



Planificando IPv6

Roque Gagliano

roque@lacnic.net

LACNIC



Agenda

- ◆ IPv4 o IPv6.
- ◆ Diseño IPv6: IPv6 en la Empresa y en el ISP.
- ◆ El día después al agotamiento de IPv4.



Agenda

- ◆ **IPv4 o IPv6.**
- ◆ **Diseño IPv6: IPv6 en la Empresa y en el ISP.**
- ◆ **El día después al agotamiento de IPv4.**

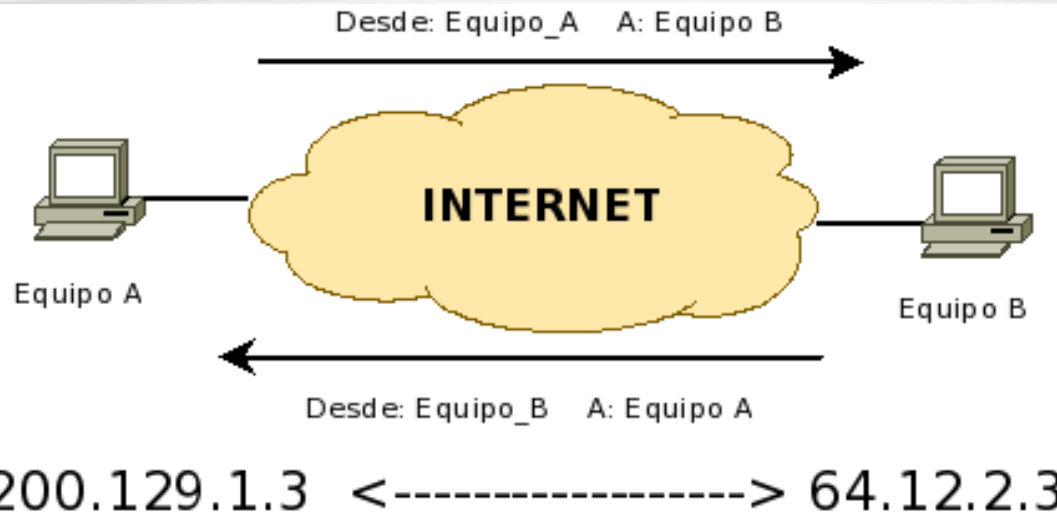


Algunos conceptos previos.

- ◆ IPv4 e IPv6 no son compatibles “on the wire”, terminamos con dos redes para administrar y desarrollar.
- ◆ Un nodo que sólo implementa IPv4 no puede comunicarse con un nodo que sólo implementa IPv6.
- ◆ IPv6 no sustituye a IPv4, ambas van a coexistir por décadas.
- ◆ IPv6 es la evolución de IPv4, no una revolución.



Direcciones IPv4: El mundo hasta ahora.



- Hasta ahora usábamos direcciones de 32 bits con notación decimal fácil de usar.
- En general una única dirección para cada terminal.
- Dos categorías: Direcciones privadas y públicas.



Distribución de direcciones IP (1).

Pool Global



Internet Assigned Numbers Authority

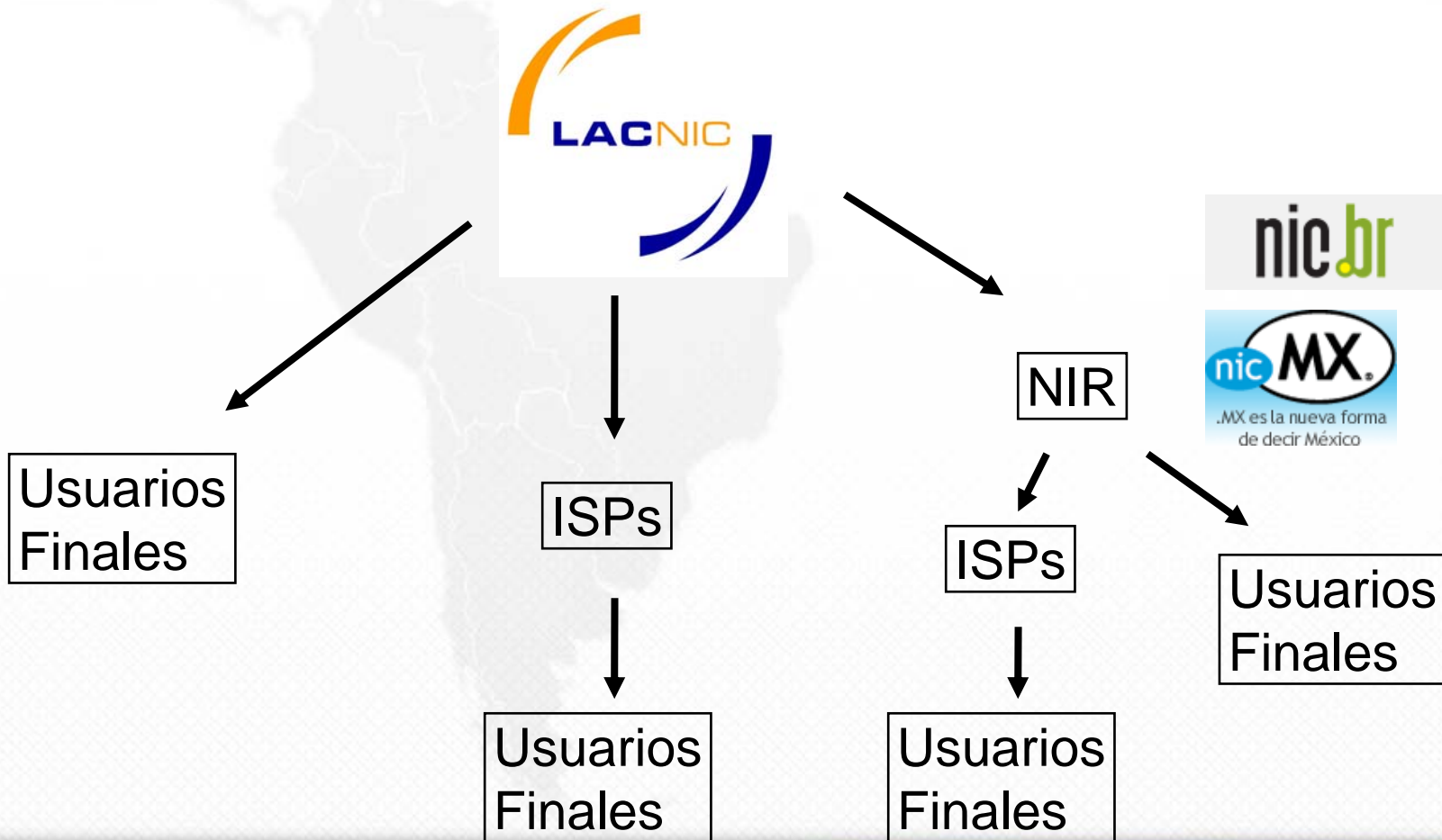


Registros Regionales (RIRs)





Distribución de direcciones IP (2)



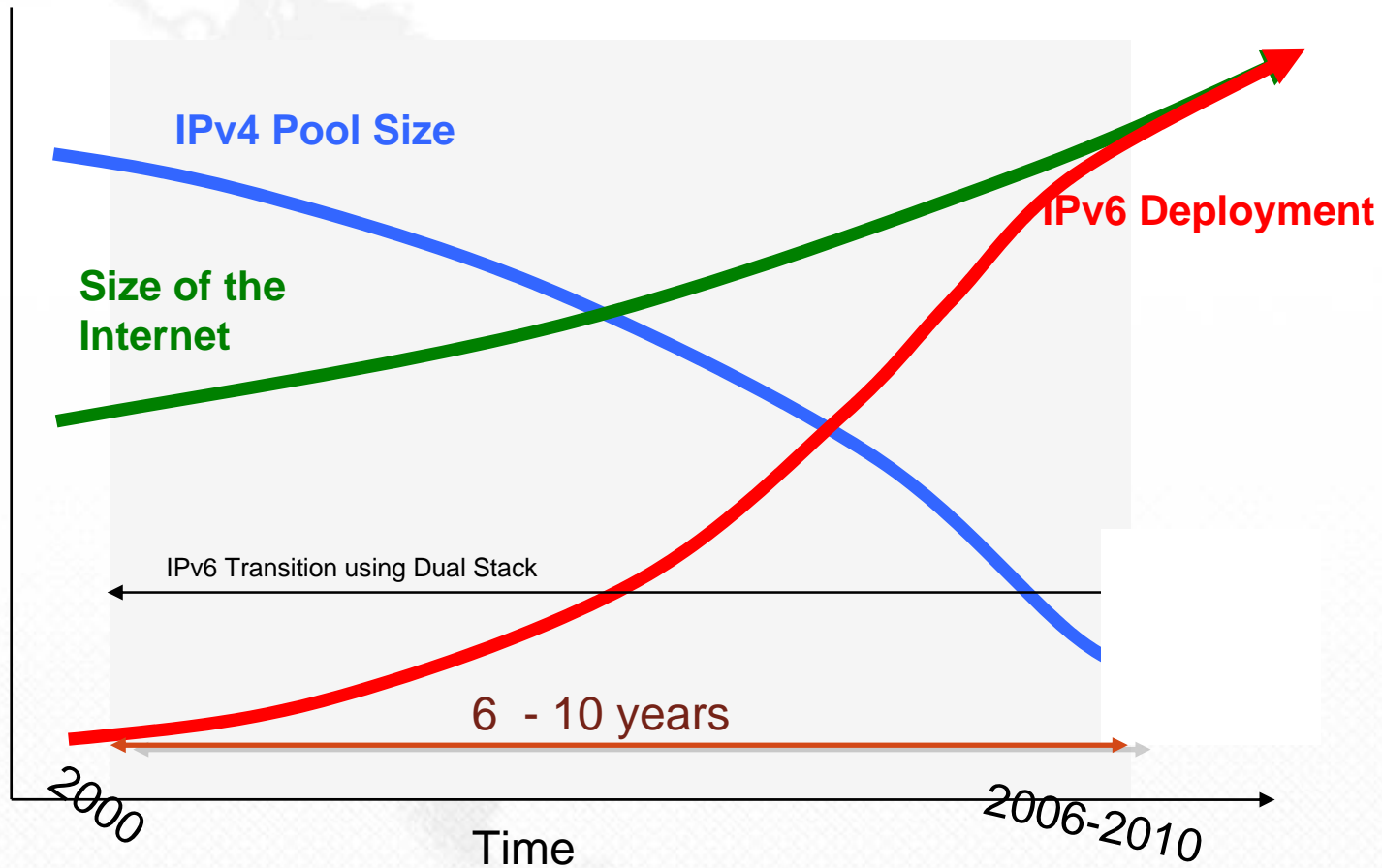


El Agotamiento de IPv4 (1).

- ◆ **IPv4 tiene 4.3 billones de direcciones posibles, pero no todos están disponibles.**
- ◆ **Las distribuciones iniciales de direcciones no tuvieron en cuenta el éxito futuro de la red.**
- ◆ **A comienzos de los 90 ya comenzaron los trabajos para una nueva versión del Protocolo IP.**
- ◆ **En 1993 surge CIDR y después NAT. El final del IPv4 se posterga.**



IPv6 - El Plan Hace 10 años.

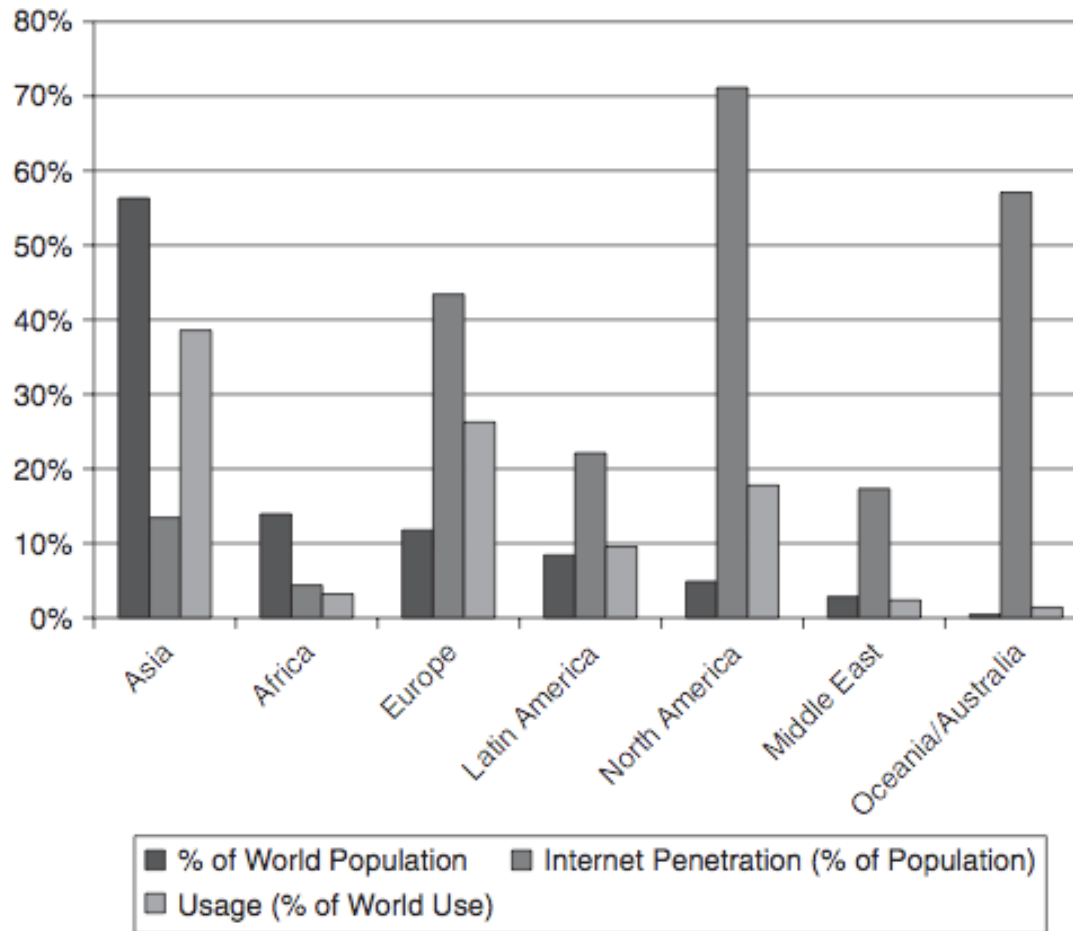




¿Qué Pasó entonces?

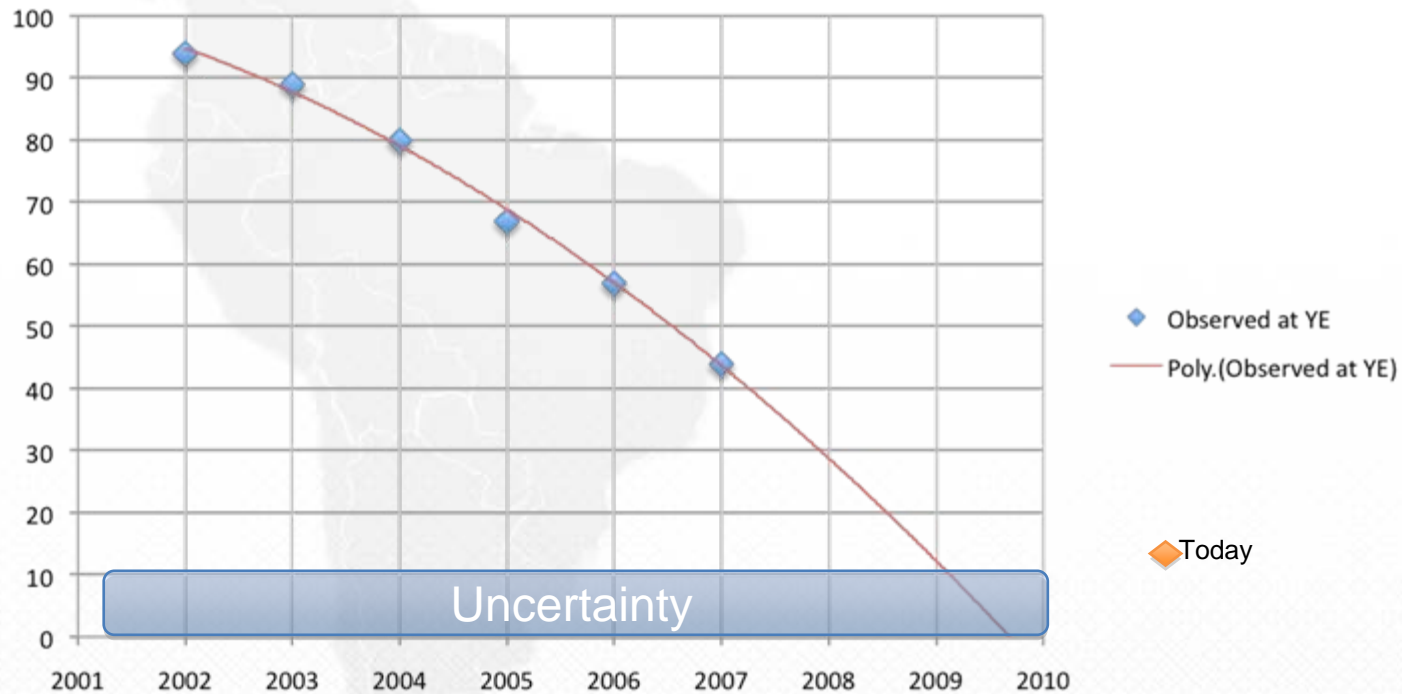
- ◆ **Gracias a NAT y a CIDR la red pudo crecer sin necesidad de implementar IPv6.**
- ◆ **Las empresas no tuvieron que invertir en adoptar IPv6.**
- ◆ **La crisis del 2000 en la industria.**
- ◆ **Conclusión: IPv6 no despegó.**

Penetración de Internet.





¿entonces el problema es...?(2)



Otras previsiones hablan de principios del 2010...

Fuente: Alain Durand, Comcast.



El nuevo Plan:

QuickTime™ and a
BMP decompressor
are needed to see this picture.



El nuevo Plan:

1996 - Nace el 6Bone

1969 - Nace ARPANET

2006 - Se desactiva el 6Bone

2030 ??



Sólo IPv4

Sólo IPv4
Tráfico experimental IPv6.



Hoy estamos aquí.

Tráfico mayor IPv4.

Tráfico mayor IPv6

Sólo IPv6
Sucederá??



Planificación.

Bien, estoy convencido, ahora ayudame a entender cómo planifico la implementación de IPv6.



Planificación IPv6.

- 1. Pre-Proyecto.**
- 2. Diseño:**
 - **Direccionamiento.**
 - **Encaminamiento.**
 - **Servicios.**
 - **Capacitación.**
 - **Transición.**
- 3. Implementación**



Pre-proyecto.

- ◆ **Etapas:**
 - ◆ **Informarse.**
 - ◆ **Relevamiento del Impacto:**
 - ◆ **Trazado de Objetivo.**
 - ◆ **Inventario.**
 - ◆ **Conectividad.**
 - ◆ **Capacitación.**
 - ◆ **Primera Experiencia.**
 - ◆ **Conseguir Apoyo Interno.**

- ◆ **Es el primer paso.**
- ◆ **Consiste en reunir un grupo de personas (generalmente técnica) para entender la tecnología.**
- ◆ **Lo están haciendo ustedes hoy aquí.**
- ◆ **Fuentes de información:**
 - ◆ **Libros, manuales, material de vendedores, howto, tutoriales, presentaciones, cursos, etc.**

◆ Portal IPv6 de LACNIC:

<http://portalipv6.lacnic.net>



Libros:

- ◆ **IPv6 Essentials - Silvia Hagen. ISBN: 0596100582.**
- ◆ **Deploying IPv6 Networks - Ciprian Popoviciu - ISBN: 1587052105.**
- ◆ **Running IPv6 - Iljitsch van Beijnum - ISBN: 1590595270.**
- ◆ **IPv6 in Practice - Benedikt Stockebrand - ISBN: 3540245243.**
- ◆ **Understanding IPv6 (Microsoft) - Joseph Davies - ISBN: 0735624461.**
- ◆ **Global IPv6 Strategies: From Business Analysis to Operational Planning (Network Business) - Patrick Grossetete - ISBN: 1587053438.**



Materiales Vendedores.

- ◆ Sirve por dos factores:
 - ◆ **Muestran cuáles equipos ya soportan IPv6 o actualizaciones de software necesarias.**
 - ◆ **Educen sobre configuraciones a realizar.**
- ◆ Muchas veces el problema es la falta de capacitación en el tema por parte de los representantes/integradores.



Howto / Manuales

- ◆ Muchos “Howto” para Software Libre, Windows, etc.
- ◆ Algunos ejemplos:
 - ◆ <http://tldp.org/HOWTO/Linux+IPv6-HOWTO/>
 - ◆ <http://www.bieringer.de/linux/IPv6/IPv6-HOWTO/IPv6-HOWTO.html>
 - ◆ http://wiki.openwrt.org/IPv6_howto
 - ◆ <http://technet.microsoft.com/en-us/network/bb530961.aspx>
 - ◆ <http://www.microsoft.com/technet/network/ipv6/ipv6faq.msp>



Listas de Correos:

- ◆ LACTF: www.lac.ipv6tf.org
- ◆ <http://lists.cluenet.de/pipermail/ipv6-ops/>
- ◆ <http://www.ripe.net/mailman/listinfo/ipv6-wg>
- ◆ Listas tradicionales de sistemas operativos y aplicaciones.



Reuniones / Eventos.

- ◆ Reunión anual de LACNIC.
- ◆ FLIP-6.
- ◆ Global IPv6 Summit.
- ◆ IPv6 Summit Nacionales/Regionales.
- ◆ Google IPv6 Summit in YouTube.



Informarse. Conclusiones

- ◆ ¿entiendo la tecnología o tengo que buscar ayuda?
- ◆ ¿IPv6 me afecta? ¿IPv6 afecta mi negocio?
- ◆ ¿podré dedicarle tiempo a la fase 2 (relevar impacto - evaluación)?



Relevamiento de Impacto

- ◆ En esta etapa uno ya conoce lo suficiente sobre IPv6 para estudiar:
 - ◆ ¿Dónde IPv6 impacta en mi negocio?
 - ◆ ¿Qué alternativas tengo a IPv6?
 - ◆ ¿Qué entrenamiento es necesario y cuándo?
 - ◆ ¿Qué costos voy a tener?
 - ◆ ¿Qué oportunidades se abren con IPv6?
- ◆ El objetivo es realizar un documento de Pre-proyecto de forma de continuar con el proyecto IPv6.
- ◆ Pero antes, necesito tener un buen inventario de mis equipos, sistemas y servicios.



Relevamiento de Impacto: Trazado de objetivos

- ◆ **El trazado de objetivos ayuda a orientar el relevamiento del impacto.**
- ◆ **Puedo utilizar técnicas de diseño iterativas.**
- ◆ **Ejemplo:**
 - ◆ **Para una empresa: Que mis terminales puedan navegar en contenido sólo IPv6 y que pueda enviar mails a servidores sólo IPv6.**
 - ◆ **Para un ISP: Dar servicios de conectividad pública y privada (VPN) IPv6.**
 - ◆ **Para empresa de hosting: Que el contenido de mis servidores sea accesible vía IPv6.**



Impacto: Sopa de Palabras

Routers
Firewalls
Aprovisionamiento
Caching
DHCP
Balance de Carga
VOIP
Gestión de Red
Gestión de Seguridad
Sistemas Operativos
Servicios Web
Mail
Switches
DNS



Relevamiento de Impacto:

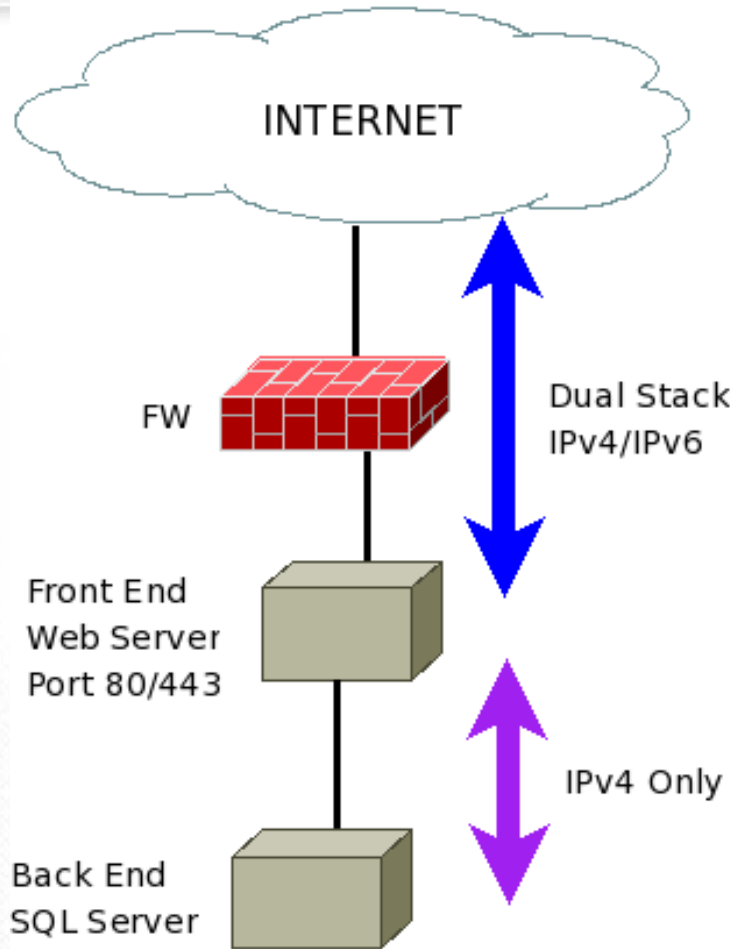
- ◆ Limitarse a los componentes (HW, SW y BIZZ) involucrados en alcanzar el objetivo trazado.
- ◆ Es necesario relevar los sistemas que manipulan paquetes IPv6 (ejemplo:routers, web, mail) como también aquellos que manipulan direcciones IPv6 (bases de datos, análisis de logs).
- ◆ Ejemplo: Sistema de facturación de LACNIC, sistema offline, no corre sobre IPv6, pero tiene direcciones IPv6 en su BD, necesita ampliar los campos para soportar direcciones IPv6.



Relevamiento de Impacto

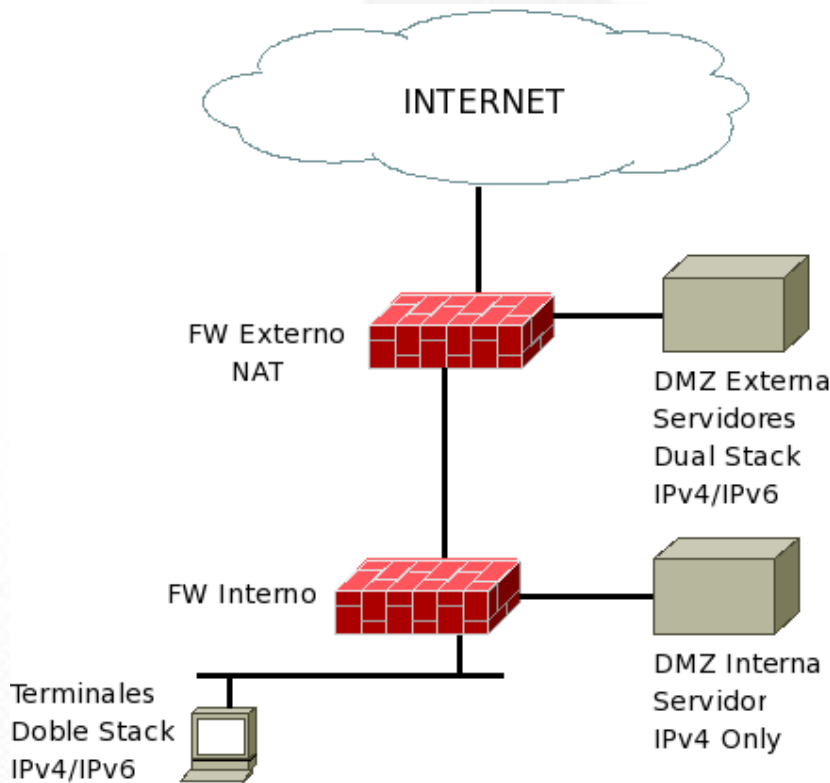
- ◆ Hoy en día el modelo de implementación recomendado es la doble pila (IPv4/IPv6).
- ◆ Querer pasar a un ambiente sólo IPv6 puede ser el objetivo de alguna red, pero en general no es necesario configurar IPv6 en cada hardware/sistema.
- ◆ TIP: Sólo implementar IPv6 donde sea necesario para alcanzar las metas trazadas.
TIP: ¿Estoy hoy comprando equipos que sé que no son compatibles con IPv6?.

Ejemplo1: Empresa de Hosting.



- El objetivo trazado por la empresa es brindar acceso a sus servidores a los clientes que sólo tiene IPv6.
- No necesita configurar IPv6 en las comunicaciones back-end.
- Implementarlo puede tener otros beneficios, por ejemplo en la facilidad de gestión de los servidores. Pero no era su objetivo.

Ejemplo 2: Empresa con dos DMZs



- El Objetivo es dar conectividad IPv6 a las terminales y permitir acceso a servidores por IPv6.
- Hay suficientes direcciones en el espacio privado (RFC 1918) para las comunicaciones internas.
- Servidores internos aún usan sólo IPv4.
- ¿Qué opinan de las impresoras en la red de Terminales?



Relevamiento de Impacto: Conectividad

- ◆ **Proveedor de Conectividad:** Debe consultar sobre el soporte IPv6 (preferentemente nativo) y si existen costos adicionales.
- ◆ Si utiliza VPN de Capa 3, debe también evaluar el soporte,
- ◆ **Proveedor de Dominios:** Debe consultar sobre soporte IPv6 y si existe costo adicional por registros AAAA.
- ◆ **Direccionamiento:**
 - ◆ Si utiliza direcciones del proveedor, debe consultar el tamaño de la asignación.
 - ◆ Si es usuario final, consultar políticas de LACNIC para ver si califica para asignaciones.



Relevamiento de Impacto: Conectividad.

- ◆ **IPv6 sobre Ethernet: RFC 2464. Ethernet Type 0x86DD.**
- ◆ **IPv6 sobre PPP: RFC 5072 (Protocolo 0x0057). NCP para IPv6 se llama IPV6CP (Protocolo 0x8057).**
- ◆ **IPv6 sobre ATM: RFC 2492. Sólo AAL5 (PVC o SVC). También se puede Usar RFC 1483 (RFC 2684) para soporte SNAP.**
- ◆ **IPv6 sobre Frame Relay: RFC 2590.**
- ◆ **IPv6 sobre IEEE1394 (Firewire): RFC 3146.**



Relevamiento de Impacto: Capacitación.

- ◆ La podemos dividir en dos:
 - ◆ **Capacitación sobre IPv6: Aspectos generales de los diferentes protocolos.**
 - ◆ **Capacitación en los sistemas específicos: Normalmente a través de los proveedores.**
- ◆ **Es importante analizar la disponibilidad de oportunidades locales.**

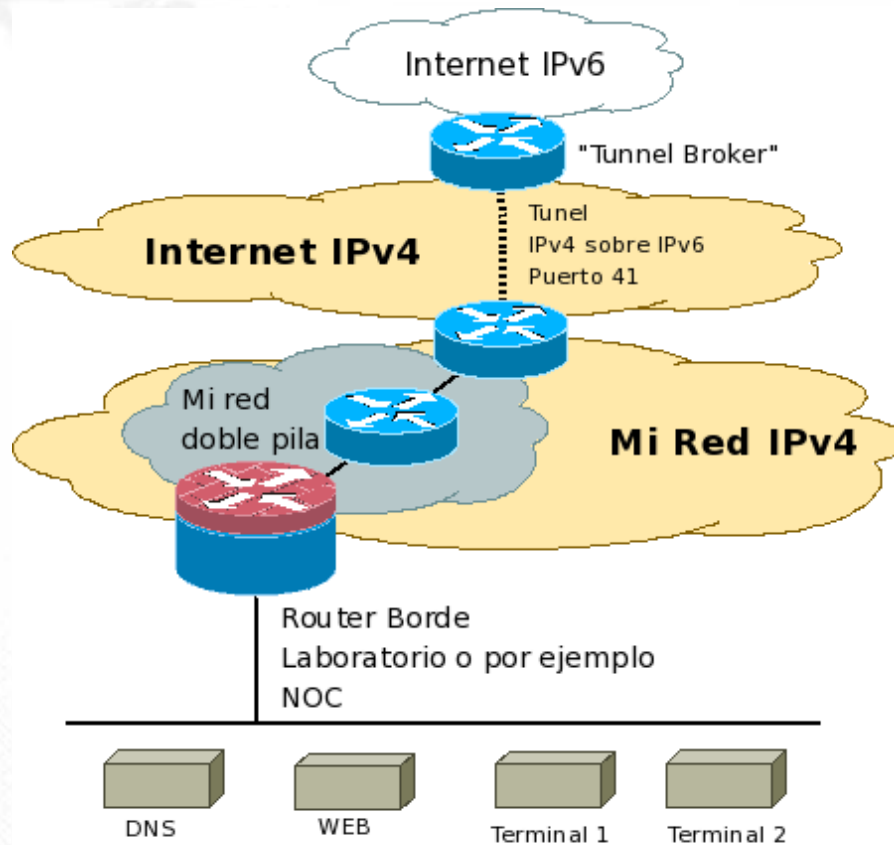


Evaluación: Primera Experiencia.

- ◆ En general constituye en la configuración de un laboratorio.
- ◆ Puede estar conectado o no a la red en operaciones.
- ◆ Muchas veces se realizan túneles IPv6 (IPv6 sobre IPv4). Pueden requerir fragmentación intensiva.
- ◆ Proveedores de túneles:
 - ◆ <http://www.tunnelbroker.net>
 - ◆ <http://www.sixxs.net/tools/aiccu/>
- ◆ TIP: Intentar siempre túneles lo más cercano posible (en RTT).
- ◆ En esta etapa pueden pedirse direcciones a LACNIC o proveedor, luego se puede solicitar un cambio en la misma.



Ejemplo instalación de Primera Experiencia:





Evaluación: Primera Experiencia en Casa.

- ◆ **Equipos disponibles:**
 - ◆ **Apple Airport implementa 6to4.**
 - ◆ **Router CPE, ejemplo Cisco 827.**
 - ◆ **“Servidor” con Windows, linux, Xbsd.**
 - ◆ **Open-WRT para CPEs.**
 - ◆ **Linksys-wrt610n: Implementa 6to4, pero no hay pantalla de configuración!!!!.**
- ◆ **Túneles: 6to4 o TunnelBroker.**
- ◆ **Seguridad: No olvidar reglas de firewall y reglas de acceso vty a los equipo (en especial routers!).**



Pre-Proyecto: Conseguir Apoyo Interno

- ◆ En la etapa anterior se elabora un documento de pre-proyecto con objetivos a alcanzar y costos (OPEX y CAPEX) de implementación.
- ◆ Hay que evaluar también el costo de oportunidad, ¿por qué ahora? ¿qué hacen mis competidores? ¿cuánto tiempo me va a llevar la implementación?
- ◆ El apoyo puede ser parcial para una implementación piloto en la red de producción. Igualmente pensarla como un implementación definitiva.



Pre-Proyecto: Frases célebres:

- ◆ **Anticiparse a los clientes.**
- ◆ **Mejorar escalabilidad de las soluciones.**
- ◆ **Innovación.**
- ◆ **Liderazgo.**
- ◆ **Guiar a los vendedores.**
- ◆ **Consultoría....**



Plan de Negociocio para IPv6...

La pregunta siempre está...

¿Qué opinan?



Agenda

- ◆ IPv4 o IPv6.
- ◆ **Diseño IPv6: IPv6 en la Empresa y en el ISP.**
- ◆ Implementando IPv6.



Diseño IPv6

- ◆ **Para el diseño de la implementación IPv6 vamos a considerar los siguientes planes:**
 - **Direccionamiento.**
 - **Encaminamiento.**
 - **Servicios.**
 - **Capacitación.**
 - **Implementación.**
- **Se utiliza como base el documento obtenido en la etapa de relevamiento.**



Direcciones IPv6:

- ◆ **Clases:**
 - ◆ **Unicast.**
 - ◆ **Multicast.**
 - ◆ **Anycast.**

- ◆ **Unicast:**
 - ◆ **Global Unicast.**
 - ◆ **Link-local.**
 - ◆ **Unique Local Address (ULA)**
 - ◆ **Especiales**



Direcciones IPv6:

- ◆ Direcciones IPv6: 128 bits en formato hexadecimal. Ejemplo:

2001:0DB8:7001:4000:CAFE:0000:0000:0003



2 Bytes

- ◆ Para cada grupo de 16 bits los ceros a la izquierda se pueden omitir:

2001:DB8:7001:4000:CAFE:0000:0000:3

- ◆ Cadena más larga de ceros (dentro de los grupos de 16bits) se puede sustituir por ::

2001:DB8:7001:4000:CAFE::3

- ◆ Direcciones inválidas: 2001:DB8::1::1 o 2001:DB8:1:1.



IPv6 Global Unicast:

- ◆ Pensadas para ser alcanzables globalmente.
- ◆ **2000::/3.**
- ◆ Desde la IANA a los RIRs y desde allí a los ISPs o UF.
- ◆ Espacios especiales:
 - ◆ **2002::/16 - 6to4.**
 - ◆ **2001:db8::/32 - Documentación.**
 - ◆ **2001::/32 - Teredo**



IPv6 Local Addresses:

- ◆ **fe80::/10 --> link-local.**
- ◆ **fc00::/7 --> ULA.**
- ◆ **ffx2::/16 --> link-local multicast (recuerden no hay broadcast!). Si x=1, dirección no permanente, Si x=0, asignada por IANA.**

Ej:

ff02::1 - Todos los nodo (“all hosts”) en el segmento local. Lo más parecido a un broadcast.



Direcciones IPv6:

- ◆ Direcciones especiales:

- ◆ **Loopback: `::1` (solo un uno en el bit 128).**

- ◆ **No específica: `::` (todos ceros).**

- ◆ **`::FFFF:0:0/96` (IPv4 mapped addresses)**

Ej:


`192.168.1.1 --> ::FFFF:192.168.1.1`



Unique-Local Addresses: ULA.

- ◆ RFC 4193 define cómo distribuir el espacio: `fc00::/8`.

`fdXX:XXXX:XXXX::/48` for each Site.


40 bits elegidos pseudo-aleatoriamente

- ◆ Habrá NAT en IPv6? Recuerden que NAT no es seguridad!.
- ◆ Generador ULA basado en dirección MAC:

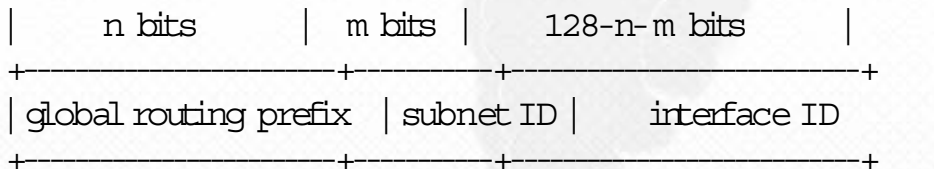
<http://www.sixxs.net/tools/grh/ula/>



Subnetting IPv6:

- ◆ Idéntico que IPv4, pero con más bits.
- ◆ No hay notación de máscara, sino sólo de largo de prefijo: 2001:db8::/32.
- ◆ Ruta por Defecto: ::/0

- ◆ **Formato General:**



- ◆ **Ejemplo: Sub-red: 2001:db8:31:1::/64, Prefijo Global: 2001:db8::/32, Sub red ID:**



LANes en IPv6:

- ◆ Para redes LAN se utilizan generalmente interfaz ID de 64 bits.
- ◆ Hardware generalmente pensado para trabajar con IID de 64 bits.
- ◆ En especial para el interfaz ID se utiliza formato EUI-64 (modificado), basado en la dirección MAC, permitiendo la autoconfiguración.
- ◆ Una LAN tiene entonces $2^{64}-1$ hosts.
- ◆ No hay dirección de “red” sino:
“Subnet-Router anycast address”, RFC 2373.



WANes en IPv6:

- ◆ Hay varias opciones:
 - ◆ Seguir usando redes /64.
 - ◆ Usar Redes /126. (idem /30 en IPv4).
 - ◆ Incluso sería posible usar /127....Usado hoy para evitar ataques DoS en enlaces P2P sin resolución de vecinos.
 - ◆ Otros largos: /112 o /120.
- ◆ Antes de decidir leer: RFC 3627.



Loopbacks en IPv6:

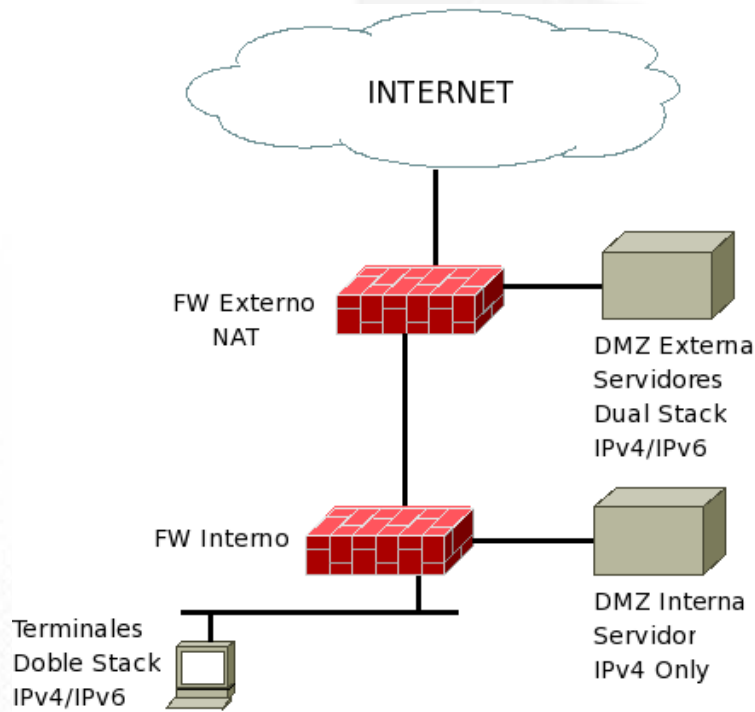
- ◆ De vuelta hay casos en que usan /64.
- ◆ Podemos usar /128.
- ◆ O cualquier otra alternativa



Direccionamiento, Tips:

- ◆ Es la oportunidad para hacer “todo de vuelta”.
- ◆ En IPv6 no contamos hosts, sino redes.
- ◆ Cada LAN necesita un /64.
- ◆ Hay derroche, es parte del diseño de la arquitectura.
- ◆ Agregación interna es fundamental.

Ejemplo Empresa Un solo Site:



- Total de 3 LANES, 2 LOOP y 1 WAN.
- Alcaza con 6 x /64 --> /61
- Ahora, ¿qué pasa si crezco?
- Tiene sentido estar “limitado” en el número de redes disponibles.



Direccionamiento: Obtener Direcciones.

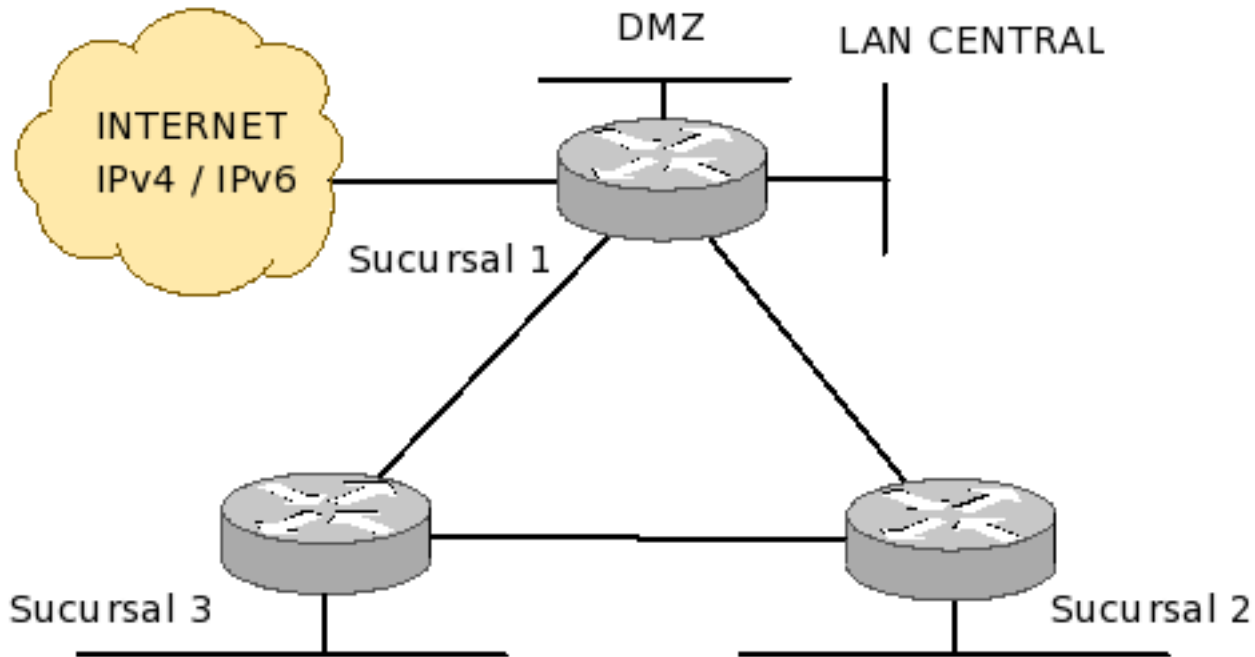
- ◆ **Direcciones de Proveedor:**
 - ◆ En general política por defecto es un /48 o /56 por cliente.
 - ◆ /48 son 65536 redes /64.
 - ◆ /56 son 256 redes /64.
- ◆ **Direcciones de LACNIC:**
 - ◆ ISPs:mínimo /32 para ISP (65536 x /48).
 - ◆ Existe política de “segunda distribución” si la distribución de la primera experiencia es insuficiente.
 - ◆ Usuarios Finales: mínimo /48.



Direccionamiento Sucursales:

- ◆ **Pensar siempre en cuántas redes serían necesarias.**
- ◆ **En IPv6 no cuento hosts sino redes y luego pienso en un /64 por red.**
- ◆ **Siempre agregar un 300% (al menos).**
- ◆ **Sucursal con una sólo lan --> /60 o /56.**
- ◆ **Recordar agregación regional y sub-regional como meta.**

Ejemplo Numeración Sucursales



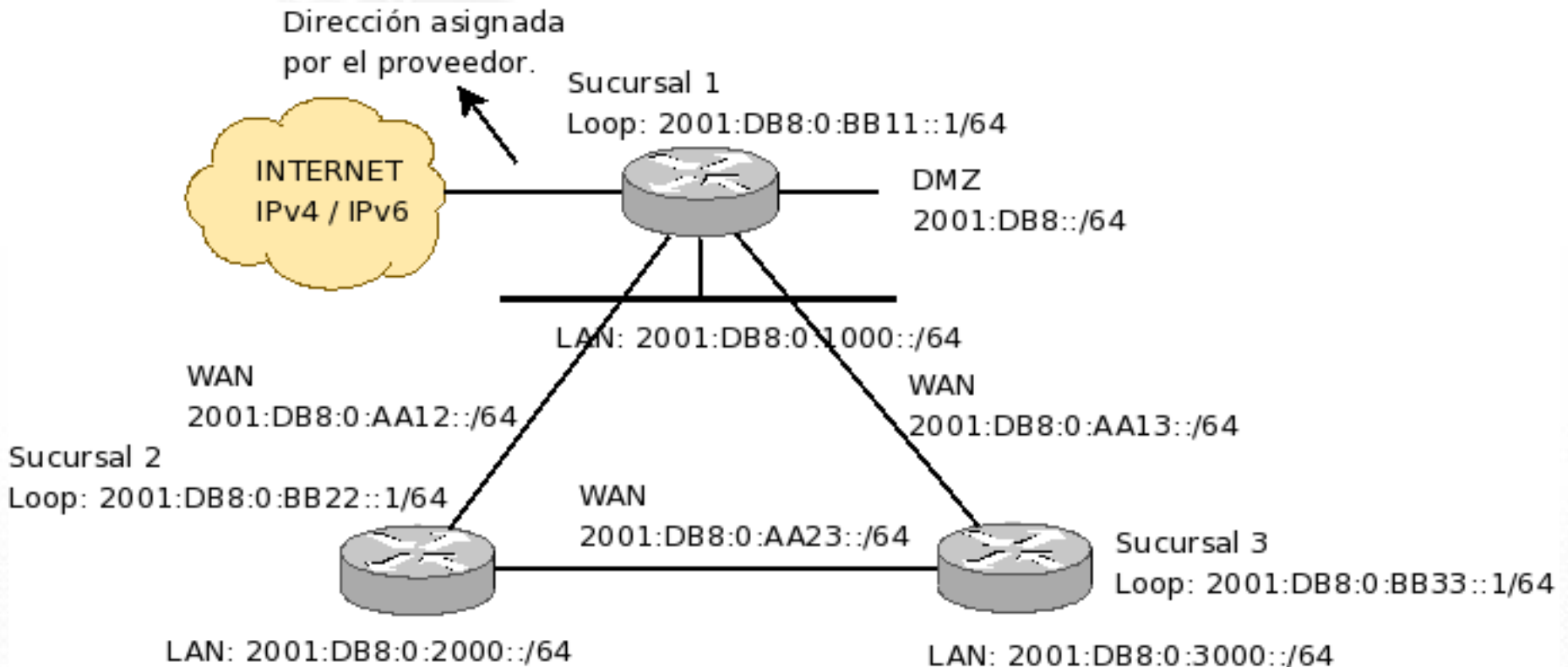


Ejemplo Numeración Sucursales

- ◆ Red: 2001:DB8::/48.
- ◆ Tres Sedes, Una LAN por SUCURSAL.
- ◆ Una DMZ para acceso a Internet.
- ◆ Plan Tomo /56 como mecanismo de subnetting interno:
 - ◆ **DMZ: 2001:DB8::/64**
 - ◆ **Sede Central: 2001:DB8:0:1000:/56**
 - ◆ **Sucursal 2: 2001:DB8:0:2000::/56**
 - ◆ **Sucursal 3: 2001:DB8:0:3000::/56**
 - ◆ **WANES: 2001:DB8:0:AAXY::/64 - De X a Y.**
 - ◆ **Loopbacks: 2001:DB8:0:BBXX::/64 - Loopback Router X.**



Ejemplo Numeración Sucursales





Direccionamiento Servidores:

- ◆ Hay dos tendencias:

- ◆ **Direcciones fáciles de recordar:**

ns.lacnic.net.uy - 200.7.84.224 <--> 2001:13c7:7001:4224::224

- ◆ **Direcciones “difíciles de rastrear”.**

- ◆ Hay consenso que si los servidores están en el DNS (registro AAAA), no hay beneficios con la segunda opción.



Direccionamiento ISPs:

- ◆ **Aquí hay dos espacios de direcciones:**
 - ◆ **Direccionamiento de infraestructura.**
 - ◆ **Direcciones para Clientes.**
- ◆ **Es necesario relevar la cantidad de POPs, agregadores por POP y clientes por agregador.**
- ◆ **Para cada servicio definir el tamaño de bloque a asignar y hacer las multiplicaciones.**
- ◆ **Mantener el criterio de mantener al menos un 300% reservado para crecimiento.**



Direccionamiento ISPs:

- ◆ **Infraestructura interna:**
 - ◆ **Son las WANES, Loops y LANES.**
 - ◆ **Utilizar la parte más “linda” del bloque asignado (ej. 2001:DB8::/35).**
- ◆ **Definir qué usar como WANES y Loops.**
- ◆ **Puede ser conveniente usar un espacio totalmente independiente, no ruteable. Ver propuesta de política actual en LACNIC.**



Direccionamiento ISPs:

- ◆ Hay que prestar atención a servicios específicos, donde se busca ruteabilidad: VPN de voz vs VPN de datos, etc.
- ◆ También hay que considerar políticas de filtros de carriers de tránsito.




Gestión de Direcciones IPv6

- ◆ **Softwares disponibles:**
 - ◆ **LIBRES:**
 - ◆ **HACI**
 - ◆ **IPPLAN no soporta IPv6.**

 - ◆ **PAGOS:**
 - ◆ **IPcontrol, Men & Mlce**
 - ◆ **Efficient IP, Incognito**
 - ◆ **VitalQIP, Alcatel/Lucent.**

http://haci.larsux.de/cgi-bin/HaCi.cgi?func=addNet



Logged in as **admin**

Logout

Tree

- Overview
- My Root
- Add Network

Import

- ADD Plugins
- DNS Config
- Config

Miscellan

- Search
- Compass
- Flush Cache

Maintenance

- User Management
- Group Management
- Services Management
- Page Management
- About HaCi

Add Network 2001:DB8:85A3:8D3:1319:8A00:0:0/7

Target Root: AS20783_IPv6

Netaddress: 2001:DB8:85A3:8D3:1319:8A00:0:0

CIDR: /7

Description: Sample Unicast

Status: ASSIGNED PA

Type: Server

Hostname: Sample

CPU: 20Hz

Speicher: 4096

Access Rights

read	write	Group
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Guest
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Technik
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Maintainer

Plugin Info

DNSInfo

This Plugin queries on demand the DNS PTR-Record for the current IP address and displays it.

Plugins

Name	active	Order	New Line	Configure	Info
DNSInfo	<input checked="" type="checkbox"/> (Default)	1	<input checked="" type="checkbox"/>		
DNSInfoForNetworks	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>		
PingInfo	<input checked="" type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>		
PingNetworks	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>		
PingNMPNetworks	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>		



Herramientas

- Randomly ULA address generator based on MAC addresses: <http://www.sixxs.net/tools/grh/ula/>
- Tool: ipv6calc. (apt-get install ipv6calc).
- Tool: sipcalc -r for reverse DNS.
- 6to4 Address Calculator: <http://www.ip-calc.com/>
- Subnetting tool: www.ipv6book.ca/allocation.html



Plan de Encaminamiento.

- ◆ Repetir básicamente lo que se hace en IPv4.
- ◆ Opciones:
 - ◆ IGP:
 - ◆ OSPFv3.
 - ◆ ISIS.
 - ◆ Para Cisco: EIGRP.
 - ◆ EGP:
 - ◆ MP-BGP: AF: IPv6, SAFI: Unicast, Multicast y VPN.
 - ◆ Multicast:
 - ◆ PIMv2 (ASM & SSM).



Plan de Encaminamiento:

- ◆ **BGP:**
 - ◆ Normalmente sesiones separadas para IPv4 e IPv6
-> Posición conservadora.
 - ◆ Si usamos Mismo ASN = Misma Topología!
- ◆ **OSPF:**
 - ◆ Al implementar OSPFv3 es posible “apagar” OSPFv2.
- ◆ **ISIS:**
 - ◆ Posibilidad de implementar “multi-topologías”.

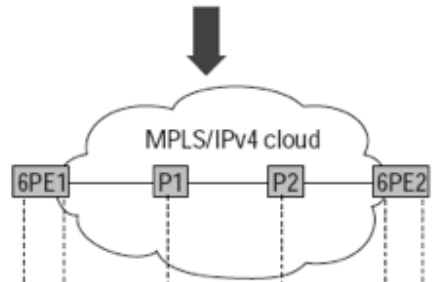
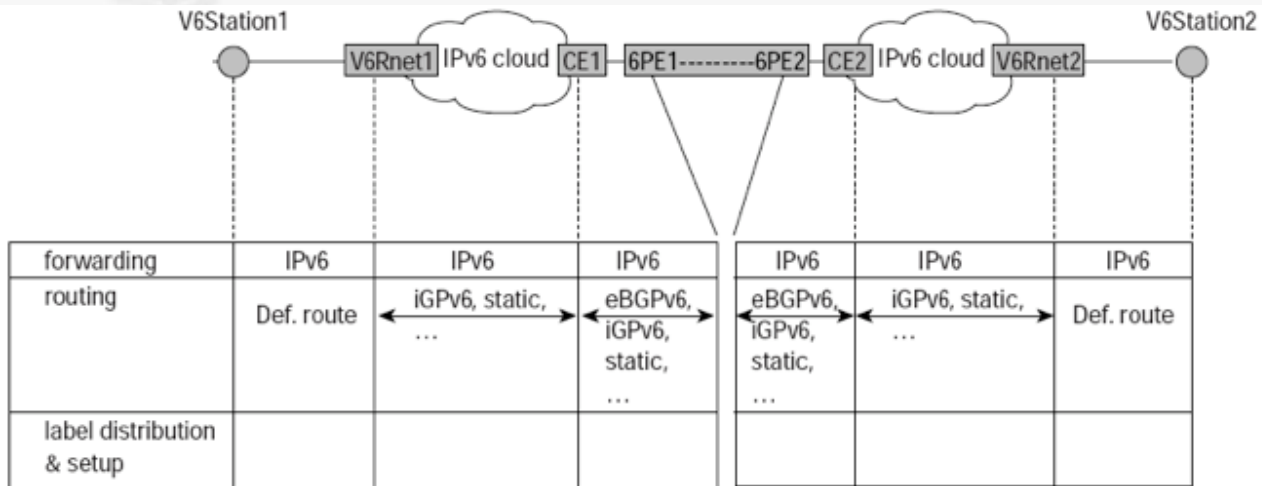


Plan de Encaminamiento:

- ◆ Intentar Mantener la misma topología de IPv4.
- ◆ No usar un ASN diferente.
- ◆ Cuidado con “black-holes” IPv6 si usan ISIS.
- ◆ Si hay MPLS en la red del proveedor:
 - ◆ **6PE: Utiliza IPv6 sobre MPLS, reutiliza sesiones BGP existentes con próximo salto IPv4 del PE de salida. Necesita profundidad de etiquetas ≥ 2 .**
 - ◆ **6VPE: Similar a 6PE pero permite el soporte de L3VPN (AF/SAFI - ipv6vpn).**
 - ◆ **Prestar atención al soporte IPv6 en LDP y RSVP-TE.**



6PE para redes MPLS.



forwarding	MPLS
routing	MP-iBGPv4 iGPv4 (OSPF, IS-IS ...)
label distribution & setup	MP-iBGPv4—V6 labels LDP—iPv4 labels



Plan de Encaminamiento:

- ◆ **Ruta por defecto:**
 - ◆ **ICMPv6 ND (RFC 2461):** Puede llevar varios segundos o causar mucho tráfico en la LAN.
 - ◆ **VRRPv3:** Es aún un draft. Algunas implementaciones ya (Juniper, Nokia).
 - ◆ **CARP:** Disponible para OpenBSD, FreeBSD o NetBSD.
 - ◆ **Protocolos Cisco:** HSRP & GLBP soportan IPv6.



Plan de Encaminamiento: Multicast

◆ En la LAN:

- ◆ MLD (ojo hay dos versiones!) se usa en lugar de IGMP. MLD utiliza ICMPv6.

- ◆ Mapeo Ethernet-Multicast IPv6:

Grupo: FF15::FFFF <--> MAC: 33:33:00:00:FF:FF

(hay switches “inteligentes” que pueden hacer snooping, pero pocos!).

◆ Routing:

- ◆ PIM/DM y PIM/SM (ASM & SSM).

- ◆ MP-BGP para routing multicast entre-dominios.



Plan Servicios:

- ◆ **Es el corazón de la implementación.**
- ◆ **Hay que considerar los servicios que manejan paquetes IPv6 y aquellos que manejan direcciones IPv6.**
- ◆ **Muchas veces la implementación es inmediata (ejemplo: en apache alcanza con agregar un “listen ::”).**



Plan Servicios:

- ◆ **Servicios externos:**
 - ◆ **Ejemplo: mail, web, dns, jabber, ftp, voip, etc.**
- ◆ **Servicios internos:**
 - ◆ **Ejemplo: servicio de provisionamiento de direcciones, web interna, jabber, etc.**
- ◆ **Es importante planificar cambios de versiones, configuraciones e impacto.**
- ◆ **Seguridad:**
 - ◆ **Es necesario evaluar los cambios a la seguridad perimetral.**
 - ◆ **Evaluar cambios en otros procedimientos de seguridad.**

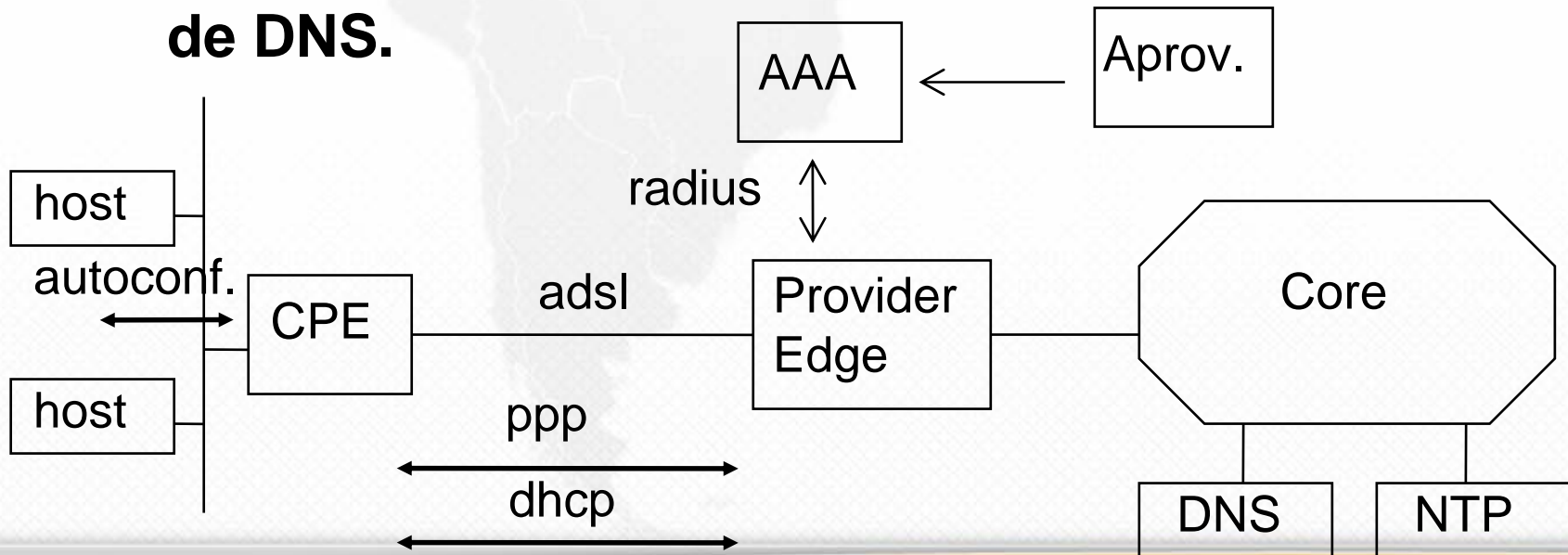


Plan Servicios:

- ◆ **Asignaciones de direcciones:**
 - ◆ **Autoconfiguración “stateless”:**
 - ◆ **No incluye el servidor de DNS.**
 - ◆ **Al ser “stateless” no hay control por parte de un servidor.**
 - ◆ **Autoconfiguración “statefull”:**
 - ◆ **Utiliza DHCPv6.**
 - ◆ **Permite la delegación de prefijos.**

◆ Ejemplo ISP con DSL:

- ◆ **PPP:** autenticación y direccionamiento link-local.
- ◆ **DHCPv6:** delegación de prefijos e información de DNS.





DNS:

- ◆ **Dos conceptos: Transporte IPv6 y Registros para IPv6 (AAAA y PTR).**
- ◆ **DNS Autoritativo: Registros AAAA para servidores, permiten acceso a través de IPv6.**
- ◆ **Directo: Necesitamos un registro AAAA para servidores de DNS autoritativos.**
- ◆ **Reverso: utiliza el ip6.arpa. Muchas herramientas para IPv4 son obsoletas. ¿qué hacer con las configuraciones stateless? ¿y los usuarios residenciales?**
- ◆ **Servidores Recursivos: ¿para qué necesito IPv6 aquí?**



Configuración DNS

- ◆ **Directo:**

- ◆ **Configurar registros AAAA al igual que A: Ejemplo**

ns.lacnicxii.lacnic.net IN A 168.77.198.2

IN AAAA 2001:13c7:7003:2::2

- ◆ **Configurar reversos: PTR igual que IPv4.**

Zona ejemplo /64 anterior:

2.0.0.0.3.0.0.7.7.c.3.1.1.0.0.2.ip6.arpa

- ◆ **Creen que van a poder generar reversos para todos sus direcciones IPv6?**



Plan de Capacitación:

- ◆ **Debe abarcar al personal que brinda servicios de planificación, operación e ingeniería, call center (por ejemplo para DNS), entre otros.**
- ◆ **No es fácil conseguir ofertas de capacitación. Pensar en re-usar experiencias adquiridas.**
- ◆ **¿Hay que capacitar al usuario?**



Plan de implementación:

- ◆ **La idea es plantear cómo llegar desde la realidad actual al objetivo trazado.**
- ◆ **En la actualidad implementaciones satélites (con equipos exclusivos sin doble pila) no es recomendada.**
- ◆ **Como siempre el objetivo es que no hayan cortes de servicio.**
- ◆ **No realizar implementaciones “en paralelo”, no va a germinar.**



Plan de implementación:

- ◆ **Cuidado con las expectativas del cliente: es fundamental la buena conectividad para que no sufra en su experiencia.**
- ◆ **Conectar siempre al NOC (“eat your own dogfood”).**
- ◆ **Estudiar los problemas de forma de no “hecharle siempre la culpa a IPv6” (ante problemas la primera medida que no sea siempre deshabilitar IPv6).**



Plan de implementación:

- ◆ Prestar atención en cuándo habilitar el direccionamiento de clientes.
- ◆ Prestar especial atención en cuando incorporar registros AAAA en el DNS.
- ◆ Recuerden que google usa:
ipv6.google.com, ¿porqué será?



Agenda

- ◆ IPv4 o IPv6.
- ◆ Diseño IPv6: IPv6 en la Empresa y en el ISP.
- ◆ **El día después al agotamiento de IPv4.**



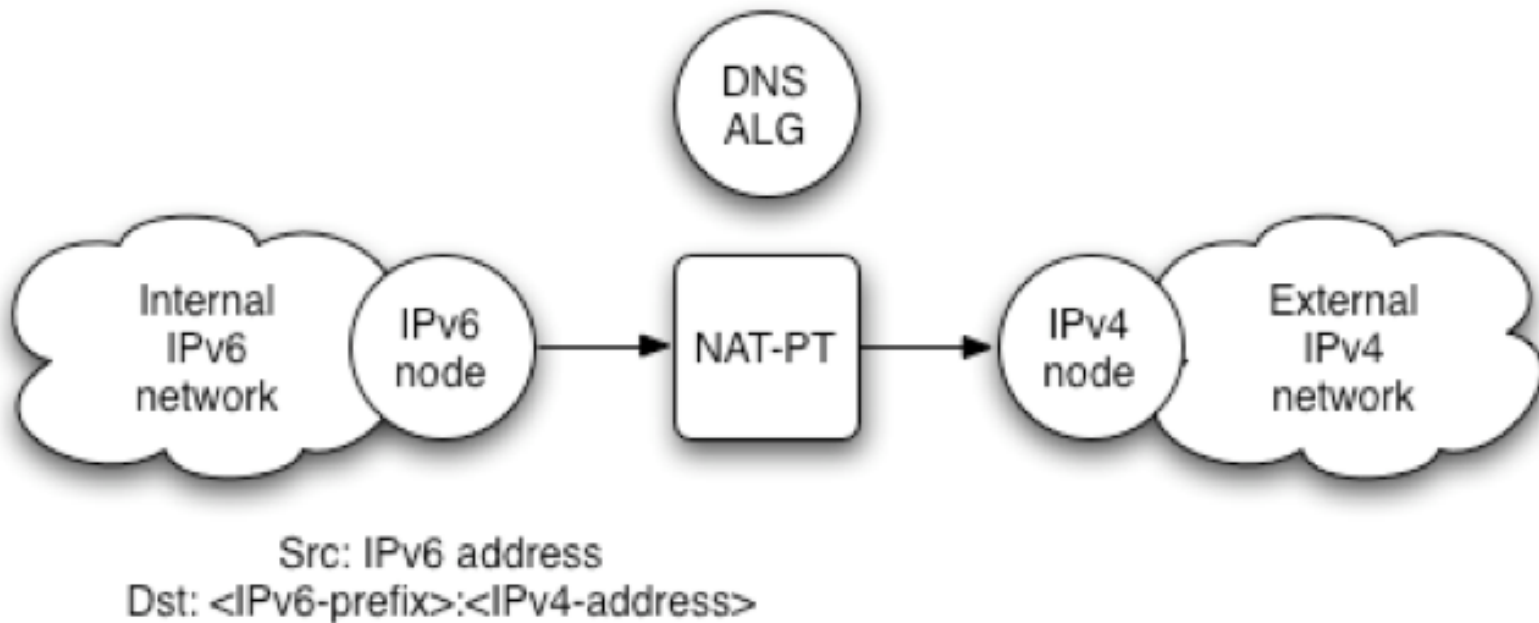
El día después al agotamiento de IPv4.

- ◆ No voy a mencionar el posible o no mercado de direcciones.
- ◆ Supongamos que no hay acceso a nuevas direcciones IPv4.
- ◆ Es el fin del paradigma de la “sobre pila”.
- ◆ Tenemos los siguientes problemas:
 - ◆ **Terminales sólo con IPv6 público tratando de acceder a contenido sólo en IPv4.**
 - ◆ **Terminales que no soportan IPv6, intentando acceder a contenido sobre IPv4, sin dirección pública disponible.**
 - ◆ **Granja de servidores sólo con direcciones IPv6, sirviendo contenido a terminales sólo IPv4.**



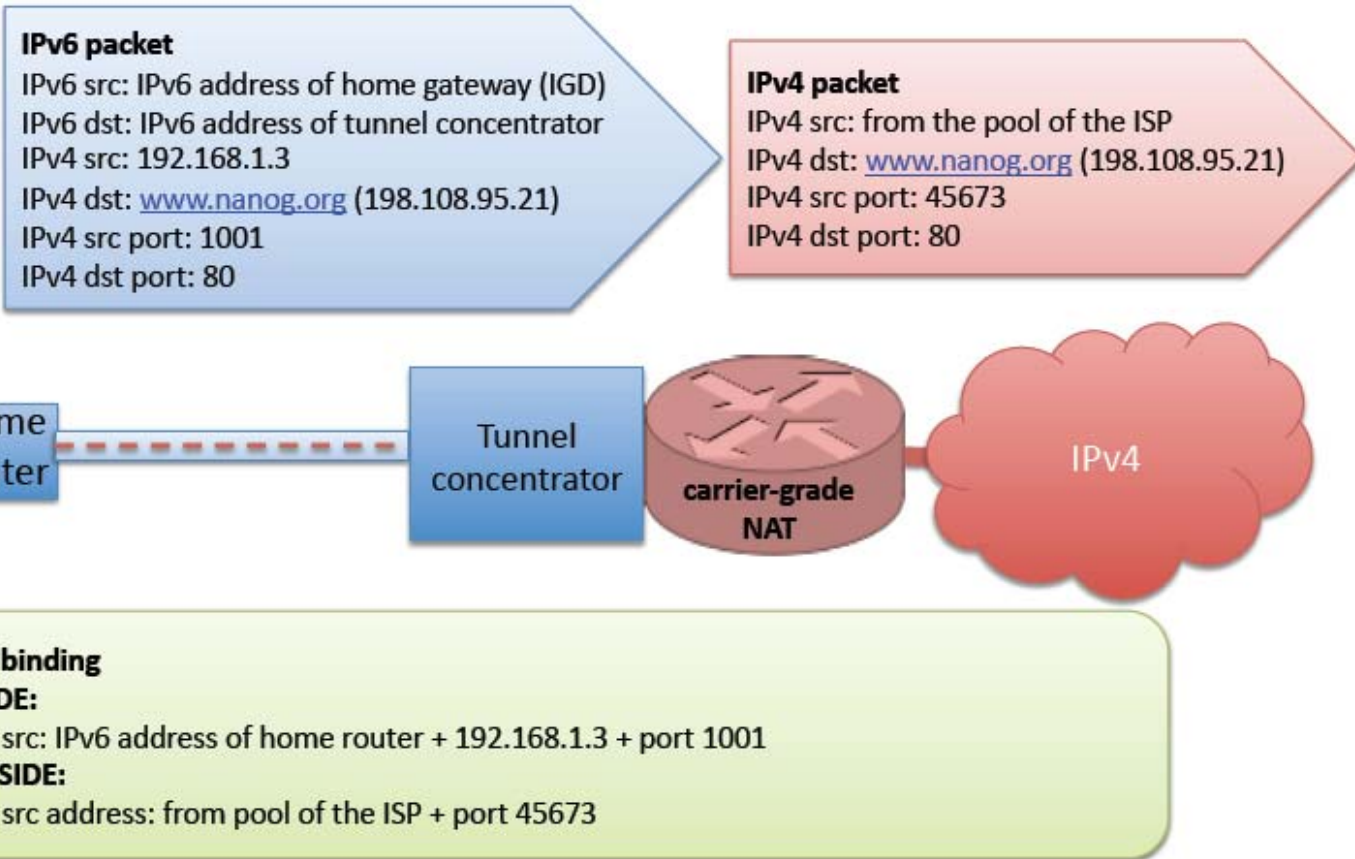
Ejemplo Arquitectura 1: NAT-PT o NAT64.

- ◆ Host “sólo IPv6” puede conectarse al mundo v4.
- ◆ Utiliza “truco” de DNS y NAT en el router de salida.





Ejemplo Arquitectura 2: Dual Stack Lite.





RED Evento:





Conclusiones:

- ◆ **Es necesario comenzar a transitar el camino hacia la implementación de IPv6.**
- ◆ **La planificación lleva tiempo y es una oportunidad para realizar un inventario y puesta a punto de la infraestructura.**
- ◆ **El principal costo en general son gastos en recursos humanos y capacitación (para un ISP pueden ser los CPEs).**
- ◆ **Hay que pensar en el día después.**