



Introducción a IPv6

Roque Gagliano

roque@lacnic.net

LACNIC



Agenda Para Hoy.



- ◆ **9:00hs - Introducción a IPv6.**
- ◆ **10:30hs - Coffee Break.**
- ◆ **11:00hs - Introducción a IPv6 (cont.).**
- ◆ **12:30hs - Almuerzo**
- ◆ **14:00hs - Planificando IPv6.**
- ◆ **15:15hs - Agotamiento de IPv4 y Estadísticas IPv6.**
- ◆ **15:45hs - Coffee Break.**
- ◆ **16:00hs - Mesa Redonda. IPv6 en DO.**
- ◆ **17:00hs - Cierre.**



Agenda Introducción a IPv6



- ◆ **Historia de IPv6.**
- ◆ **Cabecera IPv6.**
- ◆ **Direcciones IPv6.**



Agenda Introducción a IPv6



- ◆ **Historia de IPv6.**
- ◆ **Cabecera IPv6.**
- ◆ **Direcciones IPv6.**



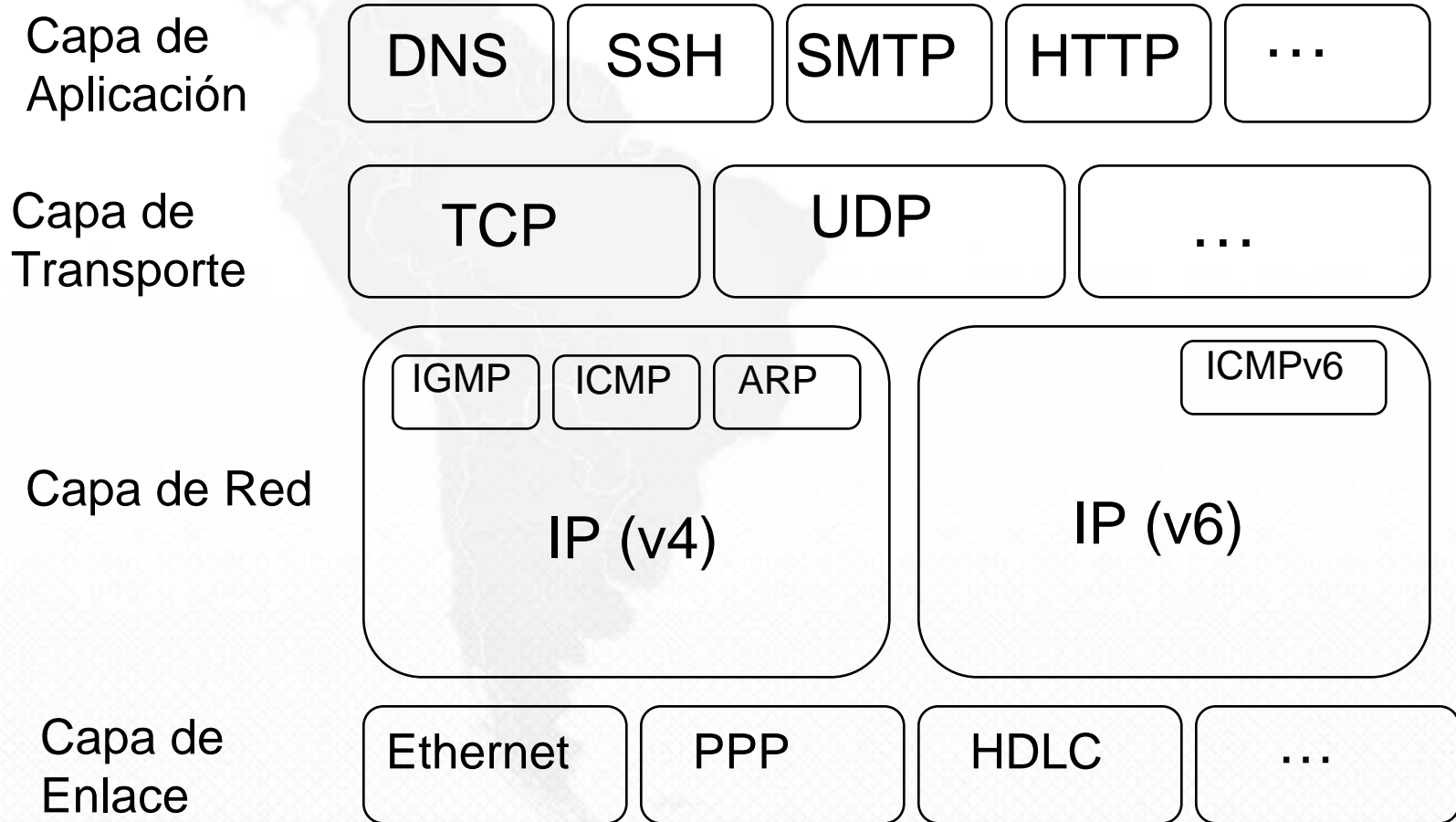
Antes que nada...¿Qué es IPv6?



- ◆ IPv6 es un protocolo de capa de red, y se presenta como la evolución de IPv4, el más exitoso hasta ahora.
- ◆ IPv6, al igual que IPv4, es un protocolo de red no orientado a conexión, sin garantía de envío (no hay retransmisiones), ni control de flujo o congestión.
- ◆ IPv6 no va a sustituir a IPv4 de la noche a la mañana, sino que habrá una transición.
- ◆ NO va a haber un “Apagón IP”.

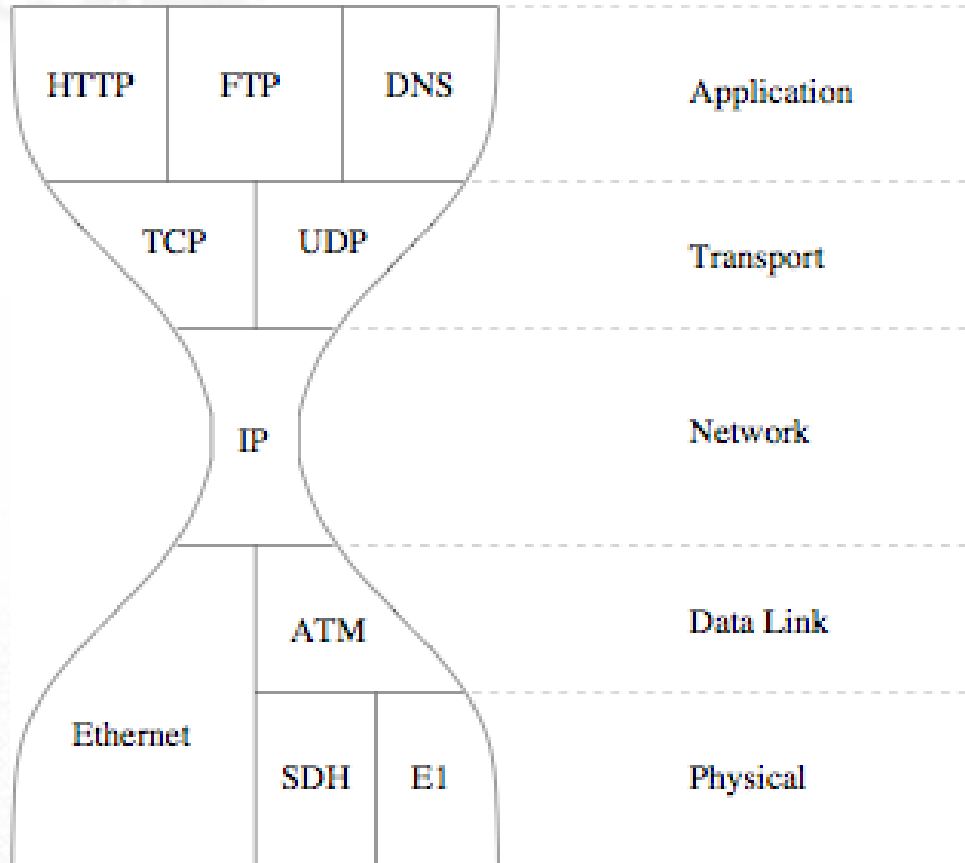


¿Adónde entra IPv6?





Por qué la transición IPv4 a IPv6 es tan importante?





¿Cómo se distribuyen las direcciones IP?



- ◆ **Originalmente Una única persona las hacía: John Postel.**
- ◆ **Se distribuían por clases, redes grandes, una clase A, redes más pequeñas una B, o una C.**
- ◆ **Hoy en día existe una jerarquía regionalizada, basada en los principios de conservación (necesidad demostrada), registro y ruteabilidad.**
- ◆ **RIR = Registros Regionales de Internet, son los responsables de la distribución de recursos (ASNs, IPv4 e IPv6) en su región de operación.**



Distribución actual de direcciones:



Pool Global



Internet Assigned Numbers Authority

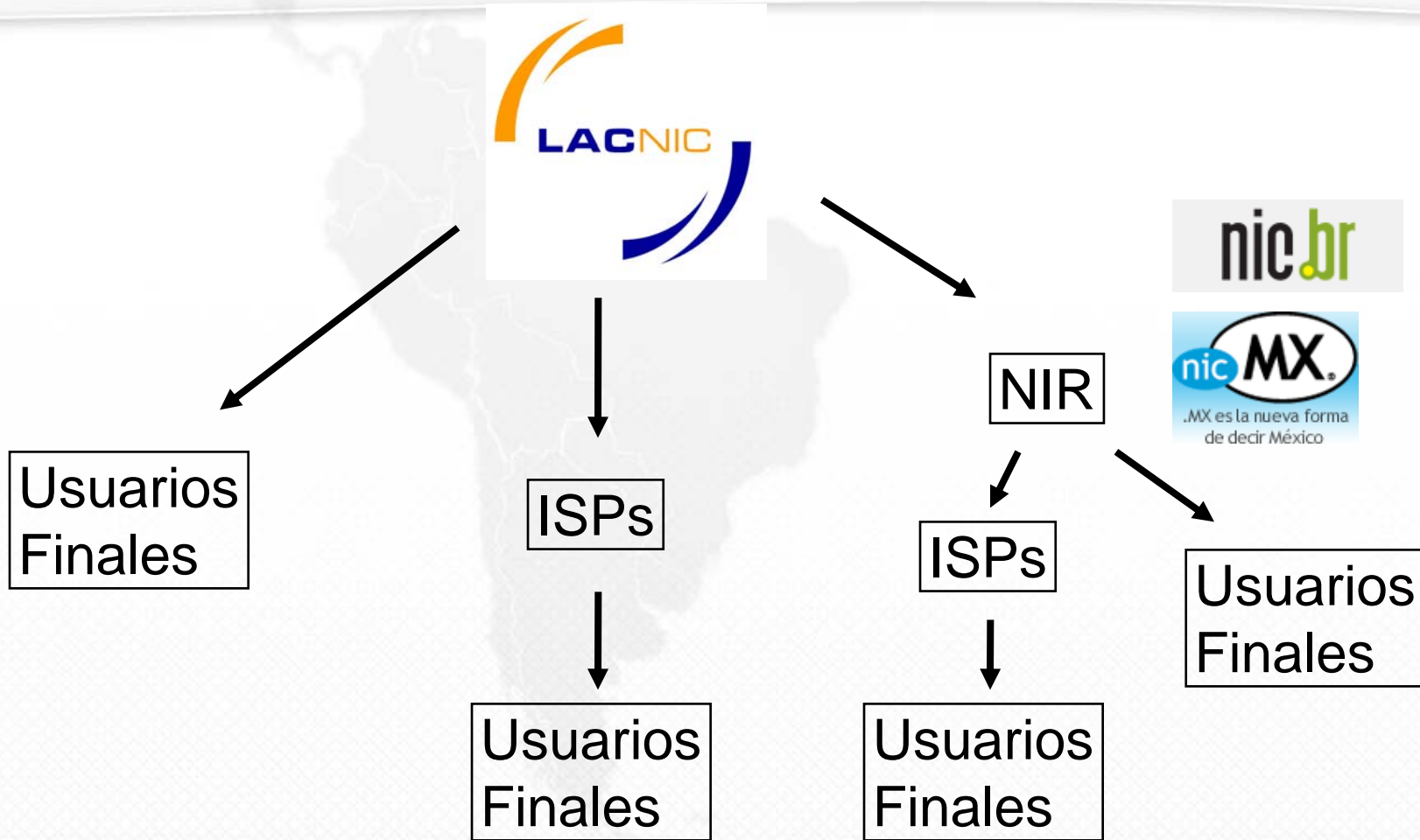


Registros Regionales (RIRs)





Distribución actual de direcciones:





Historia de IPv6:



- ◆ **IETF: Internet Engineering Task Force.** Organización encargada de la elaboración de estándares para la internet (todas las siglas que terminan en “P”).

“We reject kings, presidents and voting. We believe in rough consensus and running code”...

- ◆ **IETF publica documentos llamados RFC: Request for Comments.**
- ◆ **En 1983 TCP/IPv4 se transforma en el protocolo de ARPANET.**



Historia de IPv6:



- ◆ En el año 1991 se dan las primeras alarmas sobre el agotamiento del espacio de redes clase B. Algunos reportes mencionan su fin para el año 1994!
- ◆ En el año 1992 Internet se comercializa y aumenta en consumo de direcciones.
- ◆ El IETF forma el: ROAD (Routing and Addressing Group), quien identifica CIDR como una solución al problema. Luego aparece NAT, pero no se estandariza.



Historia de IPv6:



◆ Medidas de Emergencia:

◆ CIDR: Classless inter-domain routing.

- ◆ dirección de red = prefijo/largo de prefijo.
- ◆ abandono de clases de redes=menos desperdicio de direcciones.
- ◆ permite agregación de redes = reducción en el tamaño de las tablas de rutas.
- ◆ para que funcione hubo que actualizar los protocolos de encaminamiento (RIPv2, BGPv4, etc.).

◆ NAT: Network Address Translation.

- ◆ Permite que varios usuarios compartan una misma dirección IP



Historia de IPv6:



◆ NAT.

Ventajas:

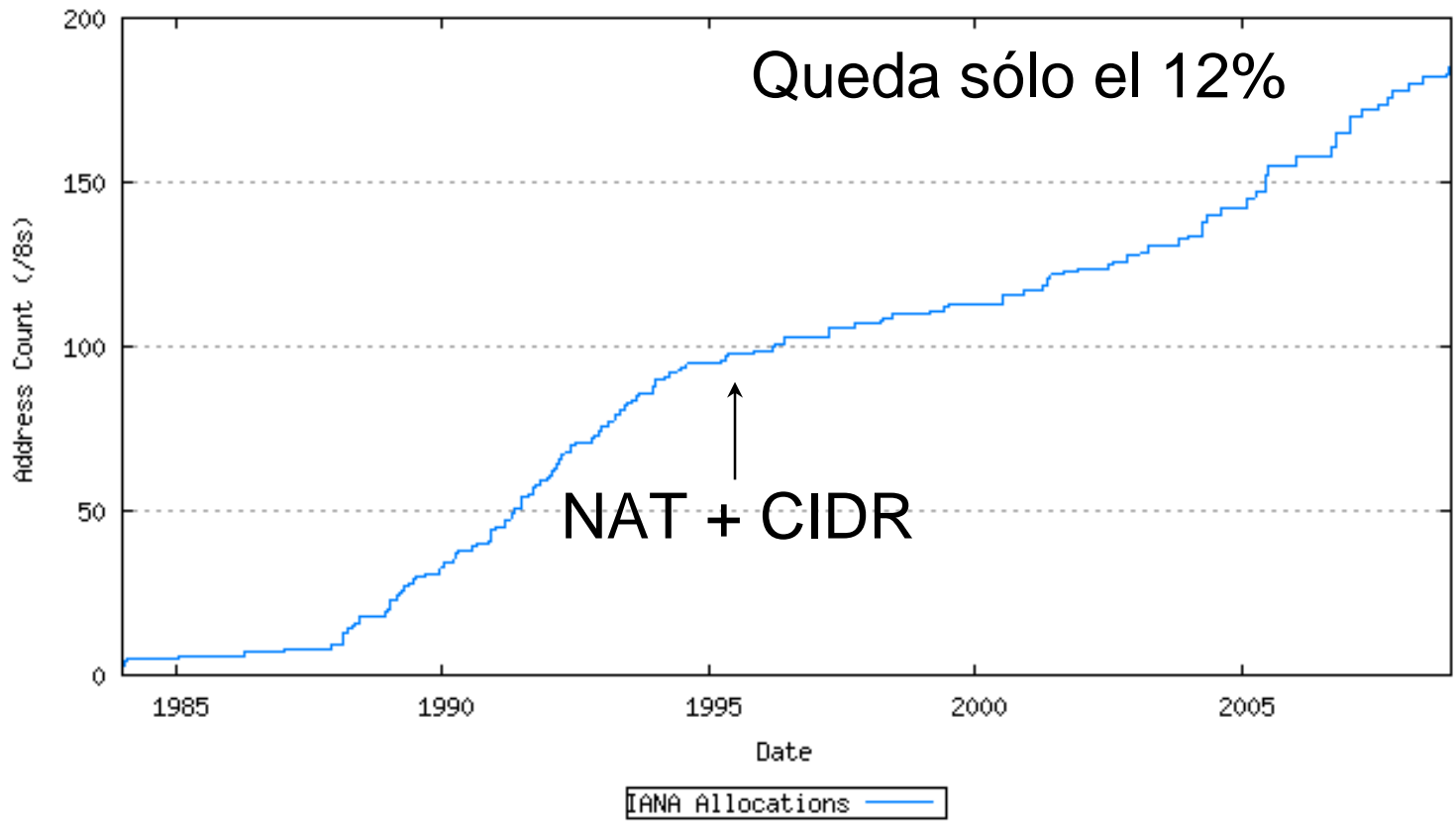
- Reduce la necesidad de direcciones públicas.
- Facilita plan de numeración interna.
- Es transparente para algunas aplicaciones.
- Oculta topología en forma automática (“seguridad vs ocultamiento”).
- Punto de delimitación clara para los ISPs.

◆ NAT.

Desventajas:

- Traducción a veces compleja (e.g. FTP, VoIP).
- Problems with aplicaciones using dynamic ports (UPnP).
- NAT no escala bien (hoy cerca de 500 sesiones simultáneas por usuario).
- Introduce estados en la red, problemas con redes multi-proveedores.
- Rompe principio de extremo a extremo.
- Problemas con IPSEC hasta el dispositivo final.
- Dificultades operacionales cuando implementado dentro de la red de ISP.

Time Series of IANA Allocations





Historia IPv6, más allá de la emergencia.



- ◆ En 1992 el IETF crea el grupo IPNG (IP Next Generation) que propone IPv6 como evolución de IPv4.
- ◆ Requerimientos:
 - ◆ **Más direcciones y direccionamiento jerárquico.**
 - ◆ **Seguridad embebida.**
 - ◆ **Configuración de terminales “plug and play”.**
 - ◆ **Mejoras a la QoS.**
 - ◆ **Mejoras para la movilidad de red.**



¿Por qué el número 6?



- Para los Kernel los números pares son las versiones estables (2.4 - 2.6 - 2.8).

- Ver:

<http://www.iana.org/assignments/version-numbers>

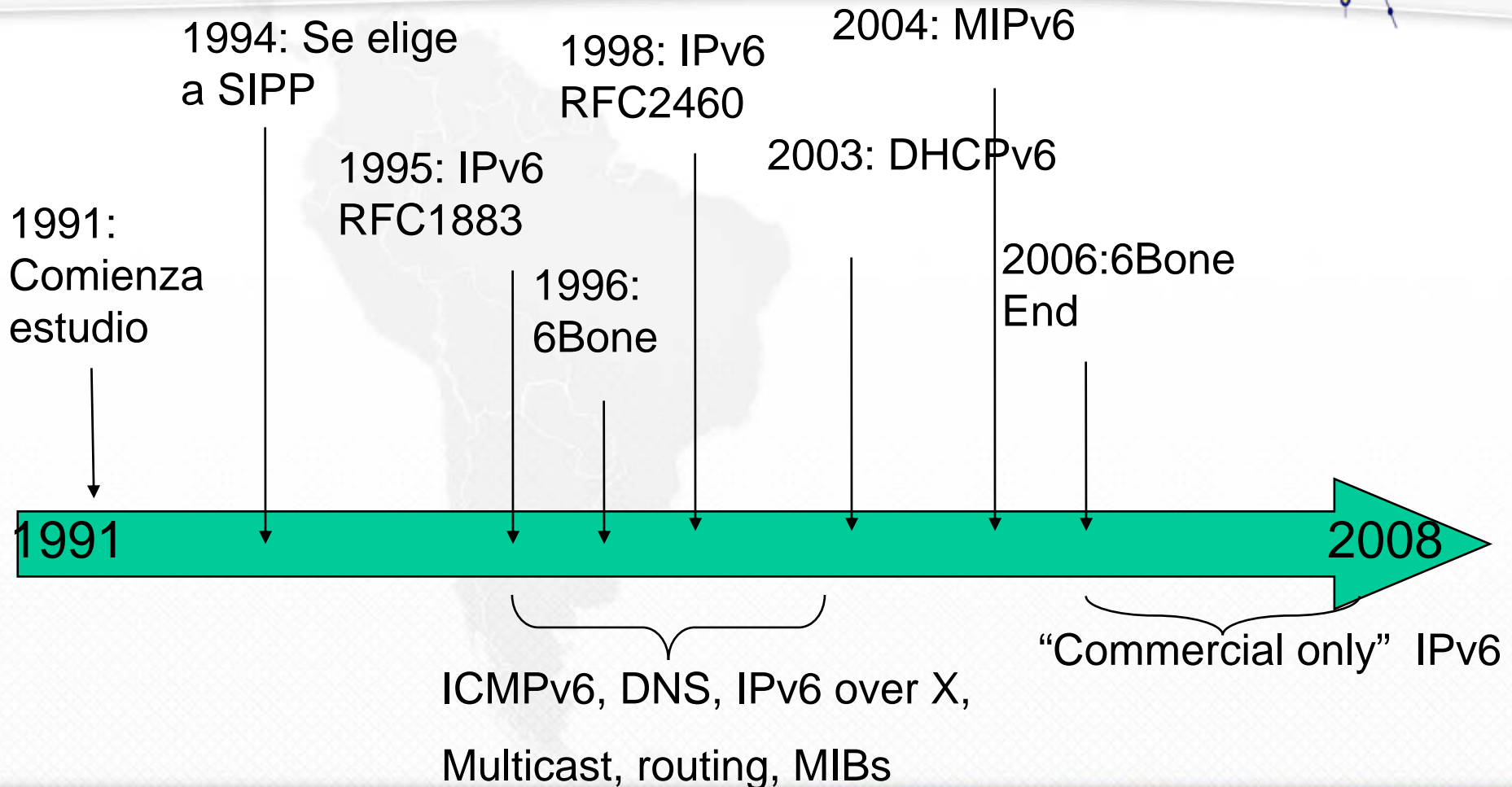
- IPv5 estaba ocupado:

Experimental Internet Stream Protocol-
v2 [RFC1190] [JWF] - Año 1990

- Los número 10-14 siguen libre.



Evolución IPv6:





Evolución IPv6:



- ◆ ¿En qué se está trabajando aún?
 - ◆ Escenarios de transición, en especial para luego del fin de IPv4 (NAT66, NAT64, etc.).
 - ◆ Extensiones a los protocolos existentes.
 - ◆ VRRP para IPv6.
 - ◆ Guías Operativas.
 - ◆ Mejoras de Seguridad.



¿Por Qué IPv6 Hoy?



- ◆ **El empuje para la adopción de IPv6 está ligado al fin de la disposición de direcciones IPv4 en la IANA y los RIR.**
- ◆ **La fecha estimada para el fin del Pool Central de la IANA es Marzo del 2011. Y de los Pooles en los Registros Regionales: Abril 2012.**
- ◆ **¡IPv6 nos da muchas más direcciones!:**
340,282,366,920,938,463,374,607,431,768,211,456 direcciones disponibles.



¡Cambio de Cabeza! ¡Volvió el End-to-End!



- ◆ **NAT desaparece. Vuelve el routing puro.**
- ◆ **Aplicaciones ya no tienen que preocuparse con el mantenimiento de estados.**
- ◆ **Más inteligencia en los extremos:**
 - ◆ **Control de checksum en L4 Obligatorio.**
 - ◆ **Fragmentación de extremo a extremo.**
 - ◆ **Manejo de extensiones de IPv6.**
- ◆ **IPv6 Puede ser fuente de innovaciones...pensar en AJAX...**



Agenda Introducción a IPv6



- ◆ Historia de IPv6.
- ◆ **Cabecera IPv6.**
- ◆ Direcciones IPv6.



Terminología:



- **Node:** Dispositivo que implementa IPv6
- **Router:** Nodo que reenvía paquetes IPv6
- **Host:** Cualquier otro nodo que no es un router
- **Upper Layer:** Protocolo que está inmediatamente por encima de IPv6
- **Link:** Medio o entidad de comunicación sobre la que los nodos pueden comunicarse a través de la capa de link
- **Neighbors:** Nodos conectados al mismo link
- **Interface:** Conexión del nodo al enlace (link)
- **Address:** Identificación IPv6 de un interfaz o conjunto de interfaces de un nodo
- **Packet:** Una cabecera IPv6 junto a los datos que incorpora
- **Link MTU:** Unidad de Transmisión Máxima
- **Path MTU:** MTU mínima en el camino que recorren los paquetes IPv6 entre dos nodos finales



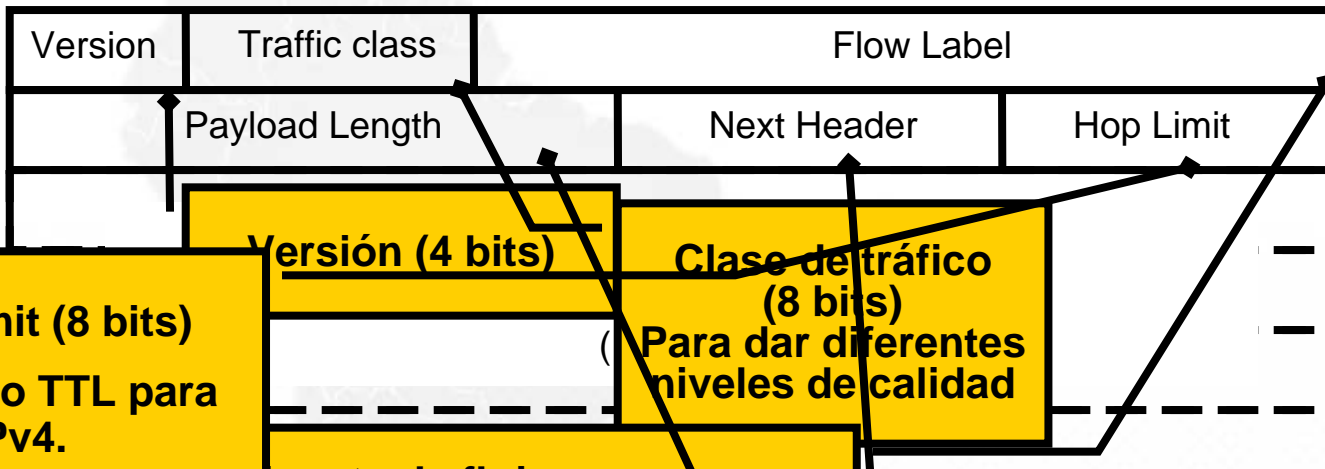
Cabecera IPv6 vs IPv4.



0 bits	4	8	16	24	31
Version	IHL	Service Type	Total Length		
Identifier		Flags	Fragment Offset		
Time to Live	Protocol	Header Checksum			
Source Address (32bit)					

0	4	12	16	24	31
Destination Address (32bit)					
Options and Padding		Version	Class	Flow Label	
Payload Length			Next Header	Hop Limit	
Source Address (128bit)					
Destination Address (128bit)					

← Orden de transmisión



Hop Limit (8 bits)
Es el viejo TTL para IPv4.

Versión (4 bits)

Clase de tráfico (8 bits)
(Para dar diferentes niveles de calidad)

Etiqueta de flujo (20 bits)
Sirve para establecer pseudo-conexiones de red que tengan características similares y requieran igual procesamiento (por ejemplo con igual dirección de origen y destino)
Puede usarse para reserva de recursos

Carga útil del datagrama

Próximo encabezado (8 bits)
Indica la existencia de encabezados de extensión o indica el protocolo de capa superior que se transporta

Datos (opcional)

← 32 bits →



Resumen de cambios:



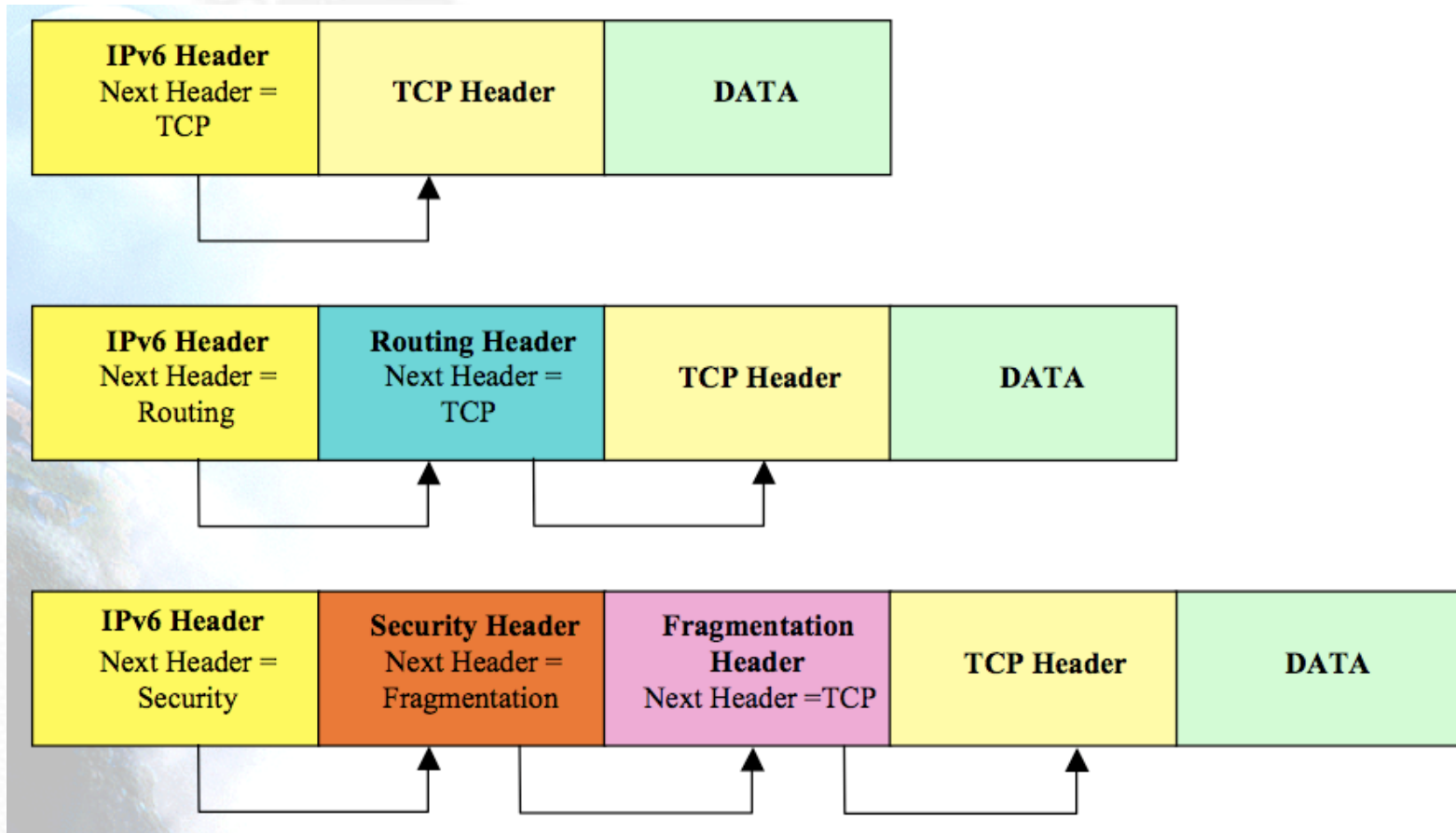
- ◆ 40 bytes.
- ◆ Direcciones de 32 a 128 bits.
- ◆ Fragmentación y Opciones retirados.
- ◆ NO HAY Checksum de cabecera.
- ◆ Largo sólo de carga útil pues cabecera tiene largo fijo.
- ◆ Nuevo campo Etiqueta de Flujo.
- ◆ TOS --> Traffic Class.
- ◆ Protocol --> Next Header.
- ◆ Time to Live --> Hop Count.
- ◆ Alineación a 64 bit.



Cabeceras de Extensión:



- ◆ Las opciones se manejan mediante los cabeceras de extensión (extension headers)
- ◆ Se encadenan con el campo Next Header (8 bits)
- ◆ Se utilizan los mismos números que en “Protocolo” IPv4 (TCP=6, UDP=17).
- ◆ Hay definidos 6 tipos de encabezados de extensión sólo para IPv6:
 - ◆ hop-by-hop header (información entre routers) NH=0.
 - ◆ **routing header (equivalente a source routing) NH=43.**
 - ◆ fragment header (fragmentación en origen) NH=44.
 - ◆ authentication header (firma de originador) NH=51.
 - ◆ encrypted security payload (paquete encriptado) NH=50.
 - ◆ destination option header (opciones para el destino) NH=60.
- ◆ Existe un orden pre-establecido cuando aparece más de una en un mismo paquete





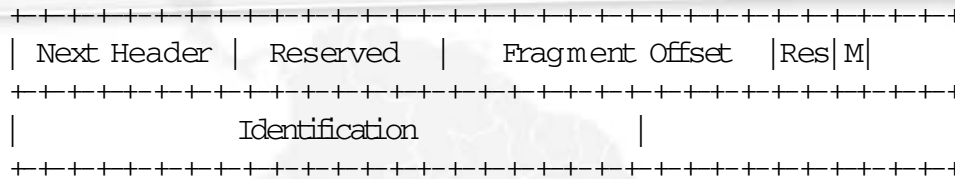
Cabecera de Fragmentación:



- ◆ La fragmentación se realiza sólo de extremo a extremo (no en routers).
- ◆ Existe en IPv6 descubrimiento de MTU.
- ◆ Si falla, se usa el MTU mínimo para IPv6 que es 1280 bytes.
- ◆ El máximo payload ($MTU = \text{Payload} + 40$ bytes) es de 65536 bytes.



Cabecera de Fragmentación:



Next Header 8-bit selector. Identifies the initial header type of the Fragmentable Part of the original packet (defined below). Uses the same values as the IPv4 Protocol field [RFC-1700 et seq.].

Reserved 8-bit reserved field. Initialized to zero for transmission; ignored on reception.

Fragment Offset 13-bit unsigned integer. The offset, in 8-octet units, of the data following this header, relative to the start of the Fragmentable Part of the original packet.

Res 2-bit reserved field. Initialized to zero for transmission; ignored on reception.

M flag 1 = more fragments; 0 = last fragment.

Identification 32 bits is used for facilitating each fragment is correctly reassembled at the receiver.



Agenda Introducción a IPv6



- ◆ Historia de IPv6.
- ◆ Cabecera IPv6.
- ◆ **Direcciones IPv6.**



- ◆ **¿Por qué 128 bits?**
 - ◆ **Había quienes deseaban una longitud de 64bits: buena para los procesadores, suficiente cantidad de direcciones, pero problemas para autoconfiguración.**
 - ◆ **Había quienes querían 160 bits, para ser compatibles con CLNP.**
 - ◆ **O largo variable.**
 - ◆ **La opción que se tomó de compromiso fueron 128 bits con largo fijo.**



Direcciones IPv6.



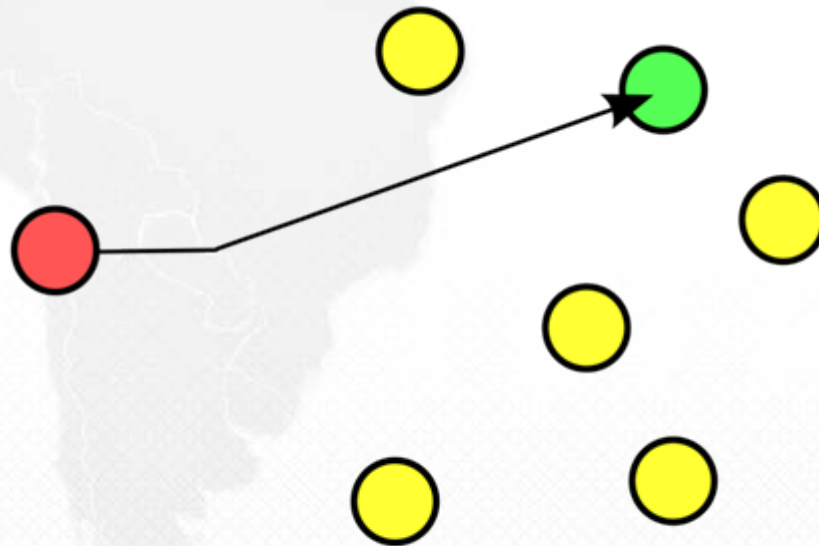
- ◆ 340,282,366,920,938,463,374,607,431,768,211,456 direcciones disponibles.
- ◆ 2^{96} veces la cantidad de direcciones IPv4.
- ◆ Nuestro Planeta tiene 511,263,971,197.990 m². Entonces, serían 655,570,793,384,866,943,898.599 direcciones por m².
- ◆ Con asignación jerárquica pesimista: 1.546 direcciones/m².
- ◆ Con asignación jerárquica optimista: 3,911,873,538,269,508,102 direcciones/m².



Tipo y Alcance de direcciones IPv6.

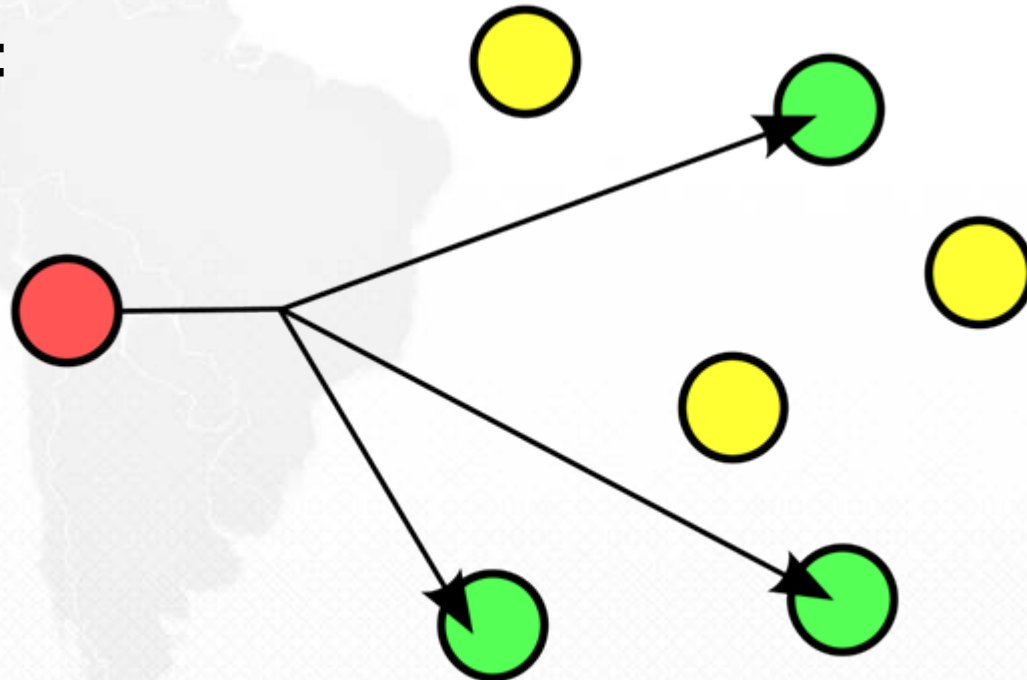


- ◆ Tipo:
 - ◆ Reservadas.
 - ◆ Unicast:



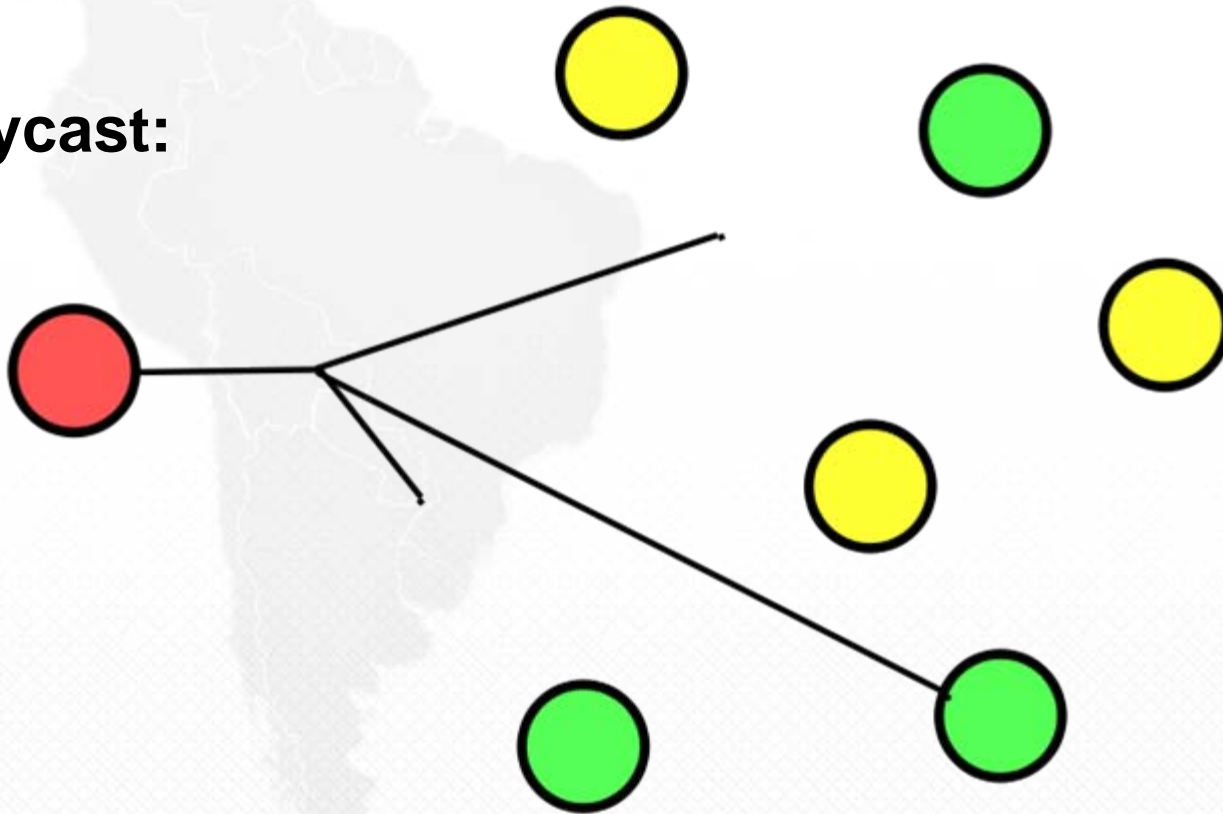
- ◆ Tipo:

- ◆ Multicast:



- ◆ Tipo:

- ◆ Anycast:





Tipo y Alcance de direcciones IPv6.




- ◆ **Alcance:**
 - ◆ **Global.**
 - ◆ **Local: al link (“link-local”) o al sitio (ya no se usa) o a la organización.**
- ◆ **Ejemplos:**
 - ◆ **Unicast globales.**
 - ◆ **Unicast link-local.**
 - ◆ **Multicast link-local.**



Representación de direcciones IPv6:



- **Direcciones IPv6: 128 bits en notación hexadecimal.**
Ejemplo: 2001:0DB8:7001:BEBE:CAFE:0000:0000:0003

2 Bytes
- **Para cada grupo de 16 bits los ceros a la izquierda se pueden omitir: 2001:DB8:7001:BEBE:CAFE:0000:0000:3**
- **Cadena más larga de ceros (dentro de los grupos de 16bits) se puede sustituir por ::**
2001:DB8:7001:BEBE:CAFE::3 (Forma Compacta).
- **Direcciones inválidas: 2001:DB8::1::1 o 2001:DB8:1:1.**



Organización de direcciones:



Bits Comienzo	Prefijo IPv6	Uso
000	::/3	Usos especiales (reservadas).
001	2000::/3	Globales Unicast
010 - 1111 1110 0	4000::/2 - FF00/9	Reservadas Globales Unicast
1111 1110 10	FE80::/10	Link local Unicast
1111 1110 11	FEC0::/10	Site local Unicast
1111 1111	FF00::/8	Multicast



Direcciones IPv6:



- ◆ Direcciones especiales:
 - ◆ Loopback: `::1` (solo un uno en el bit 128).
 - ◆ No específica: `::` (todos ceros).
 - ◆ `::FFFF:0:0/96` (IPv4 mapped addresses)
Ej:
`192.168.1.1 --> ::FFFF:192.168.1.1`



IPv6 Global Unicast:



- ◆ **Pensadas para ser alcanzables globalmente.**
- ◆ **2000::/3.**
- ◆ **Espacios especiales:**
 - ◆ **2002::/16 - 6to4.**
 - ◆ **2001:db8::/32 - Documentación.**
 - ◆ **2001::/32 - Teredo**
 - ◆ **FC00::/7 - ULA (Unique Local Addresses).**



IPv6 Local Addresses:



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

Ej:

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

ff02::2 - Todos los routers.



Unique-Local Addresses: ULA.



- ◆ **Direcciones con alcance global pero que no van a ser encaminados globalmente.**
- ◆ **Definición abierta de qué se entiende por “local”.**
- ◆ **Cada prefijo de direcciones probablemente único.**
- ◆ **No dependen del proveedor.**
- ◆ **Dos tipos: Definidas localmente: FD00:: $/8$ y TBD FC00:: $/8$.**



Unique-Local Addresses: ULA.



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

$fdXX:XXXX:XXXX::/48$ para cada sitio.

40 bits elegidos pseudo-aleatoriamente

- ◆ Generador ULA basado en dirección MAC:

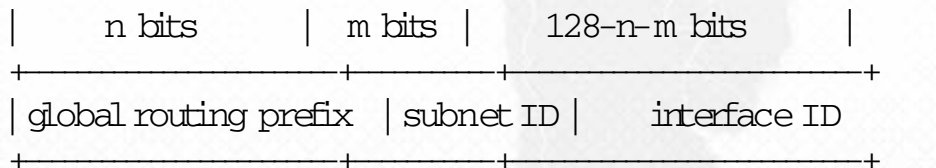
<http://www.sixxs.net/tools/grh/ula/>



Subnetting en IPv6



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



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



Identificadores de Interfaz:



- ◆ Para facilitar la auto-configuración de direcciones IP, se establece normalmente un IID de 64 bits.
- ◆ Ej: Link-locals (FE80::/10):

n=10 bits

m=54 bits

64 bits





Identificadores de Interfaz:



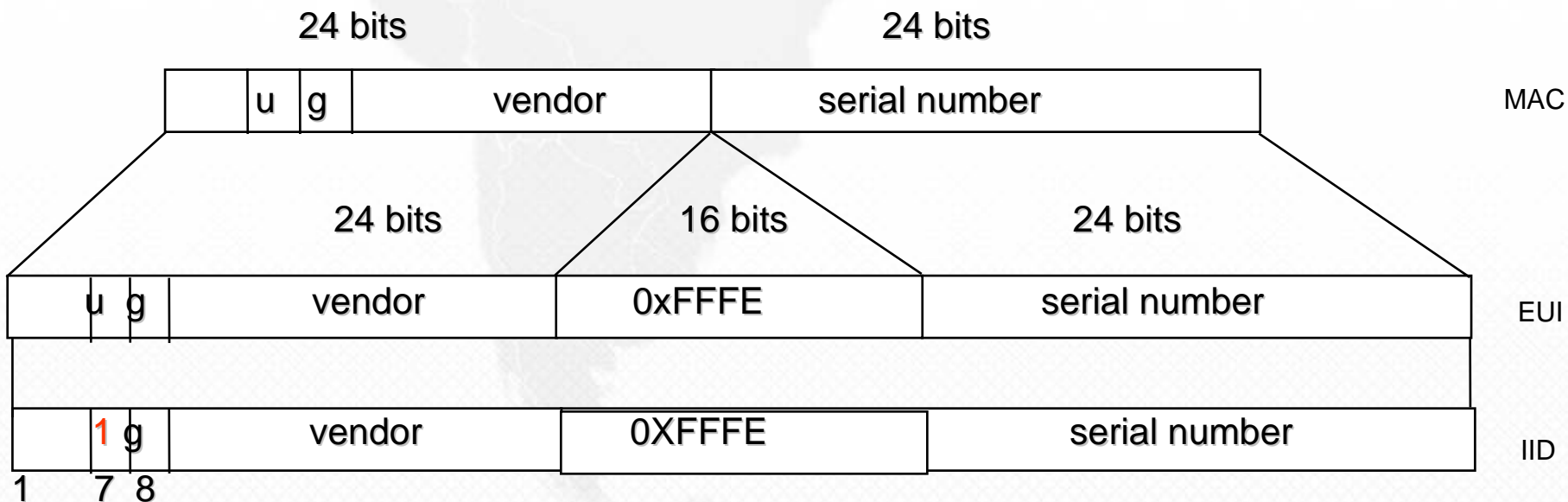
- ◆ **Se puede obtener:**
 - ◆ **En forma manual.**
 - ◆ **Por autoconfiguración basado en dirección MAC.**
 - ◆ **Por DHCPv6.**
 - ◆ **Autogenerado en forma pseudo-aleatoria (direcciones con privacidad).**
 - ◆ **Autogenerado a partir de una clave pública (CGA).**
 - ◆ **Otros métodos en el futuro.**



Identificador de Interfaz: Autoconfiguración.



company_id			EUI label		extension identifier		field
AC	DE	48	FF	FE	23	45	67
hex							
10101100 11011110 01001000 11111111 11111110 00100011 01000101 01100111 bits							





Direcciones IPv6:



- ◆ Una interfaz puede tener varias direcciones de distinto o mismo alcance, pero, ¿cómo elige la dirección de origen/destino a utilizar?
- ◆ RFC 3438 implementa un algoritmo. Ej. Origen:
 - ◆ Rule 1: Prefer same address.
 - ◆ Rule 2: Prefer appropriate scope.
 - ◆ Rule 3: Avoid deprecated addresses.
 - ◆ Rule 4: Prefer home addresses.
 - ◆ Rule 5: Prefer outgoing interface.
 - ◆ Rule 6: Prefer matching label.
 - ◆ Rule 7: Prefer public addresses.



Cómo obtener direcciones IPv6?



- ◆ Tres pasos:
- ◆ Lea políticas de LACNIC para verificar que cumple con requerimientos:
<http://www.lacnic.net/sp/politicas/>
- ◆ Llene información en formularios:
<http://www.lacnic.net/en/registro/>
- ◆ Envíe formularios a hostmaster@lacnic.net



IPv6 en la PC:



- ◆ **Vista / MAC OSX / Linux / FreeBSD:**
 - ◆ **Activado por defecto.**
- ◆ **Windows XP:**
 - ◆ **Menú --> Ejecutar --> cmd**
 - ◆ **Luego ejecutar: ipv6 install**
 - ◆ **y listo!**



Introducción a IPv6...



- ◆ **Fin Introducción a IPv6...**