



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.



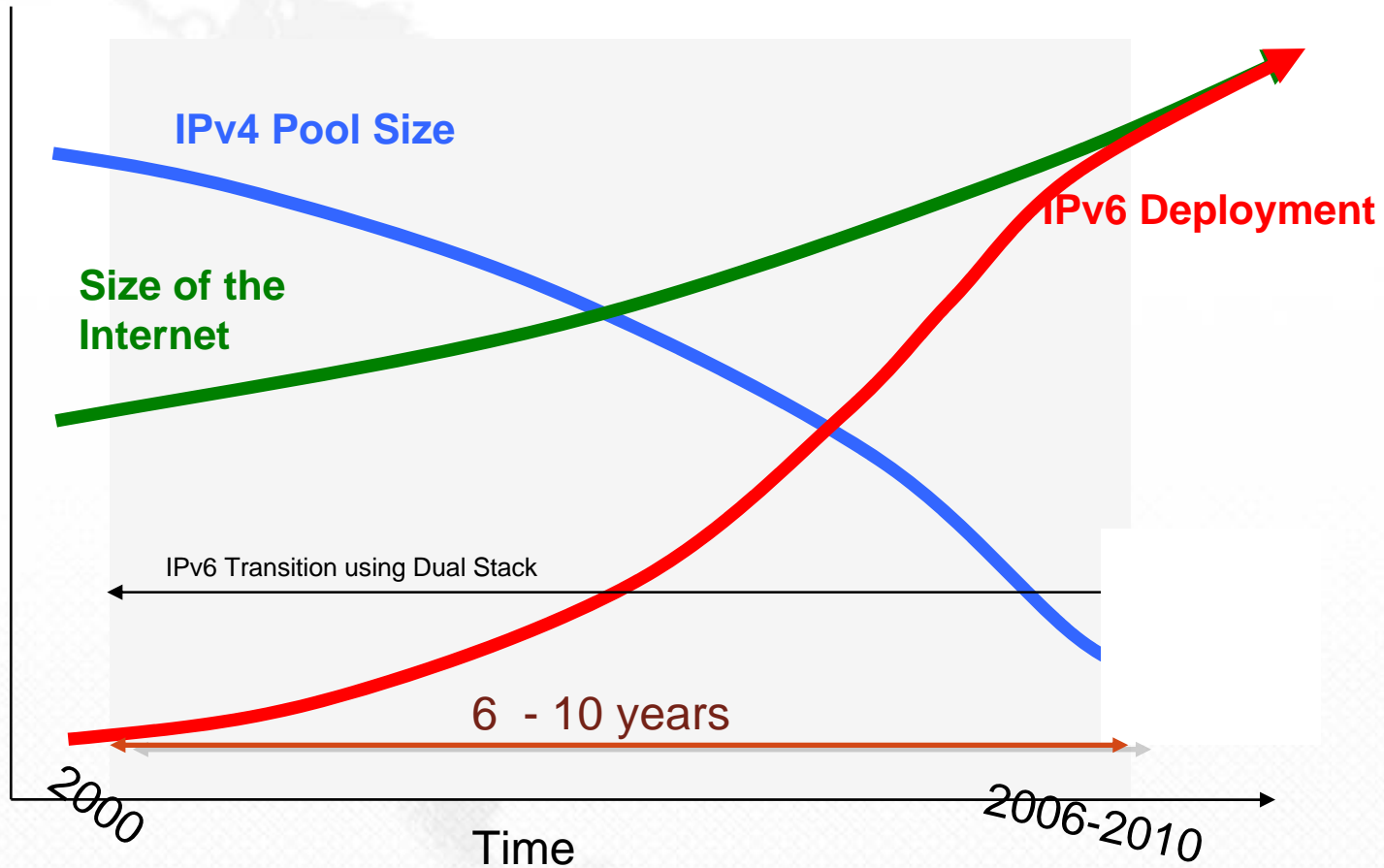
El Agotamiento de IPv4 (1).



- ◆ **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.

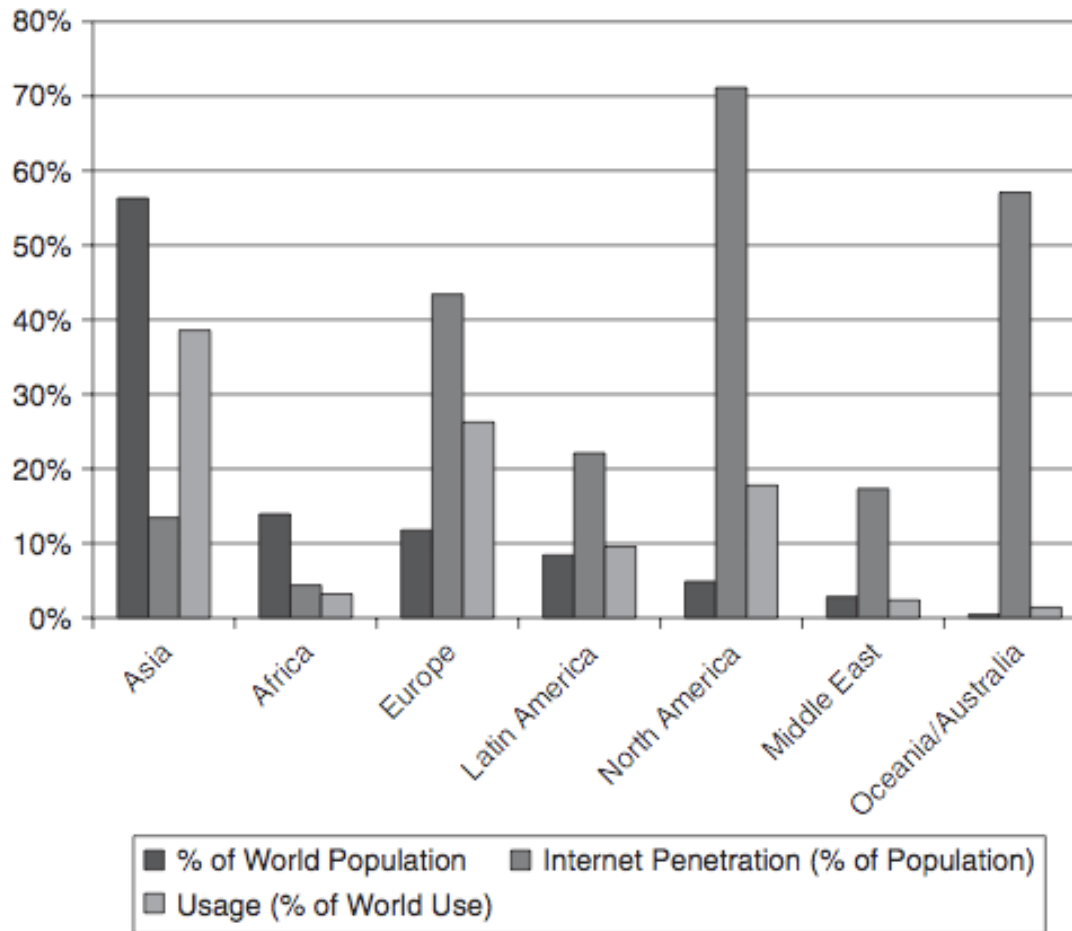




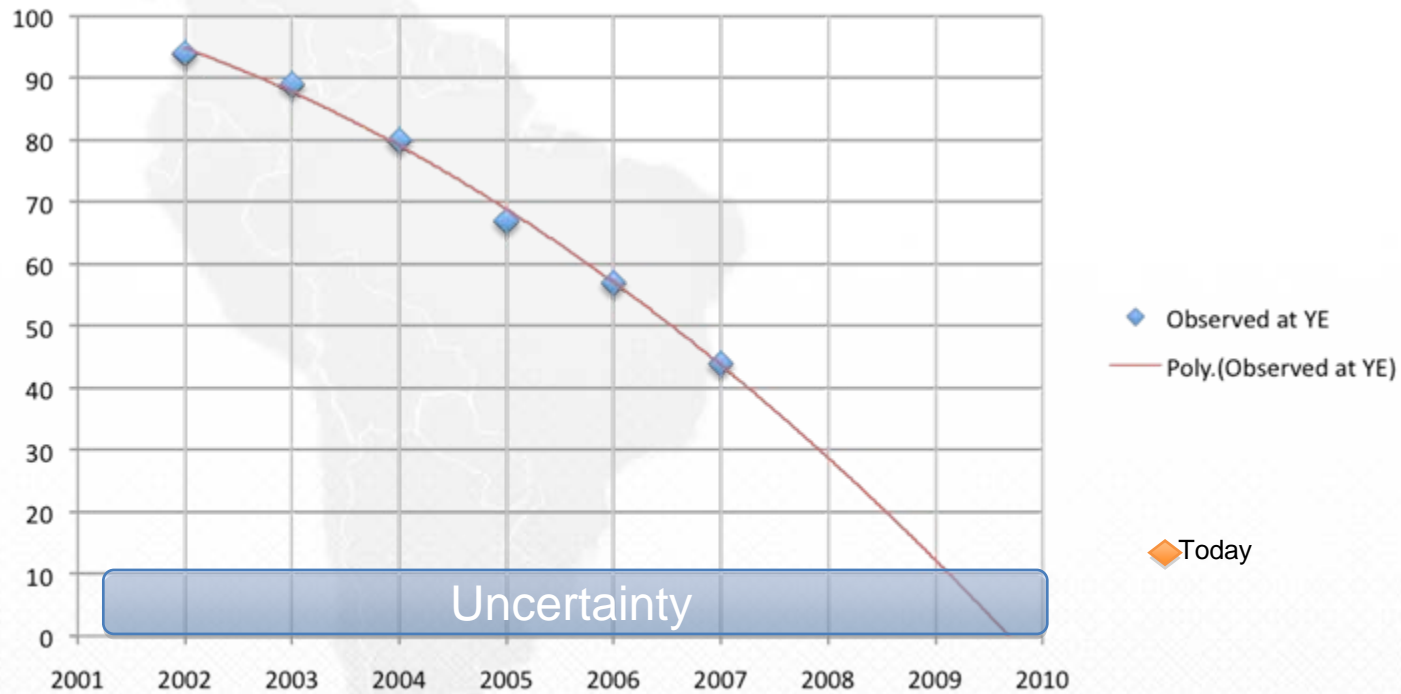
¿Qué Pasó entonces?



- ◆ **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.**



¿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-diseño.



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



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.**



Informarse. Conclusiones



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



Relevamiento de Impacto



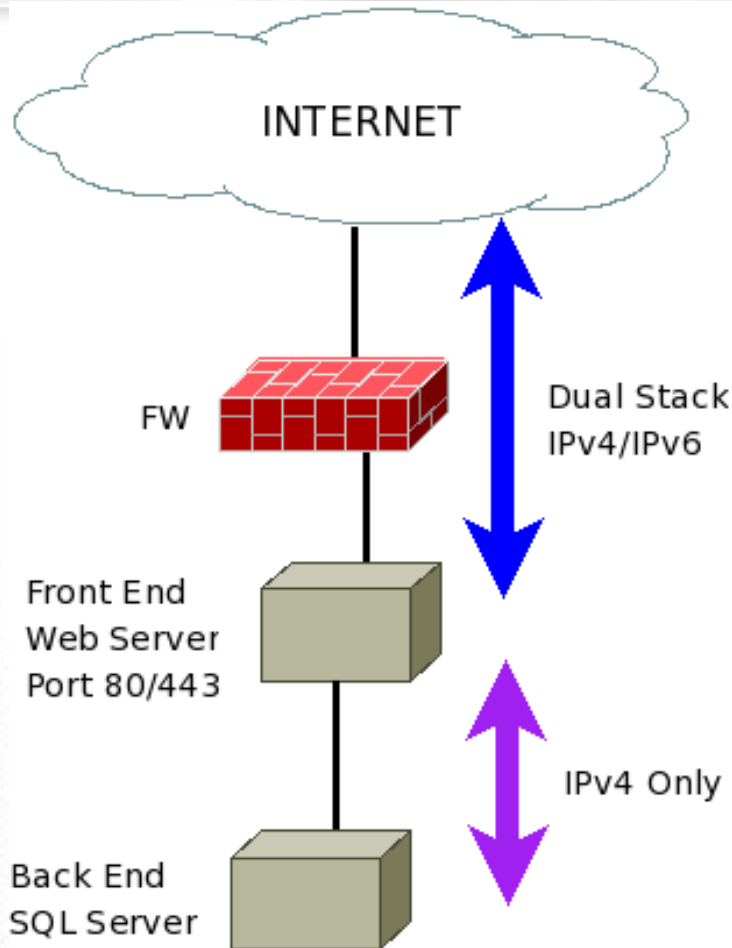
- ◆ En esta etapa uno ya conoce lo suficiente sobre IPv6 para estudiar:
 - ◆ ¿Dónde IPv6 impacta en mi negocio?
 - ◆ ¿Qué alternativas tengo a IPv6?
 - ◆ ¿Qué entrenamiento es necesario y cuándo?
 - ◆ ¿Qué costos voy a tener?
 - ◆ ¿Qué oportunidades se abren con IPv6?
- ◆ El objetivo es realizar un documento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



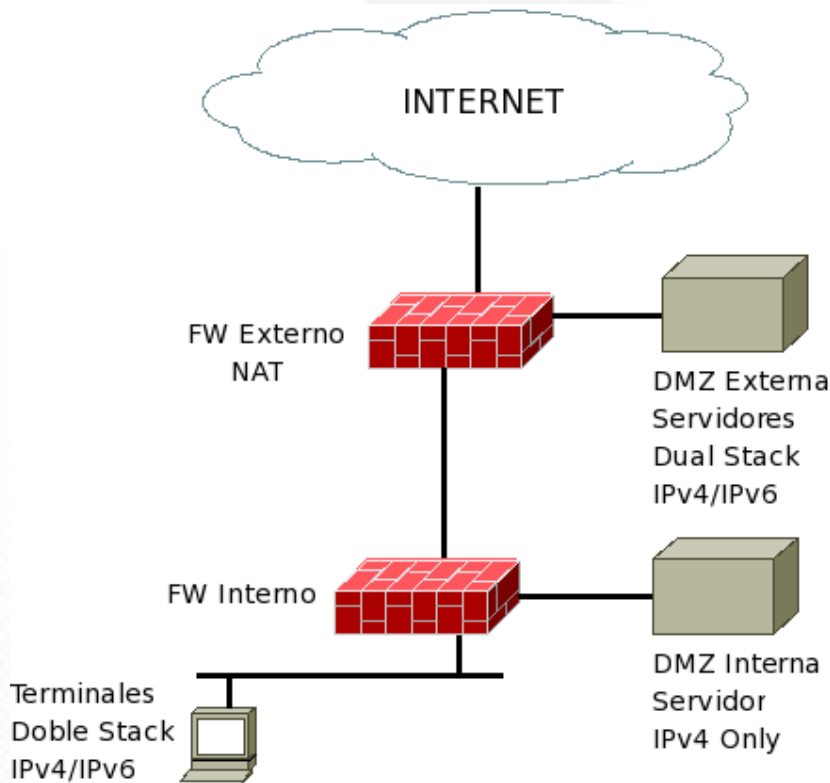
Impacto: Sopa de Palabras



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



- 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.



- 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.



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.



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.



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....**



Agenda



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

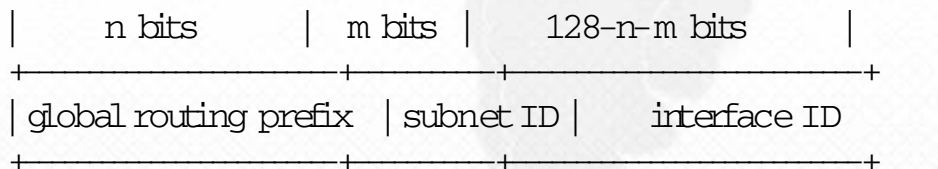


Subnetting IPv6:



- ◆ 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.
- ◆ 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.
 - ◆ Otros largos: /112 o /120.
- ◆ Podemos jugar con los Bits: Ejemplo: 2001:db8::/32.
Esquema: 2001:db8:#POP:#Equipo:#Interfaz::/126.
 - ◆ Ej: Pop1. Equipo2. Interfaz 1-2-3:
2001:db8:1:2:123::/126.
- ◆ Antes de decidir leer: RFC 3627



Loopbacks en IPv6:



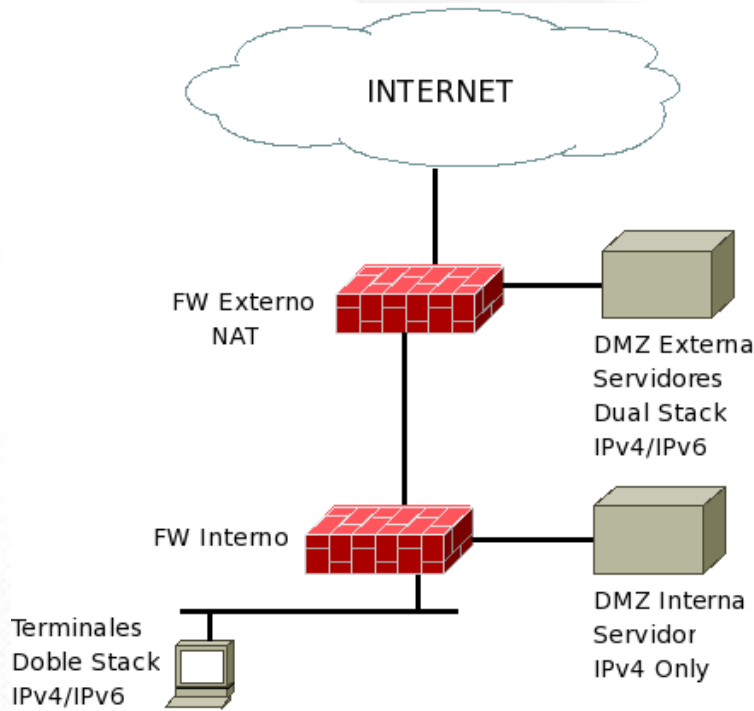
- ◆ De vuelta hay casos en que usan /64.
- ◆ Podemos usar /128.
- ◆ Direcciones Fáciles ayudan en el “sh bgp ipv6 unicast summary”.
- ◆ Ejemplo anterior: Pop1, Equipo 2, loop0 (int 0):
 - ◆ **2001:db8:1:2::1/128.**
- ◆ O cualquier otra alternativa



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.



- 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.**
- ◆ **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



- ◆ red: 2001:DB8::/48.
- ◆ Tres Sedes, Una LAN por SUCURSAL.
- ◆ Uns 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::/56 - De X a Y.**
 - ◆ **Loopbacks: 2001:DB8:0:BBXX::/56 - Loopback Router X.**

Dirección asignada por el proveedor.



Sucursal 1

Loop: 2001:DB8:0:BB11::1/64



DMZ
2001:DB8::/64

LAN: 2001:DB8:0:1000::/64

WAN

2001:DB8:0:AA12::/64

Sucursal 2

Loop: 2001:DB8:0:BB22::1/64



WAN

2001:DB8:0:AA13::/64

WAN

2001:DB8:0:AA23::/64

Sucursal 3

Loop: 2001:DB8:0:BB33::1/64



LAN: 2001:DB8:0:2000::/64

LAN: 2001:DB8:0:3000::/64



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.



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.



Plan de Encaminamiento:



- ◆ **BGP:**
 - ◆ Normalmente sesiones separadas -> Posición conservadora.
 - ◆ Algunos prefieren terminar sesiones en direcciones link-local para evitar reenumeración.
- ◆ **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.**



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.



- ◆ **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).

- ◆ **Routing:**

- ◆ **PIM/DM y PIM/SM (ASM & SSM).**

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



Plan Servicios:



- ◆ **Es el corazón del 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.**



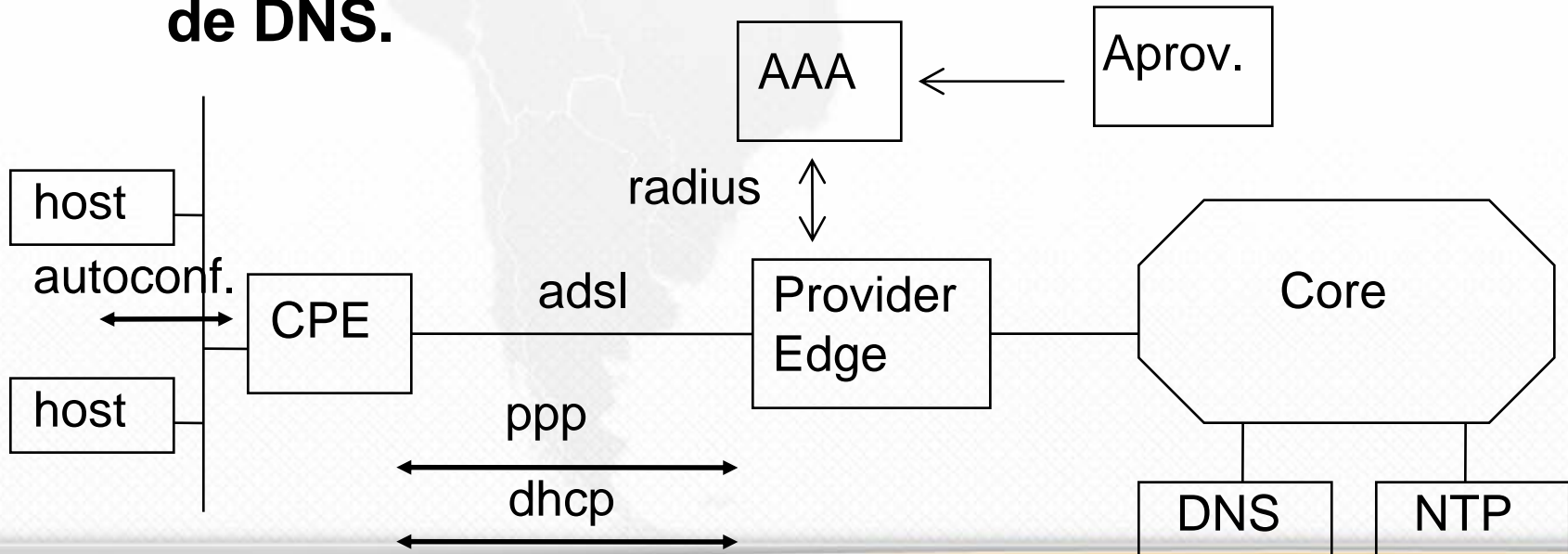
Plan Servicios:



- ◆ **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?**



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.



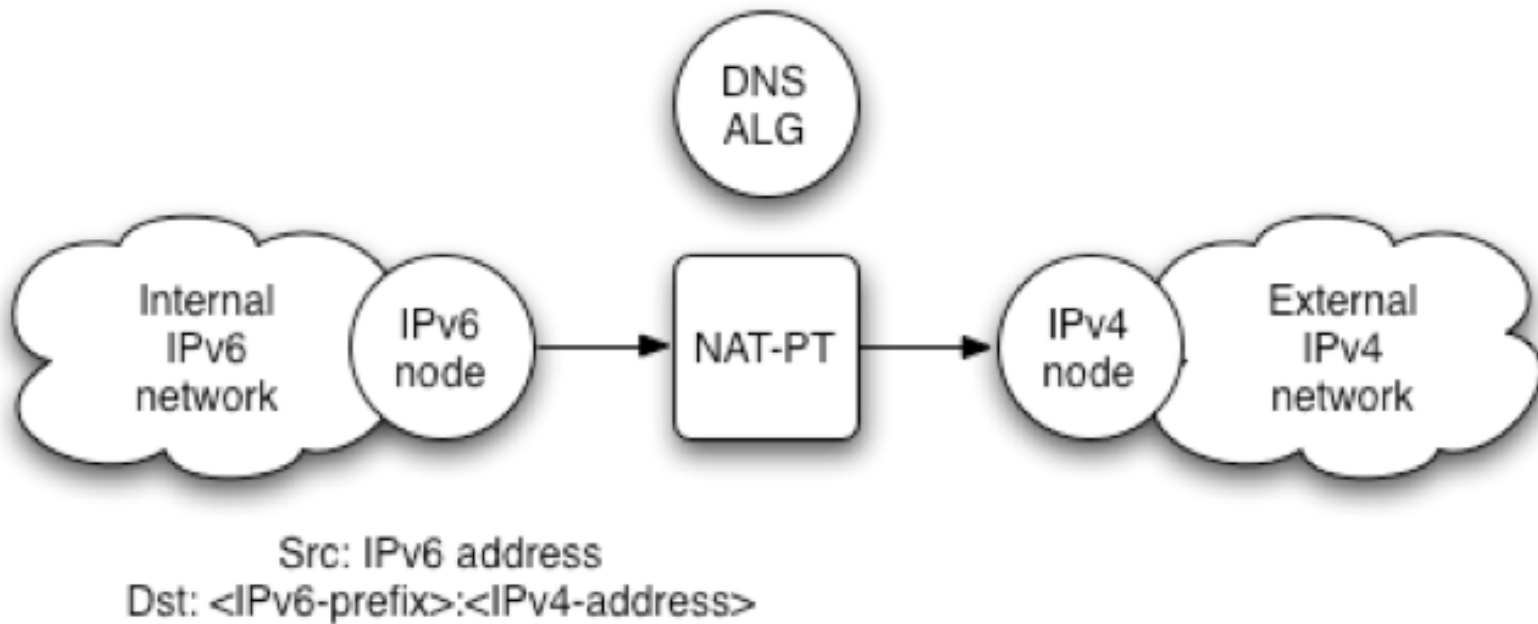
- ◆ No voy a mencionar el posible o no mercado de direcciones.
- ◆ Supongamos que no hay acceso a nuevas direcciones IPv4.
- ◆ Es el fin del paradigma de la “sobre pila”.
- ◆ Tenemos los siguientes problemas:
 - ◆ **Terminales sólo con IPv6 público tratando de acceder a contenido sólo en IPv4.**
 - ◆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

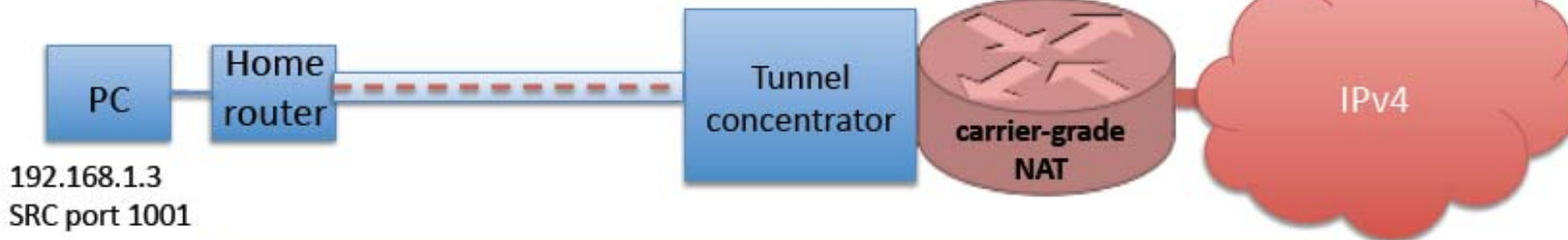


IPv6 packet

IPv6 src: IPv6 address of home gateway (IGD)
IPv6 dst: IPv6 address of tunnel concentrator
IPv4 src: 192.168.1.3
IPv4 dst: www.nanog.org (198.108.95.21)
IPv4 src port: 1001
IPv4 dst port: 80

IPv4 packet

IPv4 src: from the pool of the ISP
IPv4 dst: www.nanog.org (198.108.95.21)
IPv4 src port: 45673
IPv4 dst port: 80



NAT binding

INSIDE:

IPv6 src: IPv6 address of home router + 192.168.1.3 + port 1001

OUTSIDE:

IPv4 src address: from pool of the ISP + port 45673



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.**