945/64**

# DHCPv6 Prefix Delegation



# Algunas preguntas interesantes para tener en cuenta:

- ¿Se puede hacer un scan de una red IPv6?
  - ¿Qué pasa con NMAP?.
  - IPv6 Toolkit.
- ¿Todavía necesitamos los FHRP?
  - HSRP, GLBP, VRRP.
- ¿Cómo logro tener accounting de los clientes o Law Enforcement?
  - ¿Hay algo parecido al Option 82 de DHCPv4?

# ¿Cómo asignar direcciones?

Inicialmente el RIR nos va a ofrecer un /32.

*Generalmente se puede obtener un prefijo más grande sin demasiadas complicaciones.*

Características del servicio:

➤ **Todo cliente obtiene un /48 (RFC (3/6) 177).**

- El /48 puede ser dinámico.
  - Asignado desde un pool configurado en el BRAS.
  - Permite la agregación de prefijos en la red.
- El /48 puede ser estático.
  - Asignado desde el provisioning.
  - Aumenta la cantidad de prefijos de la red.
  - Obliga a mantener esquemas de redistribución en los protocolos de ruteo o una solución de mobility.

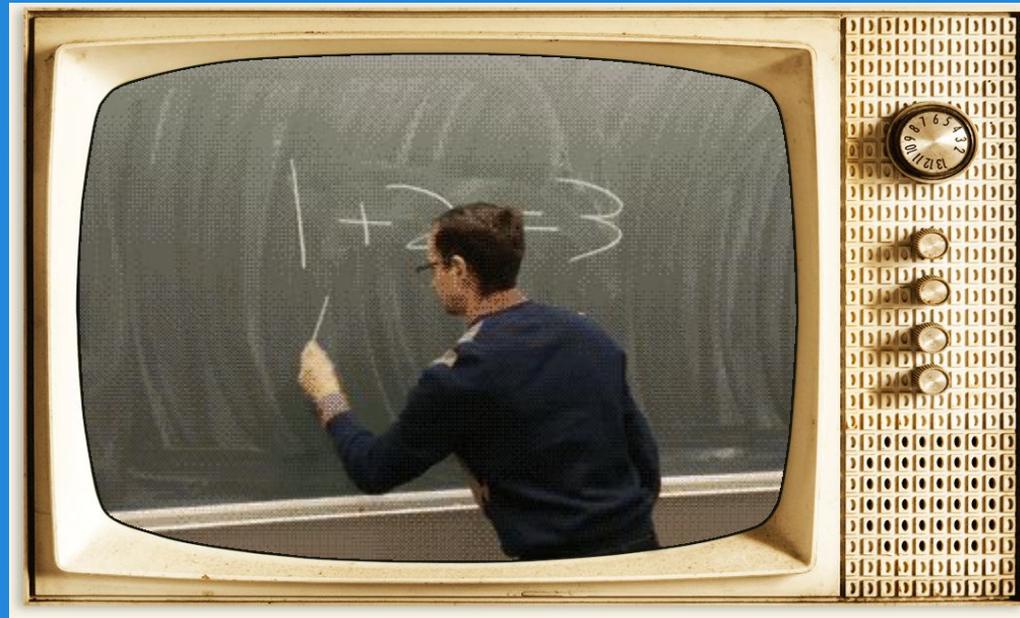


**Una de las claves al implementar IPv6 es no usar la misma lógica de "ahorro" direccionamiento que usamos en IPv4.**



# ¿Debo asignar /48 o /56 a cada cliente final?

**En caso de entregar una máscara mayor a /48, es una buena práctica reservar al menos un bloque contiguo e igual para cuando cada cliente necesite más direcciones.**



Ejemplo de plan de direccionamiento de IPv6

# Plan de direccionamiento

Por ejemplo: 2001:DB8::/32 (65536 x /48)

- 2001:DB8::/33 (32768 x /48)
  - Infraestructura interna, pruebas, futuros servicios y servicios de Datacenter.
- 2001:DB8:8000::/33 (32768 x /48)
  - Servicio de acceso a Internet.

# Plan de direccionamiento del servicio de Acceso a Internet

- 2001:DB8:8000::/33 (32768 x /48)
  - 2001:DB8:8000::/34 (16384 x /48)
    - 2001:DB8:8000/35 (8192 x /48)
      - Servicio de acceso a internet a empresas.
    - 2001:DB8:A000/35 (8192 x /48)
      - Servicio de acceso a internet con asignaciones fijas.
  - 2001:DB8:C000::/34 (16384 x /48)
    - Servicio de acceso a internet con asignaciones dinámicas.

Esta numeración escala a **32.768** accesos a internet divididos en:

- 8.192 empresariales “Metro Ethernet”-like.
- 24.576 residenciales (xDSL|xPON)-like

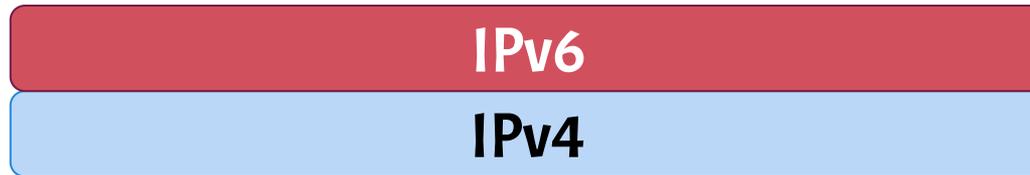
# Algunas best practices para conectarse al mundo IPv6 nativo

- En caso de ruteo estático, usar la default hacia 2000::/3.
  - Evitar los nexthop con direcciones de link local.
    - `ipv6 route 2000::/3 2001:db8::1`
- Mantener sesiones de BGP separadas para IPv4 e IPv6.
- Muchas reglas de seguridad para IPv4 también aplican:
  - BGP `maxas-limit` & `ttl-security`.
  - Bogonsv6: <http://bit.ly/Filterv6atxSP>
  - uRPF.
  - RTBH: (100::/64) RFC 6666.
  - Control Plane Policing.
  - ICMPv6 Filtering: RFC 4890.
  - Network Ingress Filtering: BCP38.

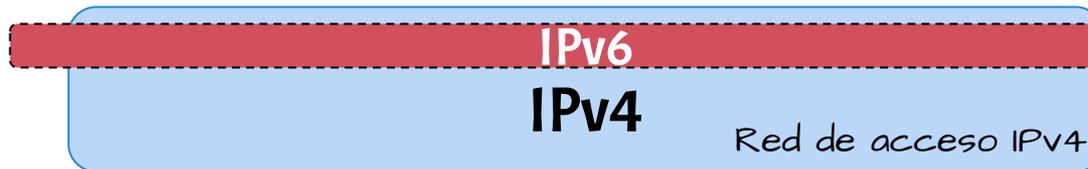


*Pasos a seguir para implementar IPv6 en su empresa*

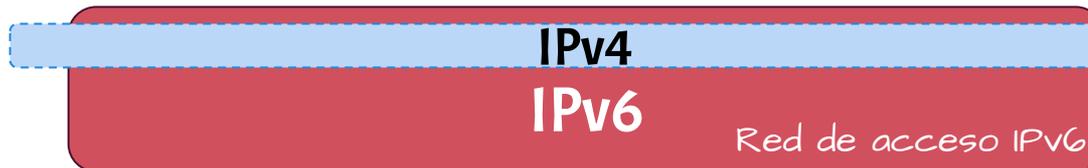
# Algunas técnicas de transición que podemos usar



"Dual Stack"



Por ejemplo: "6RD"

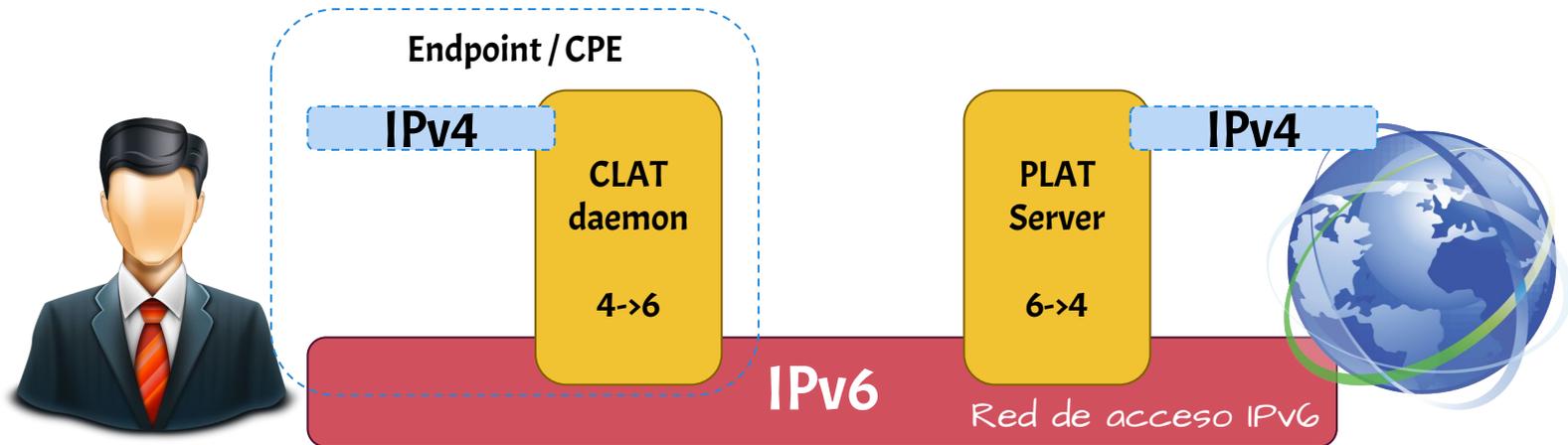


Por ejemplo: "DS-Lite"

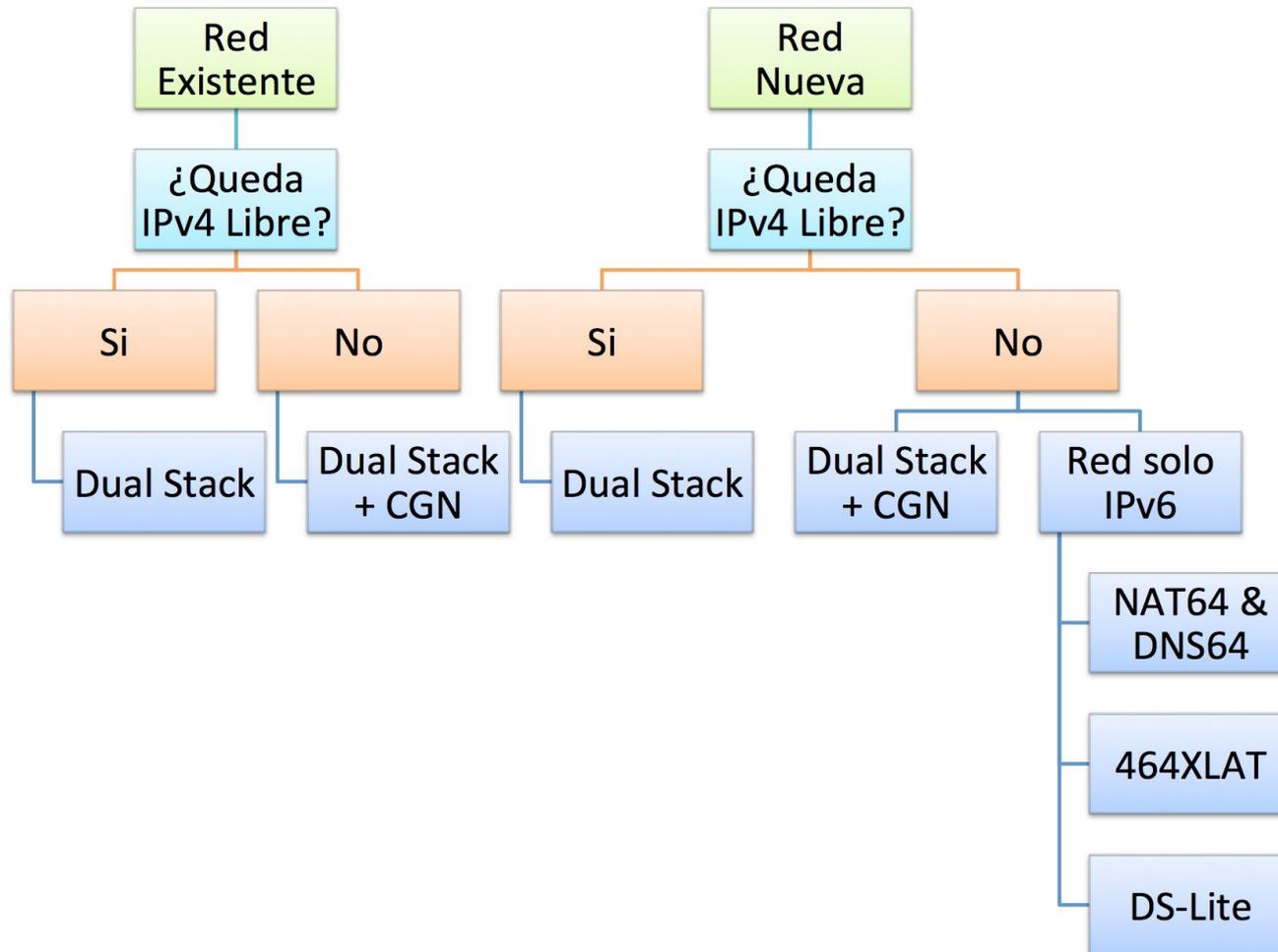


# RFC6877: 464XLAT

- Pensado inicialmente para el ambiente LTE.
- Permite el acceso al mundo IPv4 desde una red de acceso solo IPv6.
- Funciona en los casos especiales donde NAT64 falla
  - Literales, Aplicaciones especiales, Socket API's, etc.



# Algunas ideas de cómo plantear la implementación de IPv6





Conclusions:

# Direccionamiento:

- Cada subred de cliente necesita un /64.
- Clientes con CPE's necesitan *al menos* un /64 para la red interna y otro /64 para el link externo contra el BRAS.
- CPE's con varias subredes internas necesitan que sea delegado un prefijo más grande.
- Las interfaces externas deben ser provisionadas mediante SLAAC o DHCPv6.
- Las interfaces internas son direccionadas con prefijos delegados.

# Seguridad:

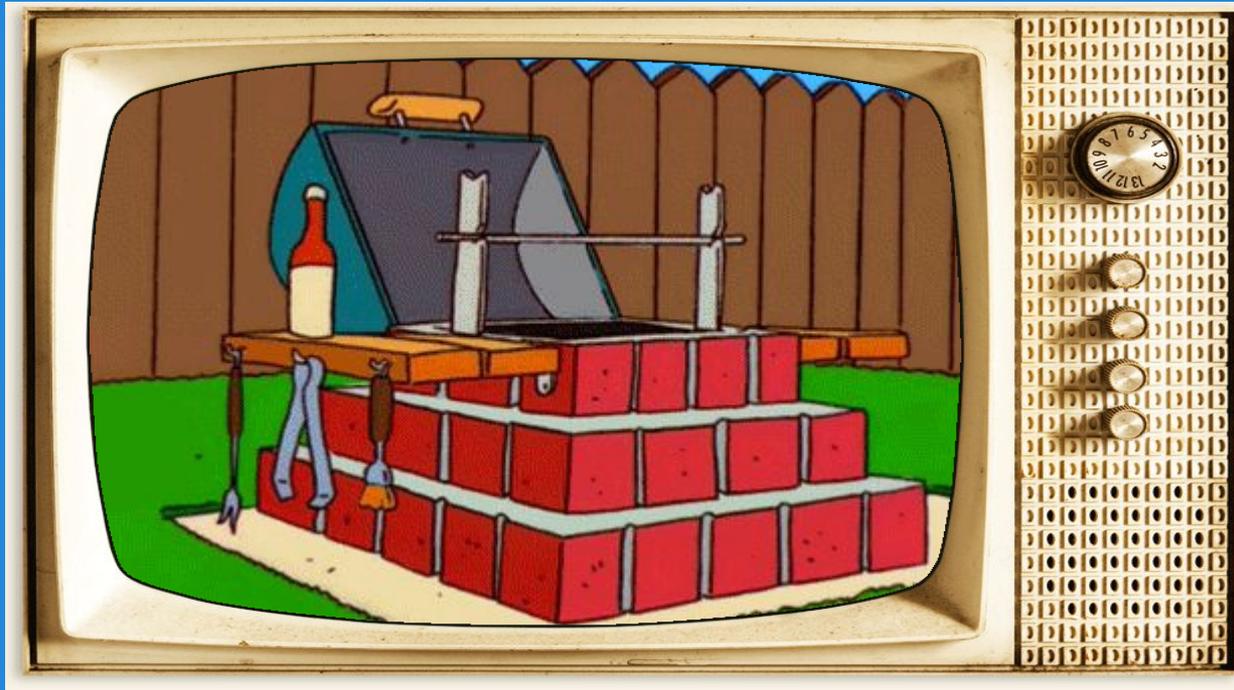
- Mantener una VLAN por cliente.
  - 802.1q tunneling (QinQ).
  - Client Isolation en los WAP's.
  - Private VLAN's.
- Tratar de hacer llegar la Capa 3 lo más cerca posible de los clientes.
- Utilizar medidas de seguridad bien conocidas cerca de cliente:
  - uRPF.
  - RA Guard.
  - DHCPv6 Snooping.

# Locación de direcciones y prefijos:

- Mantener una solución redundante de servidores DHCPv6 o RADIUS centralizados.
  - Ocultar prefijos al SLAAC en caso de entregarlos con DHCPv6.
- Usar RA para entregar la ruta por defecto.
- Mantener los CPE's bien controlados.
  - Broadband Forum Technical Report 69 (TR-069).
  - Monitoreo exhaustivo con SNMP.
- Minimizar el uso de túneles y políticas de transición ineficientes.
  - CGN **NO** es una alternativa para evitar IPv6.

# Documentos interesantes:

- **RIPE-554.**
  - Requirements for IPv6 in ICT Equipment.
- **RIPE-631.**
  - IPv6 Troubleshooting for Residential ISP Helpdesks.



¿Preguntas?

# Algunas cosas para chequear en casa:

- **RFC 6164.**
  - Using 127-Bit IPv6 Prefixes on Inter-Router Links
- **RFC 3756**
  - IPv6 Neighbor Discovery (ND) Trust Models and Threats.
- **RFC 3971**
  - Secure Neighbor Discovery (SeND).
- **RFC 6105**
  - IPv6 Router Advertisement Guard.
- **RFC 6092**
  - Recommended Simple Security Capabilities in CPE for providing Residential IPv6 Internet Service.
- **BCP 180**
  - DHCPv6 Redundancy Deployment Considerations.

# Agradecimientos por los materiales prestados:

- Organizadores del evento.
  - ISOC.
  - LACNOG.
    - <http://bit.ly/lacnog-lista>
  - CABASE.
- Tomás Lynch, Ericsson.
- Jordi Palet, ConsulIntel.
- A todos los que hicieron los GIF.
- A los que no se durmieron.

