

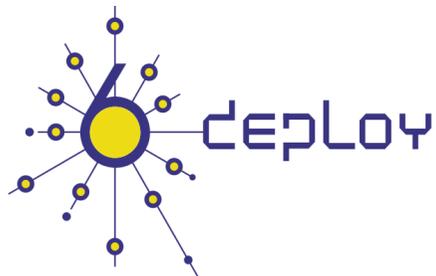
Tutorial IPv6

Santo Domingo, República Dominicana

28 de Noviembre de 2011

Jordi Palet, Consulintel

(jordi.palet@consulintel.es)





6DEPLOY: IPv6 Deployment Support



Participantes

- Martel (Coordinador)
- Industria:
 - Cisco, Consulintel
- NRENs:
 - RENATER, GRNET, FCCN, NIIFI/HUNGARNET, UNINETT, BREN
- RIRs:
 - AfrINIC, APNIC, LACNIC
 - RIPE NCC (asociación en trámite)
- Universidades:
 - UCL



Actividades

- Asistir en la formación de IPv6
 - Eventos de formación abiertos, no-comerciales, por todo el mundo
 - Módulos de formación
 - Casos de estudio
- Laboratorios para prácticas remotas
- Helpdesk para consultas no-comerciales
- Herramienta de e-Learning de introducción
- Asistencia a Gobiernos/Administración Pública
- Coordinación del IPv6 Cluster
- Colaboración con otros proyectos (ejemplo GEN6)



Eventos 6DEPLOY-1



Eventos 6DEPLOY-2



Laboratorios 6DEPLOY



Acerca de ...

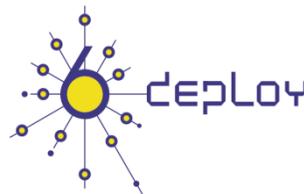
The IPv6 Company
ConsulⁱnTel



Consulintel e IPv6



- La experiencia de Consulintel:
 - Única empresa Española contribuyendo en estandarización desde 1999
 - Intensa colaboración con organismos internacionales:
 - RIRs, ICANN/IANA, ISOC, Gobiernos, Reguladores, ...
 - Participando en actividades de I+D+i desde el 2001
 - Miembro del IPv6 Forum e IPv6 Task Forces
 - Miembro del Comité IPv6 Ready
 - Única empresa Española con experiencia de despliegue internacional
 - Única empresa Española con cursos e ingenieros certificados
 - Formando miles de ingenieros desde el 2001
 - Cientos de publicaciones y libros

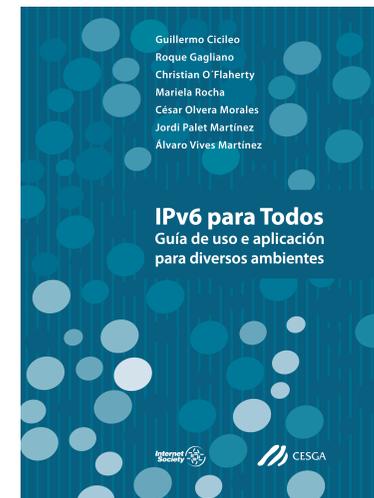
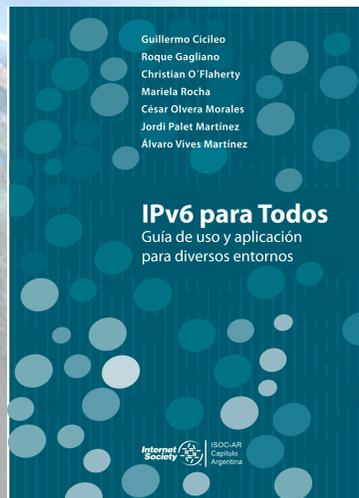


ROUTING IN NEXT GENERATION

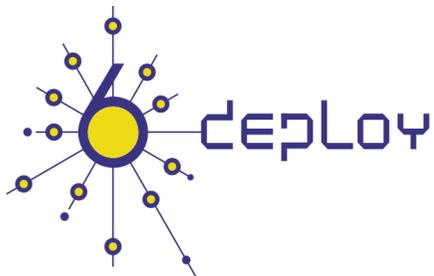


Libros y noticias de IPv6

- <http://www.ipv6tf.org>
- <http://www.consulintel.es/descargas>
- <http://www.consulintel.es/ipv6/proyectos>



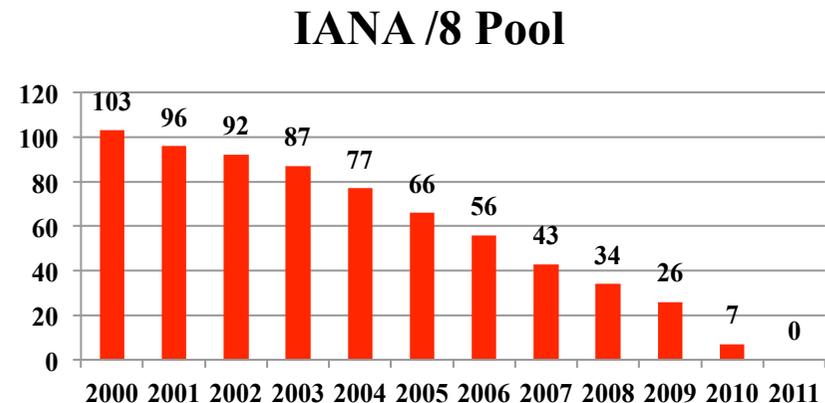
El Agotamiento de IPv4 e impacto en los negocios



¿Es Verdad que NO Quedan Direcciones IPv4?

- Disponibilidad de direcciones IPv4:

- 10% a principio de 2010
- 6% mediados de 2010
- 5% dos meses después
- 2% antes de final de 2010
- 0% el 3 de Febrero de 2011



- Hoy negamos direcciones IPv4 públicas a la mayoría de los nuevos hosts
 - Empleamos mecanismos como NAT, PPP, etc. para compartir direcciones
- Pero nuevos tipos de aplicaciones y nuevos mecanismos de acceso, requieren direcciones únicas

¿Cuándo se produce el agotamiento real?

- ¡Ya esta ocurriendo!
 - El 14 de Abril en Asia Pacífico (APNIC)
 - En pocos meses en Europa (RIPE NCC)
 - Aproximadamente 6 meses después en Norteamérica (ARIN)
 - En 18-24 meses en Latinoamérica y Caribe (LACNIC)
 - En 24-30 meses en África (AfriNIC)

¿Qué ocurre si NO despliego IPv6?

- Otros lo están desplegando
 - NO HAY ALTERNATIVA
- Aquellos servicios que no son visibles con IPv6 (cualquier página web, banca electrónica, gobierno electrónico, etc.), se diluye en la red ... deja de ser visible en una parte del mundo, cada vez mayor
 - Es cuestión de meses, a lo sumo 1-2 años para que tenga un impacto importante en cualquier negocio
- Igualmente dejaremos de acceder a servicios sólo-IPv6, si sólo tenemos IPv4

¿Es válida la traducción?

- En algunos casos ...
- Pero siempre hay riesgos, rompe aplicaciones y servicios
- Dificulta la resolución de ataques, delitos, ...
- Impide la geo-localización necesaria para servicios en Internet, incluyendo adecuada segmentación de publicidad
- Encarece el hardware, servicios, aplicaciones, la gestión de la red, etc.
- ...
- La traducción: NO ES UNA ALTERNATIVA válida para todos los casos

“La Fecha”: 8 de Junio de 2011

- El “World IPv6 Day”, proveedores de contenidos como Google, Facebook, Yahoo, Akamai, etc., (> 80% del tráfico de la red), activaron IPv6.
- Se estimaba que en torno al 0,05% de los usuarios tendría problemas.
- Gran impacto en ISPs y proveedores de contenidos.
- Pero dejará de ser una prueba ...
- Pruebe su conexión:
 - <http://test-ipv6.consulintel.es>

... Los Resultados

- Se ha duplicado el trafico IPv6
- El 70% de los participantes del World IPv6 Day han mantenido IPv6 activo
- El índice de fallos parece que ha sido menor del 0,02%
- Se espera repetir la experiencia con el “World IPv6 Week”, posiblemente en Febrero de 2012
 - (fecha no confirmada)

¿Alarmarse?

- Existe la posibilidad de perder clientes
 - Impacto en el servicio
 - Impacto en la imagen
 - Impacto en publicidad
 - Pérdida de ingresos
- ¿No es mejor anticiparse y tomar medidas?
 - Tráfico no deseado o no controlado
 - Inseguridad en la red actual
- ¿Cuándo hacerlo?
 - Lo lógico era haber empezado hace 4-5 años
 - Es el momento de no esperar más

La tranquilidad de planificar su transición a IPv6

¿Cómo hacerlo?

- Establezca un nuevo plan de direccionamiento
- Obtenga sus direcciones IPv6
- Audite su red
- Planifique actualizaciones y/o adquisiciones
- Cada red o servicio es un caso, aunque suele haber elementos comúnmente afectados:
 - Líneas de comunicaciones
 - Encaminadores
 - Cortafuegos
 - DNS
 - Gestión de direcciones
- Otros muchos equipos en otros servicios:
 - Balanceadores, VoIP, BRAS, CPEs ...

¿Cuánto cuesta?

- ¿Cuál es la antigüedad de los equipos?
 - ¿Hay aplicaciones propietarias?
 - ¿Hardware propietario?
 - ¿Esta formado el personal?
 - ¿Conoce los cientos de RFCs de IPv6?
 - ¿Hay recursos humanos internos disponibles para este proyecto?
-
- **NO DESPLEGAR IPv6 GENERALMENTE CUESTA MÁS QUE HACERLO**
 - El mayor coste suele ser la formación para prepararse a tiempo, la falta de experiencia, la falta de planificación

¿Qué me aporta IPv6?

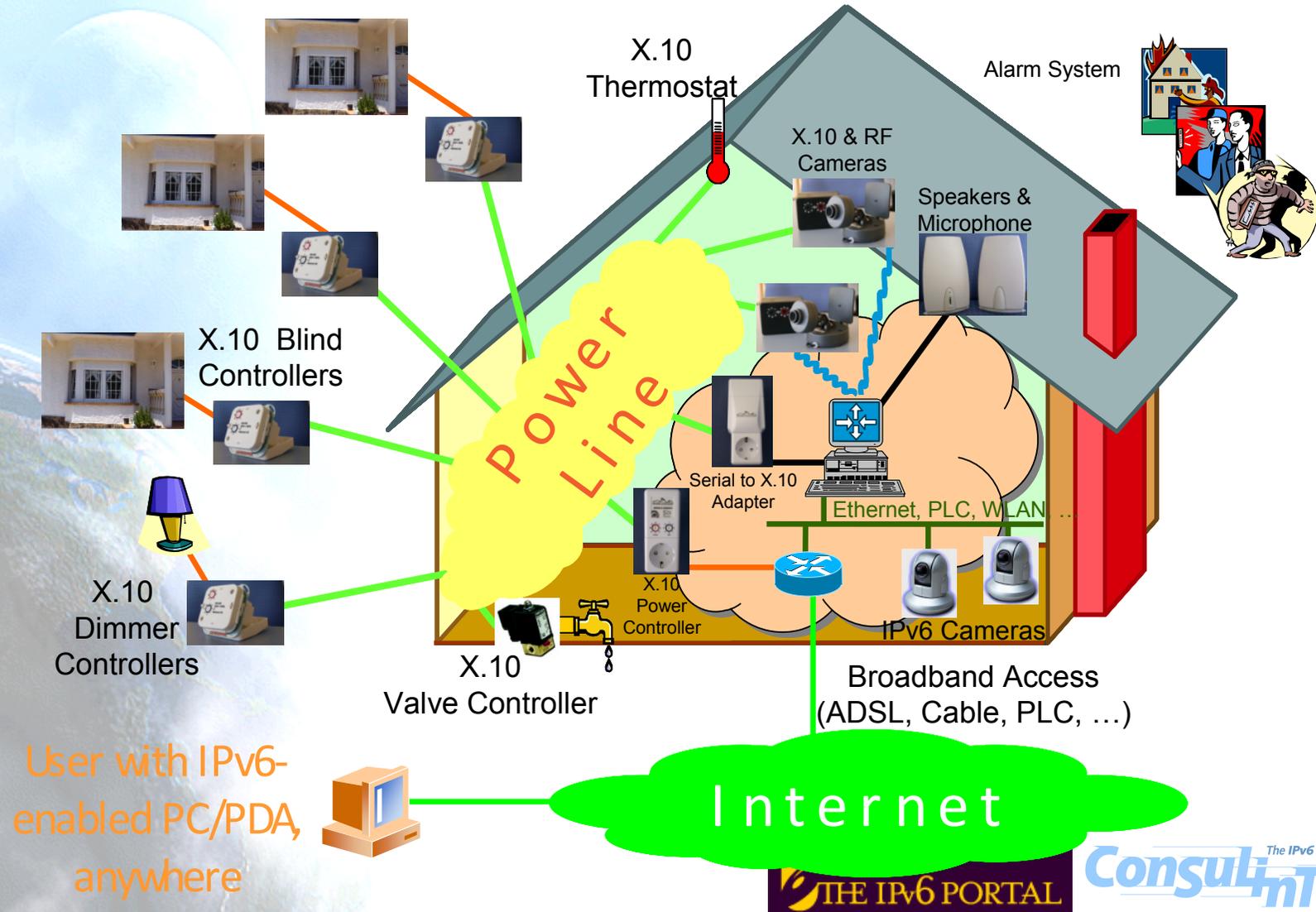
- Facilita la INNOVACIÓN, y por tanto nuevos modelos de NEGOCIO
 - Creación de empleo
 - Nuevos servicios y aplicaciones
 - Abaratamiento de los servicios
- Para los ISPs, facilita la agregación de servicios, nuevos modelos de negocio y nuevos ingresos
 - Produce un efecto multiplicativo en el consumo de ancho de banda

Innovación y Negocio con IPv6

- Redes de sensores y actuadores
- Gestión de “utilities”
- Ahorro energético, energías renovables
- Domótica
- Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS)
- Monitorización/control remoto
- Video-vigilancia
- Comunicaciones máquina a máquina
- Cloud-Computing y GRID
- Electrodomésticos Inteligentes
- Alertas de catástrofes
- eSafety – Defensa y Orden público
- Servicios de información/publicidad dinámicos y personalizados
- Juegos y otras actividades de “siguiente generación”
- INTERNET DE LAS COSAS (IoT)

Domótica: 6PLUG (1)

- Desarrollado por Consulintel dentro del proyecto europeo 6POWER basado en IPv6 y PLC



Domótica: 6PLUG (2)

- Interfaz web de control accesible por IPv6
- Cámaras web accesibles por IPv6

Salir

CÁMARA



C2 camara 2

CONTROL DE DISPOSITIVOS DEL HOGAR

Usuario: consulintel Martes, 23 Diciembre 2003

Código	Nombre	Estado
A1	on/off	Encendido
A2	dimmer	Encendido
B1	persiana 1	Encendido
B2	persiana 2	Apagado
B3	persiana 3	Encendido
C1	camara 1	Encendido
C2	camara 2	Encendido
C3	camara 3	Encendido

Mandos de control

Encender Apagar

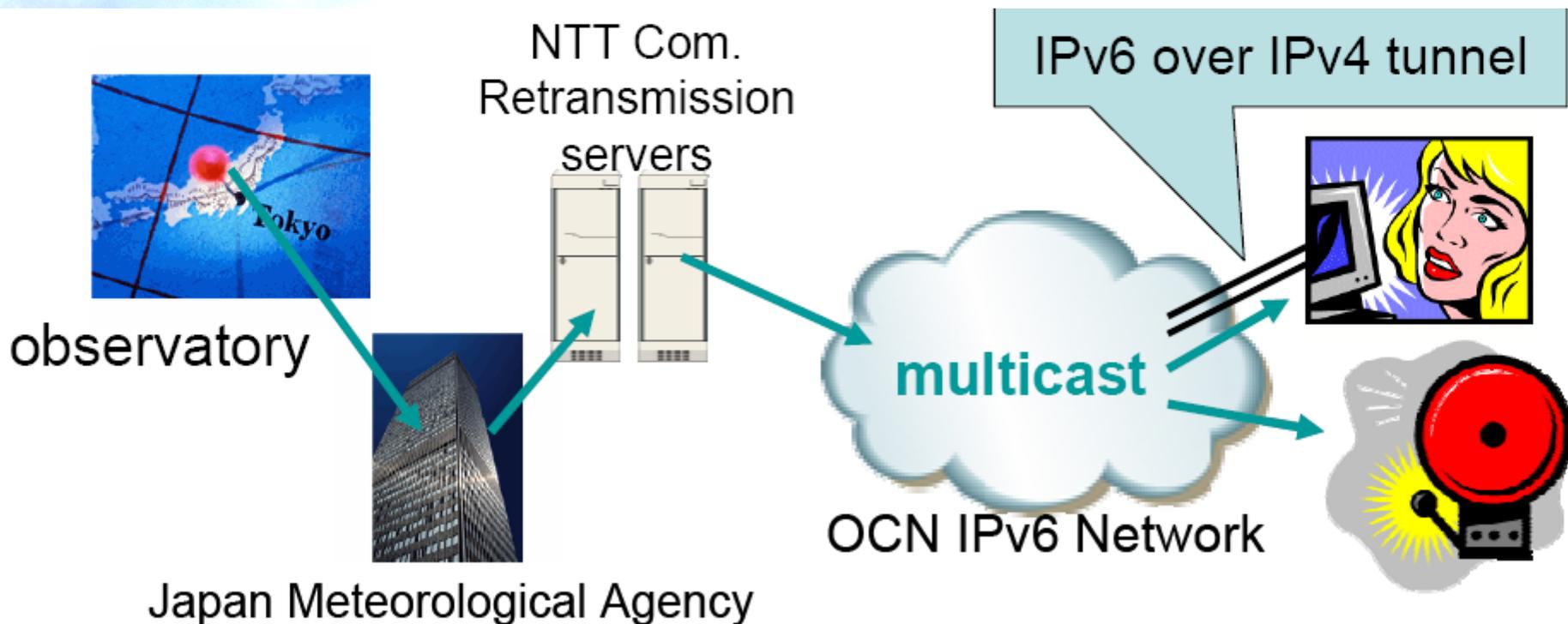


Casos de Éxito

- Los ISPs de Japón y Corea llevan años dando servicios comerciales con IPv6.
- **Ejemplos:** NTT proporciona
 - Servicio VoIP solo con IPv6
 - TV Multicast solo con IPv6
 - Servicio de alerta de terremotos solo con IPv6: SCOOP.
 - Vigilancia del hogar sobre IPv6
 - Servicio de Soporte Técnico remoto sobre IPv6

Servicio SCOOP de NTT

- Se detecta la onda-P y se envía una alerta de onda-S.
- Se usa multicast IPv6. Se consiguen retardos pequeños.
- IPv4 no serviría para este modelo “Push” debido a NAT.
- 5\$/mes por casa y 300\$/mes por edificio.



Copyright(C) NTT Information Sharing Platform Laboratories.

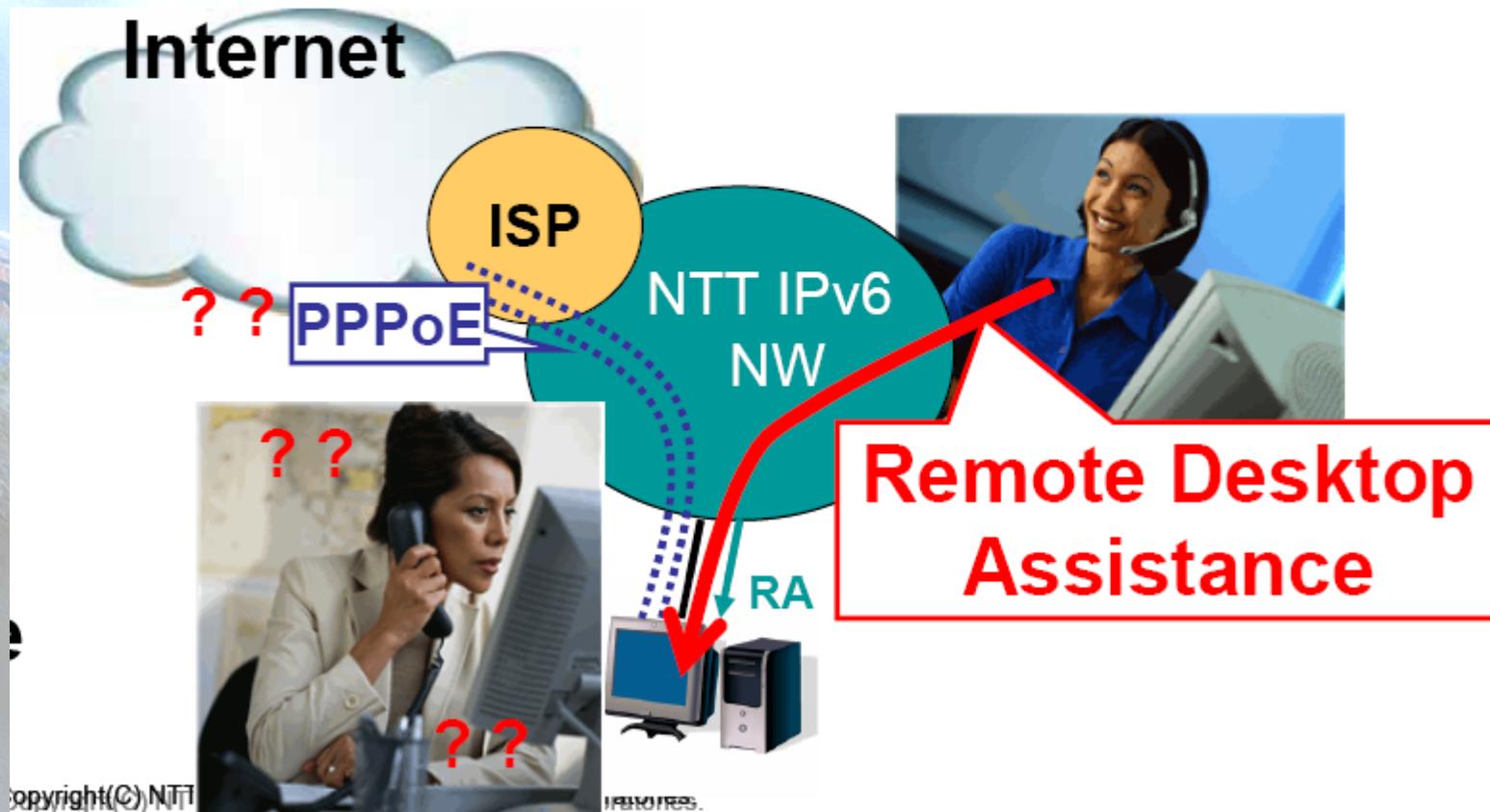
Vigilancia del hogar NTT

- “Kururimo” es un appliance específico que soporta IPv4 e IPv6.
- Se puede acceder desde el celular (se cobra) o desde la red IPv6 de NTT (sin cargo).



Soporte Técnico Remoto NTT

- Se utiliza la auto-configuración IPv6
- Para solucionar problemas de configuración de host/router que se conecta IPv4 sobre PPPoE
- Se manipula PC (XP/Vista) con escritorio remoto

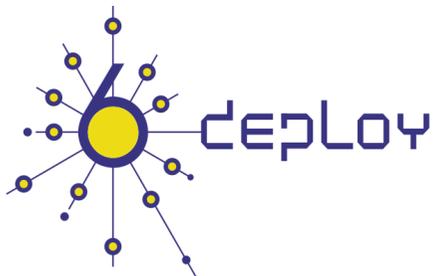


Copyright (C) NTT

IPV6 PORTAL



Introducción a IPv6 y diferencias con IPv4



¿Porque un Nuevo Protocolo de Internet?

Un único motivo lo impulso: ¡Más direcciones!

- Para miles de millones de nuevos dispositivos, como teléfonos celulares, PDAs, dispositivos de consumo, coches, etc.
- Para miles de millones de nuevos usuarios, como China, India, etc.
- Para tecnologías de acceso “always-on” , como xDSL, Cable, PLC, Fibra, Ethernet, etc.

¿Porqué NAT no es Adecuado?

- No funciona con gran número de “servidores”, es decir, dispositivos que son “llamados” por otros (ejemplo, Teléfonos IP)
- Inhiben el desarrollo de nuevos servicios y aplicaciones
- Coste de desarrollo con NAT
- Comprometen las prestaciones, robustez, seguridad y manejabilidad de Internet

Ventajas Adicionales con el Tamaño Mayor de las Direcciones

- Facilidad para la auto-configuración
- Facilidad para la gestión/delegación de las direcciones
- Espacio para más niveles de jerarquía y para la agregación de rutas
- Habilidad para las comunicaciones extremo-a-extremo con IPsec (porque no necesitamos NATs)

Seguridad frente a Protección

- IPv6 no es más seguro que IPv4
- Pero si se utiliza correctamente ...
 - Dificulta los ataques por “fuerza bruta” (“port scanning”)
 - Ejemplo, en una conexión ADSL de 1 Mbit
 - 5 minutos para un /24 (254 direcciones) IPv4
 - 5.300 millones de años para /64 (una subred) IPv6
 - ... casi imposible para un /48

Ventajas Adicionales con el Nuevo Despliegue

- Oportunidad para eliminar parte de la complejidad, ejemplo en la cabecera IP
- Oportunidad para actualizar la funcionalidad, ejemplos como multicast, QoS, movilidad

Resumen de las Principales Ventajas de IPv6

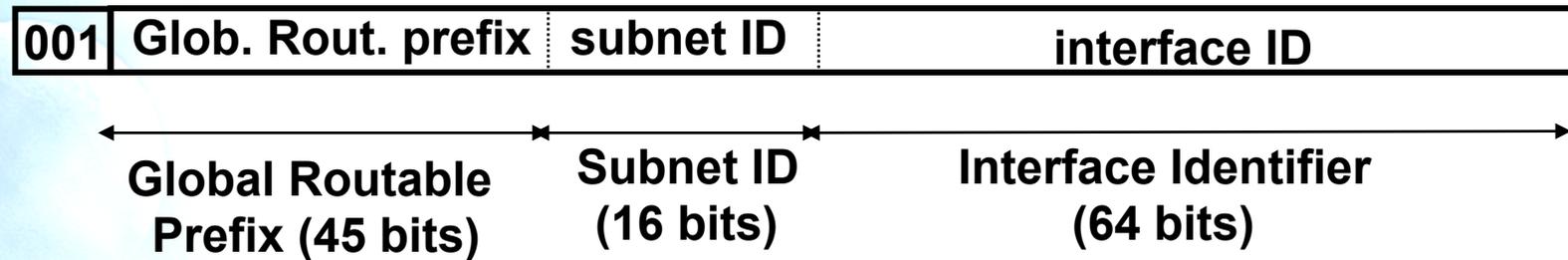
- Capacidades expandidas de direccionamiento
- Autoconfiguración y reconfiguración “sin servidor” (“plug-n-play”)
- Mecanismos de movilidad más eficientes y robustos
- Incorporación de encriptado y autenticación en la capa IP
- Formato de la cabecera simplificado e identificación de flujos
- Soporte mejorado de opciones/extensiones

¿Porqué 128 Bits para el Tamaño de las Direcciones?

- Había quienes deseaban direcciones de 64-bits, de longitud fija
 - suficientes para 10^{12} sitios, 10^{15} nodos, con una eficacia del .0001 (3 órdenes de magnitud más que los requisitos de IPng)
 - minimiza el crecimiento del tamaño de la cabecera por cada paquete
 - eficaz para el procesamiento por software
- Había quienes deseaban hasta 160 bits y longitud variable
 - compatible con los planes de direccionamiento OSI NSAP
 - suficientemente grandes para la autoconfiguración utilizando direcciones IEEE 802
 - se podía empezar con direcciones más pequeñas que 64 bits y crecer posteriormente
- La decisión final fue un tamaño de 128-bits y longitud fija
 - ¡nada menos que
340,282,366,920,938,463,463,374,607,431,768,211,456!

IPv6 no son “128 bits”

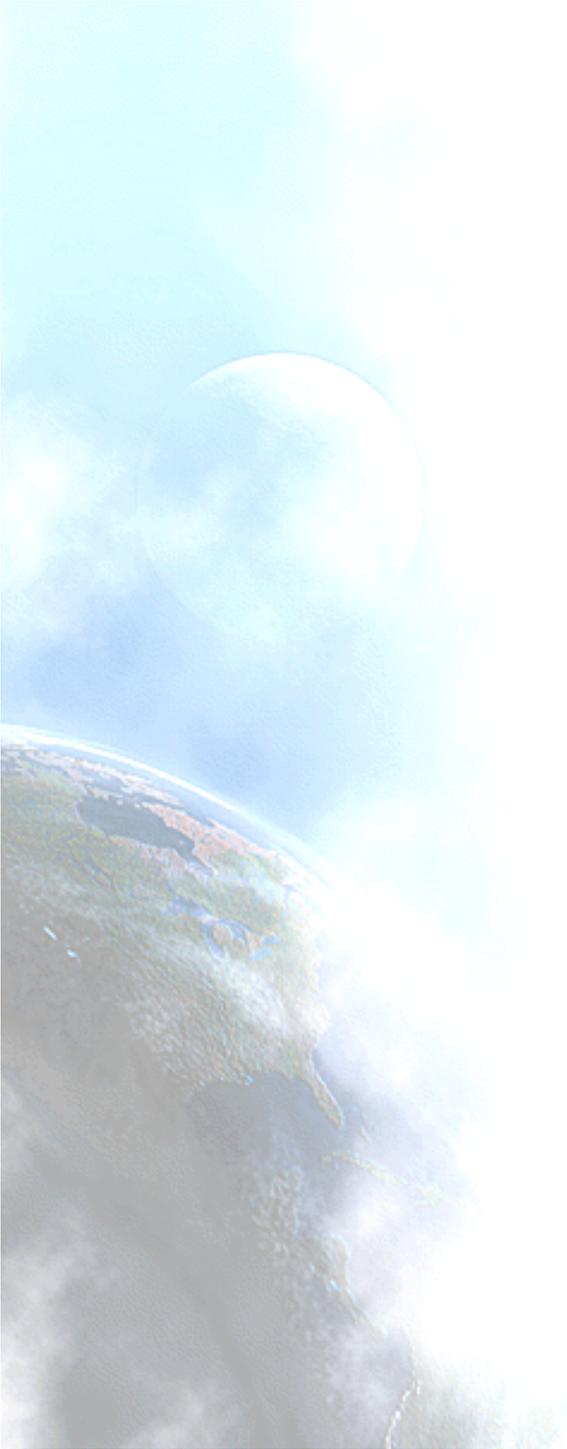
- Las direcciones IPv6 tienen 128 bits
 - ¡340,282,366,920,938,463,463,374,607,431,768,211,456!



- En realidad son 2^{64} subredes, de 2^{64} posibles direcciones cada una
- Los LIRs (ISPs) reciben por defecto /32 (mínimo) y los sitios /48
 - Se puede pedir más si se justifica
- 480 años de tiempo de vida ... Tenemos 7/8 de espacio adicional para equivocarnos

¿Que pasó con IPv5?

0-3		no asignados
4	IPv4	(versión más extendida hoy de IP)
5	ST	(Stream Protocol, no un nuevo IP)
6	IPv6	(inicialmente denominados SIP, SIPP)
7	CATNIP	(inicialmente IPv7, TP/IX; caducados)
8	PIP	(caducado)
9	TUBA	(caducado)
10-15		no asignados



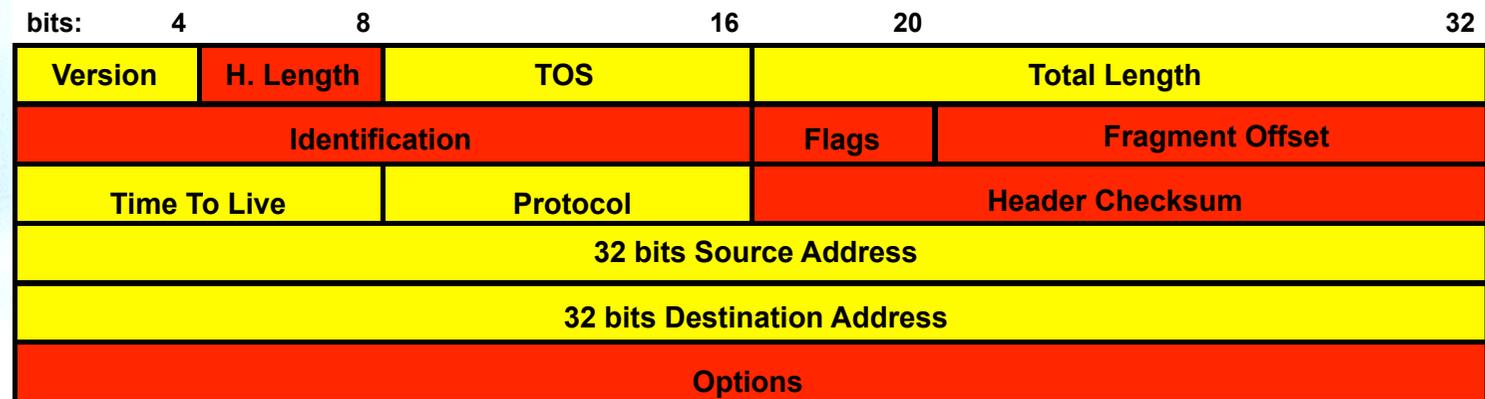
Formato de la Cabecera

RFC2460

- Especificación básica del Protocolo de Internet versión 6
- Cambios de IPv4 a IPv6:
 - Capacidades expandidas de direccionamiento
 - Simplificación del formato de la cabecera
 - Soporte mejorado de extensiones y opciones
 - Capacidad de etiquetado de flujos
 - Capacidades de autenticación y encriptación

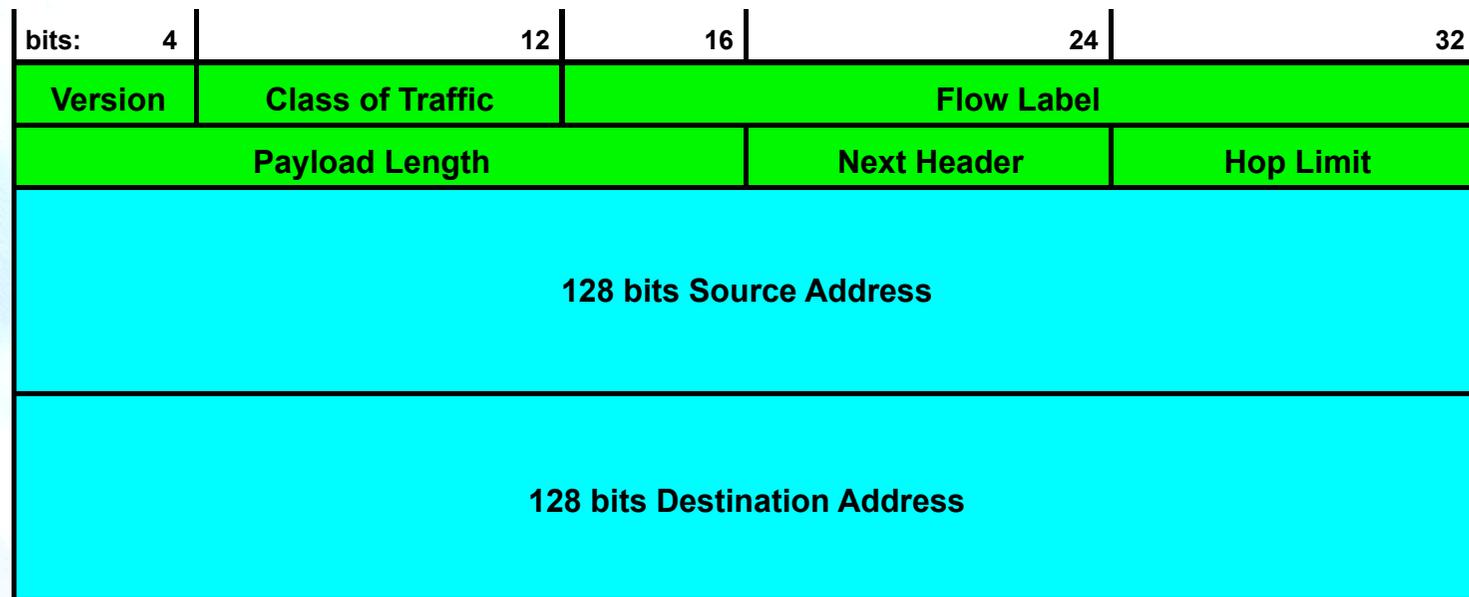
Formato de la Cabecera IPv4

- 20 Bytes + Opciones



Formato de la Cabecera IPv6

- De 12 a 8 campos (40 bytes)



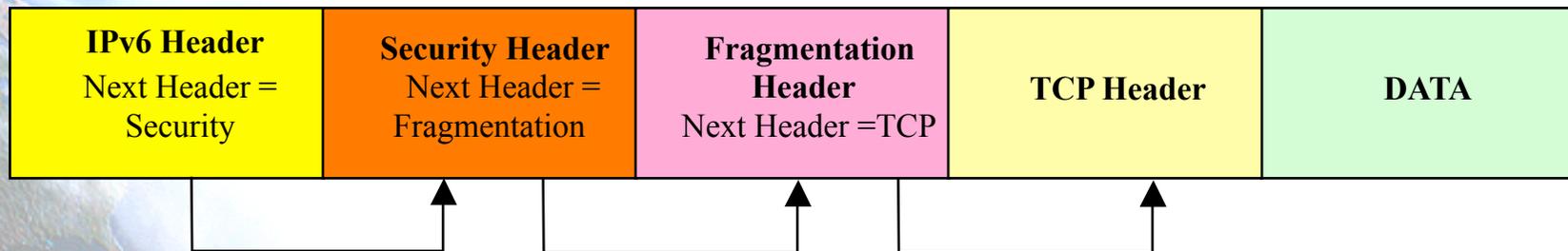
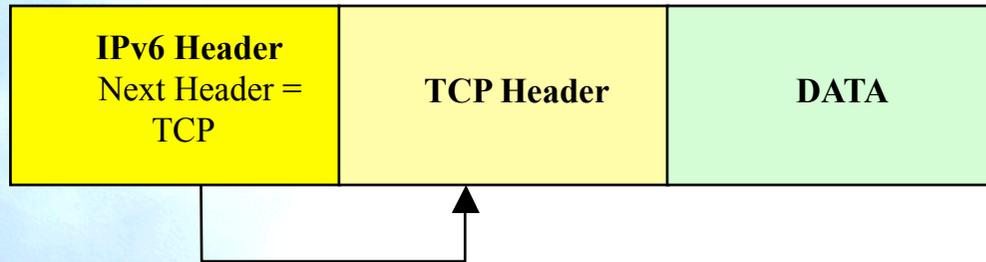
- Evitamos la redundancia del checksum
- Fragmentación extremo-a-extremo

Resumen de los Cambios de la Cabecera

- 40 bytes
- Direcciones incrementadas de 32 a 128 bits
- Campos de fragmentación y opciones retirados de la cabecera básica
- Retirado el checksum de la cabecera
- Longitud de la cabecera es sólo la de los datos (dado que la cabecera tiene una longitud fija)
- Nuevo campo de Etiqueta de Flujo
- TOS -> Traffic Class
- Protocol -> Next Header (cabeceras de extensión)
- Time To Live -> Hop Limit
- Alineación ajustada a 64 bits

Cabeceras de Extensión

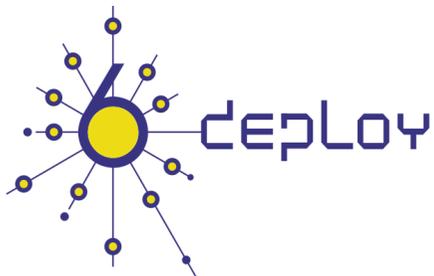
- Campo “Next Header”



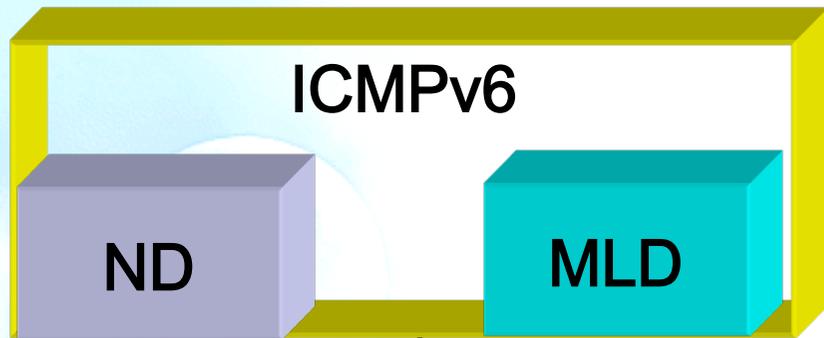
Ventajas de las Cabeceras de Extensión

- Procesadas sólo por los nodos destino
 - Excepción: Hop-by-Hop Options Header
- Sin limitaciones de “40 bytes” en opciones (IPv4)
- Cabeceras de extensión definidas hasta el momento:
 - Hop-by-Hop Options (0)
 - Destination Options (60) / Routing (43)
 - Fragment (44)
 - Authentication (RFC4302, next header = 51)
 - Encapsulating Security Payload (RFC4303, next header = 50)
 - Destination Options (60)
 - Mobility Header (135)
 - No next header (59)
 - TCP (6), UDP (17), ICMPv6 (58)

Detalles técnicos básicos de IPv6



Plano de Control IPv4 vs. IPv6



Multicast



Broadcast

Multicast



Direccionamiento y Encaminado

Representación Textual de las Direcciones

Formato “preferido”: 2001:DB8:FF:0:8:7:200C:417A

Formato comprimido: FF01:0:0:0:0:0:0:43

se comprime como: FF01::43

Compatible-IPv4: 0:0:0:0:0:0:13.1.68.3 (desaprobadas)

o ::13.1.68.3

IPv4-mapped: ::FFFF:13.1.68.3

URL: [http://\[FF01::43\]:80/index.html](http://[FF01::43]:80/index.html)

Tipos de Direcciones

Unicast (uno-a-uno)

- globales
- enlace-local
- local-de-sitio (**desaprobadas**)
- Locales Únicas (ULA)
- Compatible-IPv4 (**desaprobadas**)
- IPv4-mapped

Multicast (uno-a-muchas)

Anycast (uno-a-la-mas-cercana)

Reservado

Prefijos de los Tipos de Direcciones

Address Type	Binary Prefix	IPv6 Notation
Unspecified	00...0 (128 bits)	::/128
Loopback	00...1 (128 bits)	::1/128
Multicast	1111 1111	FF00::/8
Link-Local Unicast	1111 1110 10	FE80::/10
ULA	1111 110	FC00::/7
Global Unicast	(everything else)	
IPv4-mapped	00...0:1111 1111:IPv4	::FFFF:IPv4/128
Site-Local Unicast (deprecated)	1111 1110 11	FEF0::/10
IPv4-compatible (deprecated)	00...0 (96 bits)	::/96

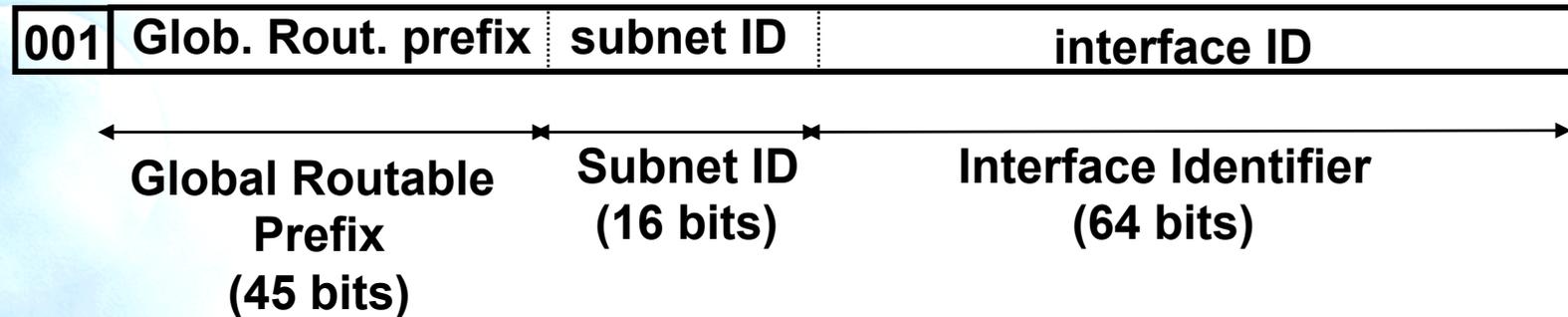
- Las direcciones Anycast utilizan el mismo prefijo que las Unicast

Prefijos Globales Unicast

<u>Address Type</u>	<u>Binary Prefix</u>
IPv4-compatible	0000...0 (96 zero bits) (desaprobadas)
IPv4-mapped	00...0FFFF (80 zero+ 16 one bits)
Global unicast	001
ULA	1111 110x (1= Locally assigned) (0=Centrally assigned)

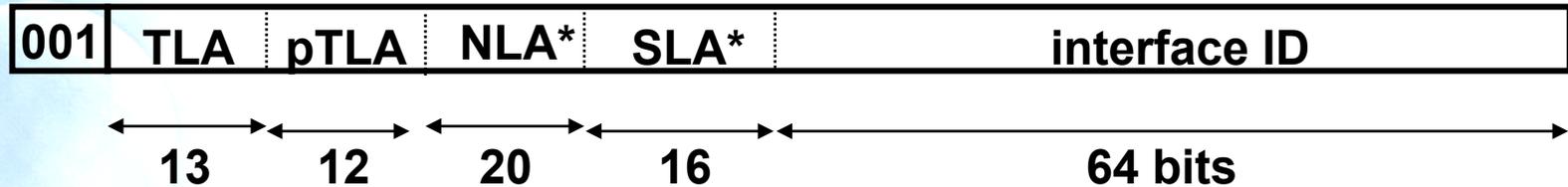
- **2000::/3** es utilizado para Global Unicast, todos los demás prefijos están reservados (aproximadamente 7/8 del total)

Direcciones Globales Unicast (RFC3587)



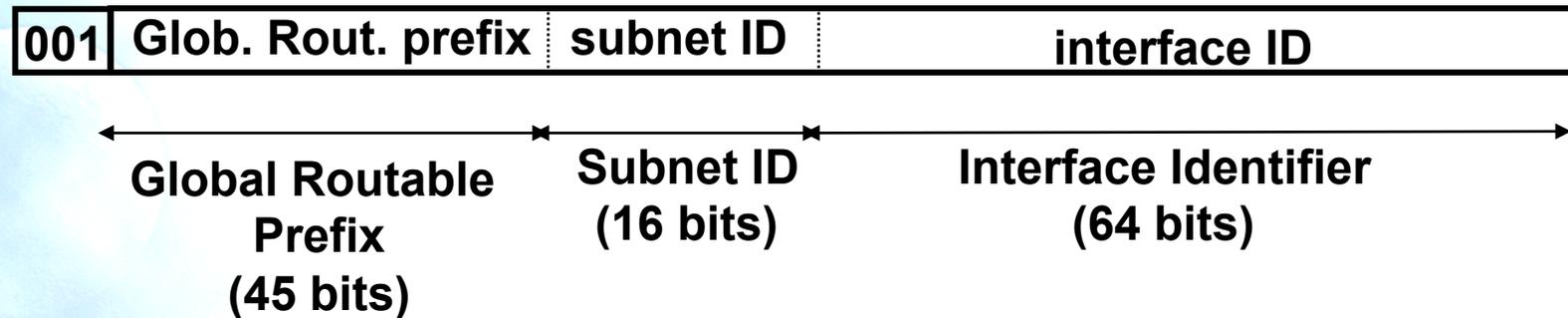
- El prefijo global de routing es un valor asignado a una zona (sitio, conjunto de subredes/enlaces)
 - Ha sido diseñado para ser una estructura jerárquica desde una perspectiva de Routing Global
- El Identificador de subred, identifica una subred dentro de un sitio
 - Ha sido diseñado para ser una estructura jerárquica desde una perspectiva del administrador del sitio
- El Identificador de Interfaz se construye siguiendo el formato EUI-64

Direcciones Global Unicast para el 6Bone (hasta 6/6/6)



- 6Bone: Red IPv6 experimental utilizada sólo para pruebas
- TLA 1FFE (hex) asignado al 6Bone
 - por tanto, las direcciones de 6Bone comienzan con 3FFE:
 - (binario 001 + 1 1111 1111 1110)
- Los 12 bits siguientes numeran un “pseudo-TLA” (pTLA)
 - por tanto, cada pseudo-ISP de 6Bone obtiene un prefijo /28
- NO debe de ser utilizado para servicios de producción con IPv6

Direcciones Globales Unicast Addresses para Servicios de Producción

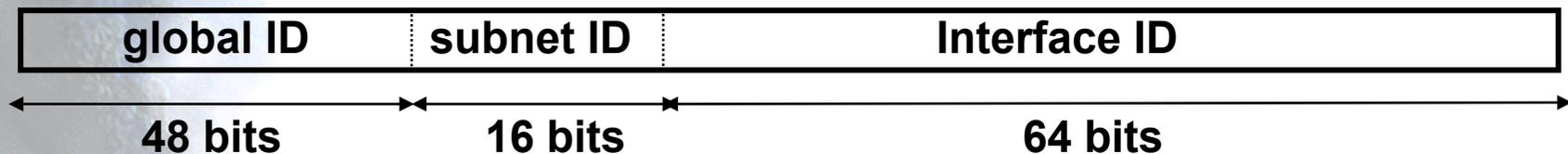


- Los LIRs reciben por defecto /32
 - Las direcciones de producción actualmente son de los prefijos 2001, 2003, 2400, 2800, etc.
 - Se puede pedir más si se justifica
- /48 utilizado sólo dentro de la red del LIR, con algunas excepciones para infraestructuras críticas
- /48 a /128 es delegado a usuarios finales
 - Recomendaciones siguiendo el RFC3177 y las políticas vigentes
 - /48 en el caso general, /47 si esta justificado para redes más grandes
 - /64 sólo si una y sólo una red es requerida
 - /128 si y sólo si se esta seguro de que sólo un único dispositivo va a ser desconectado

Identificadores de Interfaz

Los 64-bits de menor peso de las direcciones Unicast pueden ser asignados mediante diversos métodos:

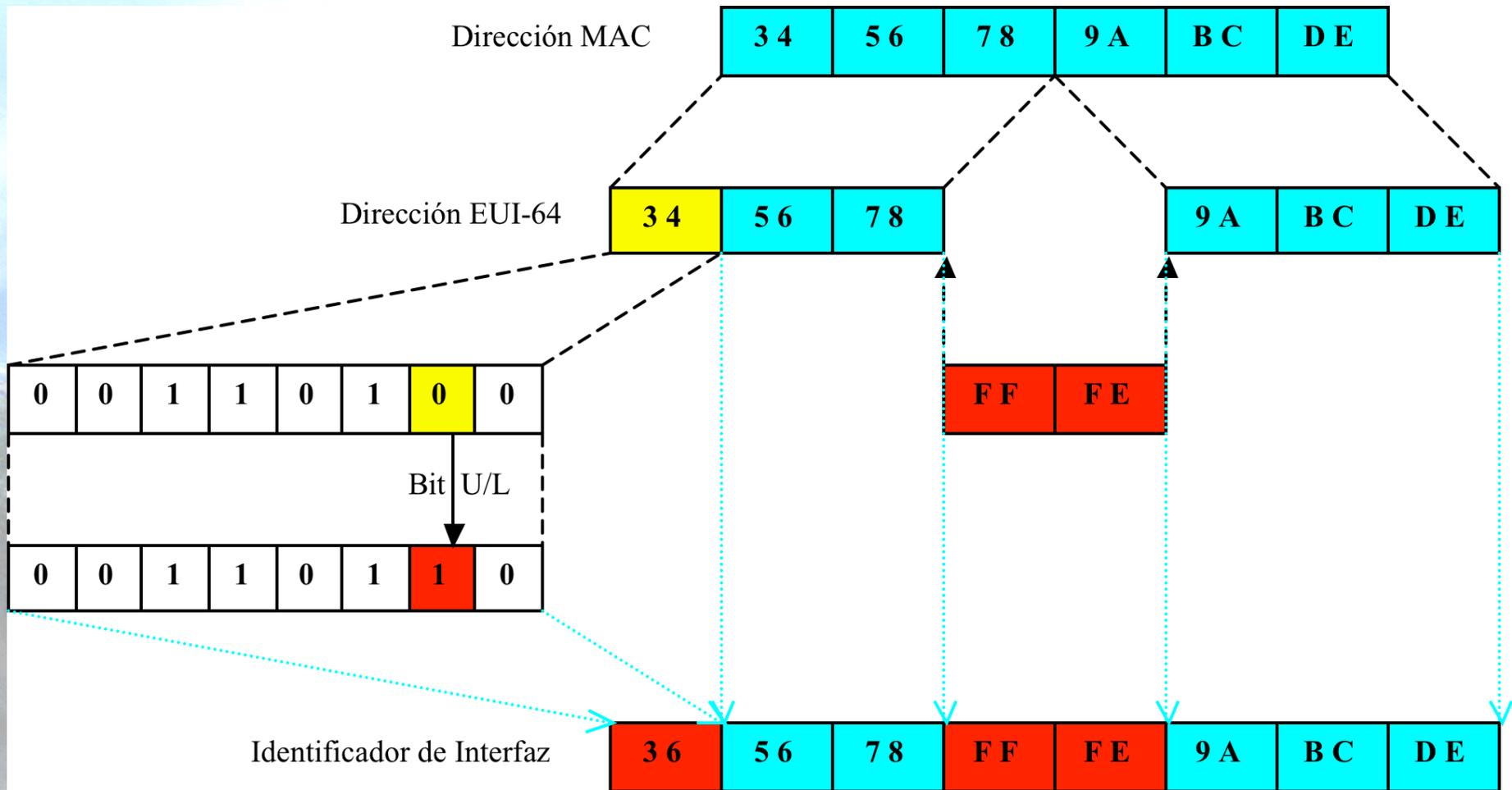
- auto-configuradas a partir de una dirección MAC de 48-bit (ejemplo, direcciones Ethernet), y expandida aun EUI-64 de 64-bits
- asignadas mediante DHCP
- configuradas manualmente
- auto-generadas pseudo-aleatoriamente (protección de la privacidad)
- posibilidad de otros métodos en el futuro



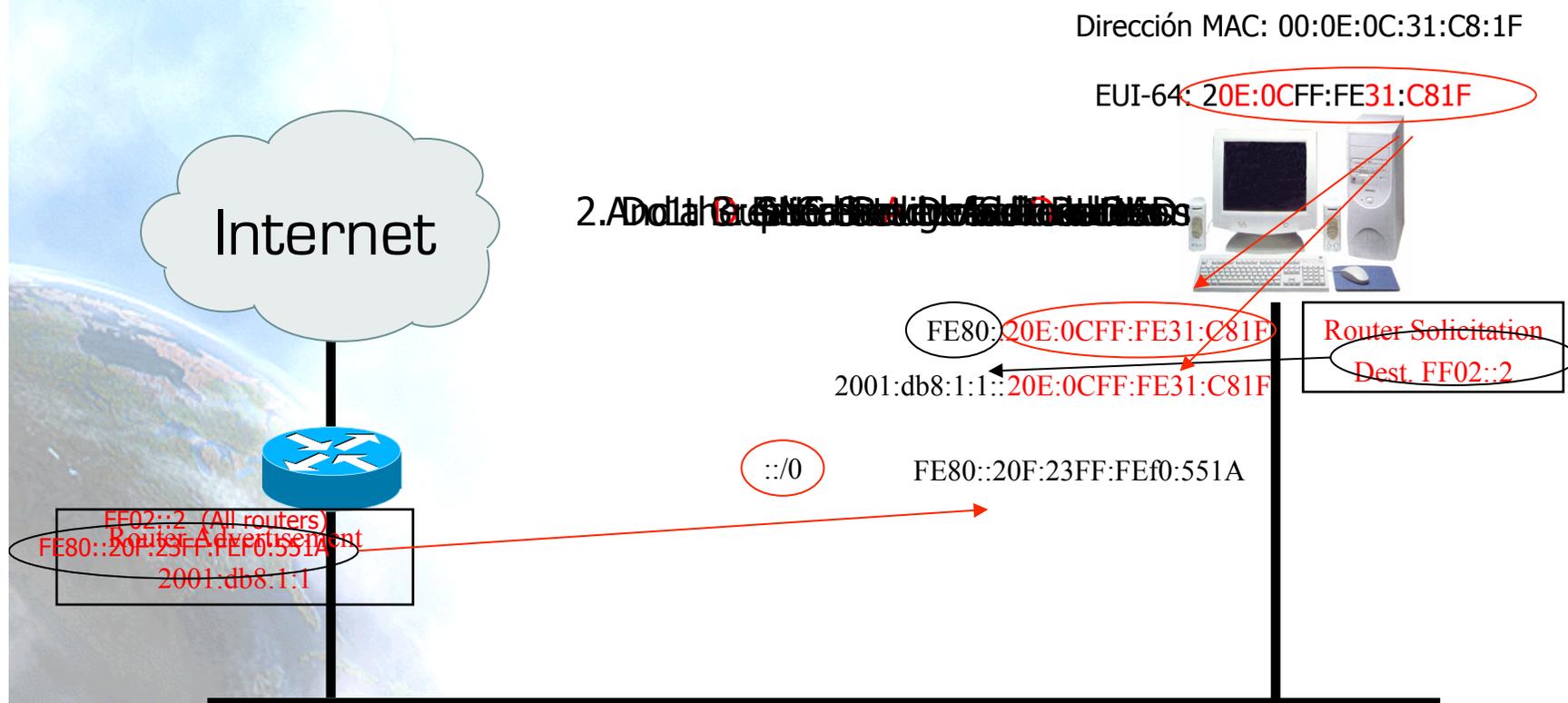
IPv6 en Ethernet

48 bits	48 bits	16 bits	
Ethernet Destination Address	Ethernet Source Address	1000011011011101 (86DD)	IPv6 Header and Data

EUI-64



Auto-configuración



Configuración de DNS

- Por medio de RA
 - RFC6106
- Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6
 - RFC3315 (DHCPv6)
- “Stateless DHCPv6” (RFC3736)
 - Clientes que ya tienen una dirección IPv6
- Well known site-local anycast
 - fec0:0:0:ffff::1
 - fec0:0:0:ffff::2
 - fec0:0:0:ffff::3

DHCPv6 - DNS

32. Client will receive DHCPv6 ADNS Reply



DHCPv6 Server
FF02::1:2
(All_DHCP_Relay_Agents_and_Servers)



Information-Request
(DNS Server's address?)

Reply-message
DNS 2001:db8:5:0::10

Example: in /etc/resolve.conf file

Algunas Direcciones Unicast Especiales

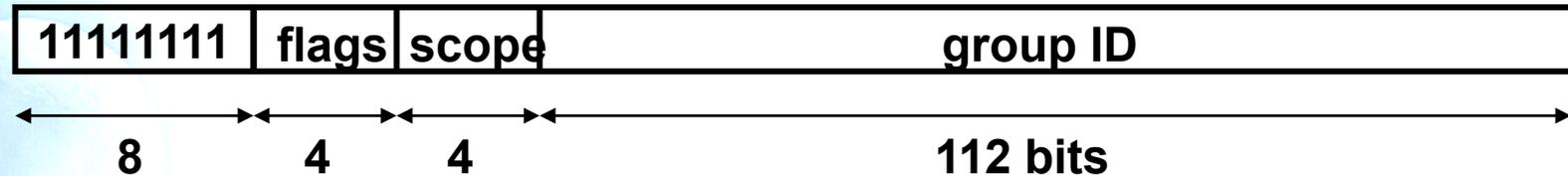
- Dirección no especificada, utilizada temporalmente cuando no se ha asignado una dirección:

0:0:0:0:0:0:0:0

- Dirección de loopback, para el “auto-envío” de paquetes:

0:0:0:0:0:0:0:1

Direcciones Multicast



- En el campo “flags”, el bit de menor peso indica grupos permanentes/temporales; el resto están reservados
- Scope:
 - 1 - node local
 - 2 - link-local
 - 5 - site-local
 - 8 - organization-local
 - B - community-local
 - E - global(todos los demás valores: Reservados)

Encaminado

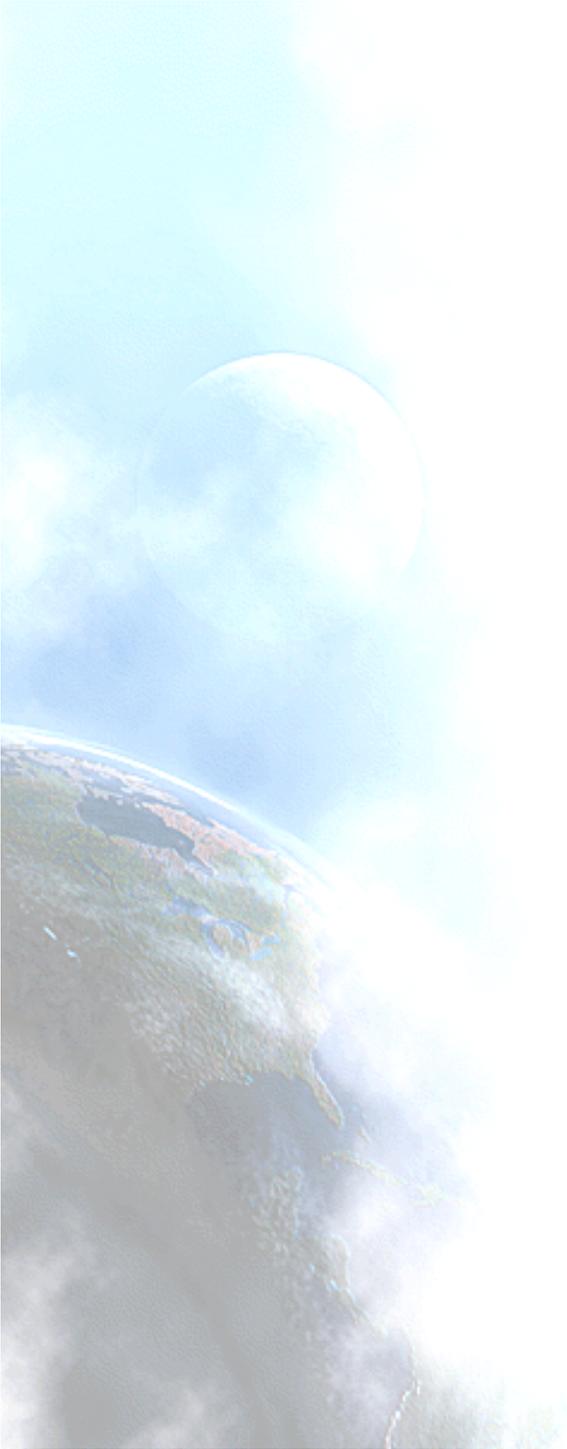
- Mismo mecanismo CIDR “longest-prefix match” que actualmente en IPv4
- Cambios mínimos respecto de los protocolos existentes para encaminado en IPv4 (gestión de direcciones mayores)
 - unicast: OSPF, RIP-II, IS-IS, BGP4+, ...
 - multicast: MOSPF, PIM, ...
- Se puede utilizar la cabecera de routing con direcciones unicast para encaminar paquetes a través de regiones concretas
 - Por ejemplo, para la selección de proveedores, políticas, prestaciones, etc.

Otros Protocolos Interesantes

- DHCPv6-PD (Prefix Delegation)
 - RFC3633
- SEND (SEcure Neighbor Discovery)
 - RFC3971

Debates de direccionamiento

- ¿Cuántas subredes para un sitio?
- ¿Qué usar para los enlaces punto a punto?

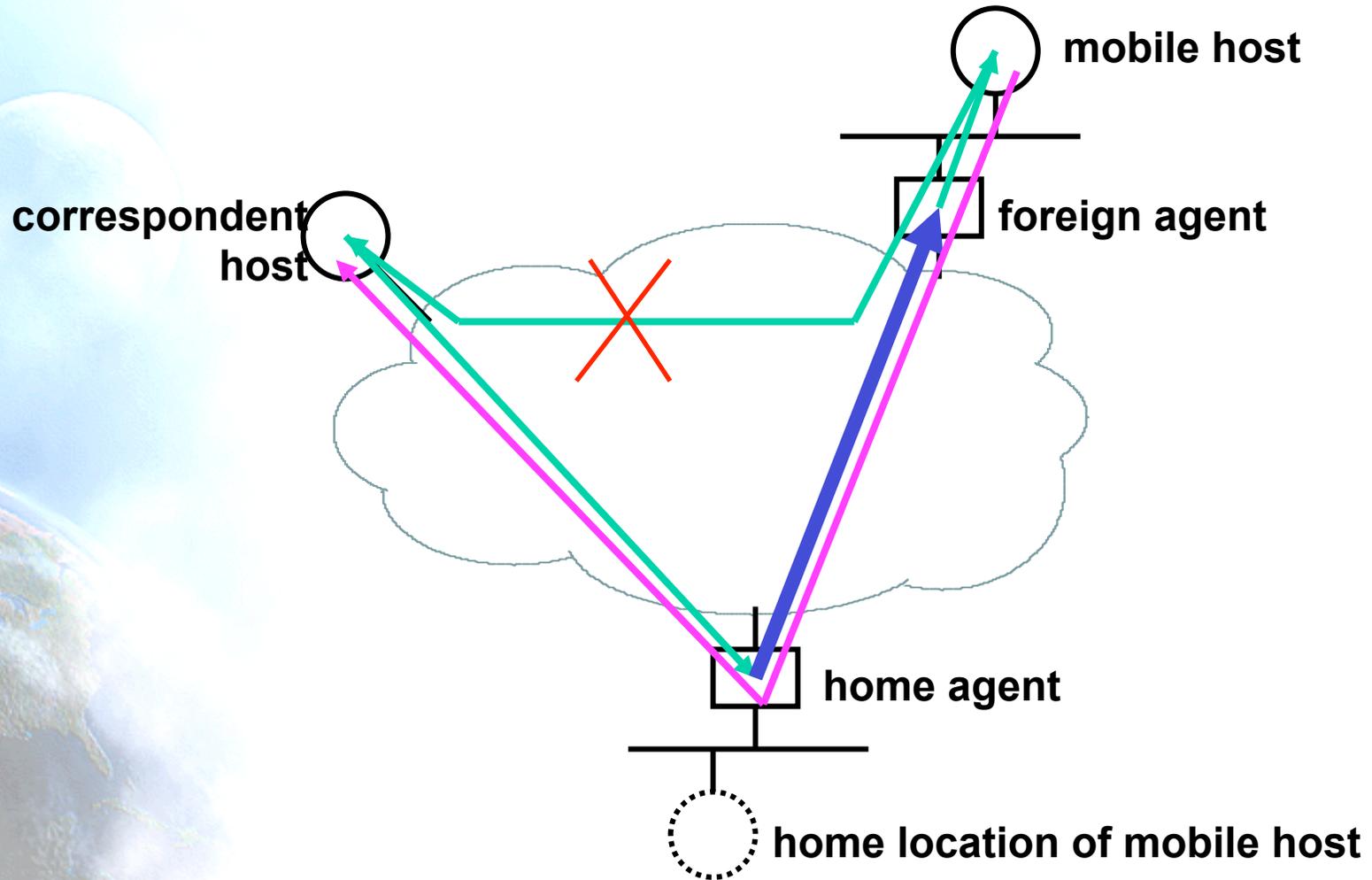


Movilidad IP

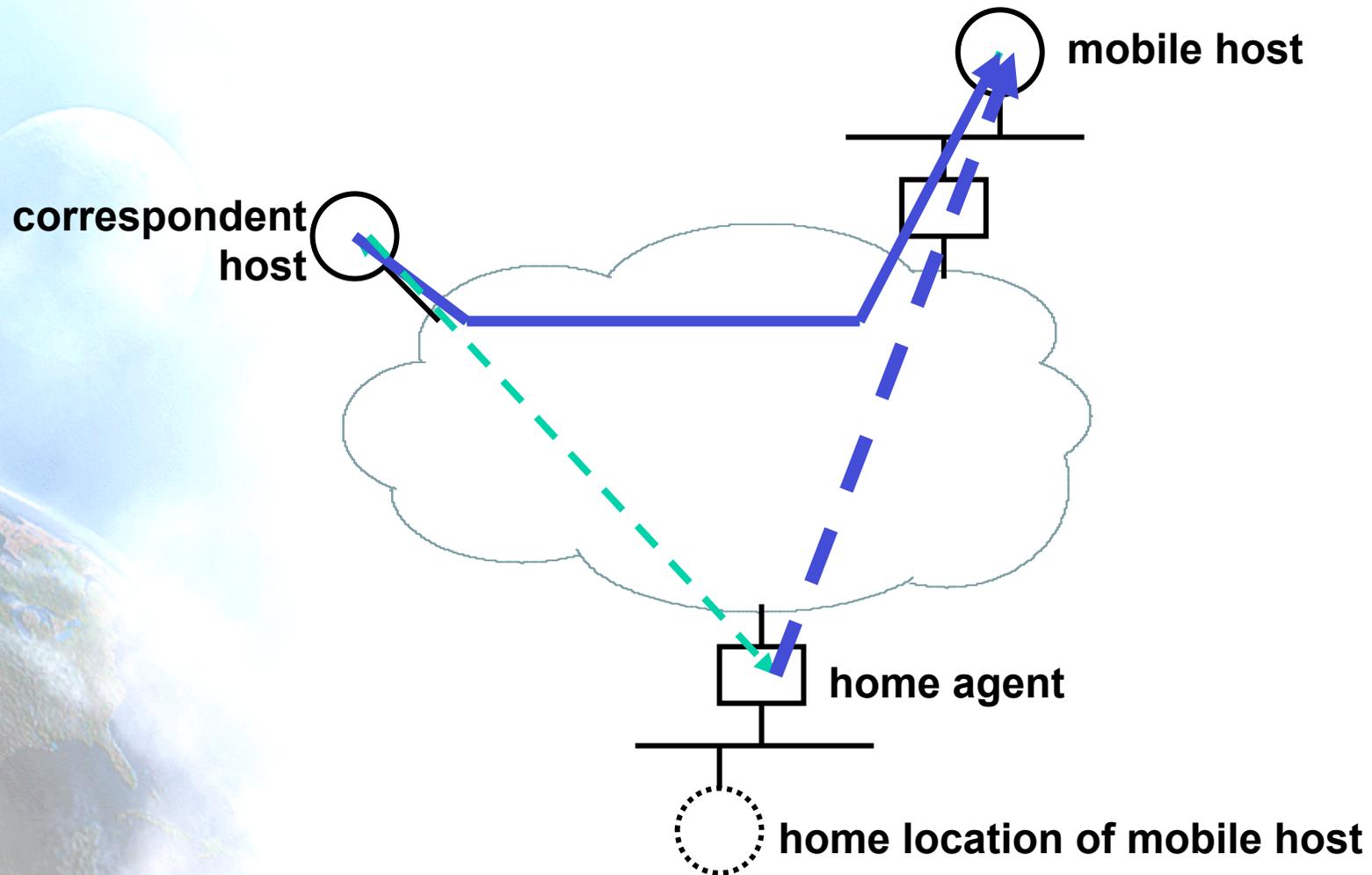
Movilidad IPv6

- Un host móvil tiene una o más direcciones de origen
 - relativamente estables; asociadas con el nombre del host a través de DNS
- Cuando descubre que se encuentra en una subred diferente (cuando no está en su subred de origen), adquiere una dirección “extranjera” (foreign)
 - utiliza auto-configuración para obtener la dirección
 - registra la “foreign address” con un agente doméstico (“home agent”), por ejemplo, un router en su subred de origen
- Los paquetes enviados a la dirección de origen del host móvil, son interceptados por el home agent y reenviados a la foreign address, utilizando encapsulación

Movilidad IPv4



Movilidad IPv6





Transición y Coexistencia IPv4-IPv6

Técnicas de Transición / Coexistencia

Un amplio abanico de técnicas han sido identificadas e implementadas, básicamente dentro de tres categorías:

- (1) doble-pila, para permitir la coexistencia de IPv4 e IPv6 en el mismo dispositivo y redes
- (2) técnicas de túneles, para evitar dependencias cuando se actualizan hosts, routers o regiones
- (3) técnicas de traducción, para permitir la comunicación entre dispositivos que son sólo IPv6 y aquellos que son sólo IPv4

Todos estos mecanismos suelen ser utilizados, incluso en combinación

Doble-Pila

- Al añadir IPv6 a un sistema, no se elimina la pila IPv4
 - Es la misma aproximación multi-protocolo que ha sido utilizada anteriormente y por tanto es bien conocida (AppleTalk, IPX, etc.)
 - Actualmente, IPv6 está incluido en todos los Sistemas Operativos modernos, lo que evita costes adicionales
- Las aplicaciones (o librerías) escogen la versión de IP a utilizar
 - En función de la respuesta DNS:
 - si el destino tiene un registro AAAA, utilizan IPv6, en caso contrario IPv4
 - La respuesta depende del paquete que inició la transferencia
- Esto permite la coexistencia indefinido de IPv4 e IPv6, y la actualización gradual a IPv6, aplicación por aplicación
- El registro A6 es experimental

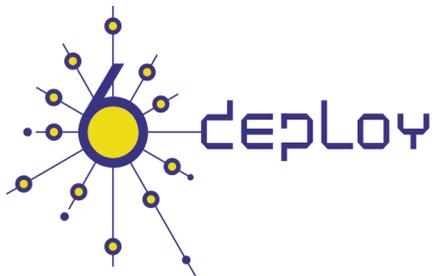
Túneles para Atravesar Routers que no Reenvían IPv6

- Encapsulamos paquetes IPv6 en paquetes IPv4 (o en tramas MPLS)
- Muchos métodos para establecer dichos túneles:
 - configuración manual
 - “tunnel brokers” (típicamente con interfaces web)
 - “6-over-4” (intra-domain, usando IPv4 multicast como LAN virtual)
 - “6-to-4” (inter-domain, usando la dirección IPv4 como el prefijo del sitio IPv6)
- Puede ser visto como:
 - IPv6 utilizando IPv4 como capa de enlace virtual link-layer, o
 - una VPN IPv6 sobre la Internet IPv4

Traducción

- Se puede utilizar traducción de protocolos IPv6-IPv4 para:
 - nuevos tipos de dispositivos Internet (como teléfonos celulares, coches, dispositivos de consumo)
- Es una extensión a las técnicas de NAT, convirtiendo no sólo direcciones sino también la cabecera
 - Los nodos IPv6 detrás de un traductor obtienen la funcionalidad de IPv6 sólo cuando hablan con otro nodo IPv6
 - Obtienen la funcionalidad habitual IPv4 con NAT en el resto de los casos

Prácticas con ordenadores





Instalación de IPv6 en varias plataformas (2000/XP/2003/Vista/7, Linux, BSD, Mac OS X)

IPv6 en Windows

- Soporte completo
 - Windows 7, Vista, XP SP1 y posteriores
 - Windows Server 2003 y 2008
- Technology preview
 - Windows XP sin SP
 - Windows 2000 (no compatible con SP2 o posteriores)
- Developer edition
 - Windows NT 4.0
- Productos de terceros pero sin soporte oficial
 - Windows 95/98/ME
 - Windows 2000 con SP2 y posteriores
- Características soportadas (últimas versiones)
 - Autoconfiguración, túneles 6in4, túneles 6to4, relay 6to4, túneles TEREDO, túneles ISATAP, IPSec (llaves manuales)

Instalación de IPv6: 2000 (1)

- Pila no comercial (originalmente desarrollada por Microsoft Research)
- Descargar el “Microsoft IPv6 Technology Preview for Windows 2000”
 - Disponible en <http://www.ipv6tf.org/using/connectivity/guides.php?cid=1>
 - Téngase en cuenta que esta pila no tiene soporte comercial por parte de Microsoft
- Procedimiento de Instalación
 - **Se requieren permisos de administración**
 - Extraer los ficheros “IPv6 Technology Preview”
 - Seguir el procedimiento apropiado al SPn y IE6 fixed.txt para modificar /setup/hotfix.ini
 - Ejecutar setup.exe o hotfix.exe
 - Desde el escritorio ejecutar Inicio, Parámetros, Network y Dial-up Connections. Alternativamente, click-derecho sobre Entorno de Red y propiedades
 - Click-derecho sobre la conexión LAN a la que se quiere agregar IPv6, Propiedades, Instalar, componente de red, añadir y “Microsoft IPv6 Protocol”
- En una ventana DOS
 - **ipv6 if** para verificar que IPv6 ha sido instalado

Instalación de IPv6: 2000 (2)

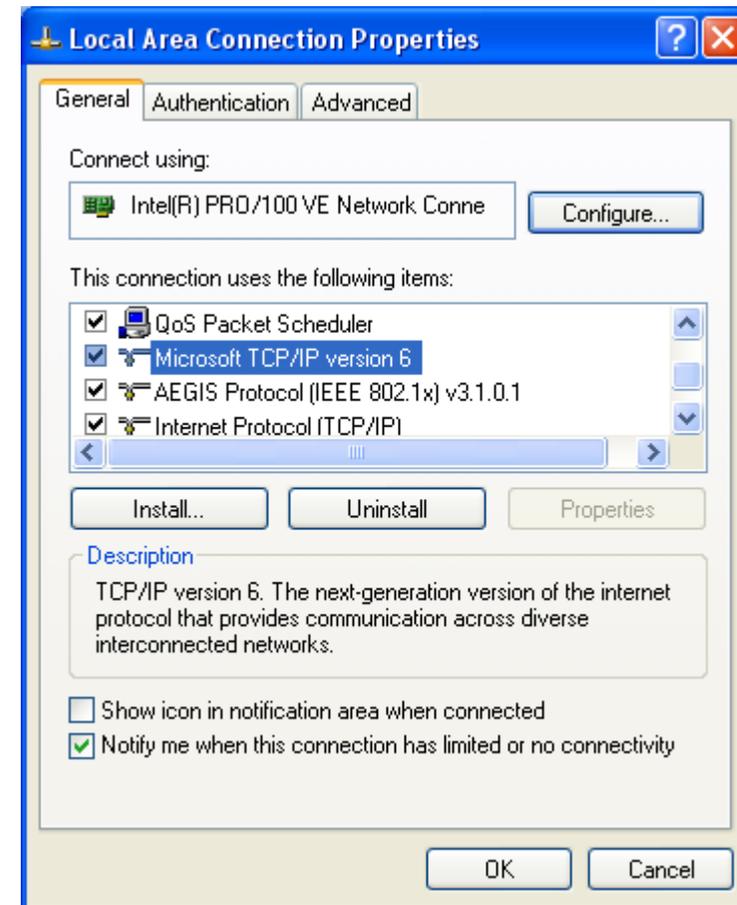
- Procedimiento de desinstalación
 - **Requiere permisos de administrador**
 - Desde el escritorio, ejecutar Inicio, Parámetros, Network y Dial-up Connections. Alternativamente, click-derecho en Entorno de Red y Propiedades
 - Click-derecho en la conexión de red donde se desea eliminar IPv6, y entonces Propiedades, IPv6, desinstalar
 - Reiniciar
- En una ventana DOS
 - **ipv6 if** para verificar si IPv6 ha sido desinstalado

Instalación de IPv6: XP/2003 (1)

- En una ventana DOS
 - **ipv6 install** Instala IPv6 como protocolo de Red
 - **ipconfig** o **ipv6 if** para verificar si esta instalado IPv6

Instalación de IPv6: XP/2003 (2)

- Otra opción para verificar si esta instalado IPv6
 - Network Connections > Local Area Coneccion > Properties
- También se puede instalar/desinstalar desde aquí



Instalación de IPv6: XP/2003 (3)

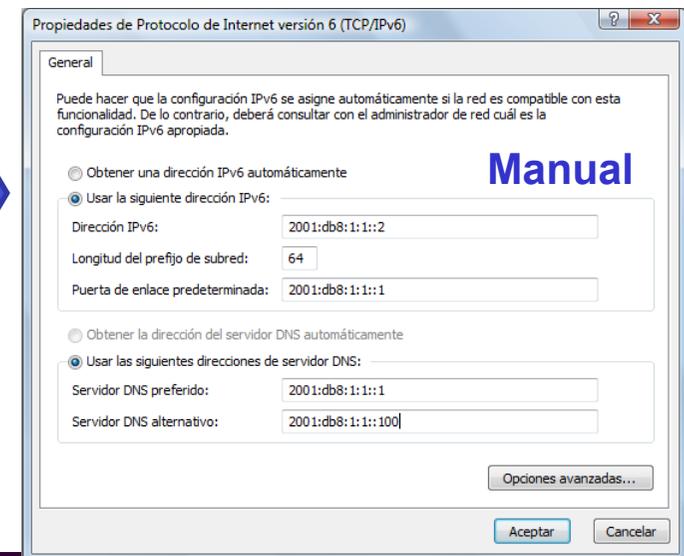
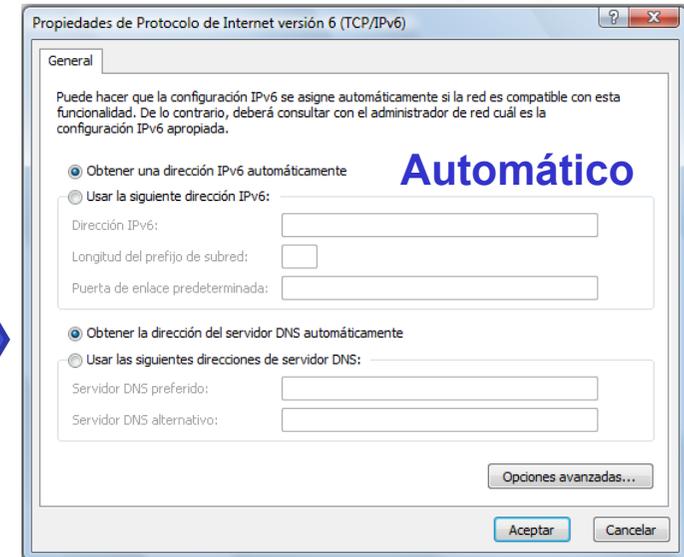
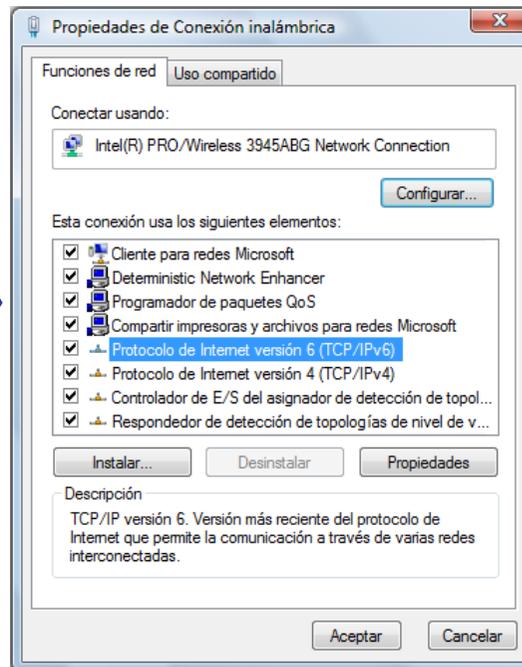
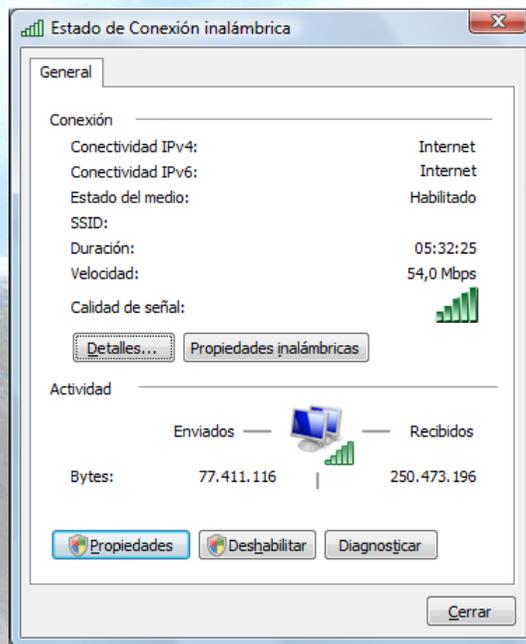
- Desinstalar
 - **ipv6 uninstall** Quita IPv6 como protocolo de Red
 - **ipconfig** o **ipv6 if** para verificar si esta desinstalado IPv6

Instalación de IPv6: Vista (1)

- ¡No es necesario hacer nada!
 - IPv6 está instalado y habilitado por defecto ☺
 - La configuración esta basada en entorno gráfico y comandos netsh
- Otras características nuevas
 - Soporte completo IPsec
 - MLDv2
 - Link-Local Multicast Name Resolution (LLMNR)
 - No requiere un servidor DNS. Los nodos IPv6 en un segmento piden el nombre a una dirección IPv6 multicast. Similar al funcionamiento de NetBIOS.
 - Soporte de direcciones IPv6 en URLs
 - IPv6 Control Protocol (IPV6CP - RFC 5072)
 - IPv6 sobre PPP
 - DHCPv6, en el cliente y el servidor
 - Identificador de Interface aleatorio por defecto (RFC 3041)
 - Teredo soporta NATs simétricos
 - Activo por defecto. Solo se utiliza si la aplicación requiere soporte IPv6 y no esta disponible de forma nativa.

Instalación de IPv6: Vista (2)

- Configuración en entorno gráfico



Deseleccionar la casilla para deshabilitar el protocolo por interfaz

Instalación de IPv6: Vista (3)

- Desinstalación
 - No puede ser desactivado ya que esta completamente integrado con IPv4
- Puede ser desactivado para una interfaz de red concreta
 - A través del GUI
- El uso de comandos netsh es posible. Requiere DOS con permisos de administrador
- Algunos componentes de IPv6 pueden ser definidos a través del registro
 - <http://technet.microsoft.com/en-us/library/bb878057.aspx>
 - Crear registro (tipo DWORD) : HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\tcpip6\Parameters\DisabledComponents
 - El valor de DisabledComponents es una mascara de bits que controla los siguientes “flags”, empezando por el bit mas bajo (Bit 0 = activado, en todos los casos por defecto):
 - Bit 0 → 1 para desactivar IPv6 en todas las interfaces de túnel, incluyendo ISATAP, 6to4, y Teredo.
 - Bit 1 → 1 para desactivar todos los túneles 6to4.
 - Bit 2 → 1 para desactivar todos los túneles ISATAP.
 - Bit 3 → 1 para desactivar todos los túneles Teredo.
 - Bit 4 → 1 para desactivar IPv6 en todas las interfaces de tipo “no-tunnel”, incluyendo LAN, WLAN, PPP, etc.
 - Bit 5 → 1 para modificar la tabla de políticas de prefijos para que se prefiera IPv4 o IPv6. Default value is 0
 - Ejemplos de valores **DisabledComponents** para desactivar algunos componentes:

• Disable all tunnel interfaces	0x1
• Disable 6to4	0x2
• Disable ISATAP	0x4
• Disable Teredo	0x8
• Disable Teredo and 6to4	0xA
• Disable all LAN and PPP interfaces	0x10
• Disable all LAN, PPP, and tunnel interfaces	0x11
• Prefer IPv4 over IPv6	0x20
• Disable IPv6 over all interfaces and prefer IPv4 to IPv6	0xFF

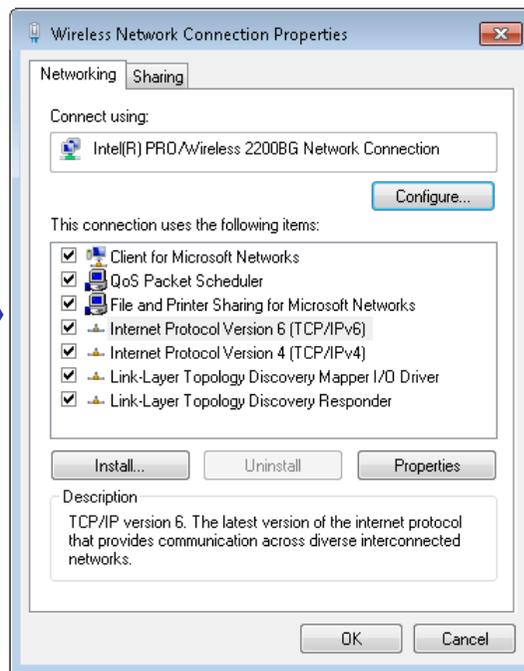
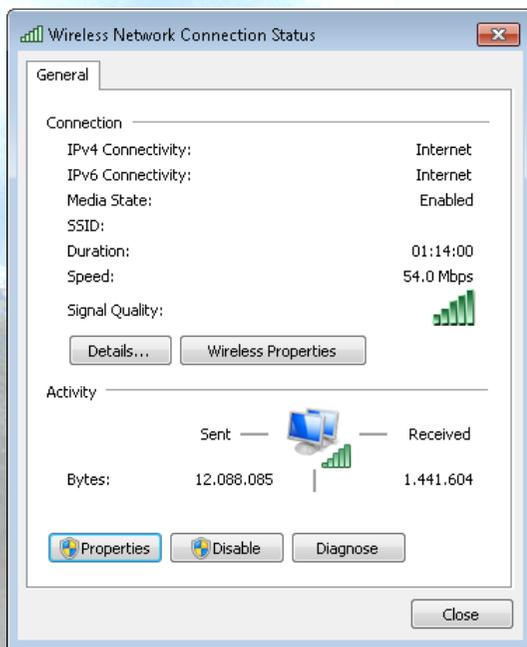
Instalación de IPv6: 7 (1)



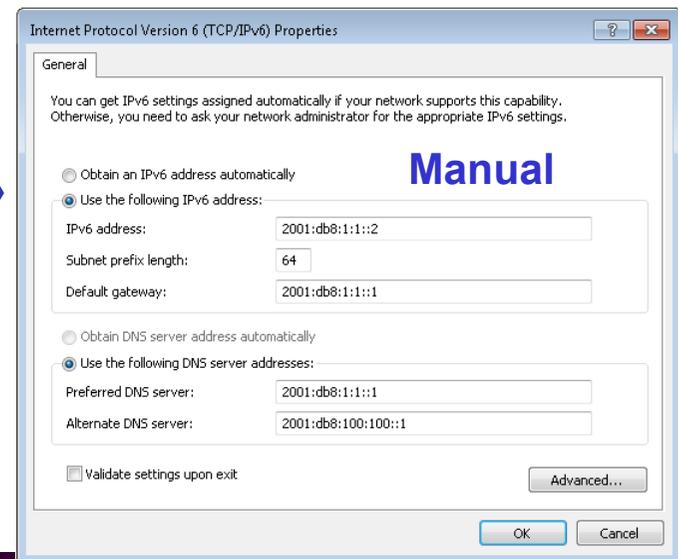
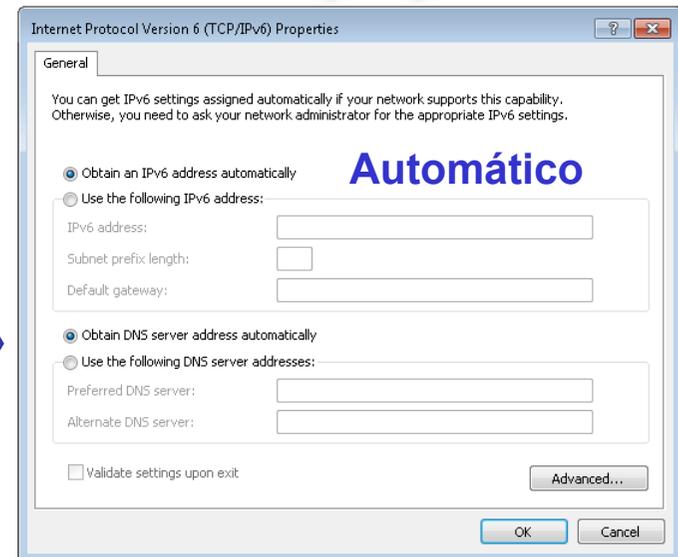
- Windows 7 Ultimate - Version RC 6.1.7100
- ¡No es necesario hacer nada!
 - IPv6 está instalado y habilitado por defecto ☺
 - La configuración esta basada en entorno gráfico y comandos netsh
- Soporte IPv6 similar al de Vista y Server 2008
 - IPsec, MLDv2, LLMNR, IPv6 en URLs, IPV6CP, IPv6 sobre PPP, DHCPv6, Teredo
 - Cambia: Identificador de Interface aleatorio por defecto (RFC 3041)
 - No usa EUI-64 por defecto para el identificador de interfaz en las direcciones autoconfiguradas.
 - netsh interface ipv6 set global [[randomizeidentifiers=]enabled|disabled]
- Pero con algunas nuevas mejoras
 - IP-HTTPS (IP over Secure HTTP)
 - permite a los hosts atravesar un servidor proxy o firewall y conectarse a redes privadas por medio de IPv6 dentro de un túnel HTTPS. HTTPS no provee seguridad a los datos, es necesario usar IPsec para dar seguridad a una conexión IP-HTTPS. Más información en <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd358571.aspx>
 - DirectAccess
 - Permite a los usuarios conectarse de manera transparente a la red corporativa sin establecer específicamente una conexión VPN. También permite al administrador de red seguir en contacto con los host móviles fuera de la oficina, y poder hacer actualizaciones y dar soporte a dichos equipos. Se una arquitectura donde un cliente IPv6 se comunica con un servidor IPv6 en la red corporativa. También se pueden usar conexiones desde Internet IPv4 empleando 6to4, Teredo e ISATAP. También se puede usar IP-HTTPS. DirectAccess usa túneles IPsec para proveer seguridad a la autenticación y al acceso de recursos.
 - El cliente puede ser un Windows 7 o Server 2008. El servidor puede ser un Server 2008.

Instalación de IPv6: 7 (2)

- Configuración en entorno gráfico



Deseleccionar la casilla para deshabilitar el protocolo por interfaz



Instalación de IPv6: 7 (3)

- Desinstalación
 - No puede ser desactivado ya que esta completamente integrado con IPv4
- Puede ser desactivado para una interfaz de red concreta
 - A través del GUI
- El uso de comandos netsh es posible. Requiere DOS con permisos de administrador
- También como en Vista algunos componentes de IPv6 pueden ser definidos a través del registro
 - <http://technet.microsoft.com/en-us/library/bb878057.aspx>

Instalación de IPv6: Linux (1)

- Soporte a partir de versión del kernel 2.4.x

```
#uname -r
```

- Comprobar si esta instalado:

```
#test -f /proc/net/if_inet6 && echo "Kernel actual soporta IPv6"
```

```
#ip a | grep inet6
```

- Instalar módulo*: *Cuando no esta integrado por defecto en el Kernel

```
#modprobe ipv6
```

- Comprobar módulo*:

```
#lsmod |grep -w 'ipv6' && echo "modulo IPv6 cargado"
```

- Carga/descarga automática del módulo*:

```
– /etc/modules.conf o /etc/conf.modules o /etc/modprobe.d/aliases
```

```
alias net-pf-10 ipv6 #habilita carga bajo demanda
```

```
alias net-pf-10 off #deshabilita carga bajo demanda
```

Instalación de IPv6: Linux (2)

ifconfig para verificar

```
eth0 Link encap:Ethernet HWaddr 00:E0:81:05:46:57
  inet addr:10.0.0.3 Bcast:10.0.0.255 Mask:255.255.255.0
  inet6 addr: fe80::2e0:81ff:fe05:4657/64 Scope:Link
  inet6 addr: 2001:800:40:2a05::3/64 Scope:Global
  UP BROADCAST RUNNING MULTICAST MTU:1500 Metric:1
  RX packets:2010563 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
  TX packets:1700527 errors:0 dropped:0 overruns:2 carrier:0
  collisions:0 txqueuelen:100
  RX bytes:205094215 (195.5 Mb) TX bytes:247063610 (235.6Mb)
  Interrupt:11 Base address:0xe000 Memory:f8201000-f8201038
lo Link encap:Local Loopback
  inet addr:127.0.0.1 Mask:255.0.0.0
  inet6 addr: ::1/128 Scope:Host
  UP LOOPBACK RUNNING MTU:16436 Metric:1
  RX packets:1675838 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
  TX packets:1675838 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
  collisions:0 txqueuelen:0
  RX bytes:659846244 (629.2 Mb) TX bytes:659846244 (629.2 Mb)
```

Instalación de IPv6: Linux (3)

Configuración permanente

- Red Hat (desde 7.1) y “clones”:

Añadir a `/etc/sysconfig/network`:

```
NETWORKING_IPV6=yes
```

Reiniciar la red:

```
# service network restart
```

O

```
#!/etc/init.d/network restart
```

- SUSE:

Añadir en `/etc/sysconfig/network/ifcfg-<Interface-Name>`:

```
SUSE 8.0: IP6ADDR="<ipv6-address>/<prefix>"
```

```
SUSE 8.1: IPADDR="<ipv6-address>/<prefix>"
```

Instalación de IPv6: Linux (4)

Configuración permanente

- Debian:

Con el módulo IPv6 cargado se edita `/etc/network/interfaces`, por ejemplo:

```
iface eth0 inet6 static
```

```
#solo si no esta el módulo integrado en el kernel
```

```
pre-up modprobe ipv6
```

```
#agrega dirección de interfaz
```

```
address 2001:db8:1234:5::1:1
```

```
netmask 64
```

```
# Elimina completamente la autoconfiguración:
```

```
# up echo 0 > /proc/sys/net/ipv6/conf/all/autoconf
```

```
# El router esta autoconfigurado y no tiene dirección fija.
```

```
# Se encuentra gracias a
```

```
# (/proc/sys/net/ipv6/conf/all/accept_ra).
```

```
# Si no habrá que configurar el GW:
```

```
# gateway 2001:db8:1234:5::1
```

– Se reinicia o:

```
# ifup --force eth0
```

Instalación de IPv6: Linux (5)

- Herramientas:

1. net-tools package

```
# /sbin/ifconfig -? 2>& 1 |grep -qw 'inet6' && echo "'ifconfig' soporta IPv6"
```

```
# /sbin/route -? 2>& 1 |grep -qw 'inet6' && echo "'route' soporta IPv6"
```

2. iproute package

```
# /sbin/ip 2>& 1 |grep -qw 'inet6' && echo "'ip' soporta IPv6"
```

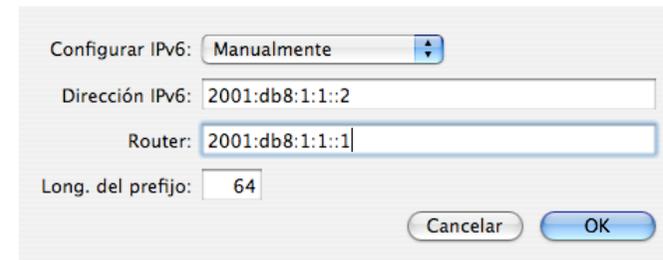
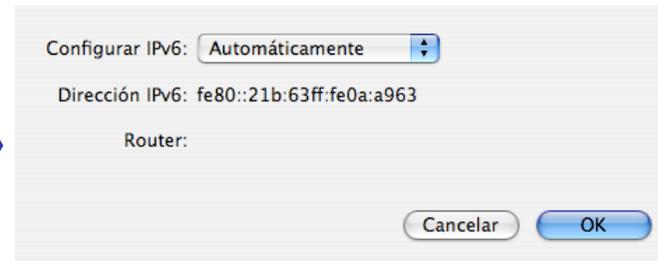
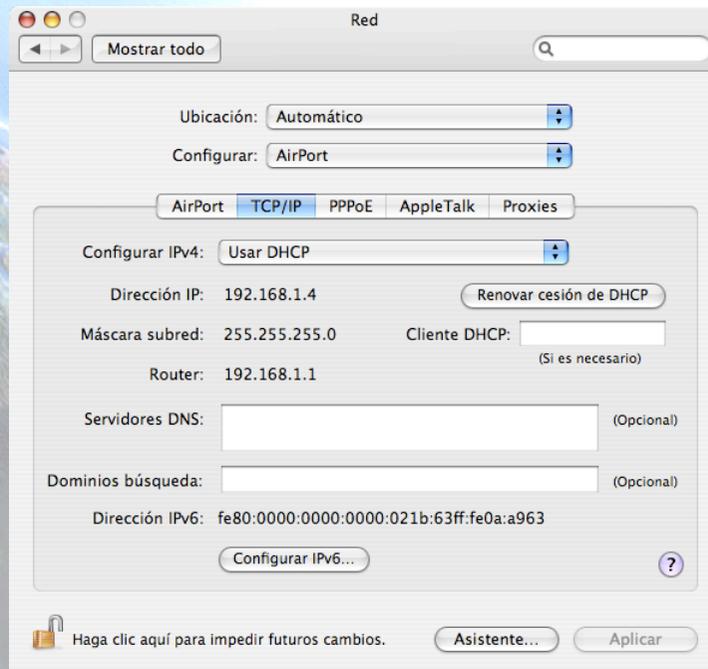
3. iputils package contiene ping6,
traceroute6 y tracepath6

Instalación de IPv6: BSD (1)

- Soporte a partir de versión 4.5+):
- Soporte muy bueno, la pila ya viene instalada

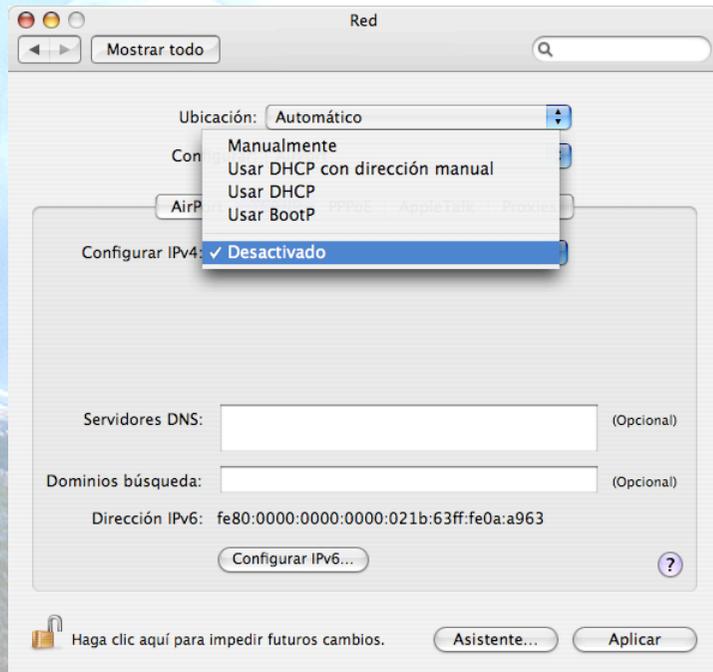
Instalación de IPv6: Mac OS X (1)

- Soporte a partir de 10.2 Jaguar
- Habilitado por defecto
- A partir de 10.3 Panther es posible habilitar/deshabilitar y configurar IPv6 con una interfaz GUI. Preferencia del Sistema > Red
- Configurar IPv6

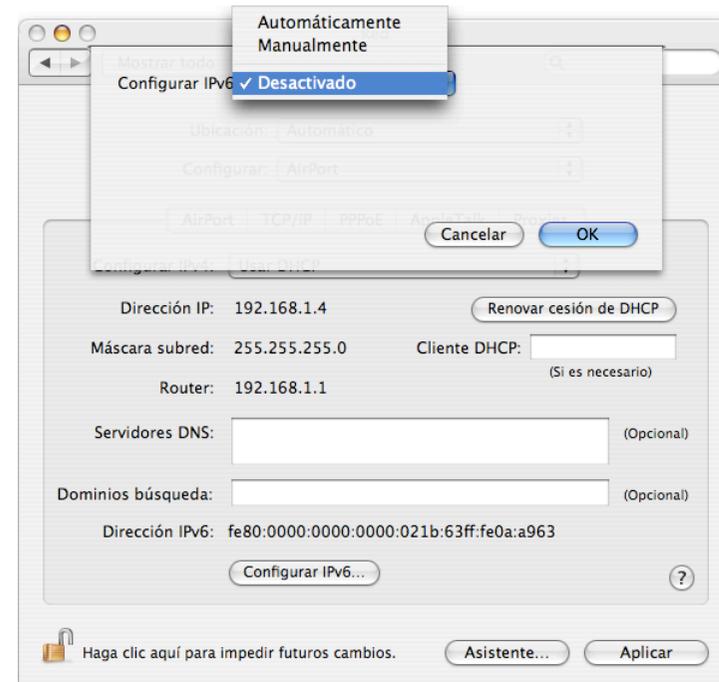


Instalación de IPv6: Mac OS X (2)

- Habilitar/deshabilitar IPv4



- Habilitar/deshabilitar IPv6



- Habilitar/deshabilitar IPv6 en todas la interfaces
 - Habilitar # ip6 -a
 - Deshabilitar # ip6 -x



Configuración básica Stateless/Stateful, privacidad, rutas estáticas

Configuración básica: Windows (1)

- Comandos de configuración básicos en Windows
- Sirven para obtener información sobre el estado y realizar la configuración de interfaces, direcciones, caches, rutas, etc.
- Dos grupos de comandos:
 - **ipv6.exe** (hasta XP SP1)
 - Algunos cambios no son permanentes y se pierden cuando se reinicia el PC. Se pueden ejecutar en cada inicio con un script .cmd
 - **netsh interface ipv6** (para XP SP2 y posteriores, 2003, Vista y 7)
 - Opcion de store=active|persistent para guardar cambios
- Equivalencias en:
<http://technet.microsoft.com/en-us/library/bb726950.aspx>

Configuración básica: Windows (2)

- **Comandos “ipv6” (hasta XP SP1)**

(algunos requieren permisos de administración)

- ipv6 [-p] [-v] if [ifindex]
- ipv6 [-p] ifcr v6v4 v4src v4dst [nd] [pmlid]
- ipv6 [-p] ifcr 6over4 v4src
- ipv6 [-p] ifc ifindex [forwards] [-forwards] [advertises] [-advertises] [mtu #bytes] [site site-identifier] [preference P]
- ipv6 rlu ifindex v4dst
- ipv6 [-p] ifd ifindex
- ipv6 [-p] adu ifindex/address [life validlifetime[/preflifetime]] [anycast] [unicast]
- ipv6 nc [ifindex [address]]
- ipv6 ncf [ifindex [address]]
- ipv6 rc [ifindex address]
- ipv6 rcf [ifindex [address]]
- ipv6 bc
- ipv6 [-p] [-v] rt
- ipv6 [-p] rtu prefix ifindex[/address] [life valid[/pref]] [preference P] [publish] [age] [spl SitePrefixLength]
- ipv6 spt
- ipv6 spu prefix ifindex [life L]
- ipv6 [-p] gp
- ipv6 [-p] gpu [parameter value] ... (try -?)
- ipv6 renew [ifindex]
- ipv6 [-p] ppt
- ipv6 [-p] ppu prefix precedence P srclabel SL [dstlabel DL]
- ipv6 [-p] ppd prefix
- ipv6 [-p] reset
- ipv6 install
- ipv6 uninstall

Configuración básica: Windows (3)

- **Comandos “netsh interface ipv6” (para XP SP2 y post., 2003, Vista y 7)**
(algunos requieren permisos de administración)
 - 6to4 - Cambia al contexto `netsh interface ipv6 6to4'.
 - ? - Muestra una lista de comandos.
 - add - Agrega una entrada de configuración a una tabla.
 - delete - Elimina una entrada de configuración de una tabla.
 - dump - Muestra un script de configuración.
 - help - Muestra una lista de comandos.
 - isatap - Cambia al contexto `netsh interface ipv6 isatap'.
 - reset - Restablece las configuraciones de IP.
 - set - Establece la configuración de la información.
 - show - Muestra información.
 - install - Installs IPv6 (no disponible en Vista y 7)
 - uninstall - Uninstalls IPv6 (no disponible en Vista y 7)
 - renew - Restarts IPv6 interfaces (no disponible en Vista y 7)

Configuración básica: Windows (4)

- **Comandos “netsh interface ipv6 add”**
 - add address - Agrega una dirección IP estática o puerta de enlace predeterminada a la interfaz especificada.
 - add dnsserver - Agrega una dirección estática del servidor DNS.
 - add neighbors - Agrega una dirección de vecino.
 - add potentialrouter - Agrega un enrutador a la lista de posibles enrutadores en una interfaz.
 - add prefixpolicy - Agrega una entrada de directiva de prefijo.
 - add route - Agrega una ruta a través de una interfaz.
 - add v6v4tunnel - Crea un túnel de punto a punto IPv6-in-IPv4.
 - add 6over4tunnel - Crea un túnel una interfaz 6over4 . (no disponible en Vista y 7)
- **Comandos “netsh interface ipv6 set”**
 - set address - Establece la dirección IP o puerta de enlace predeterminada para una interfaz.
 - set compartment - Modifica parámetros de configuración de compartimiento.
 - set dnsserver - Establece el modo y las direcciones del servidor DNS.
 - set dynamicportrange - Modifica el intervalo de puertos usado en la asignación de puertos dinámicos.
 - set global - Modifica parámetros generales de configuración global.
 - set interface - Modifica parámetros de configuración de interfaz para IP.
 - set neighbors - Establece una dirección de vecino.
 - set prefixpolicy - Modifica la información de directiva de prefijo.
 - set privacy - Modifica los parámetros de configuración de privacidad.
 - set route - Modifica parámetros de ruta.
 - set subinterface - Modifica parámetros de configuración de subinterfaz.
 - set teredo - Define el estado de Teredo.
 - set mobility - Modifica parámetros de configuración de movilidad. (no disponible en Vista y 7)
 - set state - Establece el estado de funcionalidades desaconsejadas (deprecated). (no disponible en Vista y 7)

Configuración básica: Windows (5)

- **Comandos “netsh interface ipv6 show”**

- show addresses - Muestra direcciones IP actuales.
- show compartments - Muestra parámetros de compartimiento.
- show destinationcache - Muestra las entradas de caché de destino.
- show dnsservers - Muestra las direcciones del servidor DNS.
- show dynamicportrange - Muestra parámetros de configuración de intervalo de puertos dinámicos.
- show global - Muestra parámetros de configuración global.
- show interfaces - Muestra parámetros de interfaz.
- show ipstats - Muestra estadísticas IP.
- show joins - Muestra los grupos de multidifusión unidos.
- show neighbors - Muestra entradas en caché de vecinos.
- show offload - Muestra la información de descarga.
- show potentialrouters - Muestra los enrutadores posibles.
- show prefixpolicies - Muestra entradas de directiva de prefijo.
- show privacy - Muestra parámetros de configuración de privacidad.
- show route - Muestra entradas de tabla de rutas.
- show siteprefixes - Muestra entradas de la tabla de prefijos de sitios.
- show subinterfaces - Muestra parámetros de subinterfaz.
- show tcpstats - Muestra estadísticas TCP.
- show teredo - Muestra el estado de Teredo.
- show udpstats - Muestra estadísticas UDP.
- show bindingcacheentries - Muestra entradas de binding cache (no disponible en Vista y 7)
- show mobility - Muestra parámetros de configuración de movilidad. (no disponible en Vista y 7)
- show state - Muestra el estado de funcionalidades desaconsejadas (deprecated) (no disponible en Vista y 7)
- show routes - Muestra entradas de tabla de rutas. (no disponible en Vista y 7 - sustituido por show route)

Configuración básica: Windows (6)

- Información de interfaces
 - **ipconfig [/all]**
 - **ipv6 [-v] if [IfIndex]**
 - **netsh interface ipv6 show interfaces [[interface=]<cadena>] [[rr=]<entero>] [[level=]normal|verbose] [store=]active|persistent]**
- Ejemplo: ipv6 if 5

```
Interface 5: Ethernet: Local Area Connection
Guid {F5149413-6E54-4FDA-87BD-24067735E363}
uses Neighbor Discovery
uses Router Discovery
link-layer address: 00-01-4a-18-26-c7
preferred global 2001:db8::2, life infinite (manual)
preferred global 2001:db8::4, life infinite (manual)
preferred global 2001:db8::fde7:a76f:62d5:3bb9, life 6d21h3m20s/21h33s (temporary)
preferred global 2001:db8::201:4aff:fe18:26c7, life 29d23h51m39s/6d23h51m39s (public)
preferred link-local fe80::201:4aff:fe18:26c7, life infinite
multicast interface-local ff01::1, 1 refs, not reportable
multicast link-local ff02::1, 1 refs, not reportable
multicast link-local ff02::1:ff18:26c7, 2 refs, last reporter
multicast link-local ff02::1:ffd5:3bb9, 1 refs, last reporter
multicast link-local ff02::1:ff00:4, 1 refs, last reporter
multicast link-local ff02::1:ff00:2, 1 refs, last reporter
link MTU 1500 (true link MTU 1500)
current hop limit 64
reachable time 29000ms (base 30000ms)
retransmission interval 1000ms
DAD transmits 1
default site prefix length 48
```

Configuración básica: Windows (7)

- Ping6 hasta XP SP1/2003 SP1
 - **ping6 [-t] [-a] [-n cuenta] [-l tamaño] [-w tiempo_espera] [-s srcaddr] [-r] nombre_destino**
- Basta utilizar el comando **ping** en lugar **ping6** si la petición DNS devuelve un registro AAAA
- Ping
 - **ping [-t] [-a] [-n cuenta] [-l tamaño] [-f] [-i TTL] [-v TOS] [-r cuenta] [-s cuenta] [[-j lista-host] | [-k lista-host]] [-w tiempo_espera] [-R] [-S srcaddr] [-4] [-6] nombre_destino**
 - -4 Forzar el uso de IPv4
 - -6 Forzar el uso de IPv6

Configuración básica: Windows (8)

- Ejemplos de Ping
- ping www.ipv6tf.org

Haciendo ping a www.ipv6tf.org [2a01:48:1:0:2e0:81ff:fe05:4658] desde 2001:db8:0:0:2c0:26ff:fea0:a341 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 2a01:48:1:0:2e0:81ff:fe05:4658: tiempo<1m

Respuesta desde 2a01:48:1:0:2e0:81ff:fe05:4658: tiempo<1m

Respuesta desde 2a01:48:1:0:2e0:81ff:fe05:4658: tiempo<1m

Respuesta desde 2a01:48:1:0:2e0:81ff:fe05:4658: tiempo<1m

Estadísticas de ping para 2a01:48:1:0:2e0:81ff:fe05:4658:

Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
(0% perdidos),

Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:

Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

Configuración básica: Windows (9)

- **Ejemplos de Ping**

- **ping ::1**

Haciendo ping a ::1 desde ::1 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde ::1: tiempo<1m

Respuesta desde ::1: tiempo<1m

Respuesta desde ::1: tiempo<1m

Respuesta desde ::1: tiempo<1m

Estadísticas de ping para ::1:

Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0 (0% perdidos),

Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:

Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

- **ping6 fe80::e8a7:b568:a076:6ba3 (link-local propia)**

Haciendo ping a fe80::e8a7:b568:a076:6ba3 desde fe80::e8a7:b568:a076:6ba3%5 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde fe80::e8a7:b568:a076:6ba3: tiempo<1m

Respuesta desde fe80::e8a7:b568:a076:6ba3: tiempo<1m

Respuesta desde fe80::e8a7:b568:a076:6ba3: tiempo<1m

Respuesta desde fe80::e8a7:b568:a076:6ba3: tiempo<1m

Estadísticas de ping para fe80::e8a7:b568:a076:6ba3:

Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0 (0% perdidos),

Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:

Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

Configuración básica: Windows (10)

- Paréntesis 1: ¿Qué vecinos tengo?
 - **netsh interface ipv6 show neighbors**

...

Interface 5: Local Area Connection

Internet Address	Physical Address	Type
fe80::e8a7:b568:a076:6ba3	00-01-4a-18-26-c7	Permanent
fe80::200:87ff:fe28:a0e0	00-00-87-28-a0-e0	Stale (router)
2001:db8::201:4aff:fe18:26c7	00-01-4a-18-26-c7	Permanent
2001:db8::fde7:a76f:62d5:3bb9	00-01-4a-18-26-c7	Permanent
2001:db8::2a03::3	00-e0-81-05-46-57	Stale
2001:db8::1	00-00-87-28-a0-e0	Stale
2001:db8::2	00-01-4a-18-26-c7	Permanent
2001:db8::4	00-01-4a-18-26-c7	Permanent

- Paréntesis 2: La referencia a una interfaz se hace con %
 - **%5** se refiere a la interfaz 5

Configuración básica: Windows (11)

- Ejemplos de Ping
- **ping fe80::200:87ff:fe28:a0e0%5 (link-local vecino en la interfaz 5)**

Haciendo ping a fe80::200:87ff:fe28:a0e0%5 desde fe80::201:4aff:fe18:26c7%5 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde fe80::200:87ff:fe28:a0e0%5: tiempo<1ms

Respuesta desde fe80::200:87ff:fe28:a0e0%5: tiempo<1ms

Respuesta desde fe80::200:87ff:fe28:a0e0%5: tiempo<1ms

Respuesta desde fe80::200:87ff:fe28:a0e0%5: tiempo<1ms

Estadísticas de ping para fe80::200:87ff:fe28:a0e0%5:

Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0 (0% perdidos),

Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:

Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

Configuración básica: Windows (12)

- Traceroute hasta XP SP1/2003 SP1
 - **tracert6 [-d] [-h saltos_máximos] [-w tiempo_de_espera] [-s srcaddr] nombre_destino**
- Basta utilizar el comando **tracert** en lugar **tracert6** si la petición DNS devuelve un registro AAAA
- Traceroute
 - **tracert [-d] [-h saltos_máximos] [-j lista_de_hosts] [-w tiempo_de_espera] [-R] [-S srcaddr] [-4] [-6] nombre_destino**
 - -4 Forzar el uso de IPv4
 - -6 Forzar el uso de IPv6

Configuración básica: Windows (13)

- **Ejemplos de Traceroute**
- **tracert www.lacnic.net**

Traza a la dirección lacnic.net [2001:13c7:7002:4000::10]
sobre un máximo de 30 saltos:

```
 1  <1 ms  <1 ms  <1 ms  2a01:48:1::ff0
 2  29 ms  25 ms  7 ms  2a01:48::d5ac:227d
 3  53 ms  60 ms  35 ms  tunnel105.tserv17.lon1.ipv6.he.net [2001:470:14:69::1]
 4  75 ms  109 ms  34 ms  gige-g4-18.core1.lon1.he.net [2001:470:0:a3::1]
 5  63 ms  43 ms  73 ms  10gigabitethernet1-1.core1.ams1.he.net
    [2001:470:0:3f::2]
 6  447 ms  163 ms  112 ms  2001:7f8:1::a500:3549:2
 7  297 ms  325 ms  319 ms  2001:450:2002:7f::2
 8  303 ms  313 ms  656 ms  ar01.bb2.registro.br [2001:12ff:2:1::244]
 9  297 ms  315 ms  313 ms  gw01.lacnic.registro.br [2001:12ff:1:3::212]
10  302 ms  320 ms  320 ms  www.lacnic.net [2001:13c7:7002:4000::10]
```

Traza completa.

Configuración básica: Windows

(14)

- Agregar una dirección:
- **netsh interface ipv6 add address**
[interface=]<cadena (nombre de interfaz o índice)> [address=]<dirección IPv6>[/<entero>]
[[type=]unicast|anycast] [[validlifetime=]<entero>|infinite] [[preferredlifetime=]<entero>|infinite]
[[store=]active|persistent]
- Ejemplo: netsh interface ipv6 add address 5 2001:db8::2 type=unicast validlifetime=infinite preferredlifetime=10m store=active
- Revisar configuración con **netsh interface ipv6 show address 5**

Configuración básica: Windows (15)

- Modificar opciones de una dirección existente:
- **netsh interface ipv6 set address**
[interface=]<cadena> [address=]<dirección IPv6> [[type=]unicast|anycast]
[[validlifetime=]<entero>|infinite]
[[preferredlifetime=]<entero>|infinite]
[[store=]active|persistent]
- Ejemplo: netsh interface ipv6 set address 5
2001:db8::2 preferredlifetime=infinite
- Revisar configuración con **netsh interface ipv6 show address 5**

Configuración básica: Windows (16)

- Eliminar una dirección:
- **netsh interface ipv6 delete address**
[interface=]<cadena> [address=]<dirección IPv6> [[store=]active|persistent]
- Ejemplo: netsh interface ipv6 delete address 5
2001:db8::2 store=persistent
- Revisar configuración con **netsh interface ipv6 show address 5**

Configuración básica: Windows (17)

- Agregar una ruta:
- **netsh interface ipv6 add route**
[prefix=]<dirección IPv6>/<entero>
[interface=]<cadena> [[nexthop=]<dirección
IPv6>] [[siteprefixlength=]<entero>
[[metric=]<entero>] [[publish=]no|yes|immortal]
[[validlifetime=]<entero>|infinite]
[[preferredlifetime=]<entero>|infinite]
[[store=]active|persistent]
- Ejemplo: netsh interface ipv6 add route
2002::/16 5 fe80::200:87ff:fe28:a0e0
store=persistent
 - Arriba, fe80::200:87ff:fe28:a0e0 es la puerta de enlace

Configuración básica: Windows (18)

- Mostrar rutas:
- **netsh interface ipv6 show route**
[[level=]normal|verbose] [[store=]active|persistent]

- Ejemplo: netsh interface ipv6 show route

Publicar	Tipo	Mét	Prefijo	Índ	Puerta enl./Nombre int.
No	Manual	8	::/0	13	Conexión de área local* 7
no	Manual	0	2002::/16	5	fe80::200:87ff:fe28:a0e0
no	Autoconf	8	2001:db8::/64	5	Local Area Connection
no	Autoconf	256	::/0	5	fe80::200:87ff:fe28:a0e0

Configuración básica: Windows (19)

- Eliminar una ruta:
- **netsh interface ipv6 delete route**
[prefix=]<dirección IPv6>/<entero>
[interface=]<cadena> [[nexthop=]<dirección IPv6>] [[store=]active|persistent]
- Ejemplo: netsh interface ipv6 delete route
2002::/16 5 fe80::200:87ff:fe28:a0e0
store=persistent
- Revisar con **netsh interface ipv6 show route**

Configuración básica: Windows (20)

- Añadir un Servidor DNS:
- **netsh interface ipv6 add dnsserver**
[name=]<cadena> [address=]<dirección IPv6>
[[index=]<entero>]
- En XP SP1/2003 SP1 se usa **dns** en lugar de **dnsserver**
- Ejemplo: netsh interface ipv6 add dnsserver
“Local area network” 2001:7f9:1000:1::947c 1
- El “index” representa la posición (preferencia) del servidor DNS que se configura en la lista de servidores DNS

Configuración básica: Windows (19)

- Mostrar Servidores DNS:
- **netsh interface ipv6 show dnsservers**
[[name=]cadena]
- Ejemplo: netsh interface ipv6 show dnsservers

DNS servers in LAN interface

Index	DNS server
1	2001:7f9:1000:1::947c
2	2001:7f9:1000:1::947c

Configuración básica: Windows (20)

- Borrar un Servidor DNS:
- **netsh interface ipv6 delete dnsserver**
[name=]<cadena> [[address=]<dirección IPv6>|all]
- Ejemplo: netsh interface ipv6 delete dnsserver
“Local area network” all
- Verificar mediante **netsh interface ipv6 show dnsservers**

Configuración básica: Linux (1)

Comandos básicos (1)

- ifconfig
- ping6 <hostcondirIPv6>|<dirIPv6>|[-I <interfaz>] <link-local-ipv6address>
- traceroute6 <hostcondirIPv6>|<dirIPv6>
- tracepath6 <hostcondirIPv6>|<dirIPv6>
- tcpdump

Configuración básica: Linux (2)

```
# ping6 ::1
```

```
PING ::1(::1) 56 data bytes
```

```
64 bytes from ::1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.047 ms
```

```
64 bytes from ::1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.039 ms
```

```
64 bytes from ::1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.042 ms
```

```
64 bytes from ::1: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.020 ms
```

```
--- ::1 ping statistics ---
```

```
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 2999ms
```

```
rtt min/avg/max/mdev = 0.020/0.037/0.047/0.010 ms
```

```
# ping6 -I eth0 fe80::2e0:81ff:fe05:4657
```

```
PING fe80::2e0:81ff:fe05:4657(fe80::2e0:81ff:fe05:4657) from ::1 eth0: 56 data bytes
```

```
64 bytes from fe80::2e0:81ff:fe05:4657: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.056 ms
```

```
64 bytes from fe80::2e0:81ff:fe05:4657: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.055 ms
```

```
64 bytes from fe80::2e0:81ff:fe05:4657: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.048 ms
```

```
64 bytes from fe80::2e0:81ff:fe05:4657: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.128 ms
```

```
--- fe80::2e0:81ff:fe05:4657 ping statistics ---
```

```
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 2997ms
```

```
rtt min/avg/max/mdev = 0.048/0.071/0.128/0.034 ms
```

Configuración básica: Linux (3)

Comandos básicos (2)

- Añadir una dirección IPv6

```
# /sbin/ip -6 addr add <ipv6address>/<prefixlength> dev <interface>
```

```
# /sbin/ifconfig <interface> inet6 add <ipv6address>/<prefixlength>
```

- Eliminar una dirección IPv6

```
# /sbin/ip -6 addr del <ipv6address>/<prefixlength> dev <interface>
```

```
# /sbin/ifconfig <interface> inet6 del <ipv6address>/<prefixlength>
```

- Algunos comandos necesitan permisos de administrador para ser ejecutados

Configuración básica: Linux (4)

Rutas estáticas

- Ver rutas IPv6

```
# /sbin/ip -6 route show [dev <device>]
```

```
# /sbin/route -A inet6
```

- Añadir ruta a través de una puerta de enlace

```
# /sbin/ip -6 route add <ipv6network>/<prefixlength> via <ipv6address>  
[dev <device>]
```

```
#!/sbin/route -A inet6 add <ipv6network>/<prefixlength> gw <ipv6address>  
[dev <device>]
```

Configuración básica: Linux (5)

- Eliminar ruta a través de una puerta de enlace

```
# /sbin/ip -6 route del <ipv6network>/<prefixlength> via <ipv6address>  
[dev <device>]
```

```
# /sbin/route -A inet6 del <network>/<prefixlength> [dev <device>]
```

- Añadir ruta a través de una interfaz

```
# /sbin/ip -6 route add <ipv6network>/<prefixlength> dev <device> metric 1
```

```
# /sbin/route -A inet6 add <network>/<prefixlength> dev <device>
```

Configuración básica: Linux (6)

- Eliminar ruta a través de una interfaz

```
# /sbin/ip -6 route del <ipv6network>/<prefixlength> dev <device>
```

```
# /sbin/route -A inet6 del <network>/<prefixlength> dev <device>
```

- Visualizar tabla de “vecinos”

```
# ip -6 neigh show [dev <device>]
```

- Añadir entrada a la tabla de “vecinos”

```
# ip -6 neigh add <IPv6 address> lladdr <link-layer address> dev <device>
```

- Eliminar entrada a la tabla de “vecinos”

```
# ip -6 neigh del <IPv6 address> lladdr <link-layer address> dev <device>
```

Configuración básica: BSD (1)

Comandos básicos:

- Añadir una dirección IPv6

```
#>ifconfig <interface> inet6 add <dir. IPv6>
```

- Eliminar una dirección IPv6

```
#>ifconfig <interface> inet6 del <dir. IPv6>
```

Configuración básica: BSD (2)

- **Configuración permanente:**

Se hace en el fichero `/etc/rc.conf`:

```
ipv6_enable="YES"
```

```
ipv6_ifconfig_r10="2001:618:10:4::4 prefixlen 64"
```

En `/etc/defaults/rc.conf` se pueden consultar las posibles opciones existentes y las que se usan por defecto.

- Para aplicar cambios en `rc.conf` habrá que reiniciar

Configuración básica: BSD (3)

Rutas estáticas

- Añadir ruta por defecto

```
#>route -n add -inet6 default <dir. IPv6>
```

- Eliminar ruta por defecto

```
#>route -n del -inet6 default
```

Configuración básica: Mac OS X (1)

Comandos básicos (1)

- ifconfig, ifconfig en1
- ping6 [-dfHnNqtvwW] [-P policy] [-a [aAclsg]] [-b sockbufsiz] [-c count] [-I interface] [-i wait] [-l preload] [-p pattern] [-S sourceaddr] [-s packetsize] [-h hoplimit] [hops...] host
- traceroute6 [-dlnrv] [-f firsthop] [-g gateway] [-m hoplimit] [-p port] [-q probes] [-s src] [-w waittime] target [datalen]
- tcpdump

Configuración básica: Mac OS X (2)

- **\$ ping6 ::1**

```
PING6(56=40+8+8 bytes) ::1 --> ::1
```

```
16 bytes from ::1, icmp_seq=0 hlim=64 time=0.101 ms
```

```
16 bytes from ::1, icmp_seq=1 hlim=64 time=0.117 ms
```

```
16 bytes from ::1, icmp_seq=2 hlim=64 time=0.117 ms
```

```
...
```

- **\$ ping6 -I en1 fe80::21b:63ff:fe0a:a963**

```
PING6(56=40+8+8 bytes) fe80::21b:63ff:fe0a:a963%en1 --> fe80::21b:63ff:fe0a:a963
```

```
16 bytes from fe80::21b:63ff:fe0a:a963%en1, icmp_seq=0 hlim=64 time=0.082 ms
```

```
16 bytes from fe80::21b:63ff:fe0a:a963%en1, icmp_seq=1 hlim=64 time=0.117 ms
```

```
16 bytes from fe80::21b:63ff:fe0a:a963%en1, icmp_seq=2 hlim=64 time=0.148 ms
```

```
...
```

Configuración básica: Mac OS X (3)

Comandos básicos (2)

- Añadir una dirección IPv6

```
$ sudo ifconfig <interface> inet6 2001:db8:1:1::2/64
```

- Eliminar una dirección IPv6

```
$ sudo ifconfig <interface> inet6 delete 2001:db8:1:1::2
```

- Ver configuración

```
$ ifconfig | grep inet6
```

```
$ ifconfig <interface> | grep inet6
```

Configuración básica: Mac OS X (4)

Rutas estáticas

- Añadir ruta por defecto

```
$ sudo route add -inet6 default [2001:db8:1:1::1, -interface en1]
```

- Eliminar ruta por defecto

```
$ sudo route delete -inet6 default [2001:db8:1:1::1, -interface en1]
```

- Ver rutas IPv6

```
$ netstat -r -f inet6
```

Extensiones de Privacidad

- RFC 3041: Privacy Extensions for Stateless Address Autoconfiguration in IPv6
- Extensión de Autoconfiguración Stateless
- Para generar una dirección global que cambie con el tiempo
- Dificulta recolectar información para identificar que transacciones corresponden a un nodo

Privacidad: Windows (1)

- Desde XP/2003 esta activada por defecto
- **netsh interface ipv6 show privacy** para ver el estado
- **ipconfig, ipv6 if o netsh interface ipv6 show addresses** para ver la dirección autoconfigurada
- Para desactivarlo:
 - **netsh interface ipv6 set privacy state=disabled store=persistent**
 - **ipv6 [-p] gpu UseTemporaryAddresses no**
- Para revisar el cambio **ipconfig, ipv6 if o netsh interface ipv6 show addresses**
- En XP/2003 es posible que sea necesario “disable” y “enable” la interfaz física en Network Connection para ver el cambio en la configuración de la privacidad

Privacidad: Windows (2)

- **Más opciones en comandos netsh:**
- netsh interface ipv6 set privacy
[[state=]enabled|disabled]
[[maxdadattempts=]<entero>]
[[maxvalidlifetime=]<entero>]
[[maxpreferredlifetime=]<entero>]
- [[regeneratetime=]<entero>
[[maxrandomtime=]<entero>] [[store=]active|
persistent]

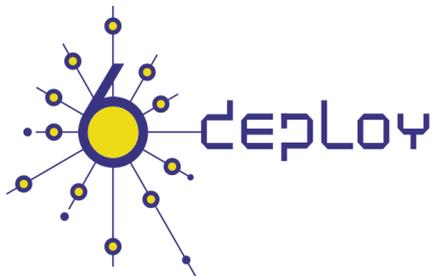
Privacidad: Linux

- Desactivado por defecto
 - Activar - temporal
 - `sysctl -w net.ipv6.conf.all.use_tempaddr=2`
 - `sysctl -w net.ipv6.conf.default.use_tempaddr=2`
 - `sysctl -w net.ipv6.conf.eth0.use_tempaddr=2`
 - Activar - permanente
 - Editar en `/etc/sysctl.conf`
 - `net.ipv6.conf.all.use_tempaddr = 2`
 - `net.ipv6.conf.default.use_tempaddr = 2`
 - `net.ipv6.conf.eth0.use_tempaddr = 2`
 - Reiniciar
 - Desactivar
 - `sysctl -w net.ipv6.conf.eth0.use_tempaddr=0`
 - `sysctl -w net.ipv6.conf.all.use_tempaddr=0`

Privacidad: MAC OS X

- Desactivado por defecto
 - Activar - temporal
 - `sysctl net.inet6.ip6.use_tempaddr=1`
 - Desactivar
 - `sysctl net.inet6.ip6.use_tempaddr=0`

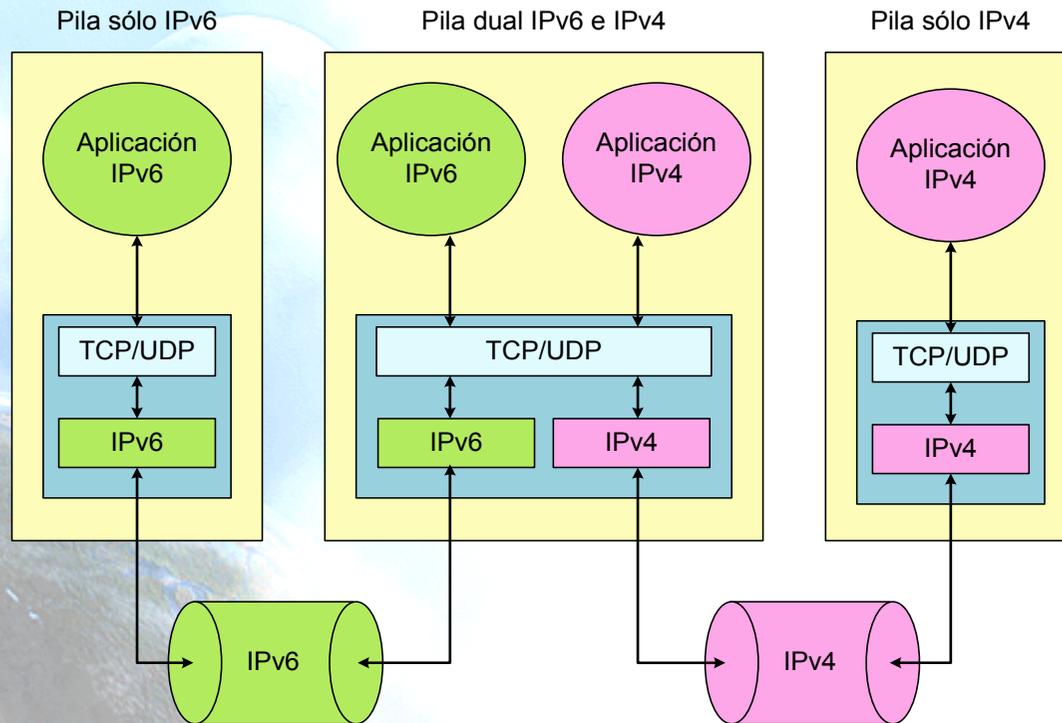
Mecanismos de transición y coexistencia



Mecanismos de transición

- IPv6 ha sido diseñado de tal forma que se facilite la transición y coexistencia con IPv4
- Se han diseñado diferentes estrategias para la coexistencia con redes/nodos IPv4
 - Doble pila, o soporte simultáneo de IPv4 e IPv6
 - Túneles, o encapsulado de IPv6 sobre IPv4 (y viceversa)
 - Son los más utilizados
 - Traducción IPv4/IPv6, como último recurso, dado que no es perfecto

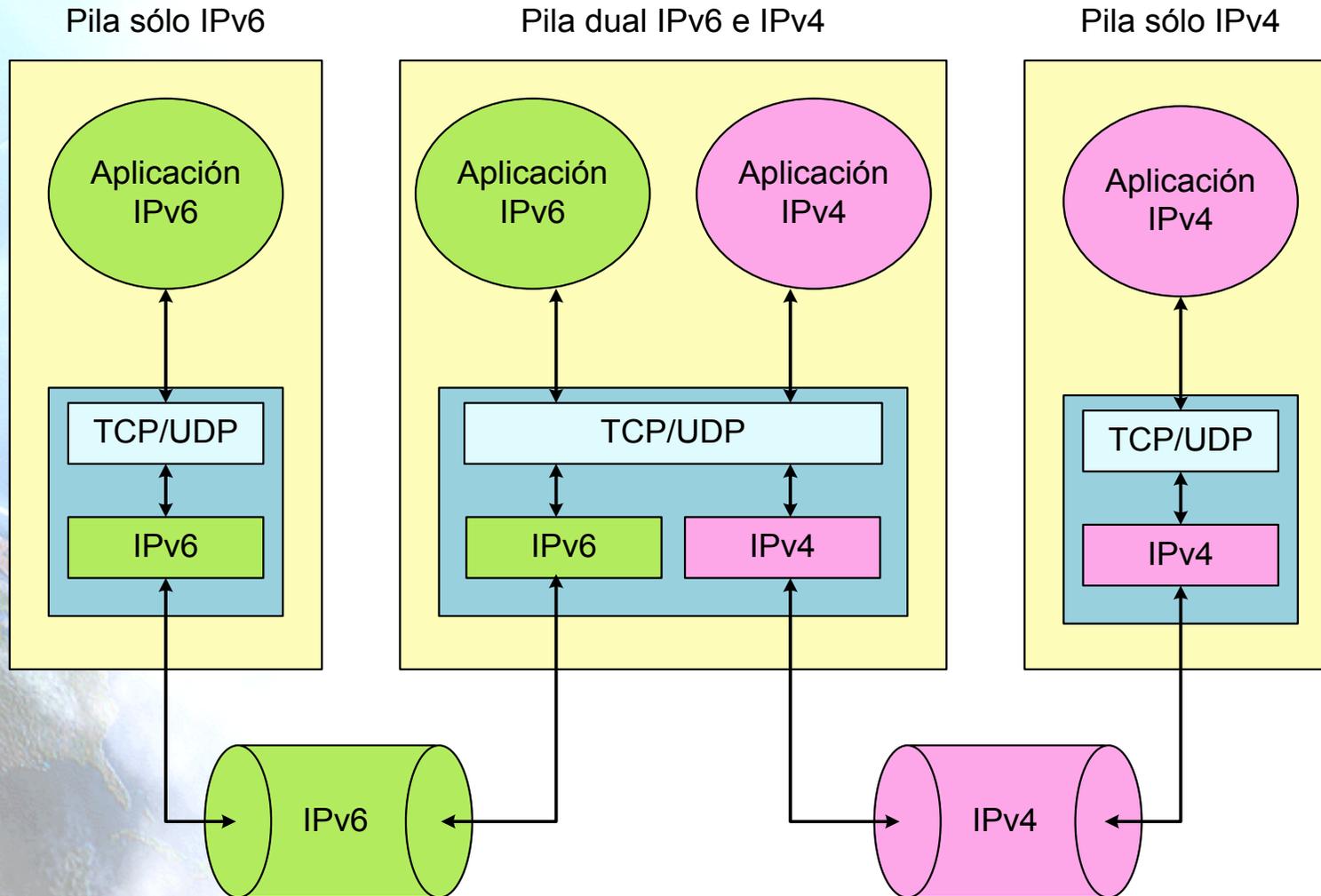
Doble pila (1)



Mécanismo basado en doble pila

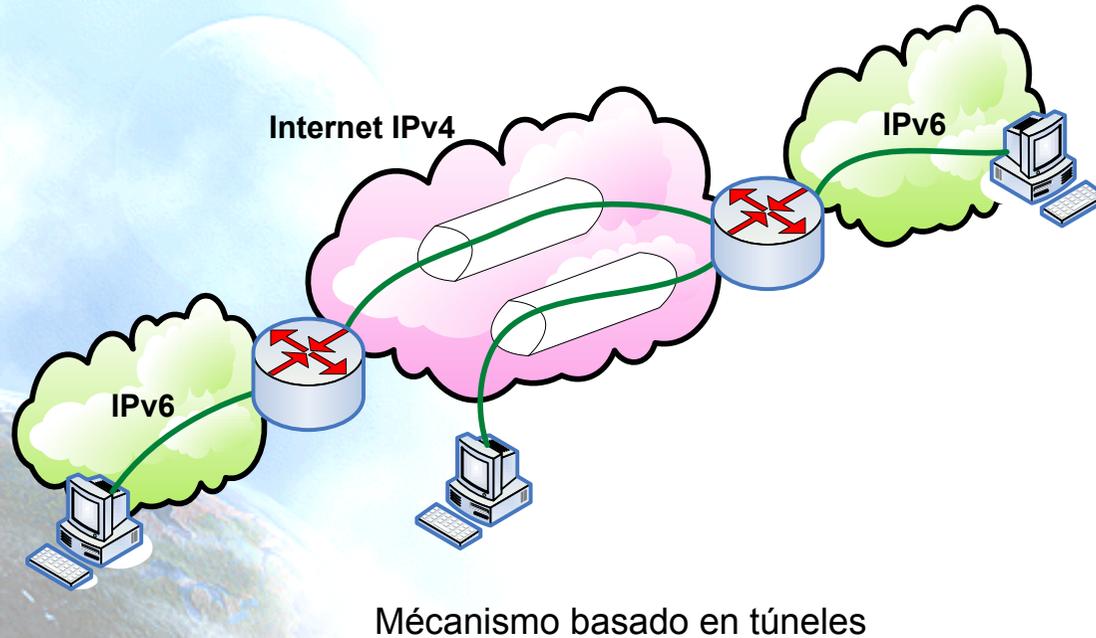
- Los nodos tienen implementadas las pilas IPv4 e IPv6
- Comunicaciones con nodos solo IPv6 ==> Pila IPv6, asumiendo soporte IPv6 en la red
- Comunicaciones con nodos solo IPv4 ==> Pila IPv4

Doble pila (2)

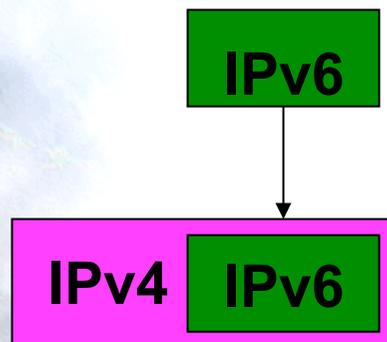


Mécanismo basado en doble pila

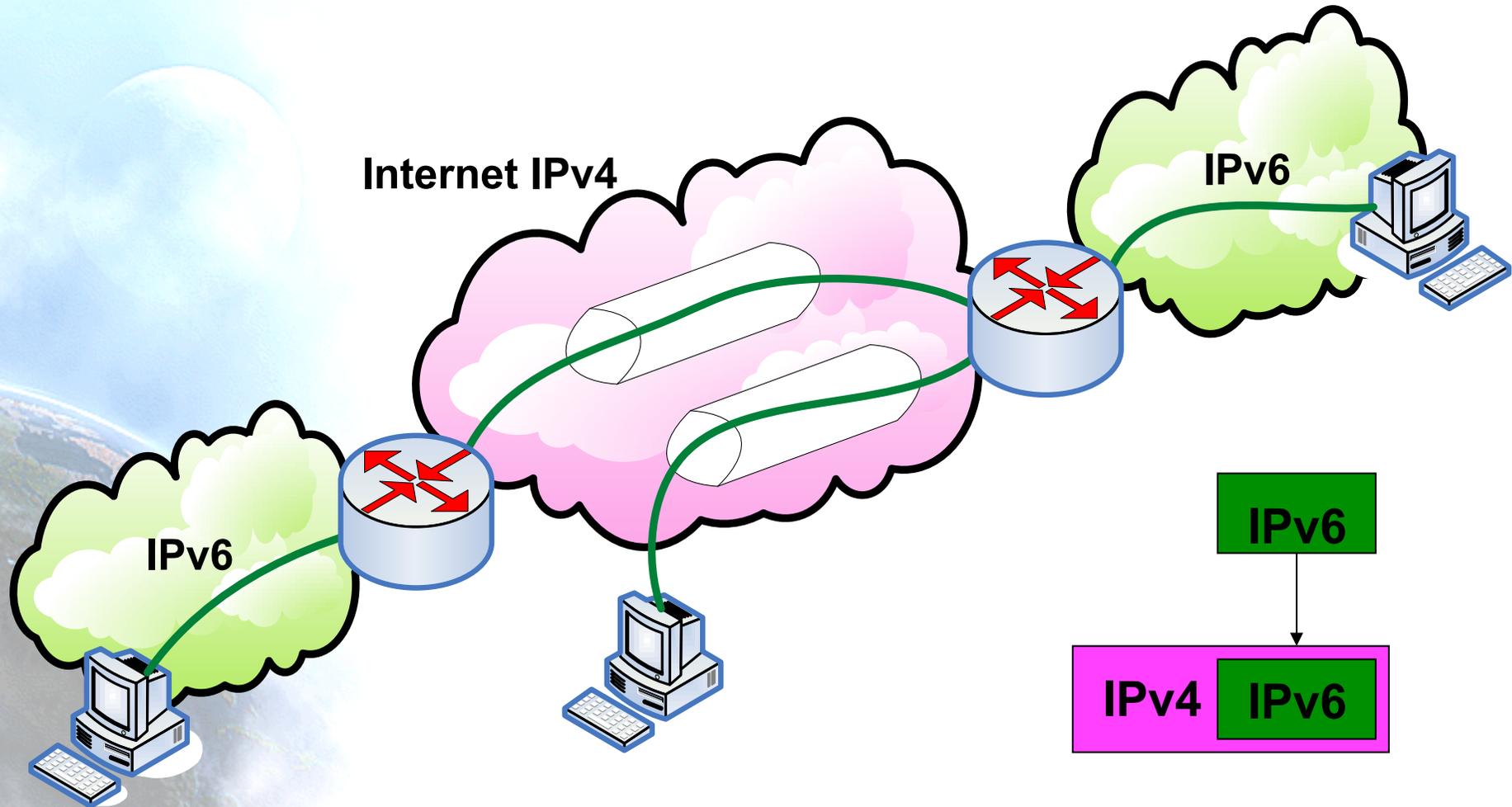
Túneles IPv6 en IPv4 (1)



- Usado para proporcionar conectividad IPv6 en redes que solo tiene soporte IPv4
- Se encapsulan paquetes IPv6 dentro de paquetes IPv4
- Los paquetes resultantes viajan por redes IPv4



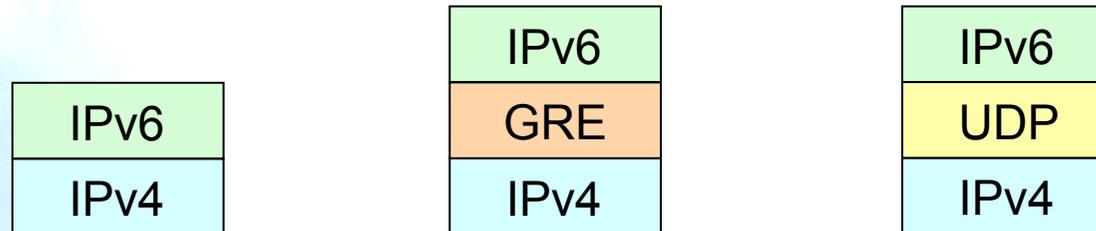
Túneles IPv6 en IPv4 (2)



Mécanismo basado en túneles

Túneles IPv6 en IPv4 (2)

- Existen diversas formas de encapsular los paquetes IPv6



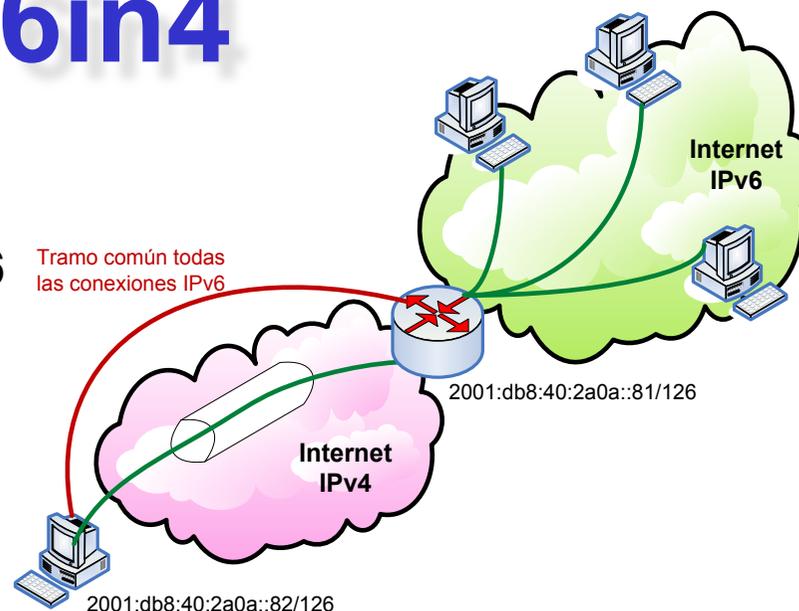
- Existen diversos mecanismos de transición basados en túneles, cada uno con una forma diferente de encapsulación

Túneles y otros mecanismos

- Algunos mecanismos de transición basados en túneles
 - 6in4 (*) [6in4]
 - TB (*) [TB]
 - TSP [TSP]
 - 6to4 (*) [6to4]
 - Teredo (*) [TEREDO], [TEREDOC]
 - Túneles automáticos [TunAut]
 - ...
 - ISATAP [ISATAP]
 - 6over4 [6over4]
 - Softwires (*)
 - 6RD (*)
 - NAT64 (*)
 - DS-Lite (*)
- (*) Más habituales y explicados en detalle a continuación

Túneles 6in4

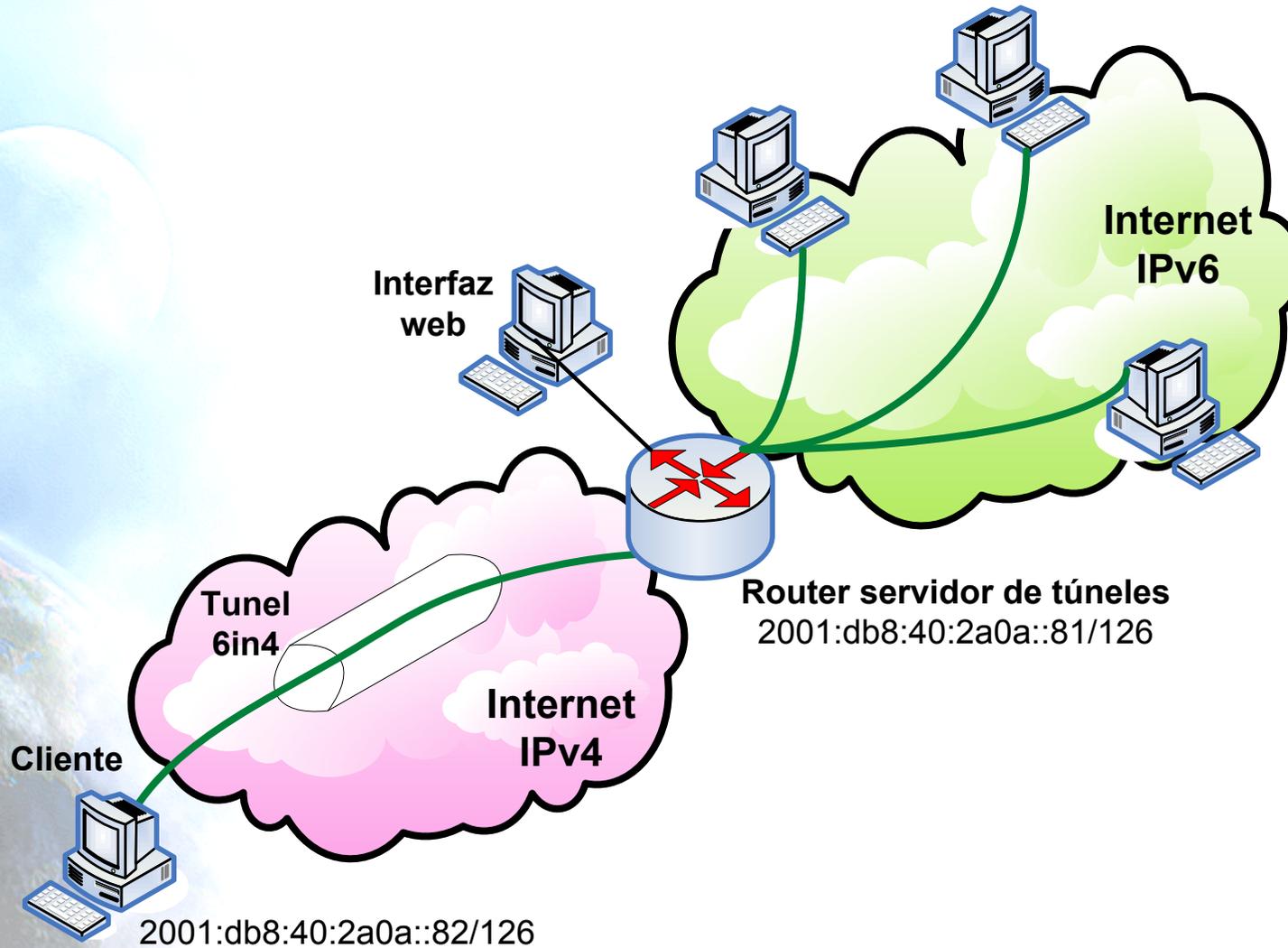
- Encapsula directamente el paquete IPv6 dentro de un paquete IPv4
- Se suele hacer entre
 - nodo final ==> router
 - router ==> router
- Aunque también es posible para
 - nodo final ==> nodo final
- El túnel se considera como un enlace punto-a-punto desde el punto de vista de IPv6
 - Solo un salto IPv6 aunque existan varios IPv4
- Las direcciones IPv6 de ambos extremos del túnel son del mismo prefijo
- Todas las conexiones IPv6 del nodo final siempre pasan por el router que está en el extremo final del túnel
- Los túneles 6in4 pueden construirse desde nodo finales situados detrás de NAT
 - Imprescindible que la implementación de NAT soporte “proto-41 forwarding” [PROTO41]



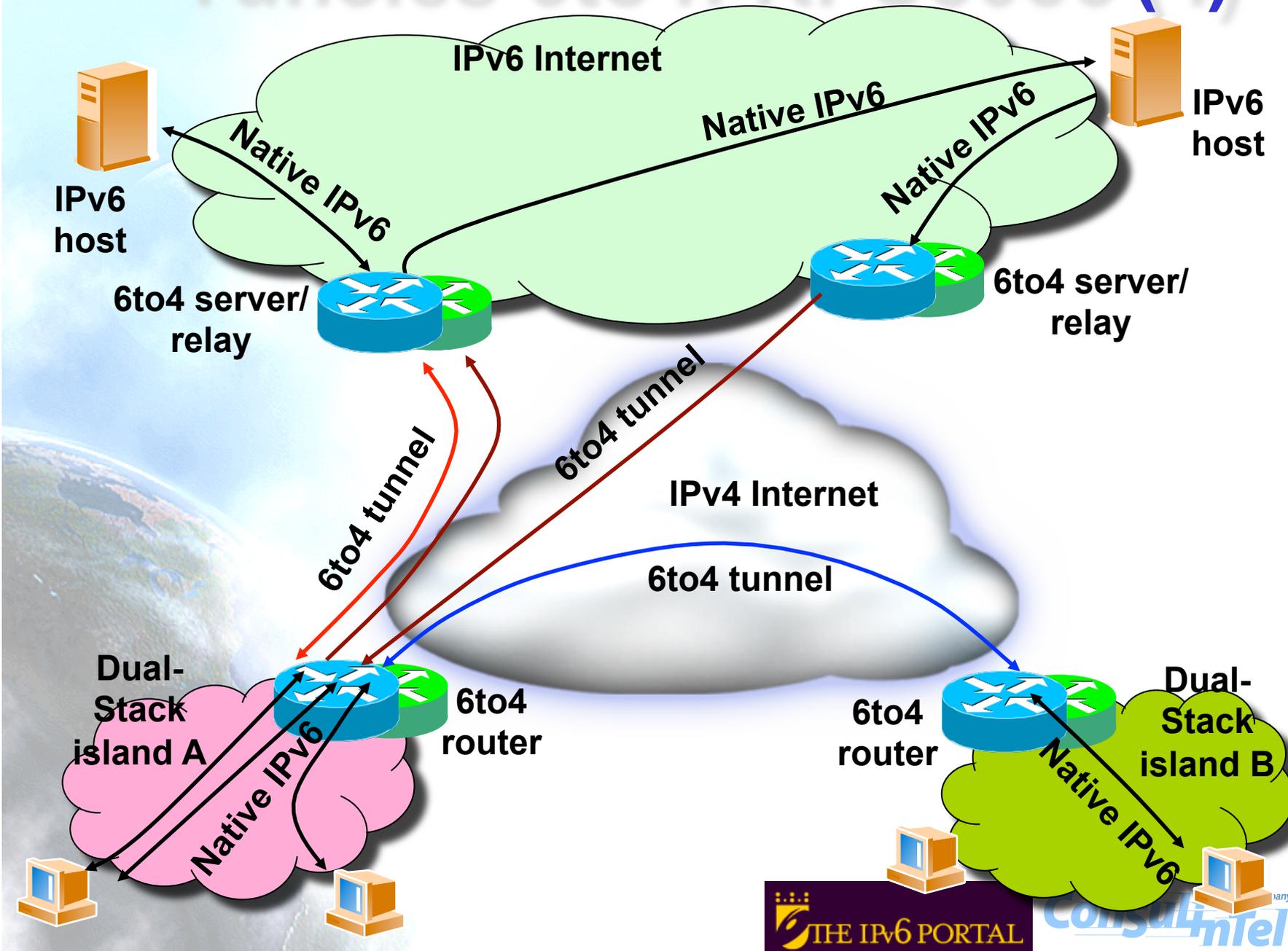
Tunnel Broker: RFC3053 (1)

- Los túneles 6in4 requieren la configuración manual de los equipos involucrados en el túnel
- Para facilitar la asignación de direcciones y creación de túneles IPv6, se ha desarrollado el concepto de Tunnel Broker (TB).
 - Es un intermediario al que el usuario final se conecta, normalmente con un interfaz web
- El usuario solicita al TB la creación de un túnel y este le asigna una dirección IPv6 y le proporciona instrucciones para crear el túnel en el lado del usuario
- El TB también configura el router que representa el extremo final del túnel para el usuario
- En <http://www.ipv6tf.org/using/connectivity/test.php> existe una lista de TB disponibles
- TSP [TSP] es un caso especial de TB que no está basado en un interfaz web sino en un aplicación cliente que se instala en el cliente y se conecta con un servidor, aunque el concepto es el mismo.

Tunnel Broker: RFC3053 (2)



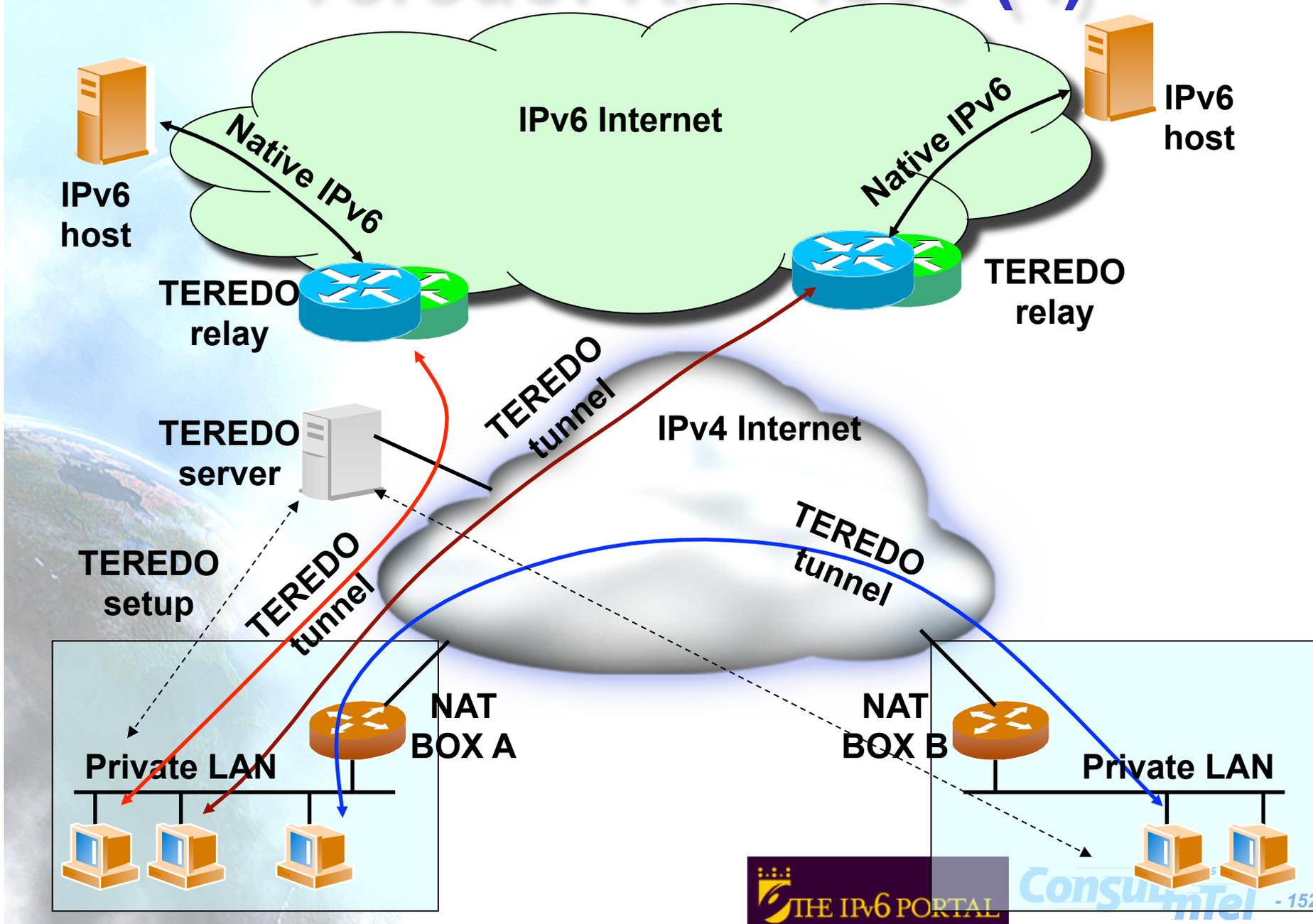
Túneles 6to4: RFC3056 (1)



Túneles 6to4: RFC3056 (2)

- Se trata de un encapsulado de paquetes IPv6 en paquetes IPv4, similar a 6in4
- Diferencias:
 - La dirección IPv6 del cliente no depende del router al que se conecta sino de la dirección IPv4 pública
 - Rango 2002::/16
 - Los paquetes IPv6 de salida del cliente siempre son enviados al mismo “6to4 relay”, sin embargo los paquetes IPv6 de entrada al cliente pueden provenir de otros “6to4 relay” diferentes.
- Prefijo IPv4 anycast (RFC3068):
 - 192.88.99.1/24

Teredo: RFC4380 (1)



Teredo: RFC4380 (2)

- Teredo [TEREDO] [TEREDOC] está pensado para proporcionar IPv6 a nodos que están ubicados detrás de NAT que no son “proto-41 forwarding”.
 - Encapsulado de paquetes IPv6 en paquetes UDP
- Funciona en NAT de tipo [STUN]
 - Full Cone
 - Restricted Cone
- No funciona en NATs de tipo
 - Symmetric (solventado a partir de Windows Vista)
- Intervienen diversos agentes:
 - Teredo Server
 - Teredo Relay
 - Teredo Client
- El cliente configura un Teredo Server que le proporciona una dirección IPv6 del rango 2001:0000::/32 basada en la dirección IPv4 pública y el puerto usado
 - Si el Teredo Server configurado es además Teredo Relay, el cliente tiene conectividad IPv6 con cualquier nodo IPv6
 - De lo contrario solo tiene conectividad IPv6 con otros clientes de Teredo
- Actualmente Microsoft proporciona Teredo Servers públicos y gratuitos, pero no Teredo Relays

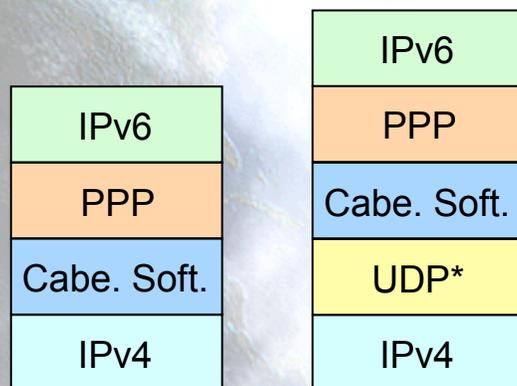
Softwires: RFC4925

- Protocolo que esta siendo discutido en el grupo de trabajo Softwire del IETF. Presenta las siguientes características:
 - Mecanismo de transición “universal” basado en la creación de túneles
 - IPv6-en-IPv4, IPv6-en-IPv6, IPv4-en-IPv6, IPv4-en-IPv4
 - Permite atravesar NATs en las redes de acceso
 - Proporciona delegación de prefijos IPv6 (/48, /64, etc.)
 - Autenticación de usuario para la creación de túneles mediante la interacción con infraestructura AAA
 - Posibilidad de túneles seguros
 - Baja sobrecarga en el transporte de paquetes IPv6 en los túneles
 - Fácil inclusión en dispositivos portátiles con escasos recursos hardware
 - Softwires posibilitará la provisión de conectividad IPv6 en dispositivos como routers ADSL, teléfonos móviles, PDAs, etc. cuando no exista conectividad IPv6 nativa en el acceso
 - También posibilita la provisión de conectividad IPv4 en dispositivos que solo tienen conectividad IPv6 nativa
- En realidad Softwires no es un nuevo protocolo, sino la definición de cómo usar de una forma diferente protocolos ya existentes con el fin de proporcionar conectividad IPv6 en redes IPv4 y viceversa
- Softwires se basa en:
 - L2TPv2 (RFC2661)
 - L2TPv3 (RFC3991)

Encapsulamiento de Softwires basado en L2TPv2

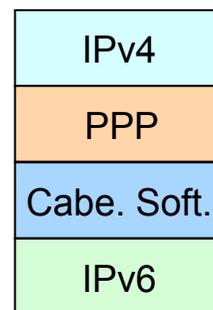
- El funcionamiento se especifica en draft-ietf-softwire-hs-framework-l2tpv2
- Existen dos entidades:
 - Softwires Initiator (SI): agente encargado de solicitar el túnel
 - Softwires Concentrator (SC): agente encargado de crear el túnel (tunnel end point)
- Se utiliza PPP para transportar paquetes IPx (x=4, 6) en paquetes IPy (y=4, 6)
 - Opcionalmente se puede encapsular los paquetes PPP en UDP en caso de que haya que atravesar NATs

Túnel IPv6-en-IPv4

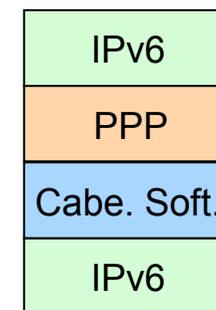


* Opcional

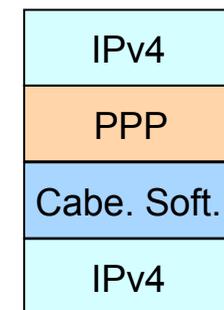
Túnel IPv4-en-IPv6



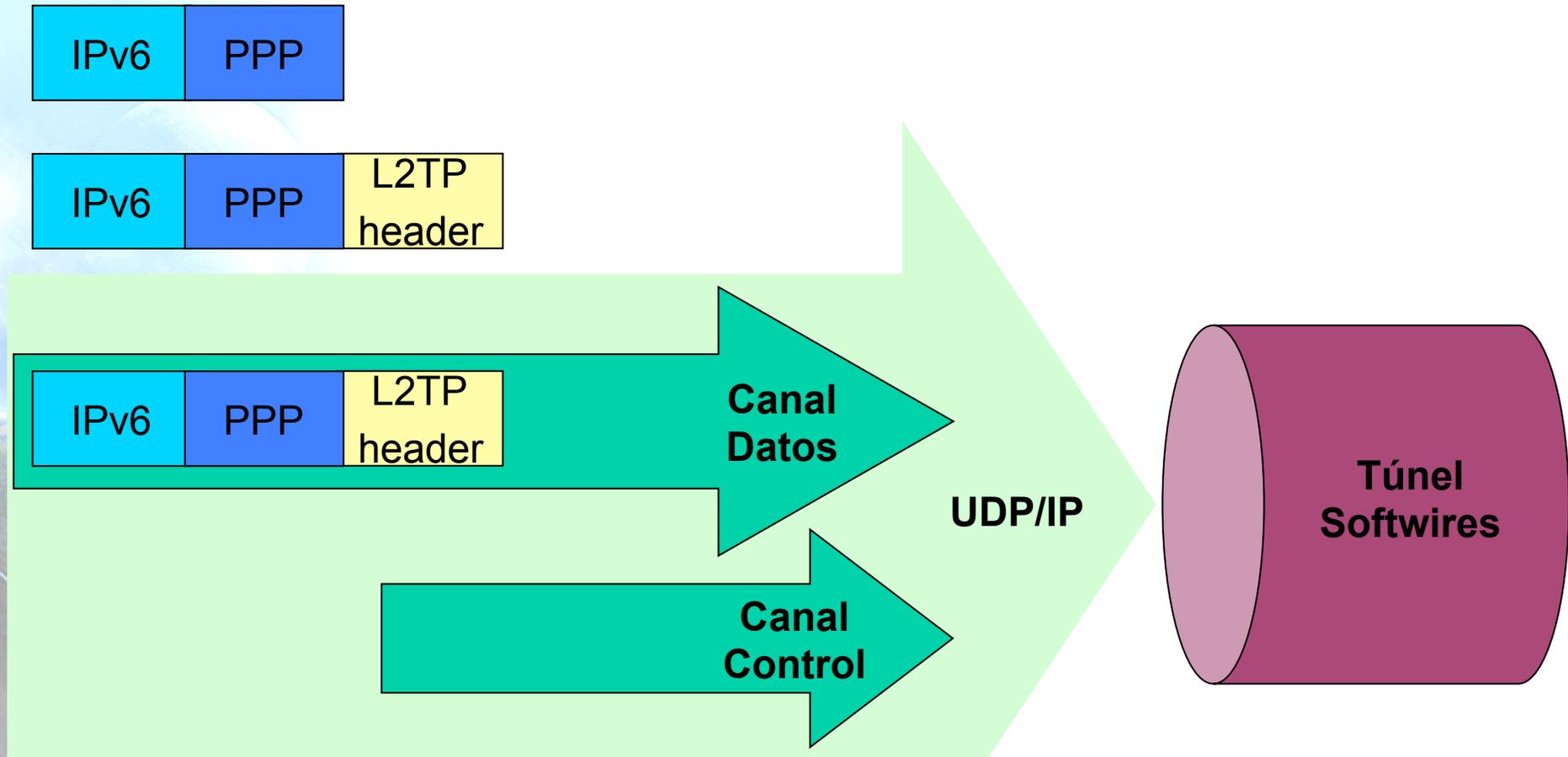
Túnel IPv6-en-IPv6



Túnel IPv4-en-IPv4



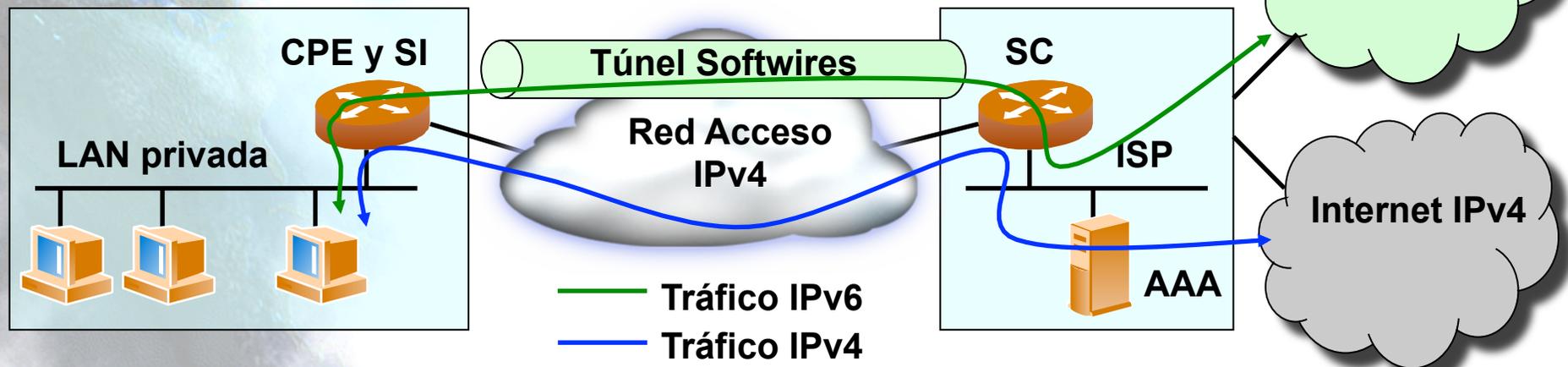
Softwires basado en L2TPv2



- Existe un plano de control y otro de datos
- Se usa PPP como protocolo de encapsulamiento

Ejemplo de uso de Softwires

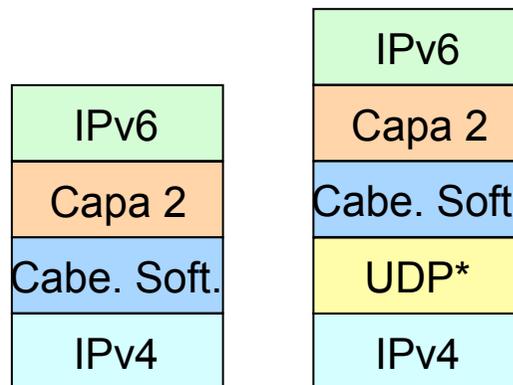
- Un uso típico previsible de Softwires es la provisión de conectividad IPv6 a usuarios domésticos a través de una red de acceso solo-IPv4
 - El SC está instalado en la red del ISP
 - DSLAM, Router de agregación u otro dispositivo
 - El SI está instalado en la red del usuario
 - CPE típicamente. También es posible otro dispositivo diferente en la red del usuario
 - El SC proporciona conectividad IPv6 al SI, y el SI hace de encaminador IPv6 para el resto de la red de usuario
 - Se usa delegación de prefijo IPv6 entre el SC y el SI para proporcionar un prefijo (típicamente /48) a la red del usuario
 - DHCPv6 PD
- Otros usos son también posibles
 - VPNs sobre IPv6 o IPv4
 - Conectividad IPv4 en red de acceso solo IPv6, etc.



Encapsulamiento de Softwires basado en L2TPv3

- Misma filosofía y componentes que con L2TPv2, pero con las particularidades de L2TPv3
 - Transporte sobre IP/UDP de otros protocolos de capa 2 diferentes a PPP
 - HDLC, PPP, FR, ATM, Ethernet, MPLS, IP
 - Formato de cabeceras mejorado para permitir un tratamiento más rápido en los SC
 - Permite velocidades del rango de T1/E1, T3/E3, OC48
 - Mínimo overhead en los paquetes encapsulados (solo de 4 a 12 bytes extra)
 - Otros mecanismos de autenticación diferentes a CHAP y PAP
 - EAP

Túnel IPv6-en-IPv4



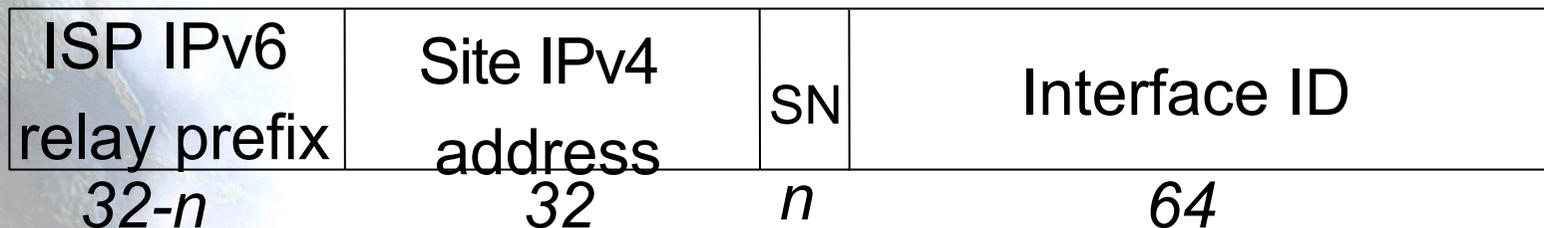
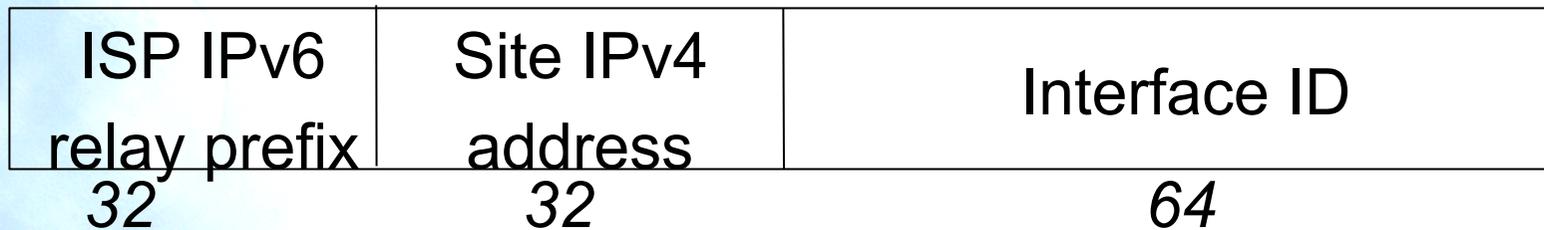
- HDLC
- PPP
- FR
- ATM
- Ethernet
- MPLS

* Opcional

6RD: un refinamiento de 6to4 ...

- 6RD: IPv6 Rapid Deployment en infraestructuras IPv4
 - 6RD depende de IPv4
- RFC5969
- Implementado por FREE (un ISP Francés)
- Cambios respecto a 6to4:
 - Formato de direcciones
 - Los relés (6rd gateway) está sólo dentro del ISP

6RD: Formato de Direcciones



6RD: Pros y Contras

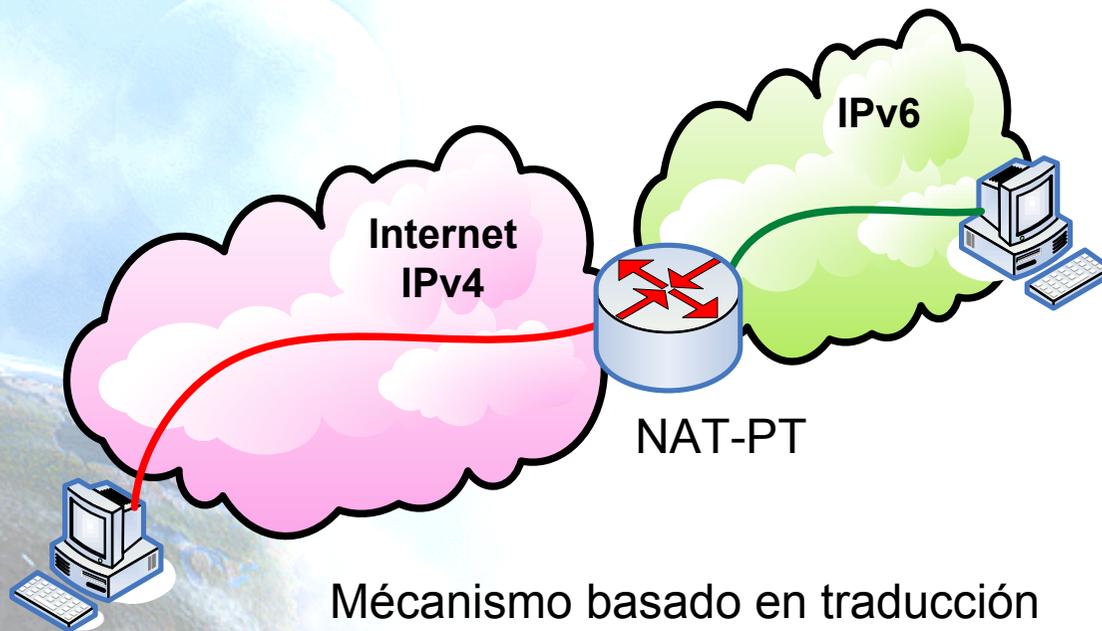
- Pros

- Parece fácil de desplegar SI la red esta bajo control (CPEs, ...)
- Resuelve (?) los problemas de 6to4
 - seguridad, routing asimétrico, ...
 - Relés (o gateway's) bajo control del ISP
- Transparente para el cliente
 - Configuración automática del CPE

- Contras

- No soportado por las políticas de los RIRs
 - Menos subredes por cliente
- Cambio o actualización de los CPEs
 - Pocos disponibles
- Añadir nuevo hardware: 6RD relés/gateway's
 - Pocos disponibles

Traducción IPv4/IPv6



- Diferentes soluciones, pero tiene en común que tratan de traducir paquetes IPv4 a IPv6 y viceversa
 - [SIT], [BIS], [TRT], [SOCKSv64]
- La más conocida es NAT-PT [NATPT], [NATPTIMPL]
 - Un nodo intermedio (router) modifica las cabeceras IPv4 a cabeceras IPv6
 - El tratamiento de paquetes es complejo
- Es la peor solución puesto que la traducción no es perfecta y requiere soporte de ALGs, como en el caso de los NATs IPv4
 - DNS, FTP, VoIP, etc.

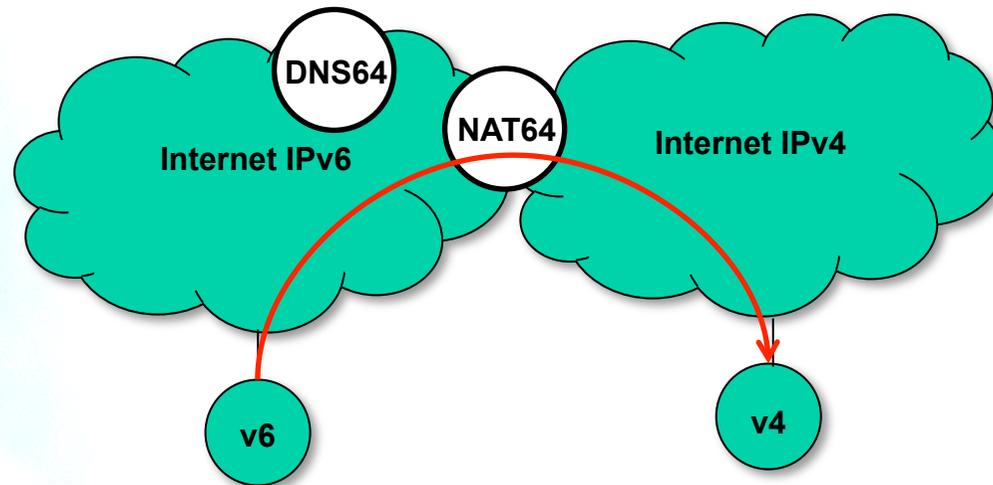
NAT64 (1)

- Cuando los ISPs sólo proporcionan conectividad IPv6, o los dispositivos son sólo-IPv6 (teléfonos móviles).
- Pero aún existen dispositivos sólo-IPv4 en Internet.
- Similar a NAT-PT, pero funcionando “mejor”.
- Elemento opcional, “desacoplado”, DNS64.

NAT64 (2)

- NAT64 traduce paquetes IPv6 en IPv4 y viceversa
 - Algoritmo de traducción de cabeceras IP/ICMP
 - Las direcciones IPv4 son algorítmicamente traducidas a/desde direcciones IPv6 usando un algoritmo específico
 - Sólo traduce paquetes unicast con tráfico TCP, UDP e ICMP
 - DNS64 es un mecanismo para sintetizar registros AAAA desde A. La dirección IPv6 contenida en el AAAA sintetizado es generada algorítmicamente desde la dirección IPv4 y el prefijo IPv6 asignado al dispositivo NAT64
- NAT64 permite a múltiples nodos sólo-IPv6 para compartir una dirección IPv4 para acceder a Internet IPv4

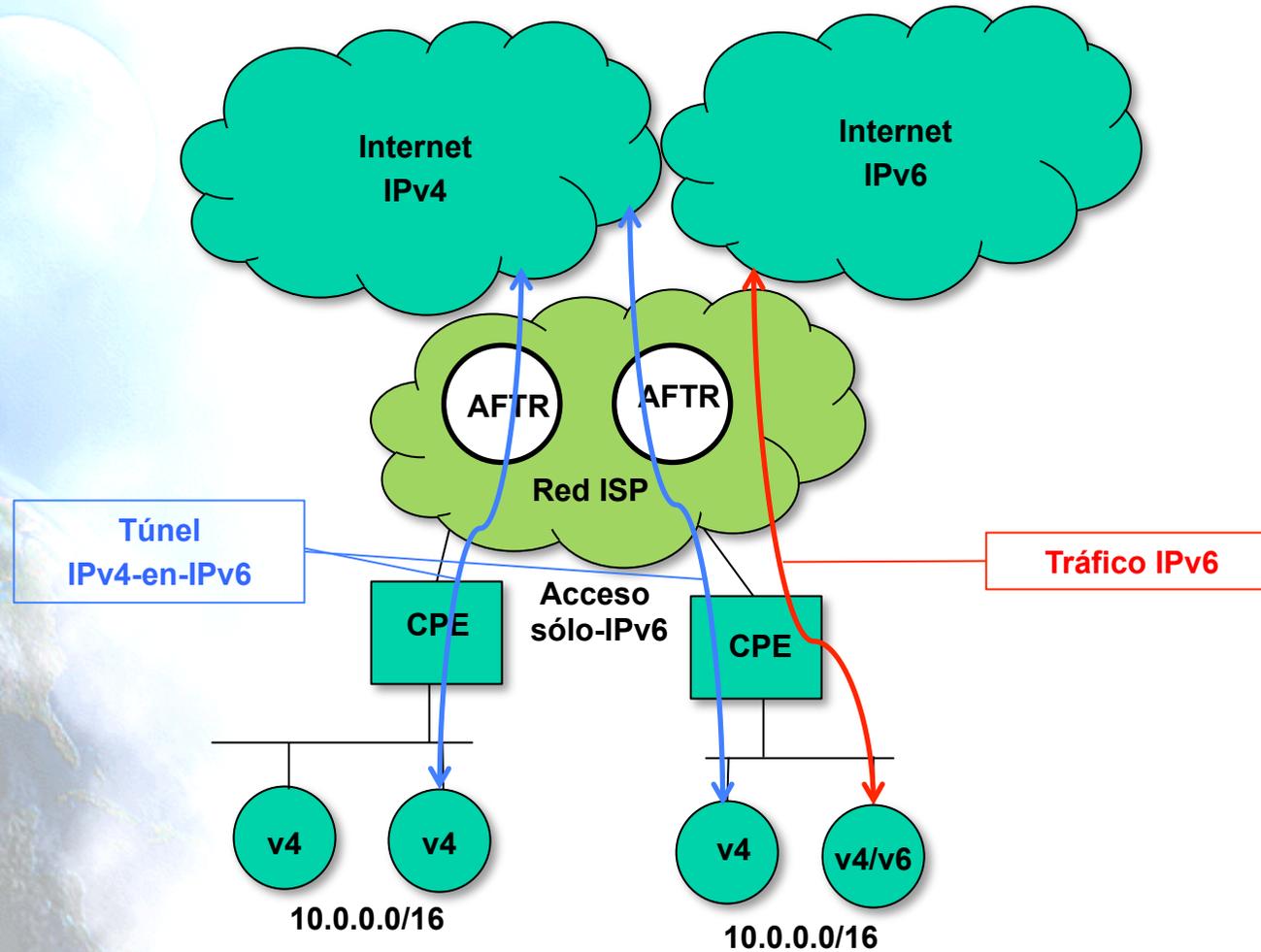
Esquema de NAT64



Dual Stack Lite

- Para resolver el problema del agotamiento de IPv4
- Compartiendo LAS MISMAS direcciones IPv4 entre varios clientes, combinando:
 - Túneles
 - NAT
- No requiere diversos niveles de NAT
- Dos elementos:
 - DS-Lite Basic Bridging BroadBand (B4)
 - DS-Lite Address Family Transition Router (AFTR)
 - También denominado CGN (Carrier Grade NAT) o LSN (Large Scale NAT)

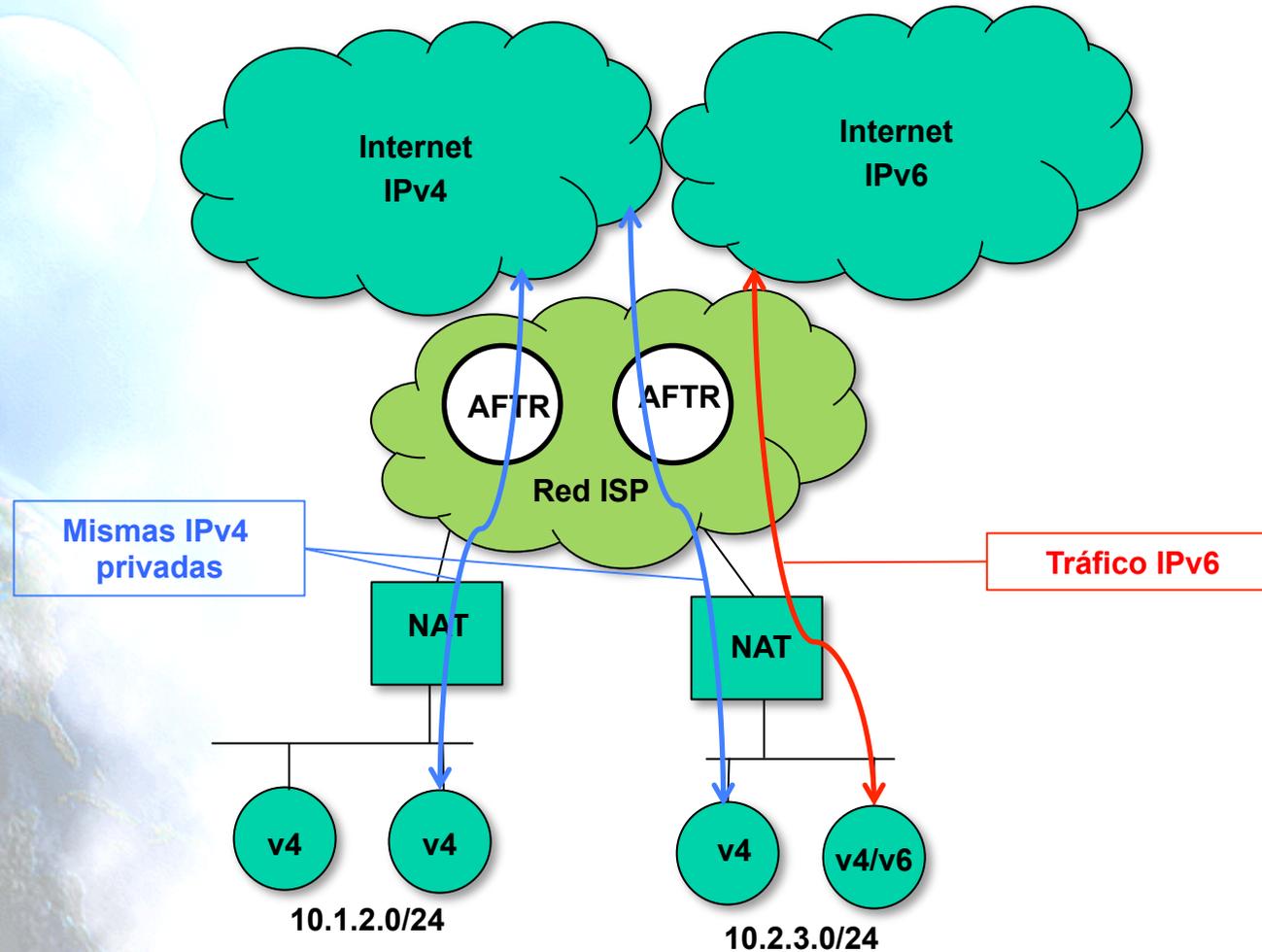
Esquema de DS-Lite



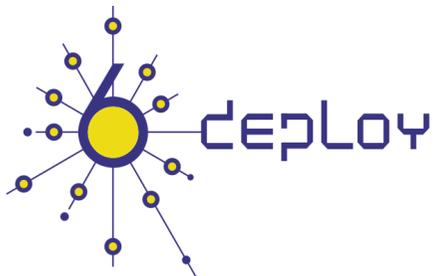
NAT444

- Comúnmente conocido como CGN ...
- Compartiendo LAS MISMAS direcciones IPv4 entre varios clientes, combinando:
 - NAT
 - Túneles
 - NAT
- Requiere diversos niveles de NAT

Esquema de NAT444



Prácticas de transición y coexistencia



Cuando no tenemos IPv6 ...

- Los mecanismos automáticos lo proporcionan
 - 6to4
 - Teredo
- O bien hay que configurar túneles manuales

Establecimiento túnel 6in4

- Scripts de creación de túneles 6in4
 - Windows con netsh desde ventana comandos
 - netsh interface ipv6 add v6v4tunnel "Tunel01" Direccion_IPv4_local Direccion_IPv4_remota
 - netsh interface ipv6 add address "Tunel01" Direccion_IPv6
 - netsh interface ipv6 add route ::/0 "Tunel01" Direccion_gateway_IPv6 publish=yes
 - Linux/UNIX (desde ventana de comandos)
 - (modprobe ipv6)
 - ip tunnel add Tunel01 mode sit remote Direccion_IPv4_remota local Direccion_IPv4_local ttl 255
 - ip link set Tunel01 up
 - ip addr add Direccion_IPv6/64 dev Tunel01
 - ip route add 2000::/3 dev Tunel01
 - Mac OS X
 - sudo ifconfig gif0 tunnel IPv4_local IPv4_remota
 - sudo ifconfig gif0 inet6 IPv6_local IPv6_remota prefixlen 128
 - sudo ifconfig gif0 up
 - sudo route -n add -inet6 default Dir_gateway_IPv6

Eliminación túnel 6in4

- Scripts de eliminación de túneles 6in4
 - Windows con netsh desde ventana comandos
 - netsh interface ipv6 del route ::/0 “Tunel01”
Direccion_gateway_IPv6
 - netsh interface ipv6 del address “Tunel01”
Direccion_IPv6
 - netsh interface ipv6 del int “Tunel01”
 - Linux/UNIX (desde ventana de comandos)
 - ip route del 2000::/3 dev Tunel01
 - ip addr del Direccion_IPv6/126 dev Tunel01
 - ip link set Tunel01 down
 - ip tunnel del Tunel01 mode sit remote
Direccion_IPv4_remota local Direccion_IPv4_local ttl 255
 - Mac OS X
 - sudo route delete -inet6 default
 - sudo ifconfig gif0 down
 - sudo ifconfig gif0 inet6 delete Direccion_IPv6
 - sudo ifconfig gif0 deletetunnel IPv4_local IPv4_remota

Gracias !

Contacto:

– Jordi Palet Martínez (Consulintel): jordi.palet@consulintel.es

The IPv6 Portal:

- <http://www.ipv6tf.org>

