Transición IPv6

LACNIC, La Habana
Mayo de 2016

Jordi Palet (jordi.palet@consulintel.es)

The IPv6 Company

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 librerias) 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” (tipicamente 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

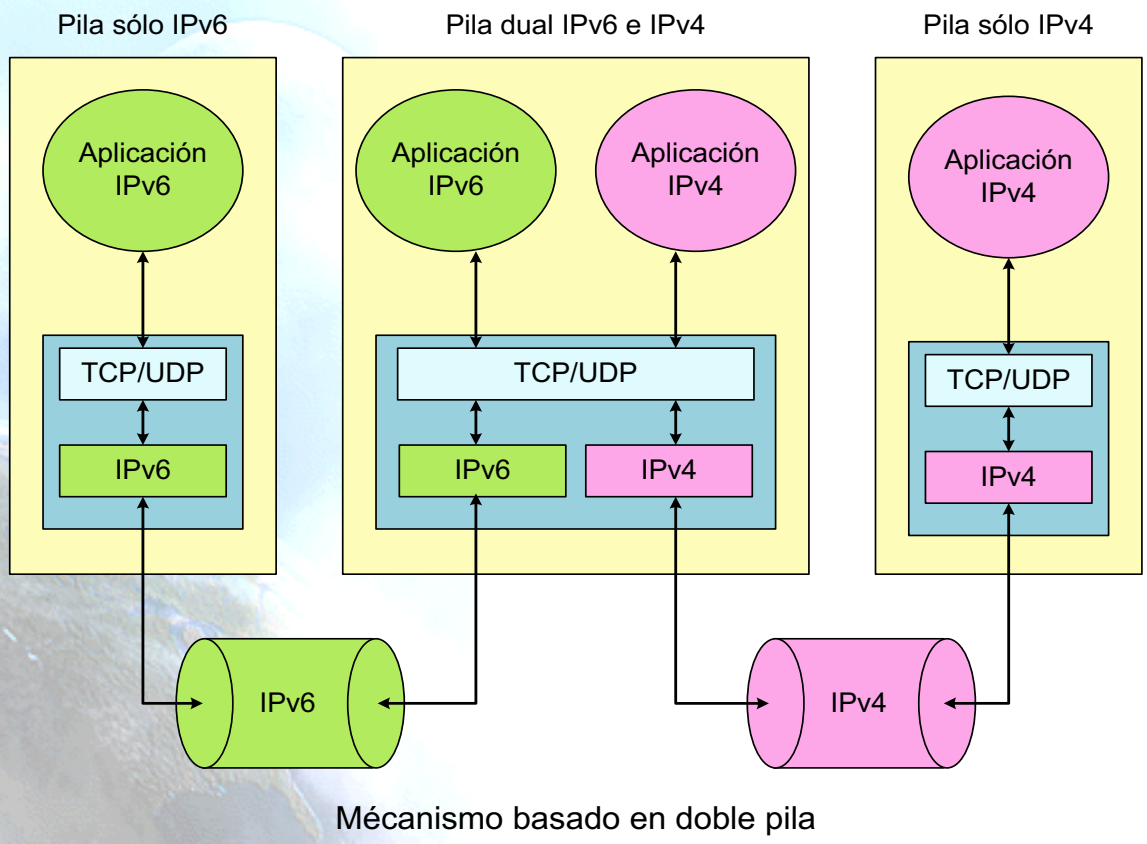
Traducción

- Se puede utilizar traducción de protolocos 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

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

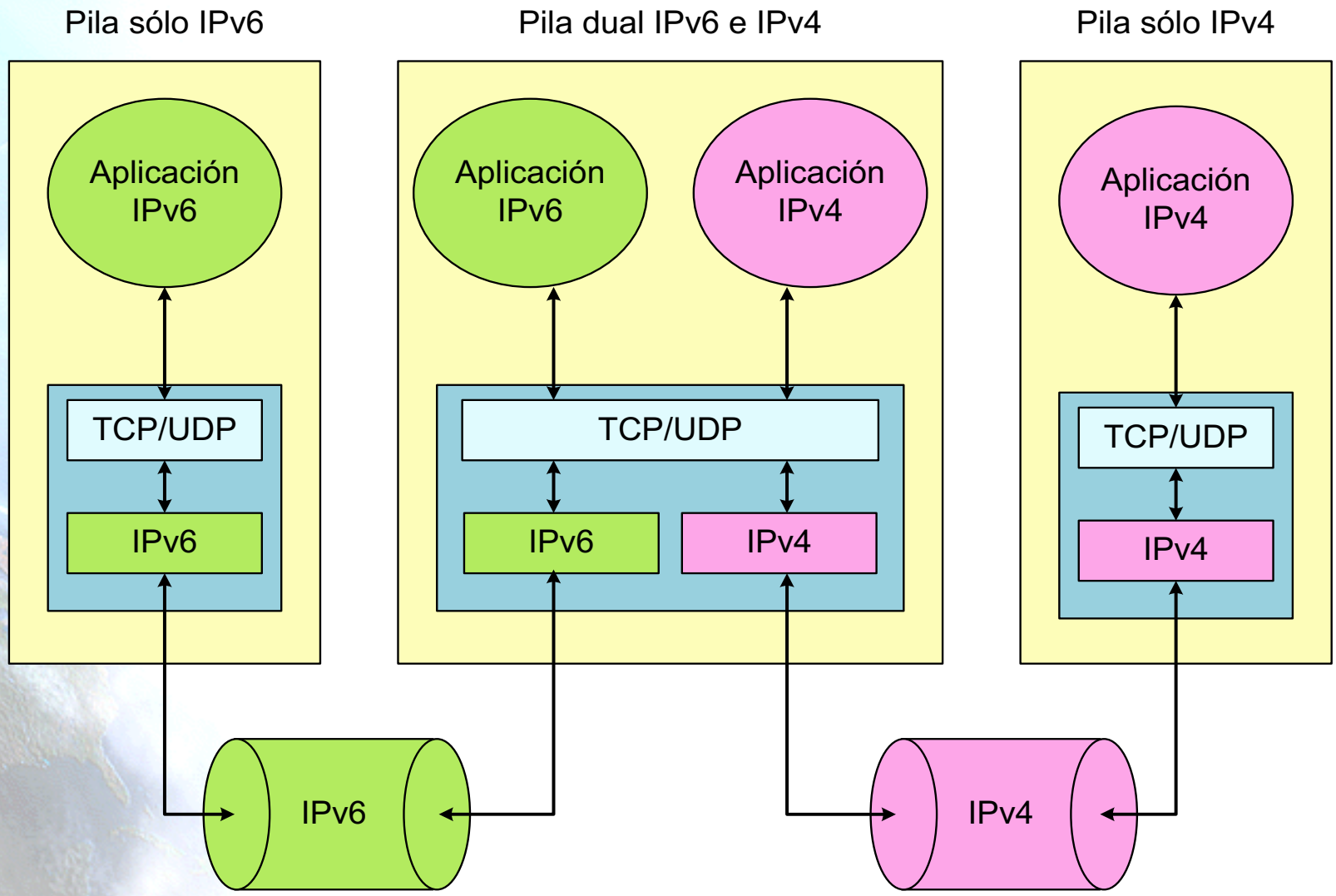
Doble pila (1)



Mécanismo basado en doble pila

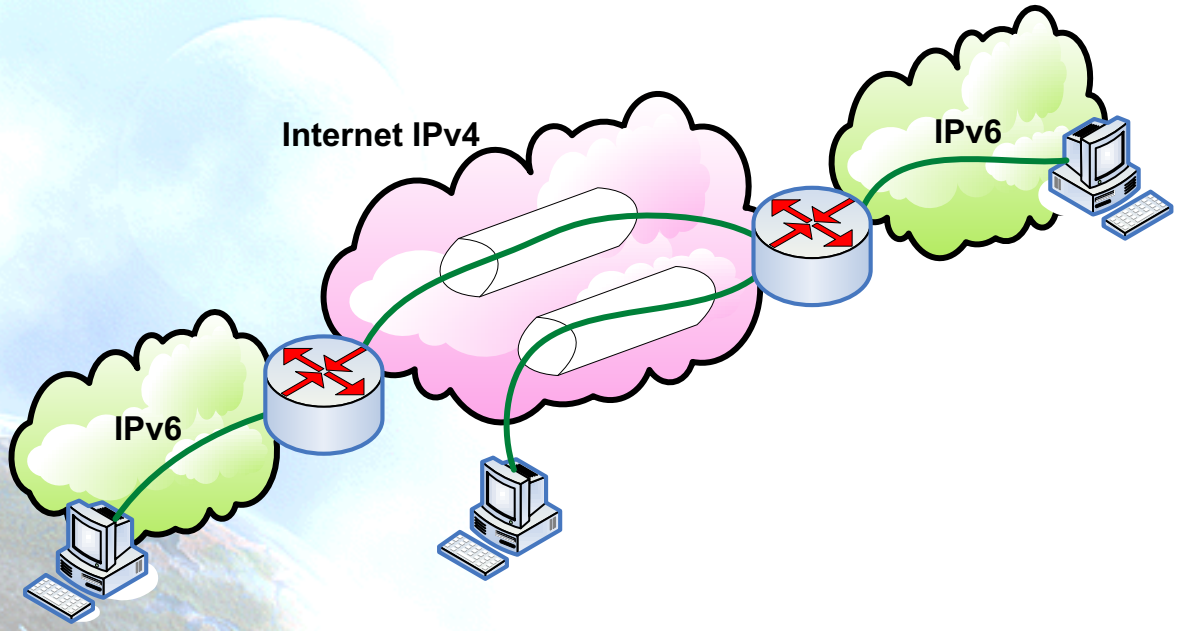
- Los nodos tienen implementadas las pilas IPv4 e IPv6
- Comunicaciones con nodos solo IPv6 ==> Pila IPv6, asumiendo soporte IPv6 en la red
- Comunicaciones con nodos solo IPv4 ==> Pila IPv4

Doble pila (2)

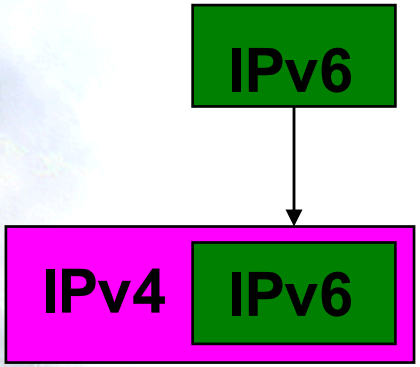


Mécanismo basado en doble pila

Túneles IPv6 en IPv4 (1)

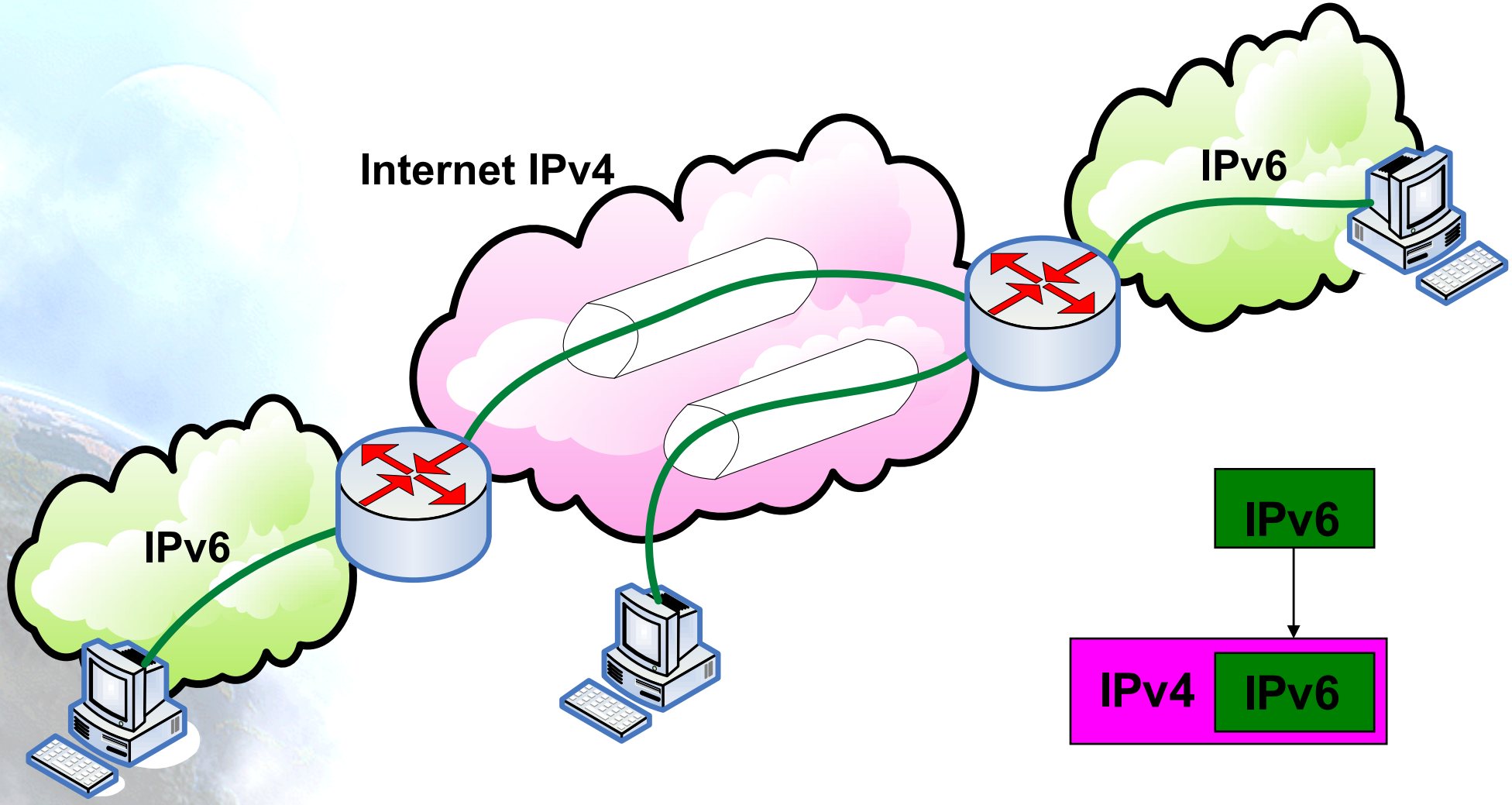


Mécanismo basado en túneles



- 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

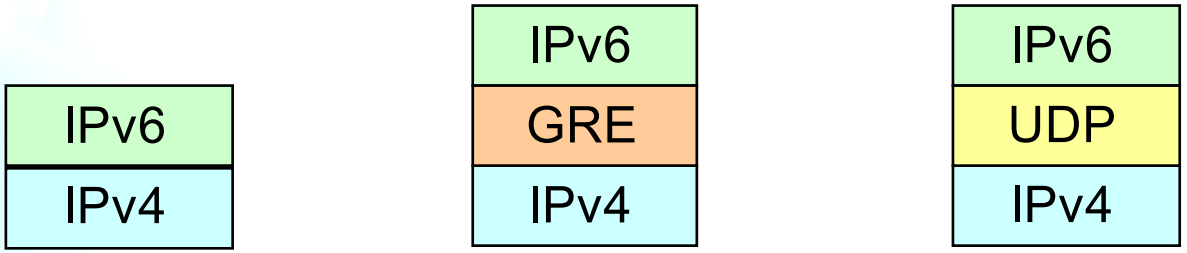
Túneles IPv6 en IPv4 (2)



Mécanismo basado en túneles

Túneles IPv6 en IPv4 (2)

- Existen diversas formas de encapsular los paquetes IPv6

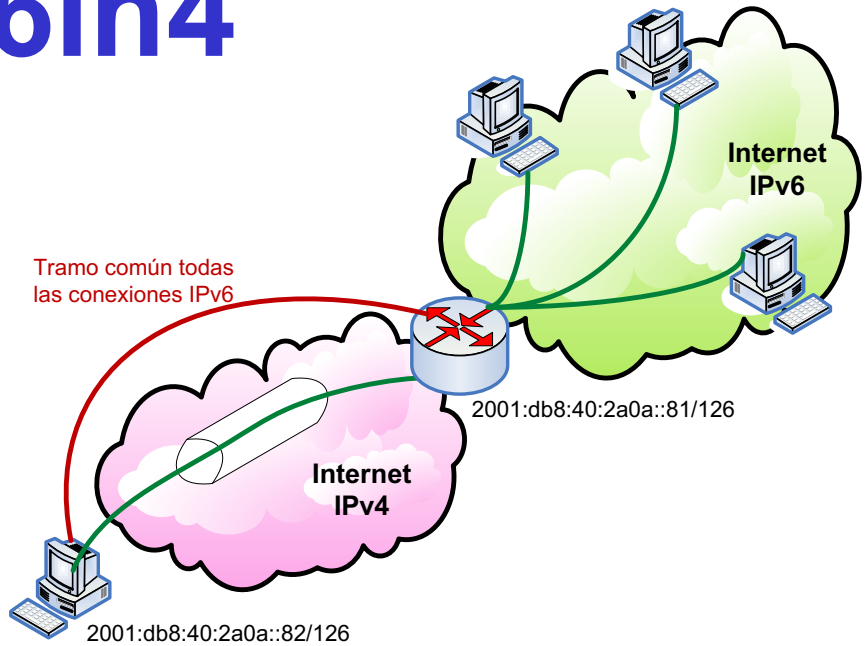


- Existen diversos mecanismos de transición basados en túneles, cada uno con una forma diferente de encapsulación

Túneles IPv6 en IPv4 (3)

- 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
  - 464XLAT
  - MAP E/T

Túneles 6in4

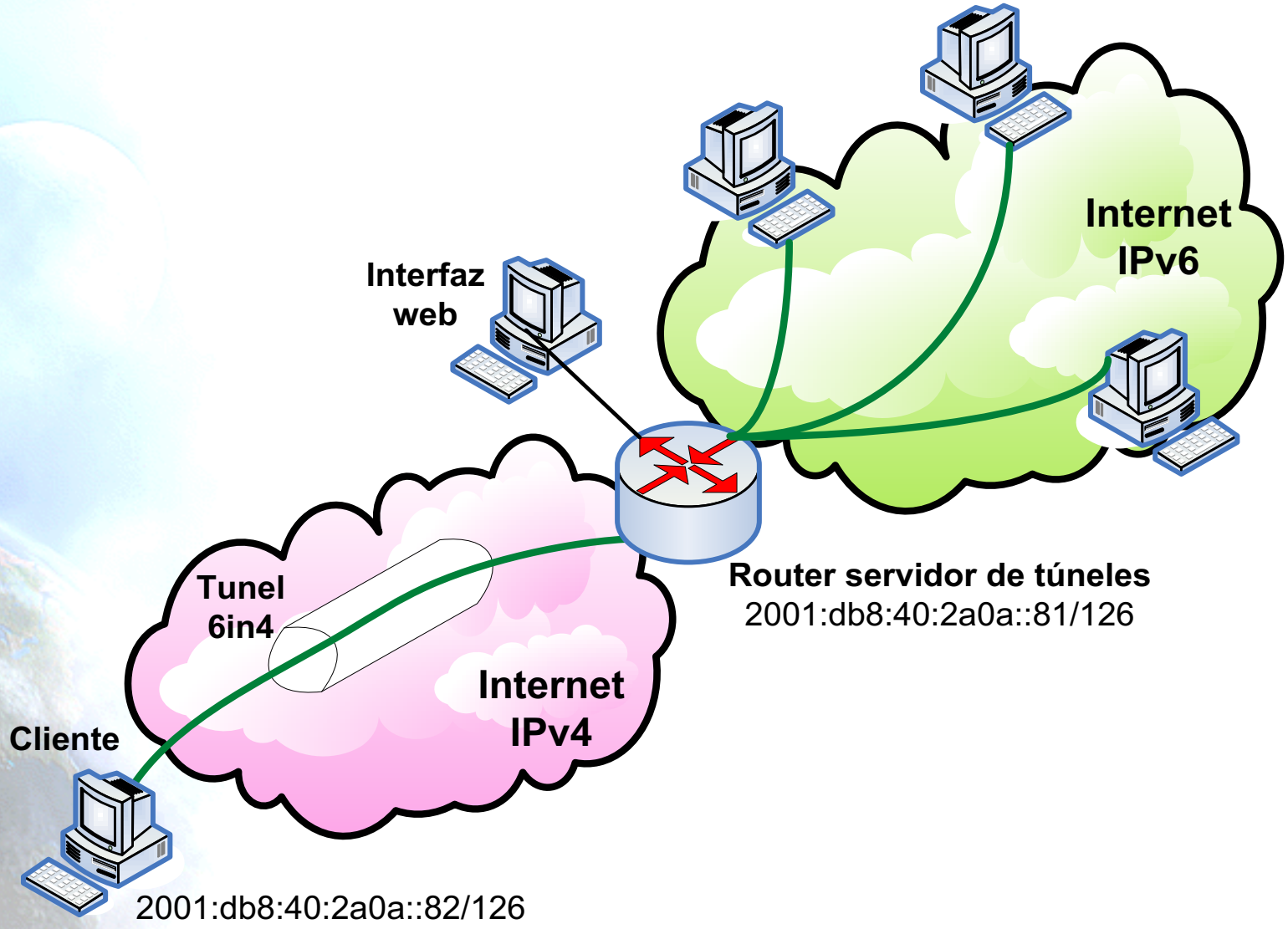


- Encapsula directamente el paquete IPv6 dentro de un paquete IPv4
- Se suele hacer entre
  - nodo final ==> router
  - router ==> router
- Aunque también es posible para
  - nodo final ==> nodo final
- El túnel se considera como un enlace punto-a-punto desde el punto de vista de IPv6
  - Solo un salto 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]

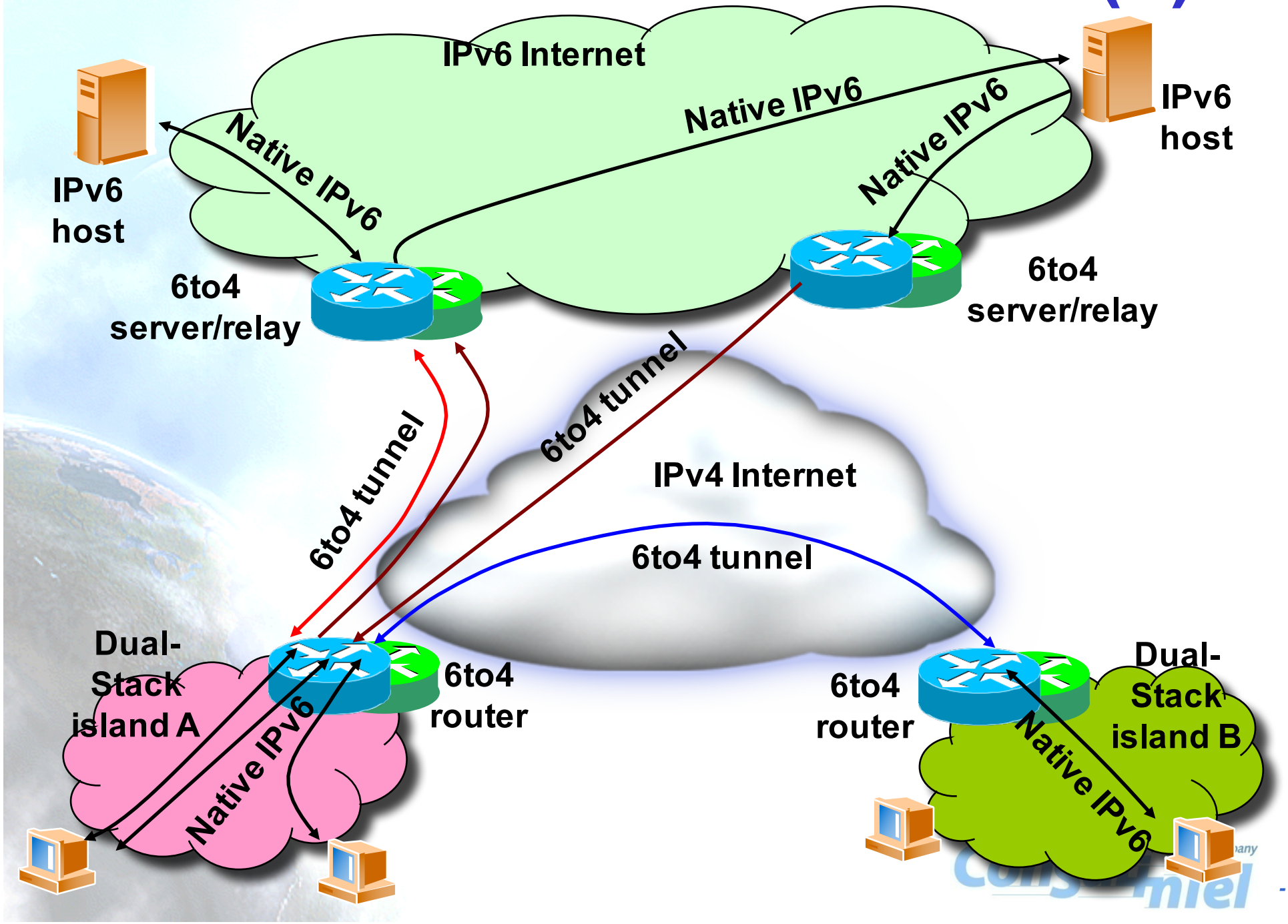
Tunnel Broker: RFC3053 (1)

- 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 esta basado en un interfaz web sino en un aplicación cliente que se instala el cliente y se conecta con un servidor, aunque el concepto es el mismo.

Tunnel Broker: RFC3053 (2)



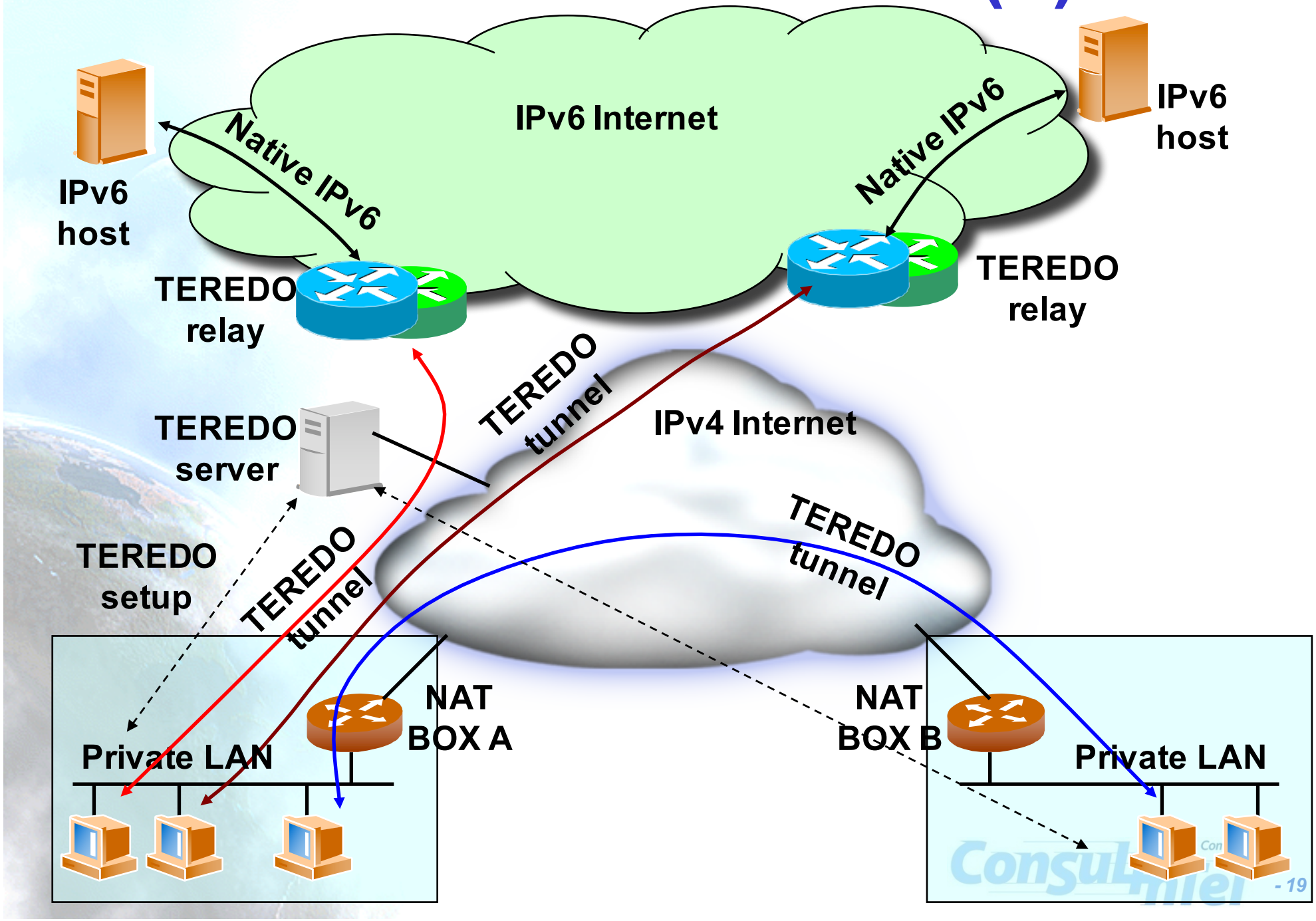
Túneles 6to4: RFC3056 (1)



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)

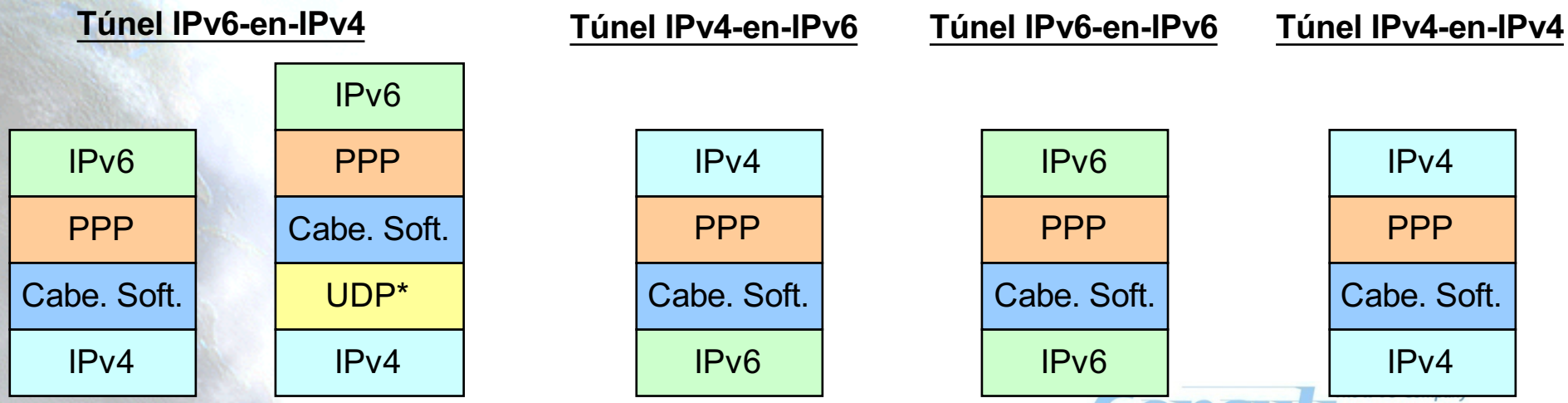
- Teredo [TEREDO] [TEREDOC] está pensado para proporcionar IPv6 a nodos que están ubicados detrás de NAT que no son “proto-41 forwarding”.
  - Encapsulado de paquetes IPv6 en paquetes UDP
- Funciona en NAT de tipo [STUN]
  - Full Cone
  - Restricted Cone
- No funciona en NATs de tipo
  - Symmetric (solventado 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 publica 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
- Sofwires se basa en:
  - L2TPv2 (RFC2661)
  - L2TPv3 (RFC3991)

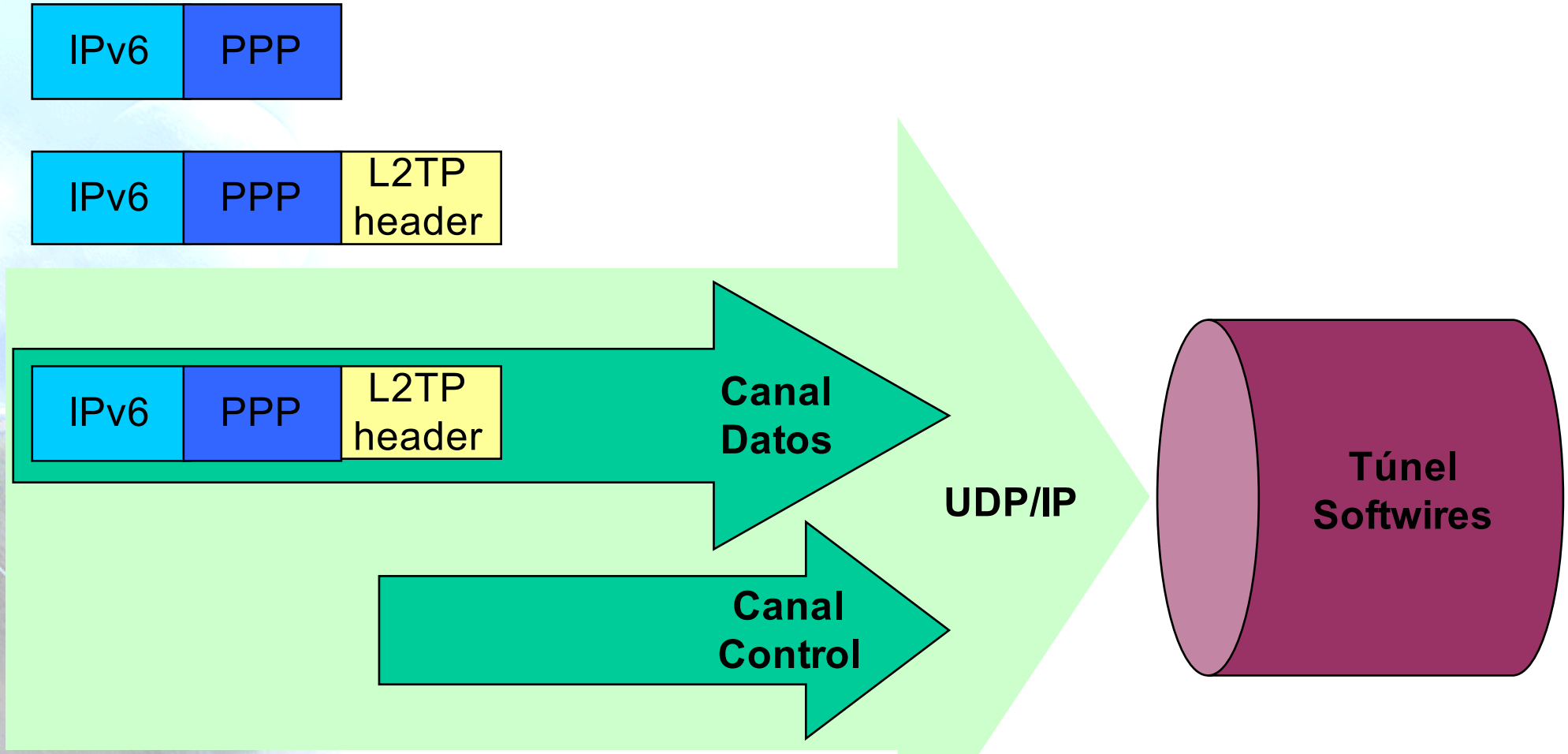
Encapsulamiento de Softwires basado en L2TPv2

- 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



*** Opcional**

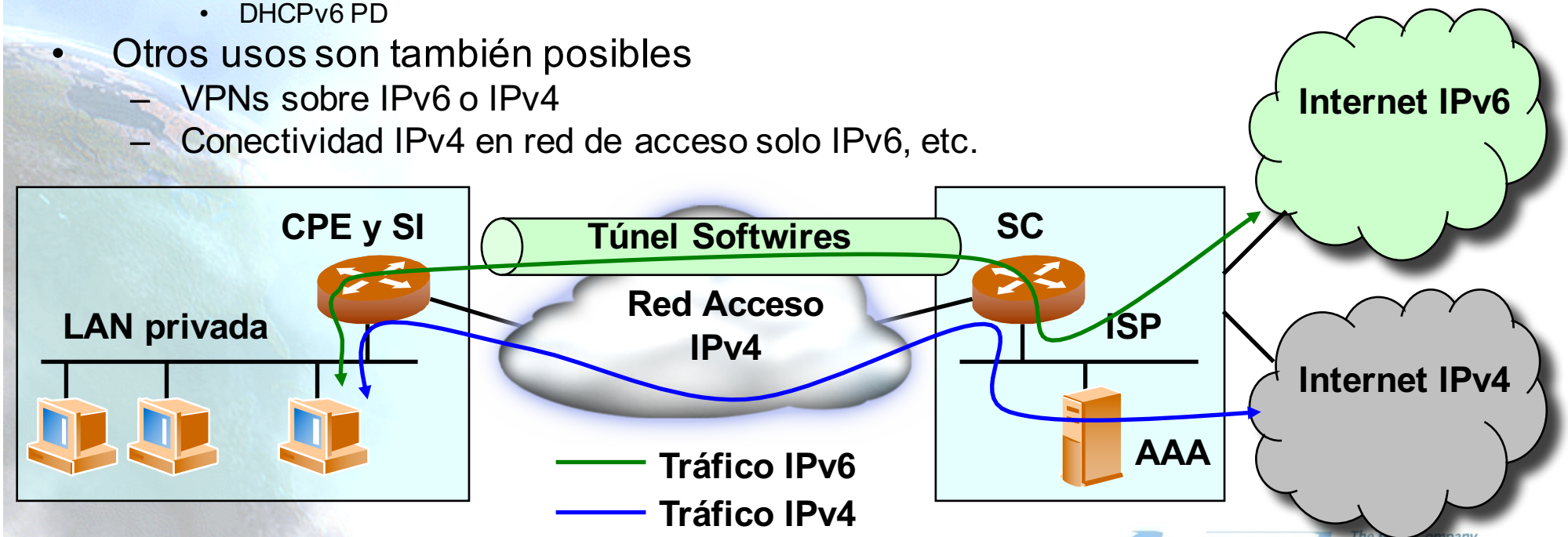
Softwires basado en L2TPv2



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

Ejemplo de uso de Softwires

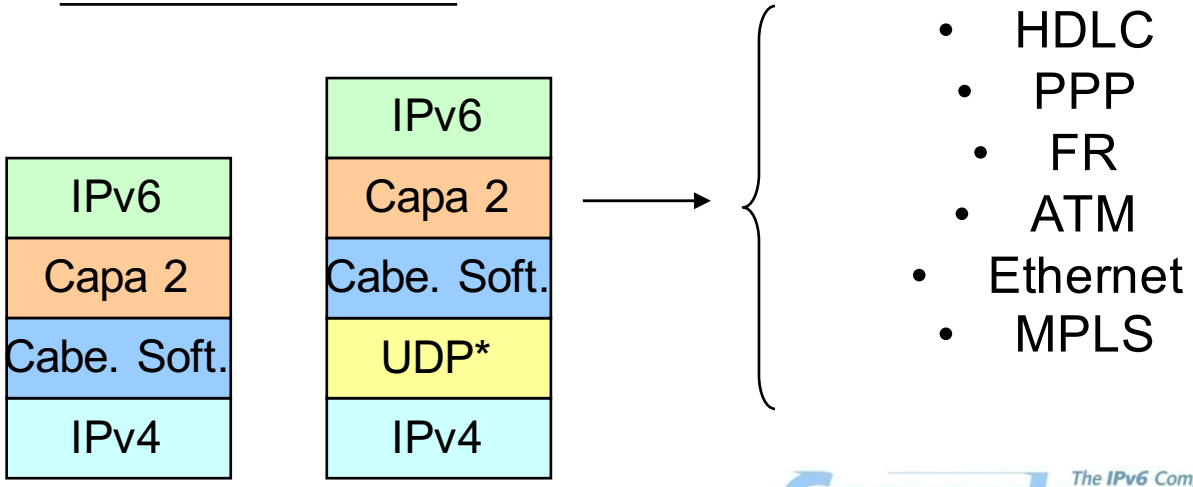
- Un uso típico previsible de Softwires es la provisión de conectividad IPv6 a usuarios domésticos a través de una red de acceso solo-IPv4
  - El SC está instalado en la red del ISP
    - DSLAM, Router de agregación u otro dispositivo
  - El SI está instalado en la red del usuario
    - CPE típicamente. 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



*** 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

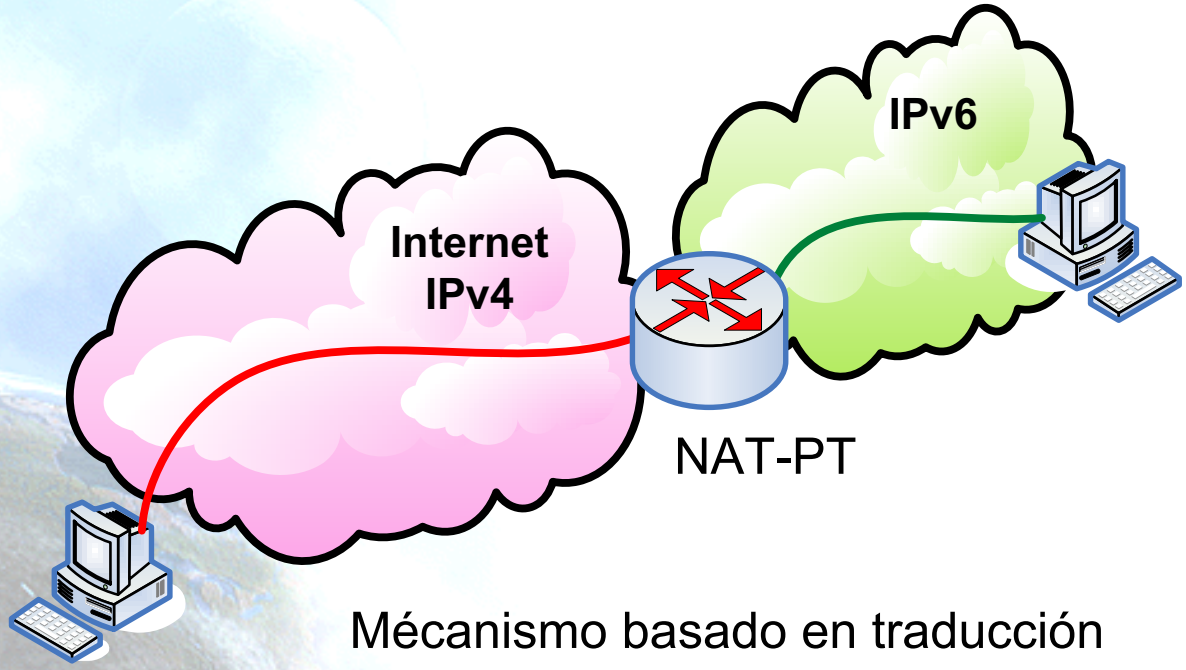
ISP IPv6 relay prefix	Site IPv4 address	Interface ID
32	*32*	*64*

ISP IPv6 relay prefix	Site IPv4 address	SN	Interface ID
32-n	*32*	*n*	*64*

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



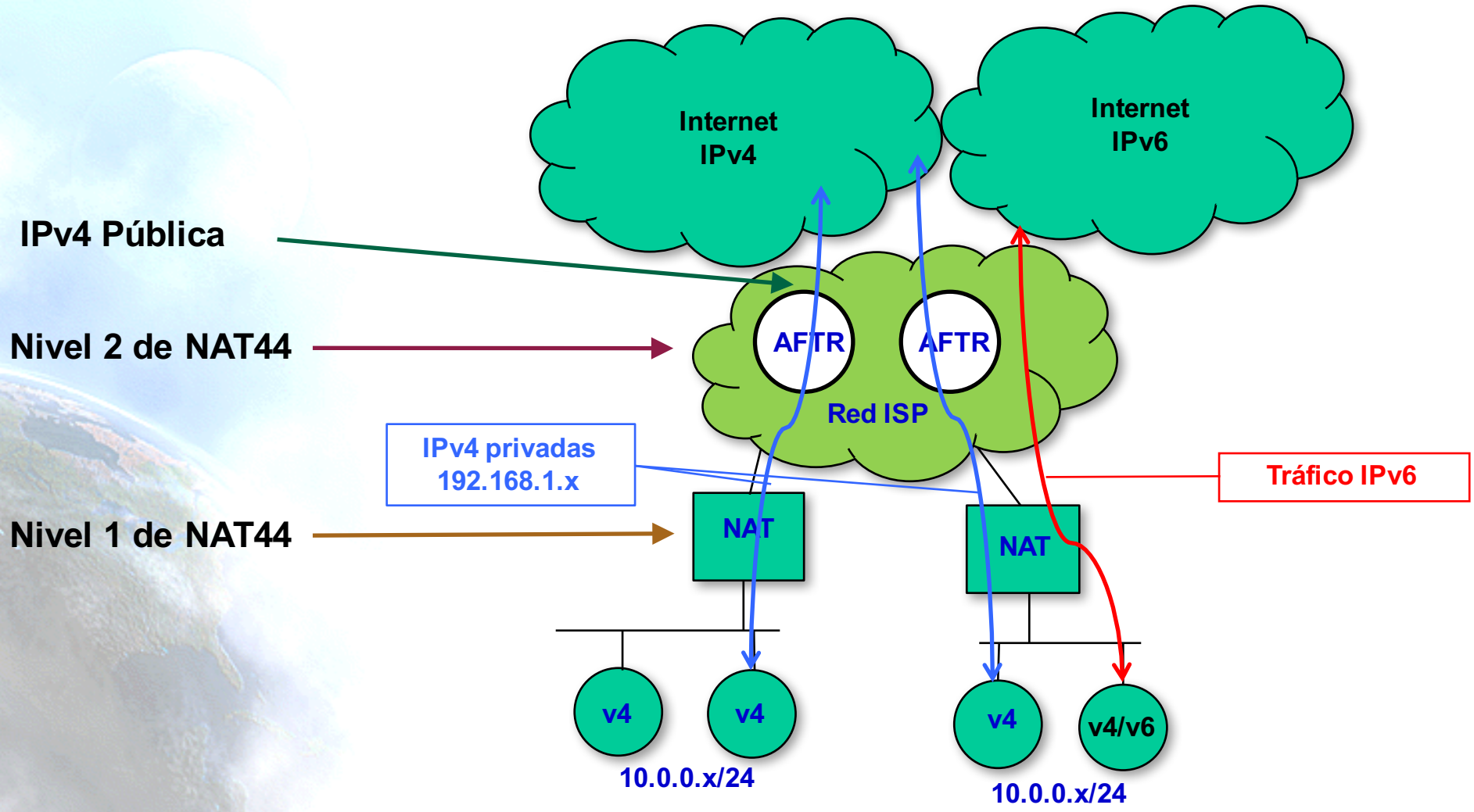
Mécanismo basado en traducción

- 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.

NAT444

- Comúnmente conocido como CGN, CGNAT o LSN
- Sirve para prolongar **artificialmente** la vida de IPv4
- No sirve para desplegar IPv6
  - SIN cambio de CPE
- Compartiendo LAS MISMAS direcciones IPv4 entre varios clientes, combinando:
  - NAT + NAT
- Requiere diversos niveles de NAT
- Se realiza NAT y PAT (Port Address Translation)
- Requiere ALGs (Application Layer Gateways)

Esquema de NAT444



¿Qué rompe CGN?

- UPnP-IGD (Universal Plug & Play - Internet Gateway Device protocol)
- NAT-PMP (NAT Port Mapping Protocol)
- Otros mecanismos de NAT Traversal
- Seguridad
- AJAX (Asyncronous Javascript And XML)
- FTP (ficheros grandes)
- BitTorrent/Limewire (seeding – uploading)
- On-line gaming
- Video streaming (Netflix, Hulu, …)
- Camaras IP
- Tuneles, VPN, IPsec, ...
- VoIP
- Port forwarding
- ...

Ya no tenemos IPv4 …

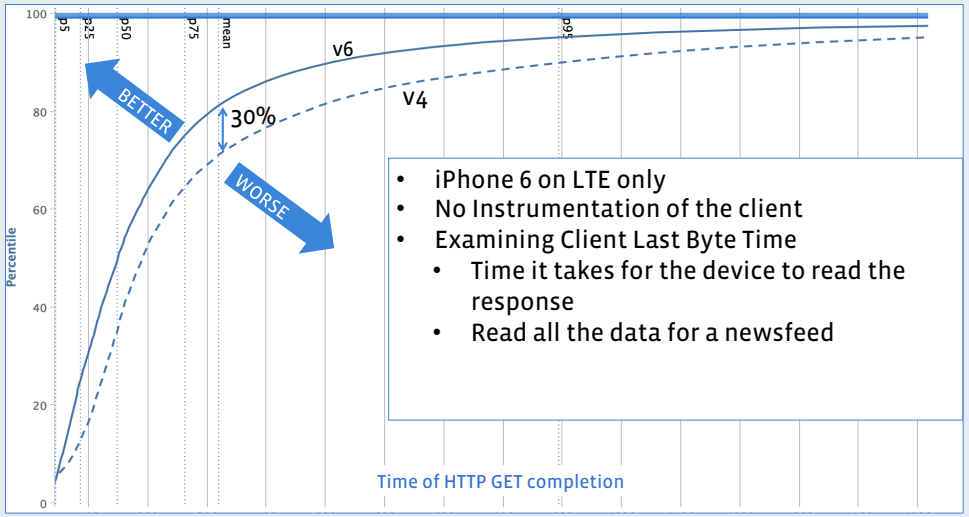
- **El agotamiento de IPv4 imposibilita**
  - **asignar IPv4 a usuarios finales**
  - **asignar IPv4 incluso en redes públicas**
  - **mantener la interoperabilidad de forma escalable con redes solo-IPv4**
- **Como consecuencia, en algunos casos será deseable, desplegar redes "sólo" IPv6**
  - Costes de operación
  - Menos recursos IPv4
  - Prestaciones
  - Eficacia
  - RFCs
  - Otros aspectos …

¿Sólo IPv6?

- **Varios casos, proliferando rápidamente**
- **Ejemplo de FaceBook**
- **Datacenters sólo IPv6**
  - Tráfico interno IPv6, 90% del total (final 2014)
  - +100 Terabits por segundo
  - Previsto: 100% IPv6 en Junio de 2015
  - Permite el uso de FaceBook en redes y clientes sólo-IPv6
  - Tráfico IPv4 (de Internet) terminado en los clusters sólo-IPv6
    - Mismo espacio RFC1918, para sesiones IPv4 BGP
    - Próximamente RFC5549
      - Advertising IPv4 Network Layer Reachability Information with an IPv6 Next Hop
    - IPv4 in IPv6 tunneling, para IPVS (IP Virtual Server)
    - IPv4 link-local (169.254.0.0/16) para Linux y switches

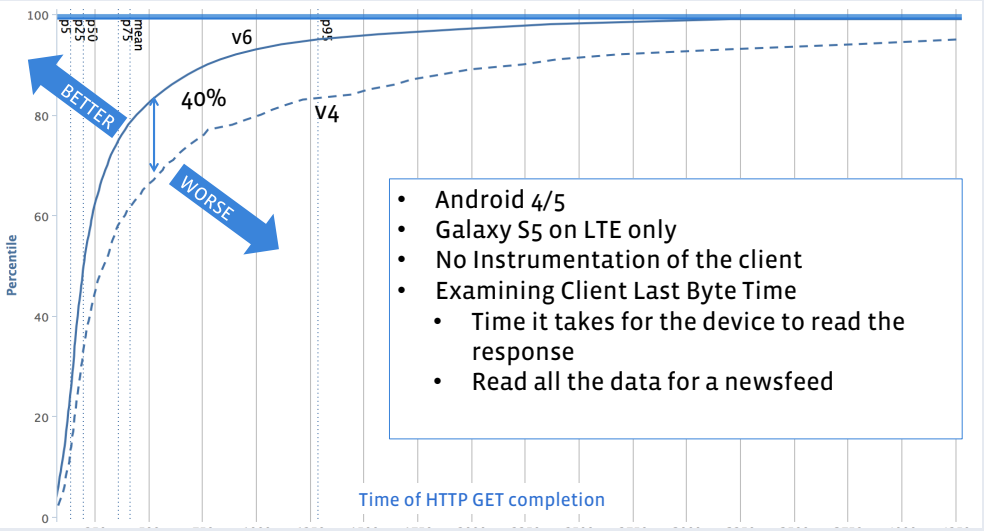
¿Prestaciones?

US Mobile Performance – Dual Stack Provider iOS



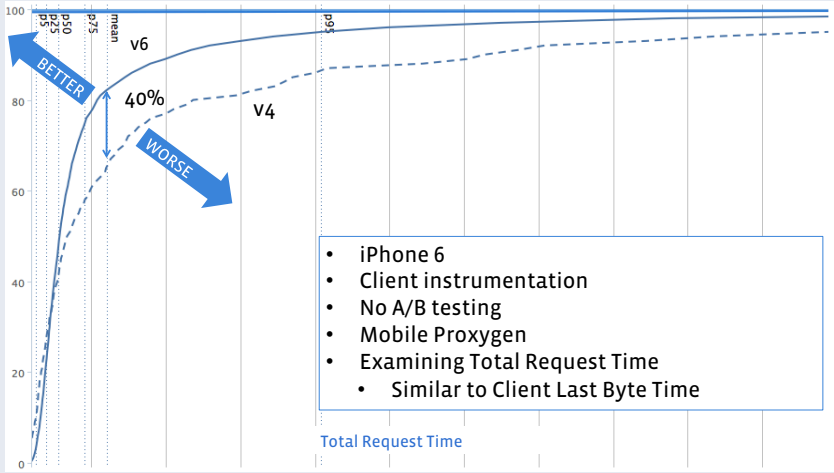
- iPhone 6 on LTE only
- No Instrumentation of the client
- Examining Client Last Byte Time
  - Time it takes for the device to read the response
  - Read all the data for a newsfeed

US Mobile Performance – Dual Stack Provider Android



- Android 4/5
- Galaxy S5 on LTE only
- No Instrumentation of the client
- Examining Client Last Byte Time
  - Time it takes for the device to read the response
  - Read all the data for a newsfeed

US Mobile Performance – Dual Stack Provider iOS



- iPhone 6
- Client instrumentation
- No A/B testing
- Mobile Proxygen
- Examining Total Request Time
  - Similar to Client Last Byte Time

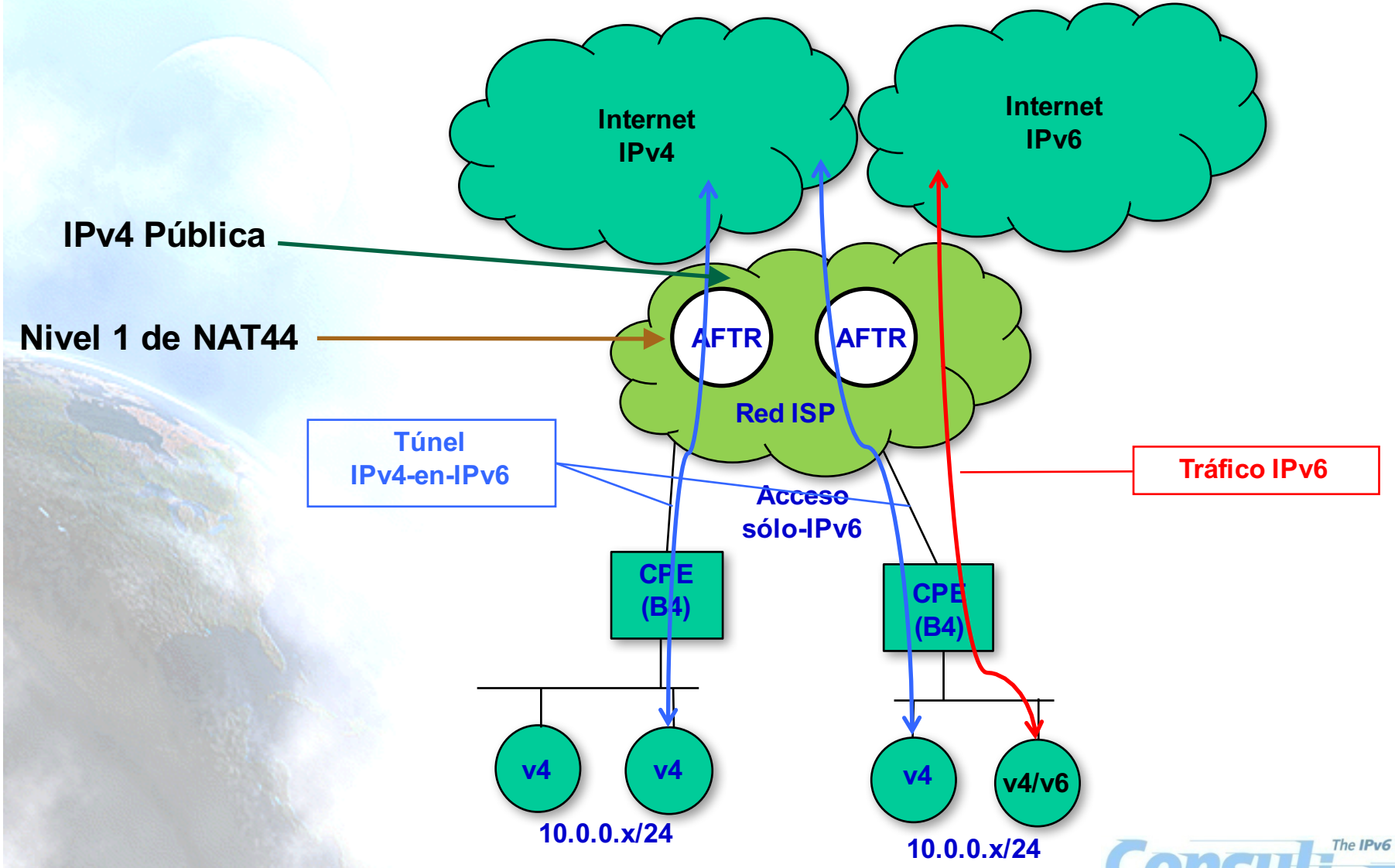
*** Datos presentados públicamente por FaceBook**

(17/3/2015)

Dual Stack Lite (DS-Lite)

- Para resolver el problema del agotamiento de IPv4 y el despliegue de IPv6
- 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) - CPE
  - DS-Lite Address Family Transition Router (AFTR)
    - También denominado CGN (Carrier Grade NAT) o LSN (Large Scale NAT)

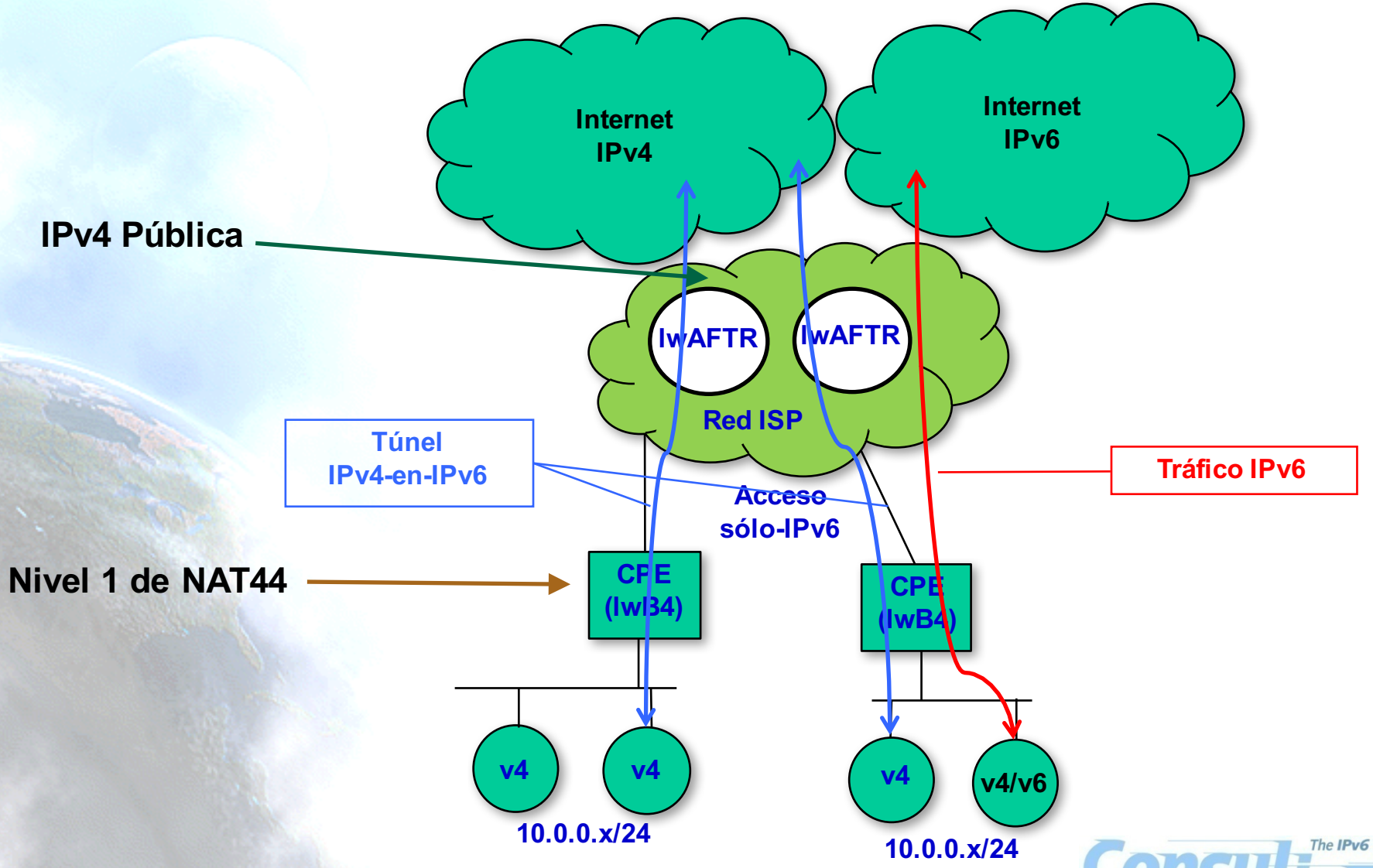
Esquema de DS-Lite



Lightweight 4over6 (lw4o6)

- Similar a DS-Lite -> Cambia posición del NAT
  - Mayor escalabilidad
  - Reduce el logging
- Compartiendo LAS MISMAS direcciones IPv4 entre varios clientes, combinando:
  - Túneles
  - NAT
- No requiere diversos niveles de NAT
- Dos elementos:
  - Lw Basic Bridging BroadBand (lwB4) - CPE
  - Lw Address Family Transition Router (lwAFTR)

Esquema de lw4o6



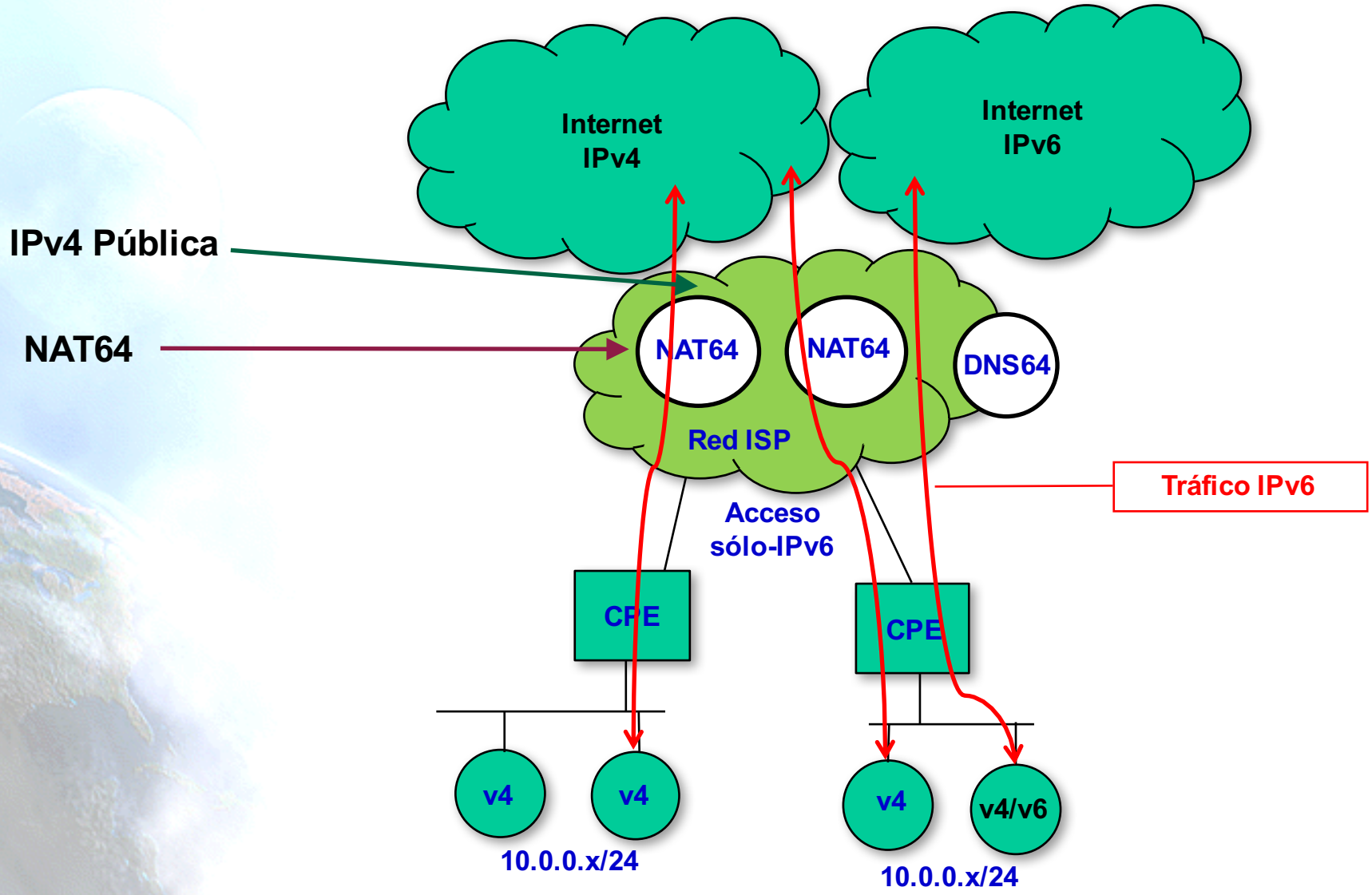
NAT64 (1)

- 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.
- Buena solución si no se requiere IPv4 en el cliente
  - El cliente es IPv6-only
- Algunas aplicaciones no funcionan (Skype …)
  - Peer-to-peer usando referencias IPv4
- Si se usan direcciones literales no funciona
- Si se usan socket APIs no funciona

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



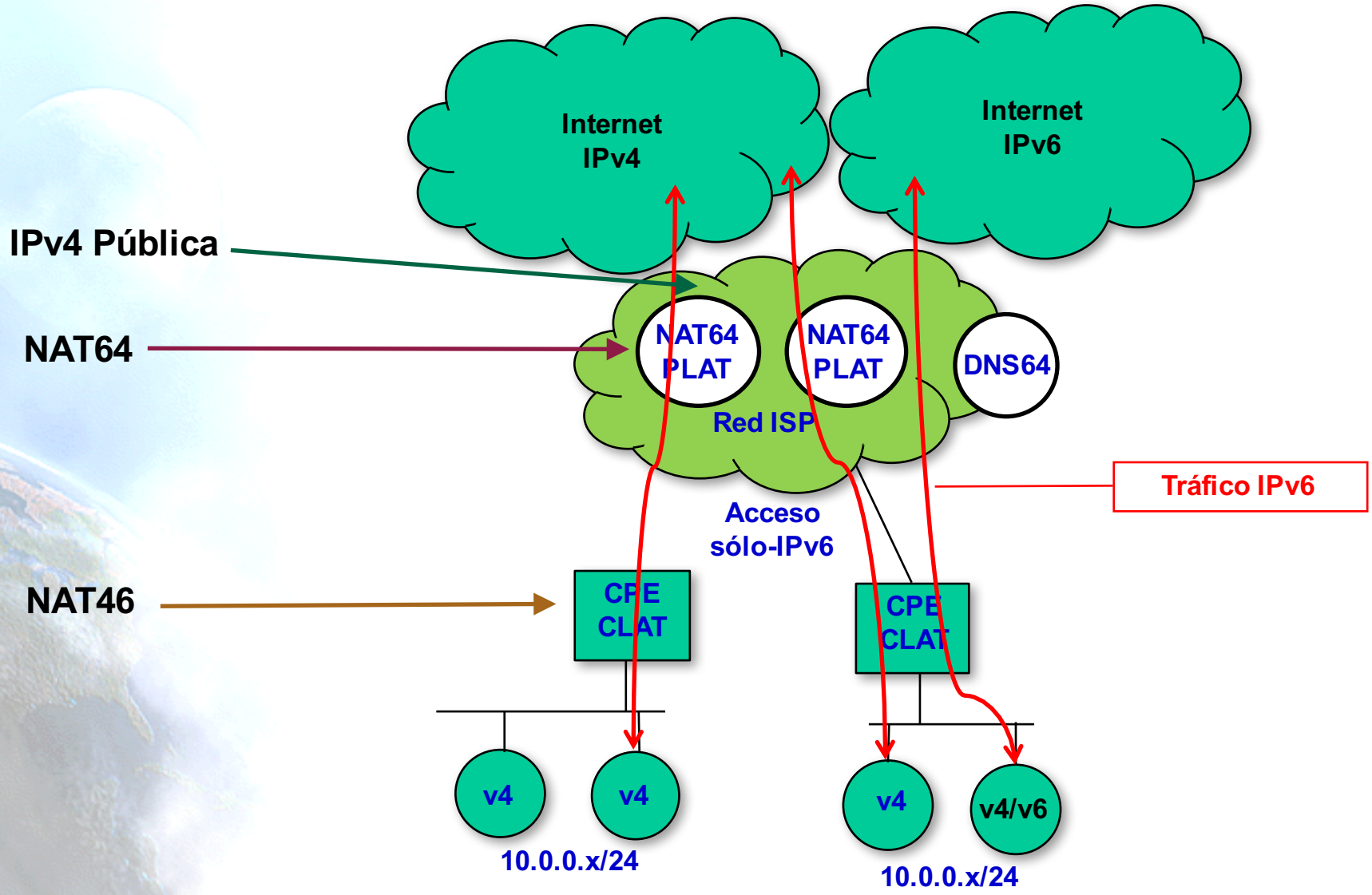
464XLAT

- RFC6877: Combina el uso del RFC6145 y RFC6146
- Uso muy eficiente de recursos IPv4 escasos
  - N*64.000 flujos por cada IPv4
  - Independiza el crecimiento de la red de la disponibilidad de IPv4
- Proporciona servicio IPv4 básico a los clientes sobre una infraestructura sólo-IPv6
  - Funciona con aplicaciones que usan socket APIs y direcciones literales (Skype, etc.)
- Permite ingeniería de tráfico
  - sin “deep packet inspection”
- Despliegue sencillo y disponible
  - Soluciones comerciales y open source

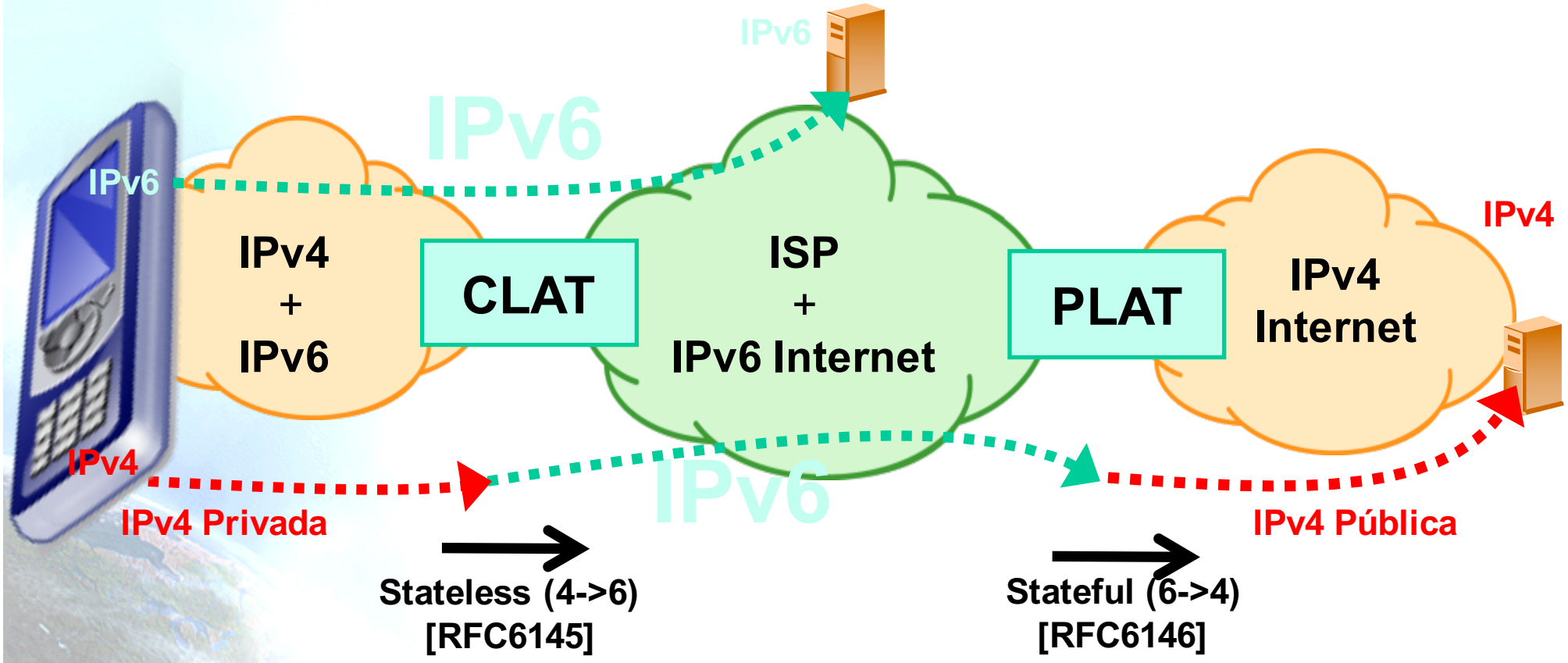
Fallo de apps con NAT64

App Name	Functionality	Version	**464XLAT Fixed**
connection tracker	Broken	NA	NA
DoubleTwist	Broken	1.6.3	YES
Go SMS Pro	Broken	NA	YES
Google Talk	Broken	4.1.2	YES
Google+	Broken	3.3.1	YES
IP Track	Broken	NA	NA
Last.fm	Broken	NA	YES
Netflix	Broken	NA	YES
ooVoo	Broken	NA	YES
Pirates of the Caribean	Broken	NA	YES
Scrabble Free	Broken	1.12.57	YES
Skype	Broken	3.2.0.6673	YES
Spotify	Broken	NA	YES
Tango	Broken	NA	YES
Texas Poker	Broken	NA	YES
TiKL	Broken	2.7	YES
Tiny Towers	Broken	NA	YES
Trillian	Broken	NA	YES
TurboxTax Taxcaster	Broken	NA	
Voxer Walkie Talkie	Broken	NA	YES
Watch ESPN	Broken	1.3.1	
Zynga Poker	Broken	NA	YES

464XLAT

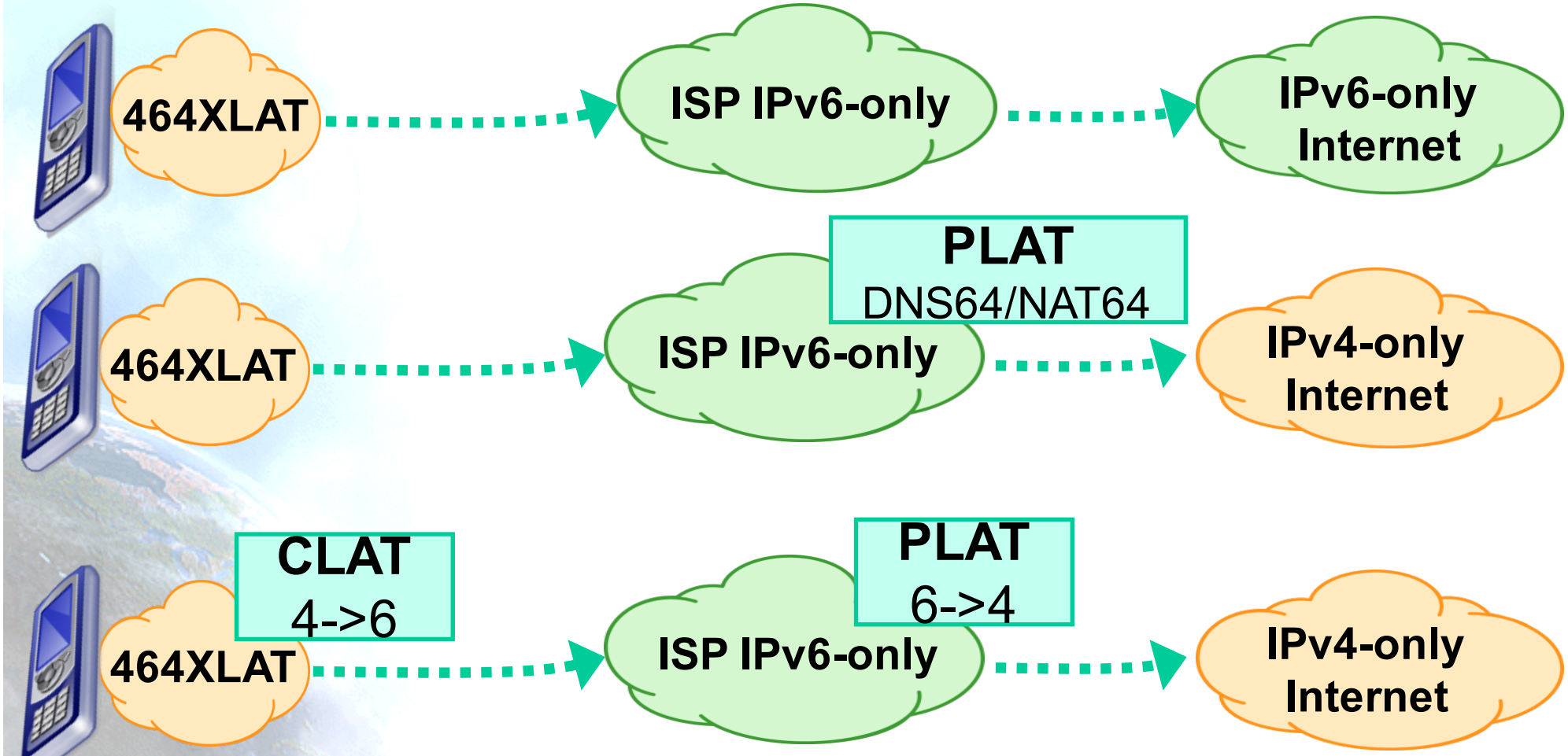

Internet
IPv4
Internet
IPv6
IPv4 Pública
NAT64
NAT64
PLAT
NAT64
PLAT
DNS64
Red ISP
Tráfico IPv6
Acceso
sólo-IPv6
NAT46
CPE
CLAT
CPE
CLAT
v4
v4
v4
v4/v6
10.0.0.x/24
10.0.0.x/24

¿Cómo funciona 464XLAT?

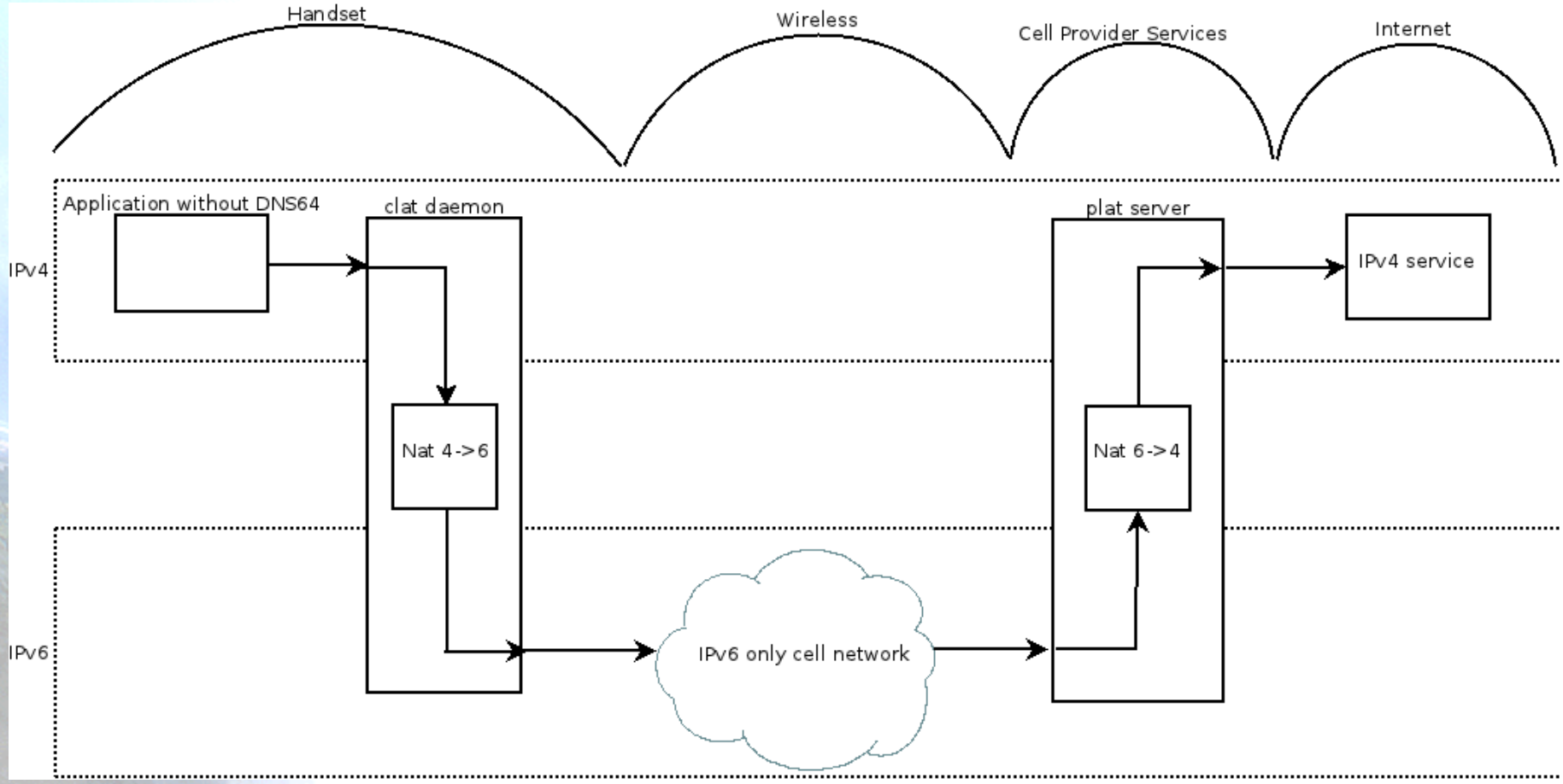


CLAT: Customer side translator (XLAT)
PLAT: Provider side translator (XLAT)

Diversos usos de la Red



Simplicidad



*** Gráfico por Dan Drown**

Disponibilidad y Despliegue

- Productos comerciales y Open Source
  - A10
  - Cisco
  - F5
  - Juniper
  - NEC
  - Huawei
  - Ecdsys, Linux, OpenBSD, …

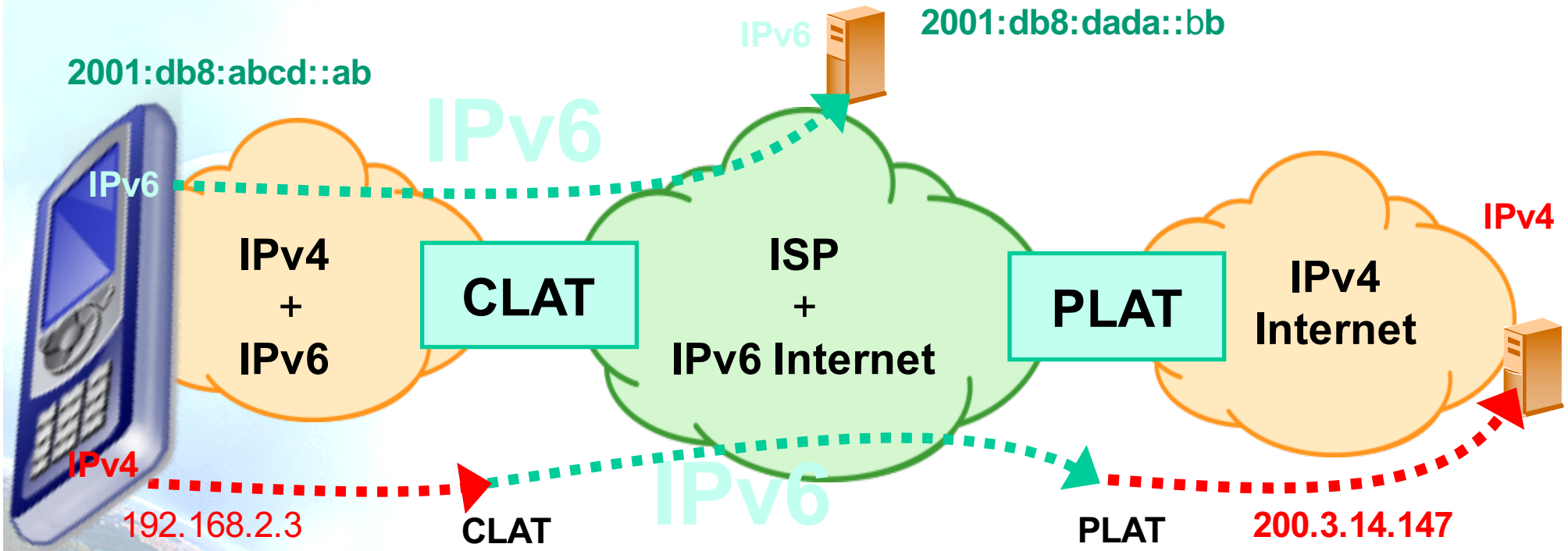
- Android
- Nokia
- Windows phone

- Despliegues comerciales
  - T-Mobile US: +57 Millones de usuarios
  - Orange
  - Telstra
  - SK Telecom

Coste vs. otras opciones

- Sin CapEx
- Reduce coste de red:
  - No se requiere CGN
  - No hay que “comprar” IPv4
- Lógica de PCFR (Policy and Charging Control Function) para activar IPv6 de forma selectiva en sesiones de clientes en roaming
  - En función del “partner de roaming”
- Sin impacto en billing
  - Truncando direcciones IPv6 en CDRs

Direccionamiento 464XLAT



CLAT
XLATE SRC prefix
[2001:db8:abcd::/96]
XLATE DST prefix
[2001:db8:1234::/96]

PLAT
IPv4 pool
(192.1.0.1 – 192.1.0.250)
XLATE DST prefix
[2001:db8:1234::/96]

IPv4 SRC
192.168.2.3
IPv4 DST
200.3.14.147

→ **Stateless** XLATE **[RFC6145]**

IPv6 SRC
2001:db8:abcd::192.168.2.3
IPv6 DST
2001:db8:1234::200.3.14.147

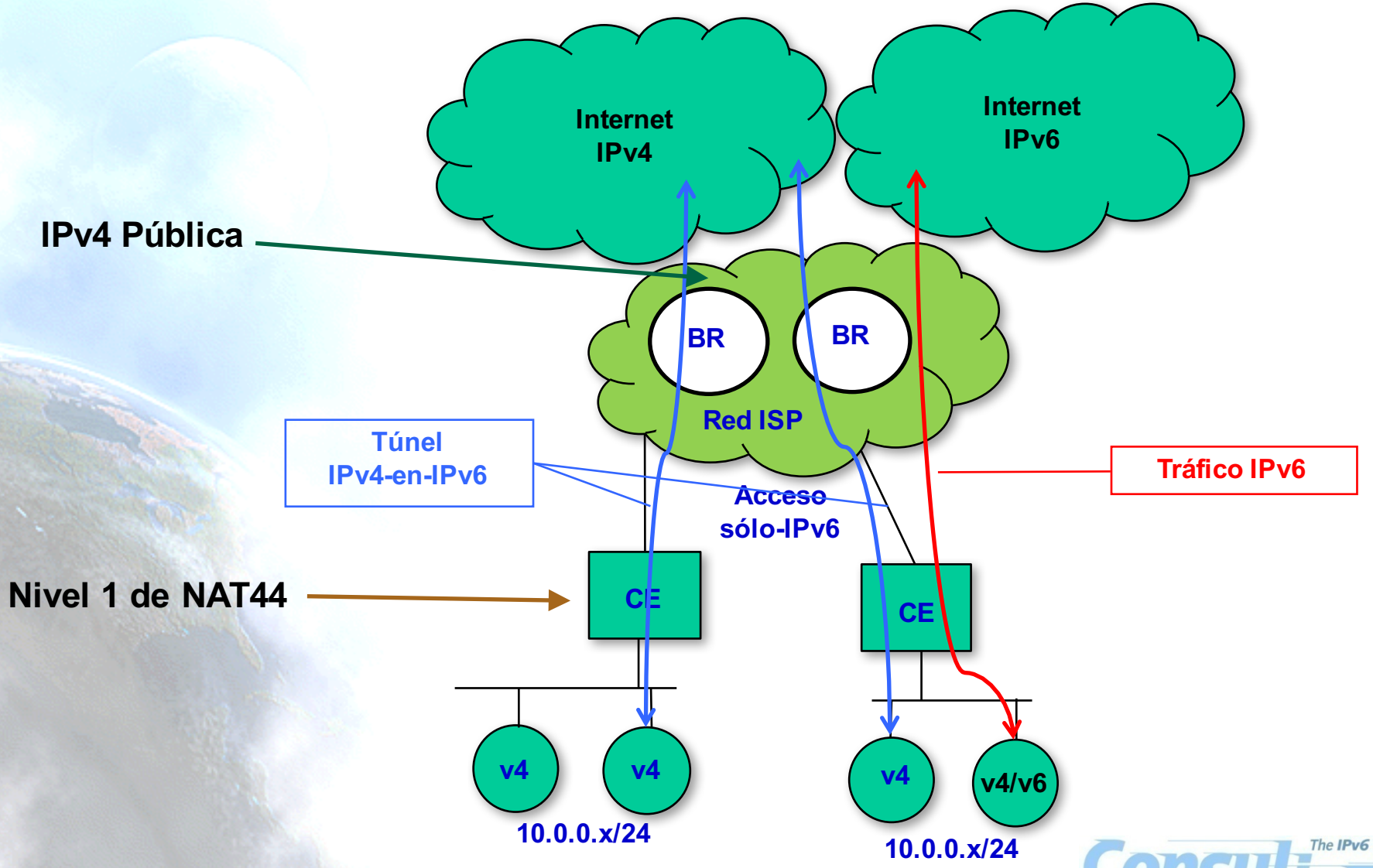
→ **Stateful XLATE [RFC6146]**

IPv4 SRC
192.1.0.1
IPv4 DST
200.3.14.147

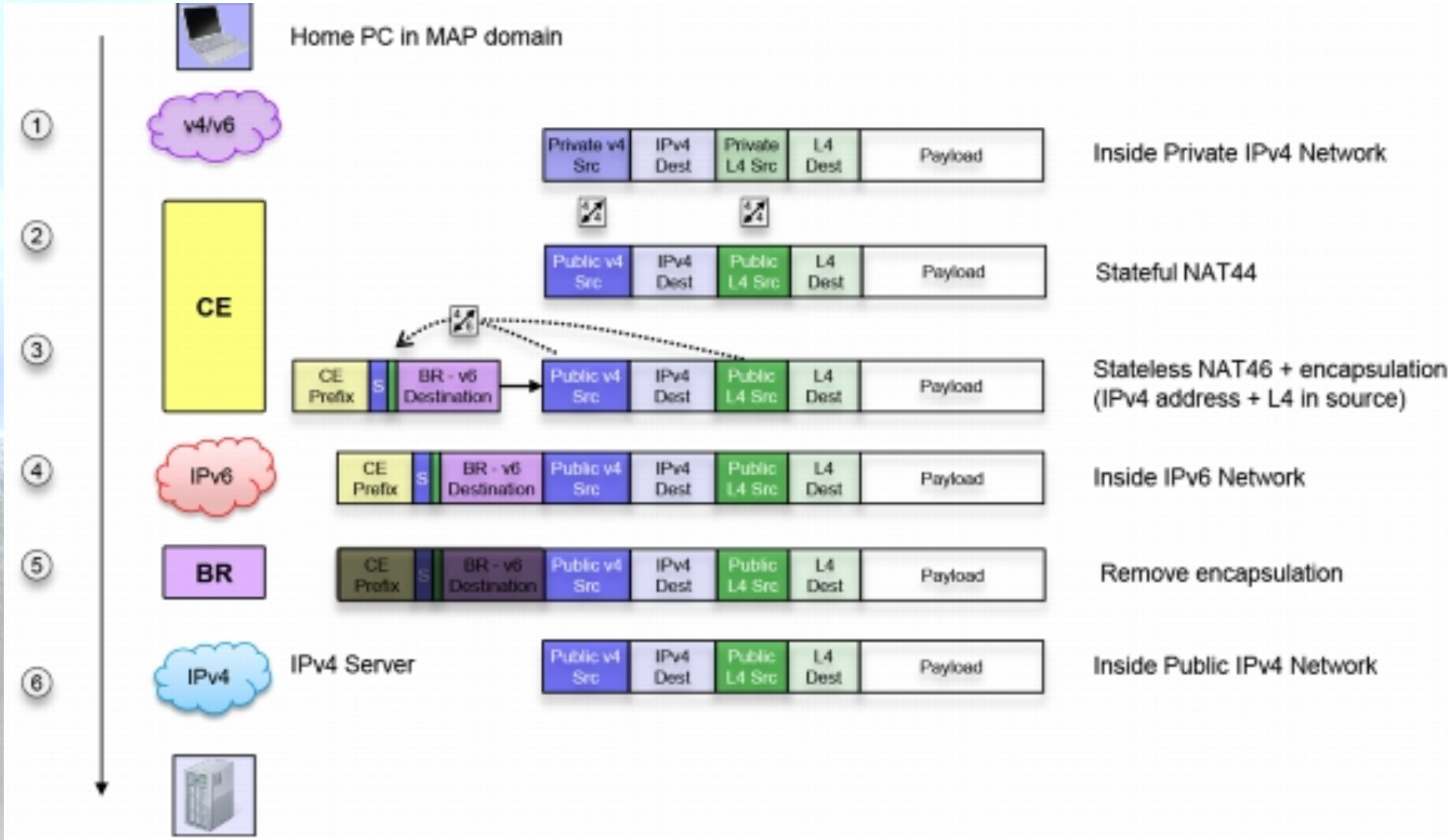
MAP Encapsulation (MAP-E)

- Mapping of Address and Port with Encapsulation
- Es una versión de DS-Lite SIN estado
  - Provisión de un prefijo IPv4, dirección IPv4 o dirección IPv4 “compartida”
  - Mapeado algorítmico entre IPv4 y una dirección IPv6
  - Extiende CIDR a 48 bits (32 IP + 16 puerto)
- El mapeado soporta el encapsulado de paquetes IPv4 en IPv6 tanto en topologías mesh como hubs&spoke, incluyendo el mapeado de direcciones con independencia completa entre direcciones IPv4 e IPv6.
- Dos elementos:
  - MAP Customer Edge (CE)
  - MAP Border Relay (BR)

Esquema de MAP-E



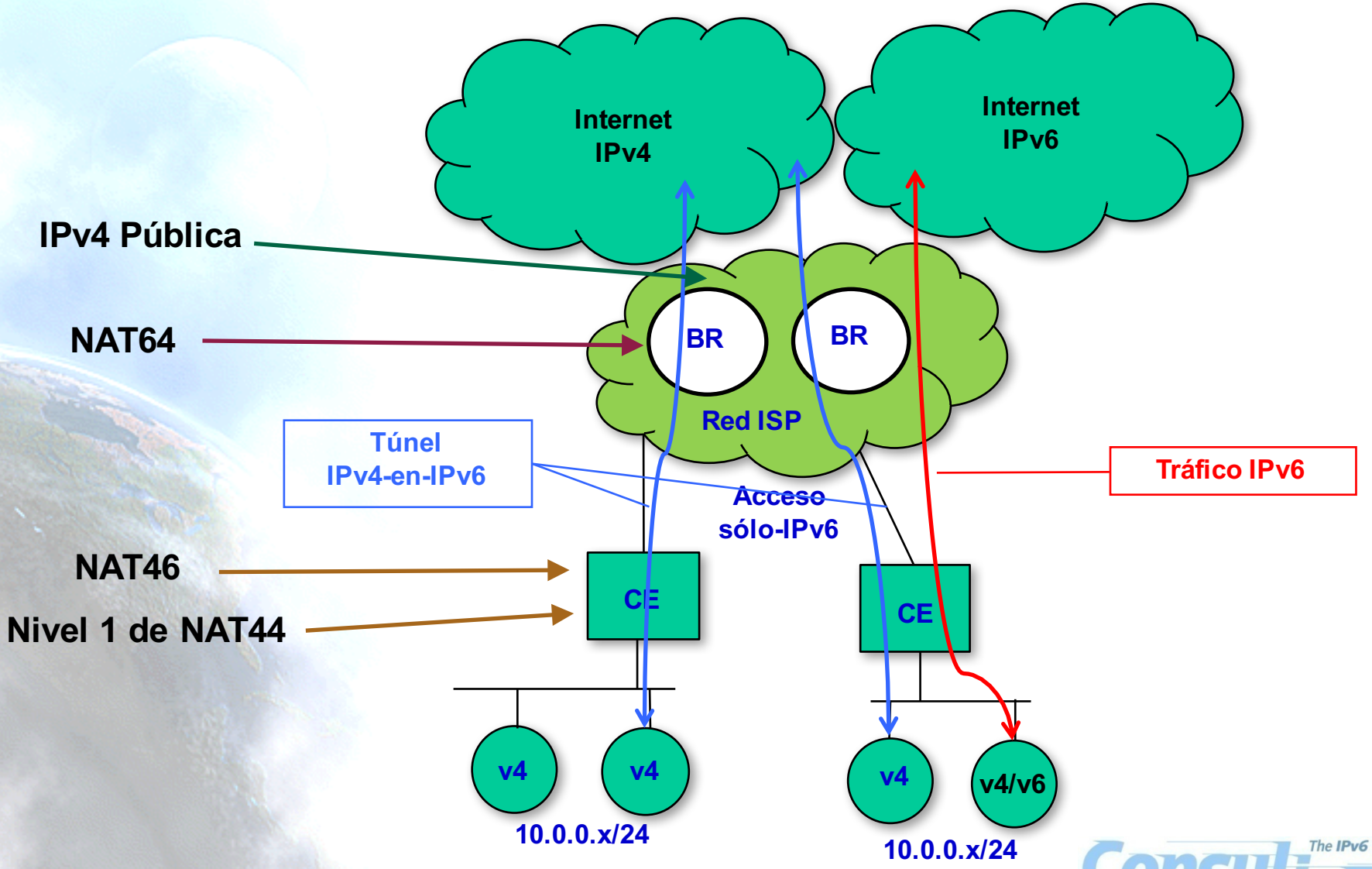
MAP-E Packet Path



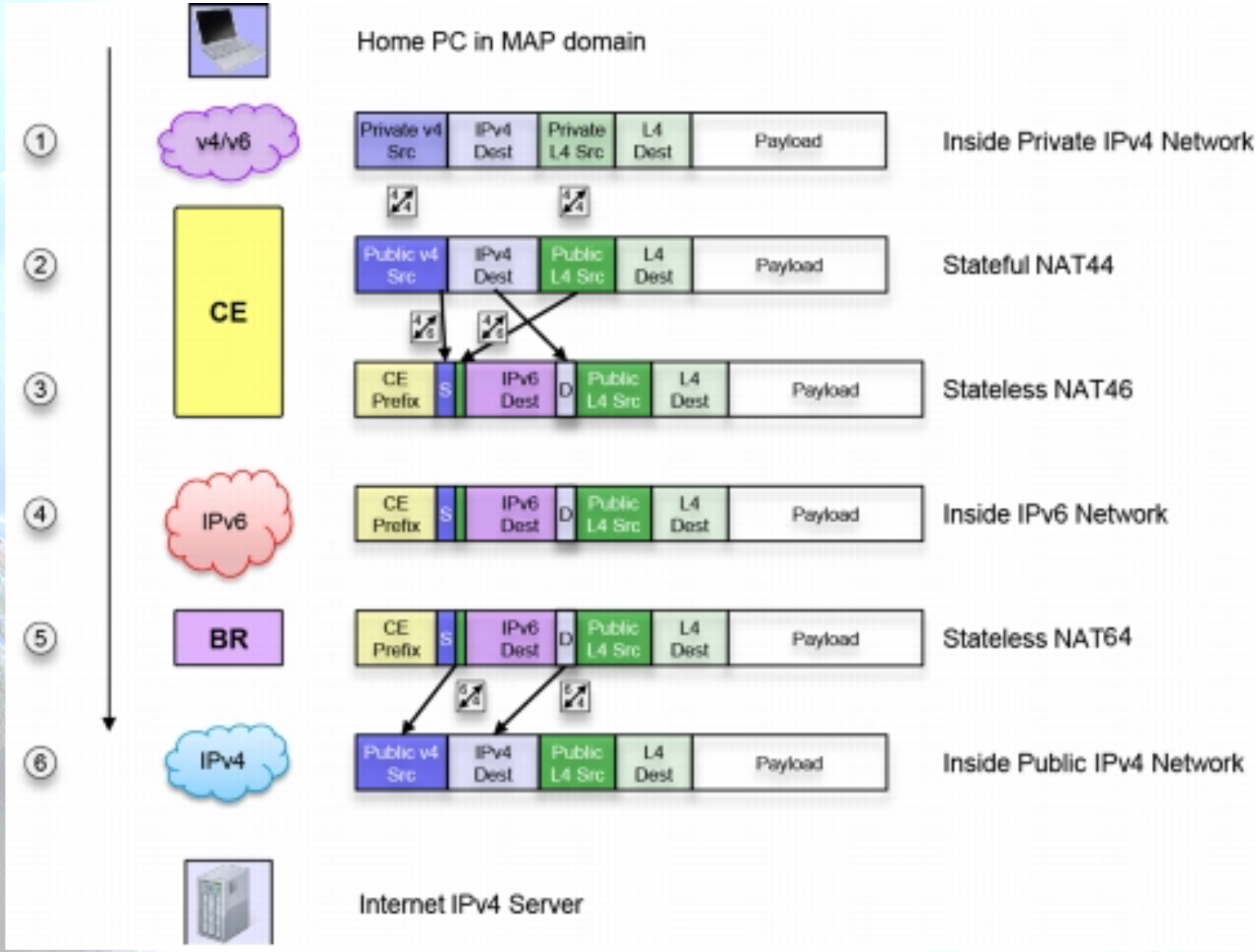
MAP Translation (MAP-T)

- Mapping of Address and Port using Translation
- Similar a MAP-E
- Similar a 464XLAT en el aspecto de la doble traducción NAT46 (CLAT) y NAT64 (PLAT).

Esquema de MAP-T

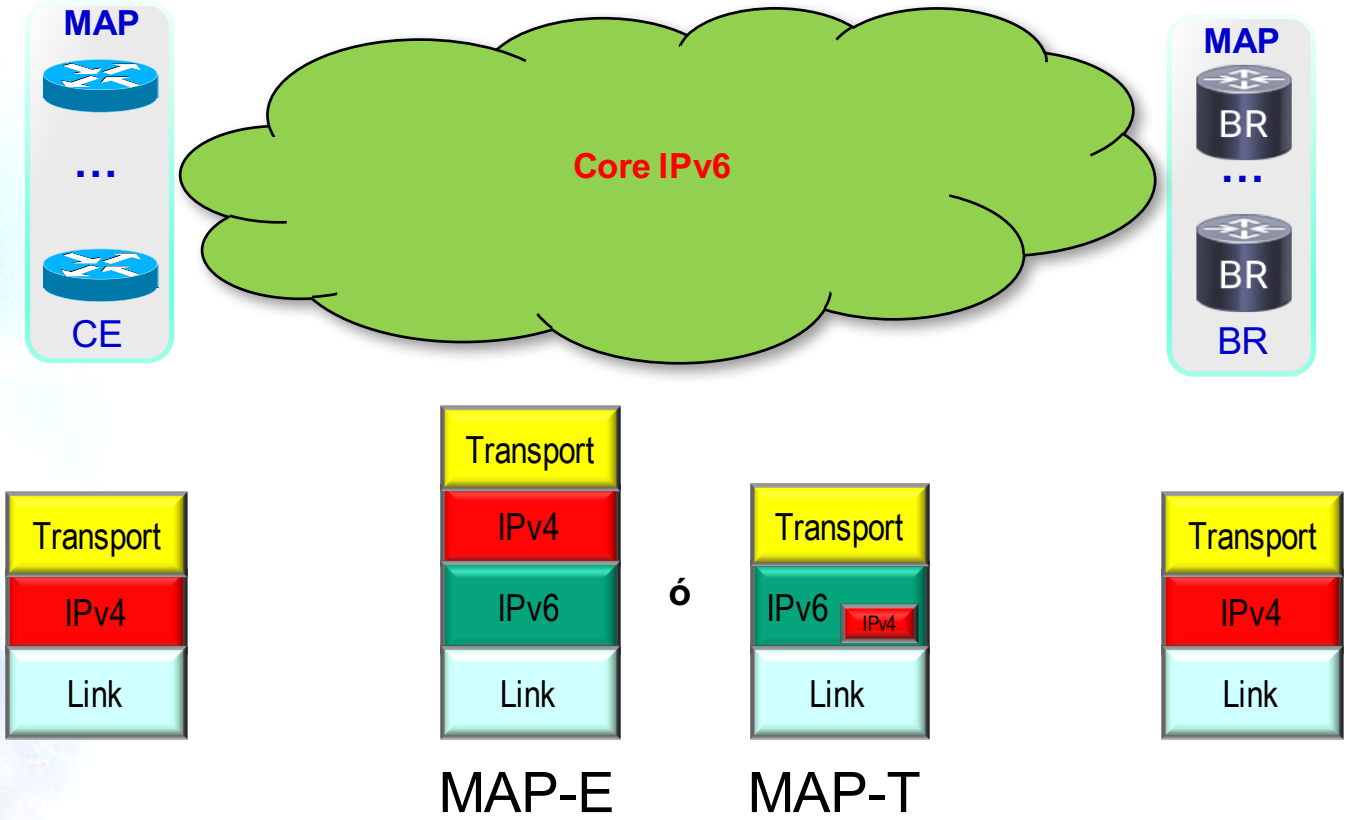


MAP-T Packet Path



MAP-E vs MAP-T

- MAP-E utiliza 20 bytes adicionales para encapsulado (cabecera del túnel IPv4 en IPv6).



Ejemplo de direccionamiento

Rule 0

Delete | Advanced | Example

/48

IPv6 | 2001:db8:0000:0 | /34 | EA Bits (14 = 8 + 6) | Subnet (16) | Interface ID (64)

IPv4 : Port | 198.51.100.0 | /24 | Suffix (8) | : | (6) | PSID (6) | (4)

256 IPv4 addresses, **16384** users, **1008** ports each (1:64)

ADVANCED

☐ Embed IPv4 & PSID in IPv6

With the current set of parameters...

- This mapping rule consumes **256** IPv4 global addresses. [2 ^ (32 - 24)]
- This mapping rule may support up to **16384** customers. [2^14]
- Each customer disposes of **1008** ports splitted in 63 ranges of 16 ports each. [(2^6 - 1) * (2^4)]
- The port range 0-1023 is reserved. [2 ^ (16 - 6) - 1]
- Each IPv4 global address is shared betwen **64** customers. [2^6]

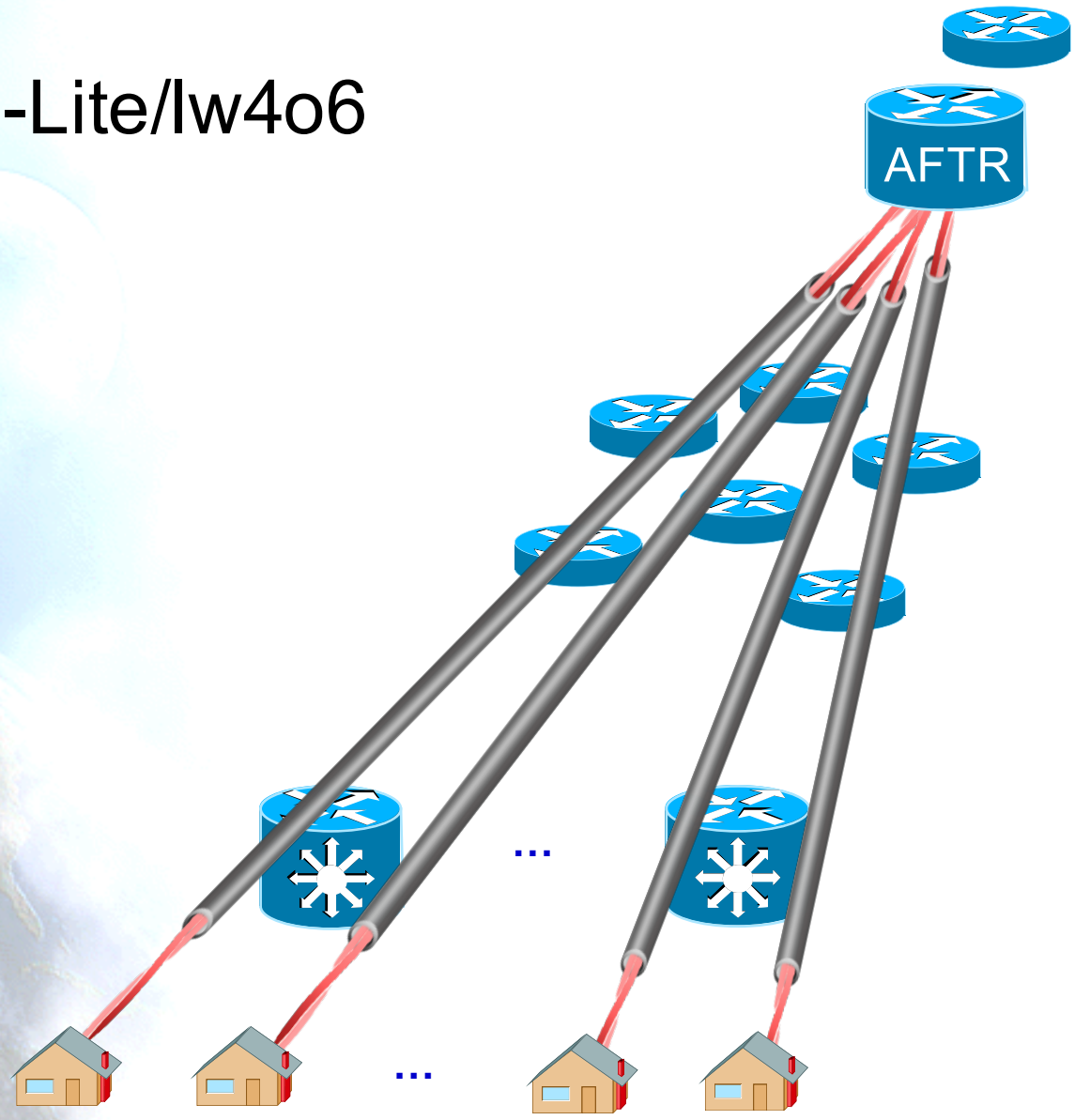
Generate random PSID The port ranges associated with the PSID 0 (000000) are :

Reserved ports : 0-15

Available ports (63 ranges) : 1024-1039, 2048-2063, ... , 63488-63503, 64512-64527

Túneles por suscriptores

- DS-Lite/lw4o6



Decenas de prefijos BGP

Millones de túneles

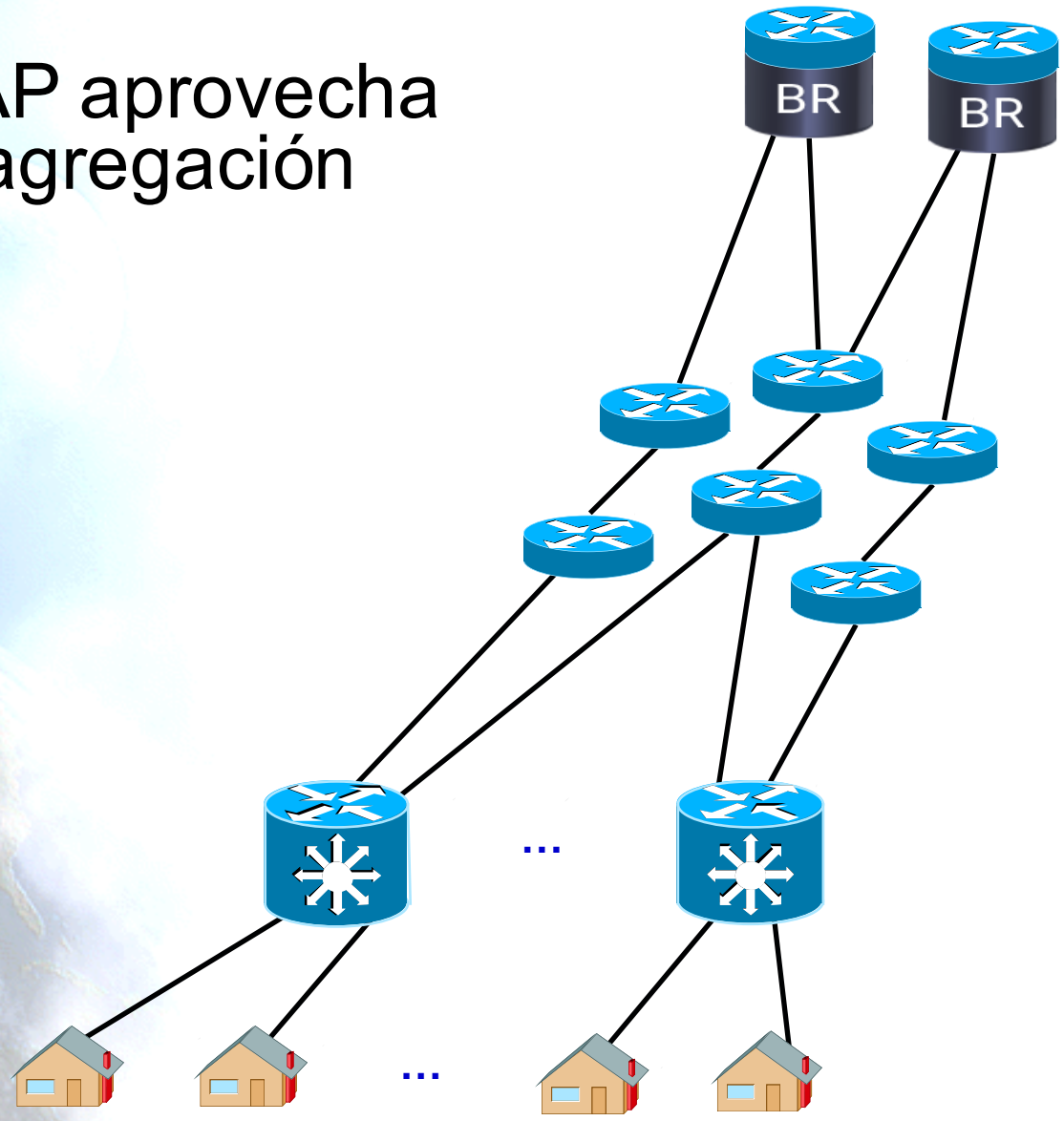
Cientos de prefijos IGP

Miles de rutas por BNG

Millones de suscriptores

Routing IPv6

- MAP aprovecha la agregación



Decenas de prefijos BGP

Decenas de Reglas MAP
NO se requiere CGN

Cientos de prefijos IGP

Miles de rutas por BNG

Millones de suscriptores

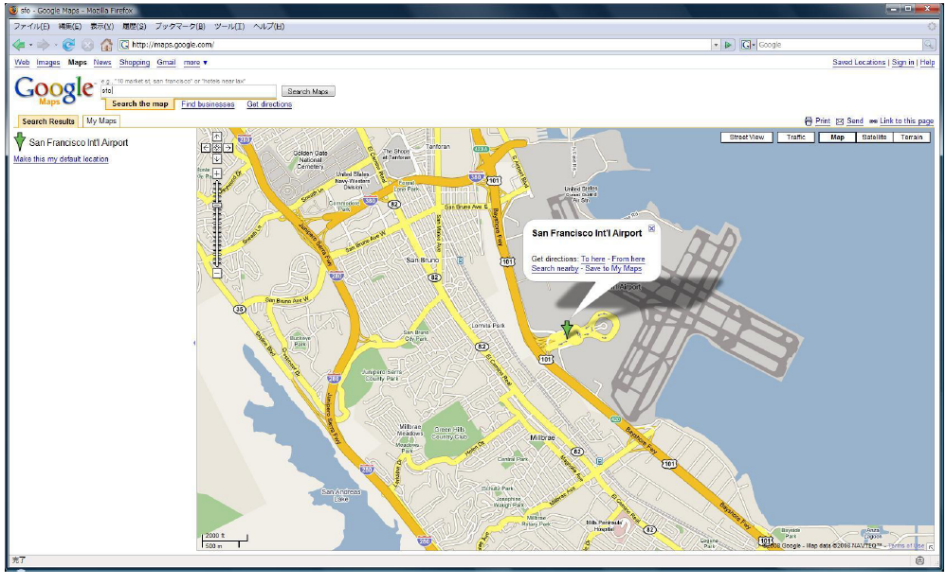
Prestaciones DS-Lite vs MAP

Cisco ASR9K

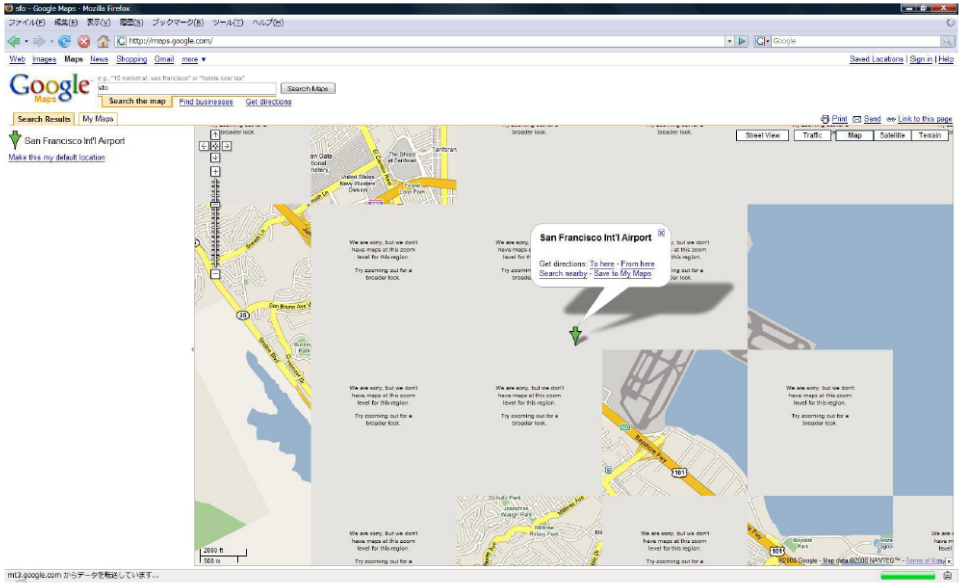
- DS-Lite encamina el tráfico en el ISM Blade
  - 14 Gbps por slot
- MAP NO necesita hacerlo
  - 240 Gbps por slot

¿Cuantos puertos por usuario?

Max 30 Connections



Max 15 Connections



- **Posiblemente un mínimo de 300 por usuario detrás del CPE**
  - **Más si se incrementa el uso de tecnologías como AJAX**
  - **Multiplicar por número medio de usuarios detrás de NAT**
- **Implicaciones de IP/port sharing …**

Gracias !!

Contacto:

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