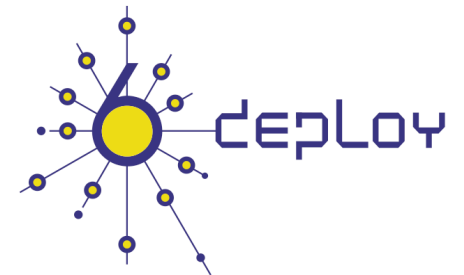




# DIRECCIONAMIENTO IPv6



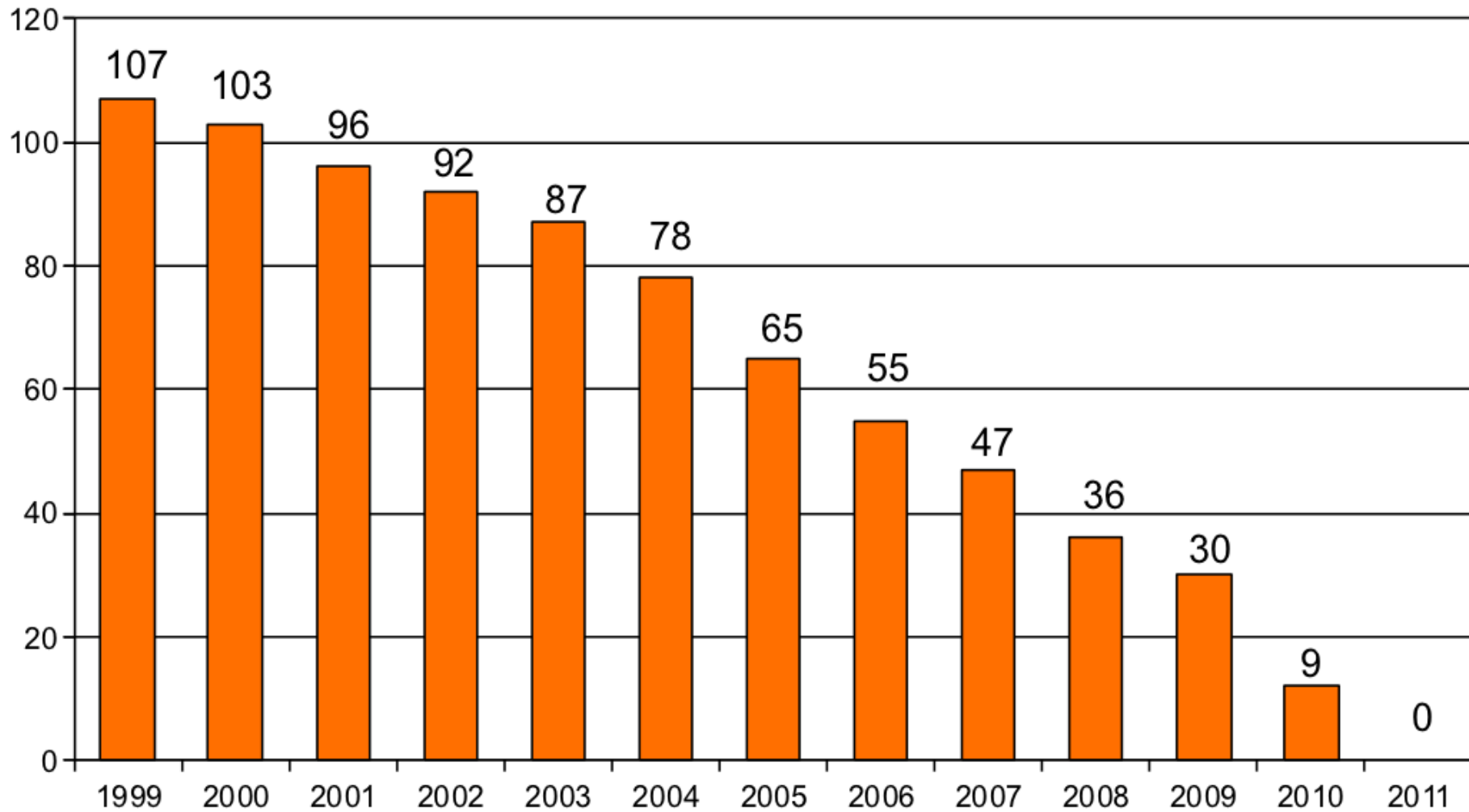
Workshop IPv6 – 8-10 de agosto 2011  
Santiago de Chile  
Carlos Martínez (carlos @ lacnic.net)



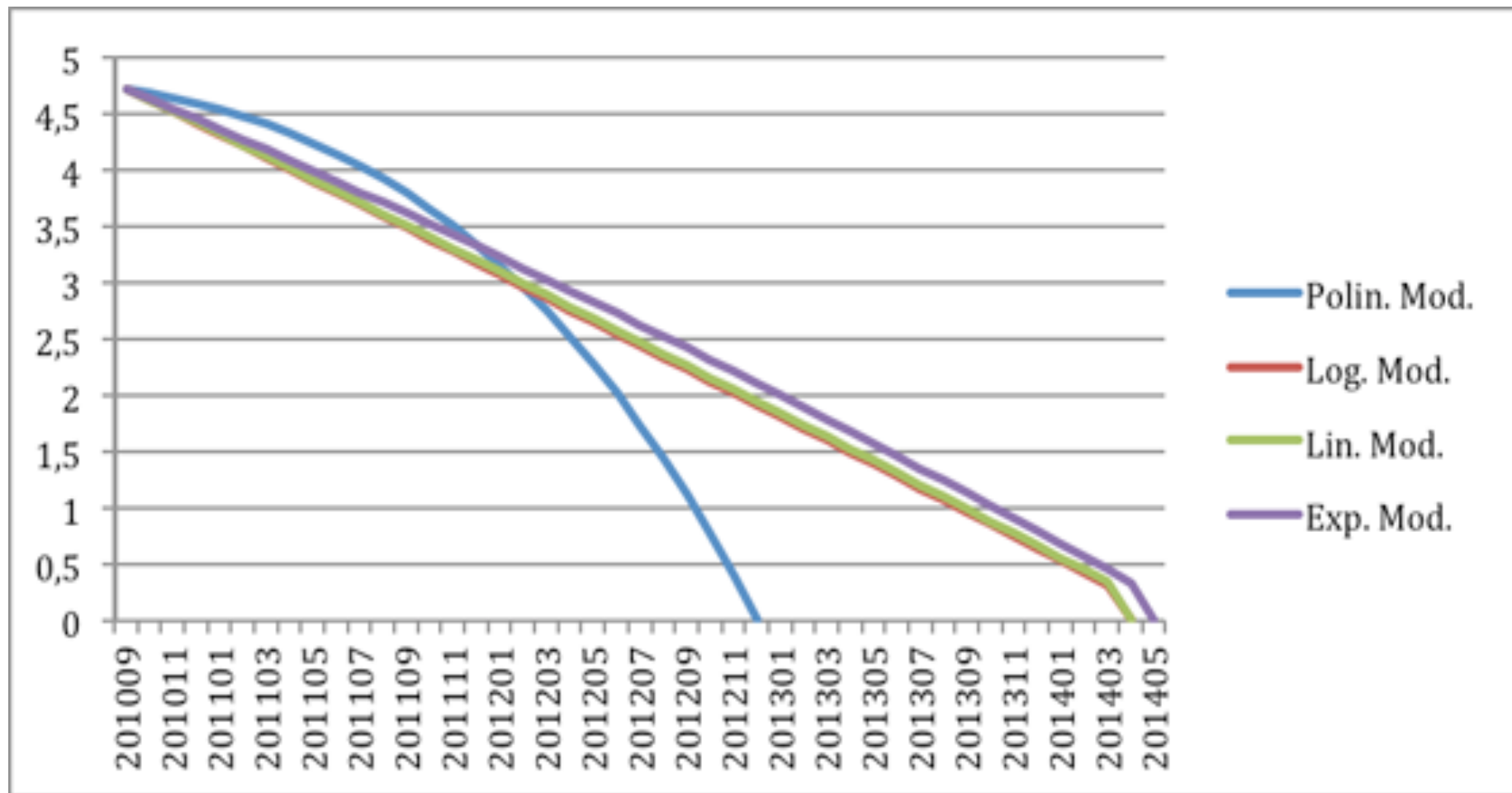


# AGOTAMIENTO DE ESPACIO DE DIRECCIONAMIENTO IPv4

# Evolución del pool central de direcciones IPv4



# Proyecciones de consumo





# INTRODUCCIÓN A IPv6 Y SU ENCABEZADO

# IPv6 = más direcciones



- Espacio de direccionamiento de 128 bits (IPv4 32 bits)
- En teoría: 340,282,366,920,938,463,463,374,607,431,768,211,456 direcciones disponibles.
- Aproximadamente  $6.67 \times 10^{27}$  direcciones IPv6 por metro cuadrado en la Tierra.

# Representación



La representación de las direcciones IPv6 divide la dirección en ocho grupos de 16 bits, separados mediante “:”, escritos con dígitos hexadecimales.

**2001:0DB8:AD1F:25E2:CADE:CAFE:F0CA:84C1**

En la representación de una dirección IPv6 está permitido:

Utilizar caracteres en mayúscula o minúscula;

Omitir los ceros a la izquierda; y

Representar los ceros continuos mediante “::”.

Ejemplo:

**2001:0DB8:0000:0000:130F:0000:0000:140B**

**2001:db8:0:0:130f::140b**

Formato no válido: **2001:db8::130f::140b** (genera ambigüedad)

# Encabezado de IPv4



Versão (Version)	Tamanho do Cabeçalho (IHL)	Tipo de Serviço (ToS)	Tamanho Total (Total Length)	
Identificação (Identification)			Flags	Deslocamento do Fragmento (Fragment Offset)
Tempo de Vida (TTL)	Protocolo (Protocol)		Soma de verificação do Cabeçalho (Checksum)	
Endereço de Origem (Source Address)				
Endereço de Destino (Destination Address)				
Opções + Complemento (Options + Padding)				

- 12 campos fijos
- Pueden o no tener opciones => tamaño varía entre 20 y 60 bytes



# Encabezado de IPv6



- Más simple
  - 40 bytes (tamaño fijo)
  - Solo dos veces mayor que en v4
- Más flexible
  - Extensión por medio de encabezados adicionales
- Más eficiente
  - Minimiza overhead en los encabezados
  - Reduce el costo de procesamiento de los paquetes

# Encabezado de IPv6



Versão (Version)	Tamanho do Cabeçalho (IHL)	Tipo de Serviço (ToS)	Tamanho Total (Total Length)		Versão (Version)	Classe de Tráfego (Traffic Class)	Identificador de Fluxo (Flow Label)	
Identificação (Identification)		Flags	Deslocamento do Fragmento (Fragment Offset)		Tamanho dos Dados (Payload Length)		Próximo Cabeçalho (Next Header)	Limite de Encaminhamento (Hop Limit)
Tempo de Vida (TTL)	Protocolo (Protocol)	Soma de verificação do Cabeçalho (Checksum)			Endereço de Origem (Source Address)			
Endereço de Origem (Source Address)								
Endereço de Destino (Destination Address)								
Opções + Complemento (Options + Padding)				Endereço de Destino (Destination Address)				

- Se eliminaron 6 campos

# Encabezado de IPv6



Versão (Version)	Tamanho do Cabeçalho (IHL)	Tipo de Serviço (ToS)	Tamanho Total (Total Length)					
Identificação (Identification)		Flags	Deslocamento do Fragmento (Fragment Offset)		Versão (Version)	Classe de Tráfego (Traffic Class)	Identificador de Fluxo (Flow Label)	
Tempo de Vida (TTL)	Protocolo (Protocol)	Soma de verificação do Cabeçalho (Checksum)			Tamanho dos Dados (Payload Length)		Próximo Cabeçalho (Next Header)	Limite de Encaminhamento (Hop Limit)
Endereço de Origem (Source Address)					Endereço de Origem (Source Address)			
Endereço de Destino (Destination Address)								
Opções + Complemento (Options + Padding)								
					Endereço de Destino (Destination Address)			

- Se modificaron los nombres de 4 campos, al igual que sus ubicaciones.

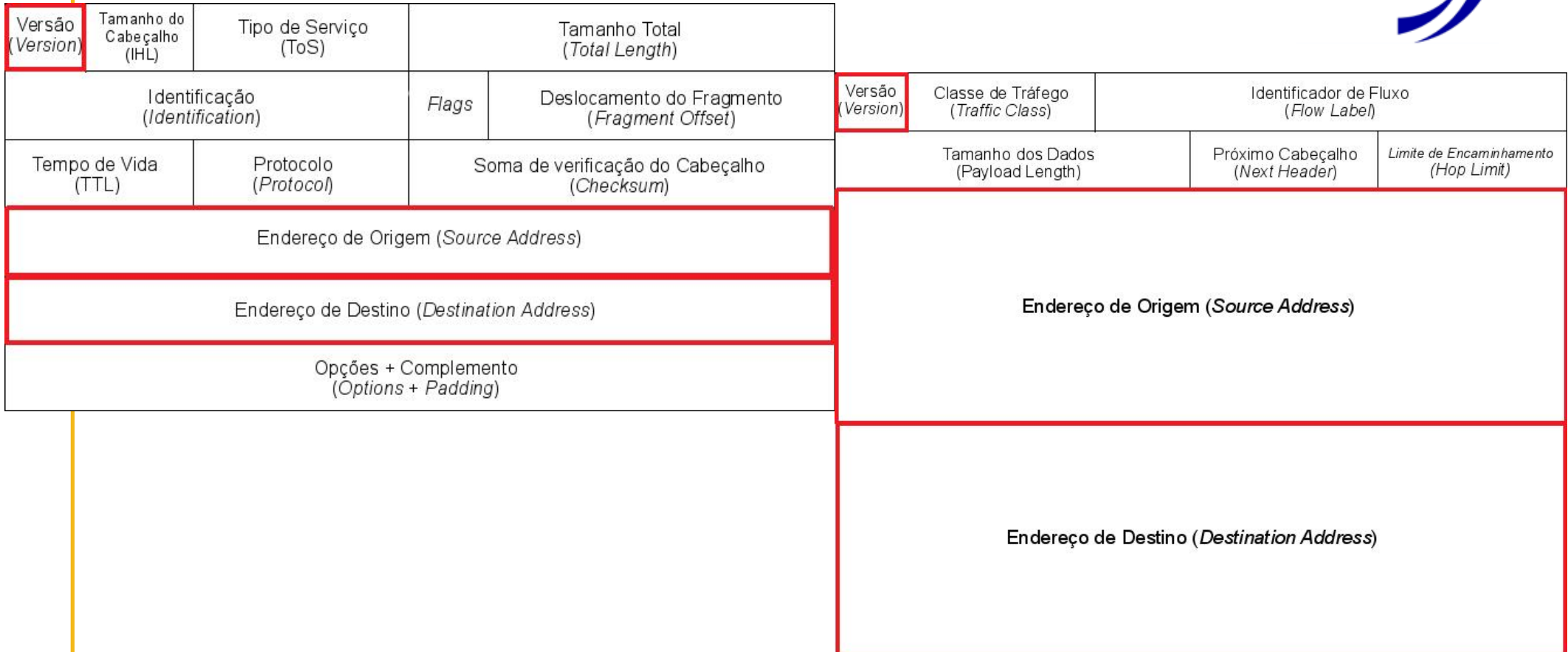
# Encabezado de IPv6



Versão (Version)	Tamanho do Cabeçalho (IHL)	Tipo de Serviço (ToS)	Tamanho Total (Total Length)						
Identificação (Identification)		Flags	Deslocamento do Fragmento (Fragment Offset)		Versão (Version)	Classe de Tráfego (Traffic Class)	Identificador de Fluxo (Flow Label)		
Tempo de Vida (TTL)		Protocolo (Protocol)	Soma de verificação do Cabeçalho (Checksum)			Tamanho dos Dados (Payload Length)		Próximo Cabeçalho (Next Header)	Limite de Encaminhamento (Hop Limit)
Endereço de Origem (Source Address)					Endereço de Origem (Source Address)				
Endereço de Destino (Destination Address)									
Opções + Complemento (Options + Padding)									
					Endereço de Destino (Destination Address)				

- Se agregó el campo Identificador de Flujo.

# Encabezado de IPv6



- Se mantuvieron 3 campos.

# Encabeçado de IPv6



Versão (Version)	Classe de Tráfego (Traffic Class)	Identificador de Fluxo (Flow Label)	
Tamanho dos Dados (Payload Length)		Próximo Cabeçalho (Next Header)	Limite de Encaminhamento (Hop Limit)
<b>Endereço de Origem (Source Address)</b>			
<b>Endereço de Destino (Destination Address)</b>			

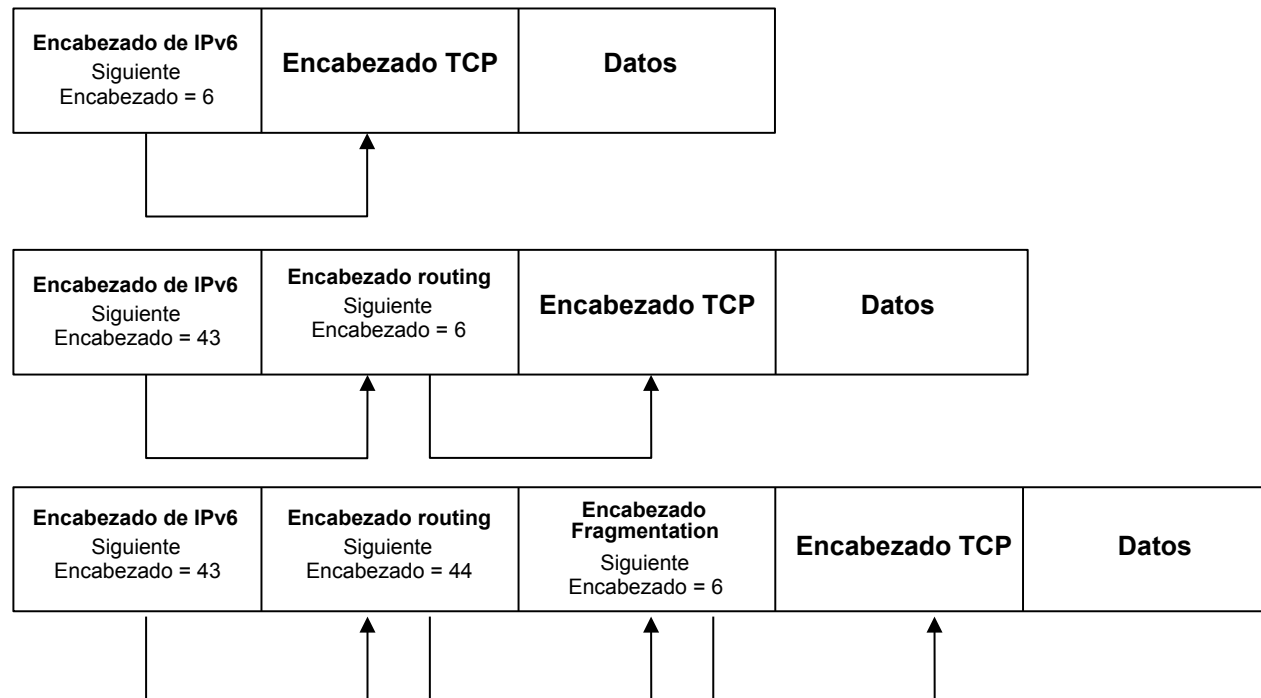
# Encabezados de extensión



En IPv6 las opciones se tratan por medio de los encabezados de extensión.

Éstos se encuentran entre el encabezado base y el encabezado de la capa de transporte.

Estos encabezados no tienen ni cantidad ni tamaño fijo.



# Encabezados de extensión



- ***Hop-by-Hop Options (valor 0)***: Transporta datos que deben ser procesador por todos los nodos a lo largo del camino del paquete.
- ***Destination Options (valor 60)***: Transporta datos que deben ser procesador por el nodo destino del paquete.
- ***Routing (valor 43)***: Inicialmente desarrollado para listar uno o más nodos intermedios a ser visitados por el paquete antes de llegar a su destino. Actualmente utilizado como parte del mecanismo de soporte para movilidad en IPv6.



# Encabezados de extensión



- ***Fragmentation (valor 44)***: Transporta información sobre los fragmentos de los paquetes IPv6.
- ***Authentication Header (valor 51)***: Utilizado por IPSec para proveer autenticación y garantía de integridad a los paquetes IPv6.
- ***Encapsulating Security Payload (valor 52)***: También utilizado por IPSec, garantiza la integridad y confidencialidad de los paquetes.

# Encabezados de extensión



- Cuando hay más de un encabezado de extensión se recomienda que aparezcan en el siguiente orden:
  - *Hop-by-Hop Options*
  - *Routing*
  - *Fragmentation*
  - *Authentication Header*
  - *Encapsulating Security Payload*
  - *Destination Options*
- Si el campo Dirección de Destino tiene una dirección *multicast*, los encabezados de extensión serán examinados por todos los nodos del grupo.



# TIPOS DE DIRECCIONES



# Tipos de direcciones

En IPv6 se han definido tres tipos de direcciones:

***Unicast*** → Identificación Individual

***Anycast*** → Identificación Selectiva

***Multicast*** → Identificación en Grupo

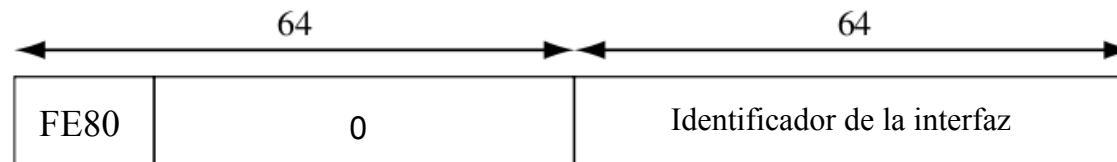
No existen más las direcciones ***Broadcast***.



# Unicast



## *Link local*

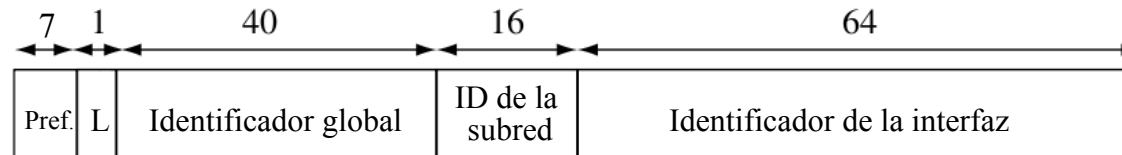


- **FE80::/64**
- Solo se debe utilizar localmente;
- Atribuido automáticamente (autoconfiguración *stateless*);

# Unicast



## *Unique local*



- **FC00::/7**
- Prefijo globalmente único (con alta probabilidad de ser único);
- Se utiliza solo en las comunicaciones dentro de un enlace o entre un conjunto limitado de enlaces;
- No se espera que sea ruteado en Internet.



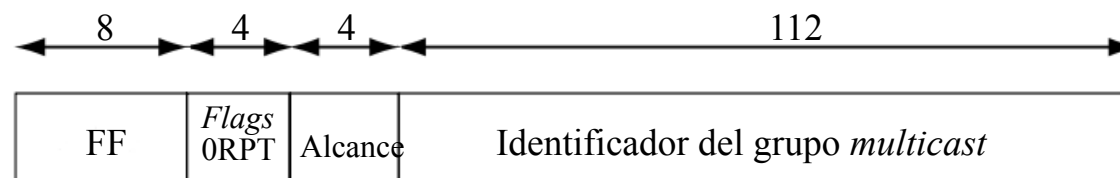
# Anycast

- Identifica un grupo de interfaces
  - Entrega el paquete solo a la interfaz más cercana al origen.
- Atribuidas a partir de direcciones *unicast* (son iguales desde el punto de vista sintáctico).
- Posibles usos:
  - Descubrir servicios en la red (DNS, *proxy* HTTP, etc.);
  - Balanceo de carga;
  - Localizar routers que proveen acceso a una determinada subred;
  - Utilizado en redes con soporte para movilidad IPv6 para localizar los Agentes de Origen...
- *Subnet-Router*



# Multicast

- Identifica un grupo de interfaces.
- El soporte para *multicast* es obligatorio en todos los nodos IPv6.
- La dirección *multicast* deriva del bloque **FF00::/8**.
- El prefijo **FF** es seguido por cuatro bits utilizados como *flags* y otros cuatro bits que definen el alcance de la dirección *multicast*. Los 112 bits restantes se utilizan para identificar el grupo *multicast*.





- Al igual que en IPv4, las direcciones IPv6 se atribuyen a las interfaces físicas y no a los nodos.
- Con IPv6 es posible atribuir una única interfaz a múltiples direcciones, independientemente de su tipo.
- Así un nodo se puede identificar a través de cualquier dirección de sus interfaces.
  - Loopback **::1**
  - Link Local **FE80:....**
  - Unique local **FD07:....**
  - Global **2001:....**
- La RFC 3484 determina el algoritmo para seleccionar las direcciones de origen y destino.



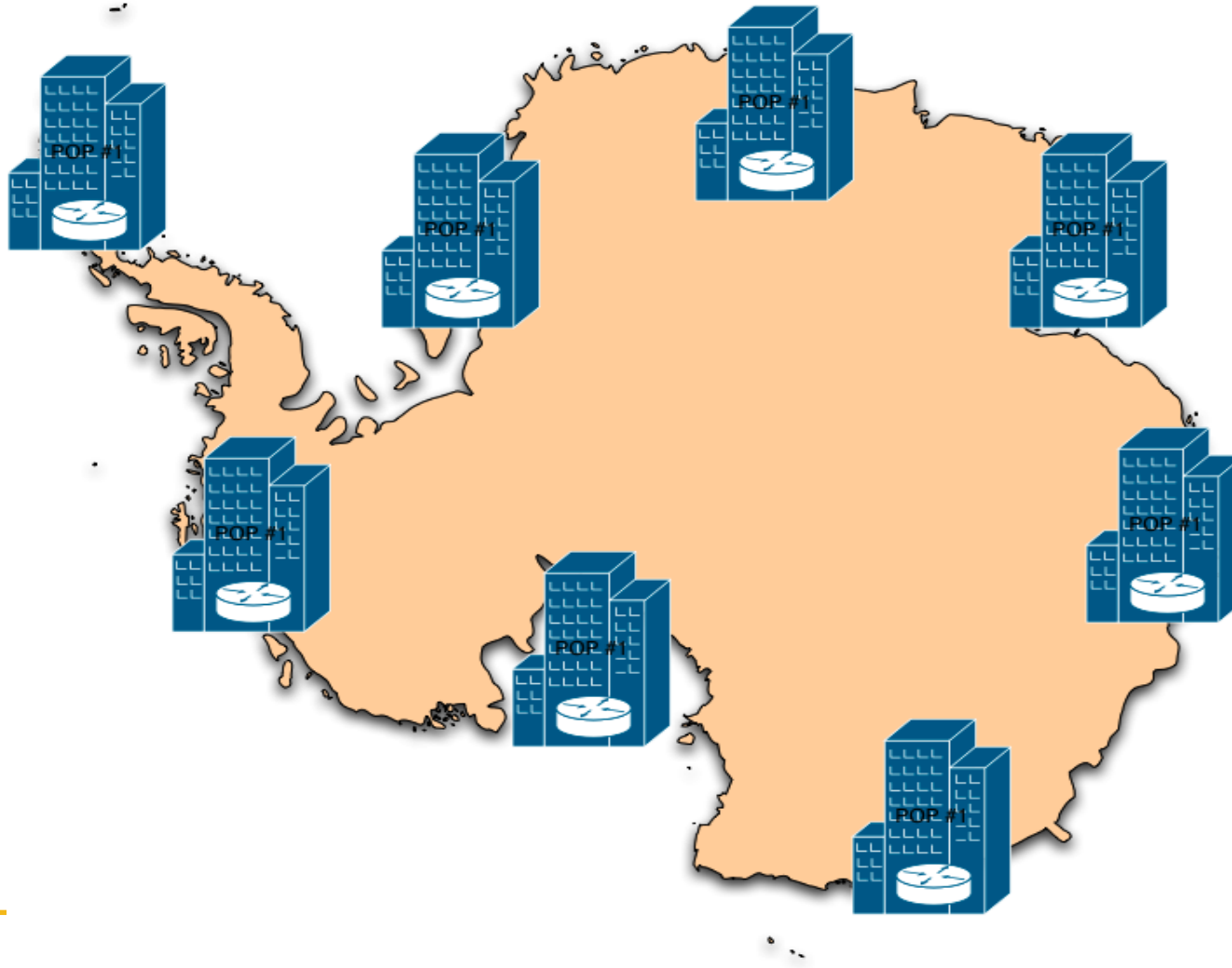
# HERRAMIENTAS

# Caso de estudio



- Imaginemos la red de un ISP, que tiene 8 puntos de presencia
  - También tiene planes de expansión
  - Brinda servicios residenciales y empresariales
- Se le asigna el prefijo 2001:db8::/32
- Plan de numeración tentativo:
  - Asignar un prefijo /36 por PoP
  - Preparar para asignar:
    - Prefijos /48 o /52 para clientes empresariales
    - Prefijos /56 o /60 para clientes residenciales

# Caso de estudio



# Caso de estudio



Punto de  
presencia

**Clientes tipo "Empresa"**  
/48 o /52

**Reservas:**  
Gestion de equipos  
Monitoreo  
Loopbacks  
WANes

**Clientes tipo "Hogar"**  
/56 o /60

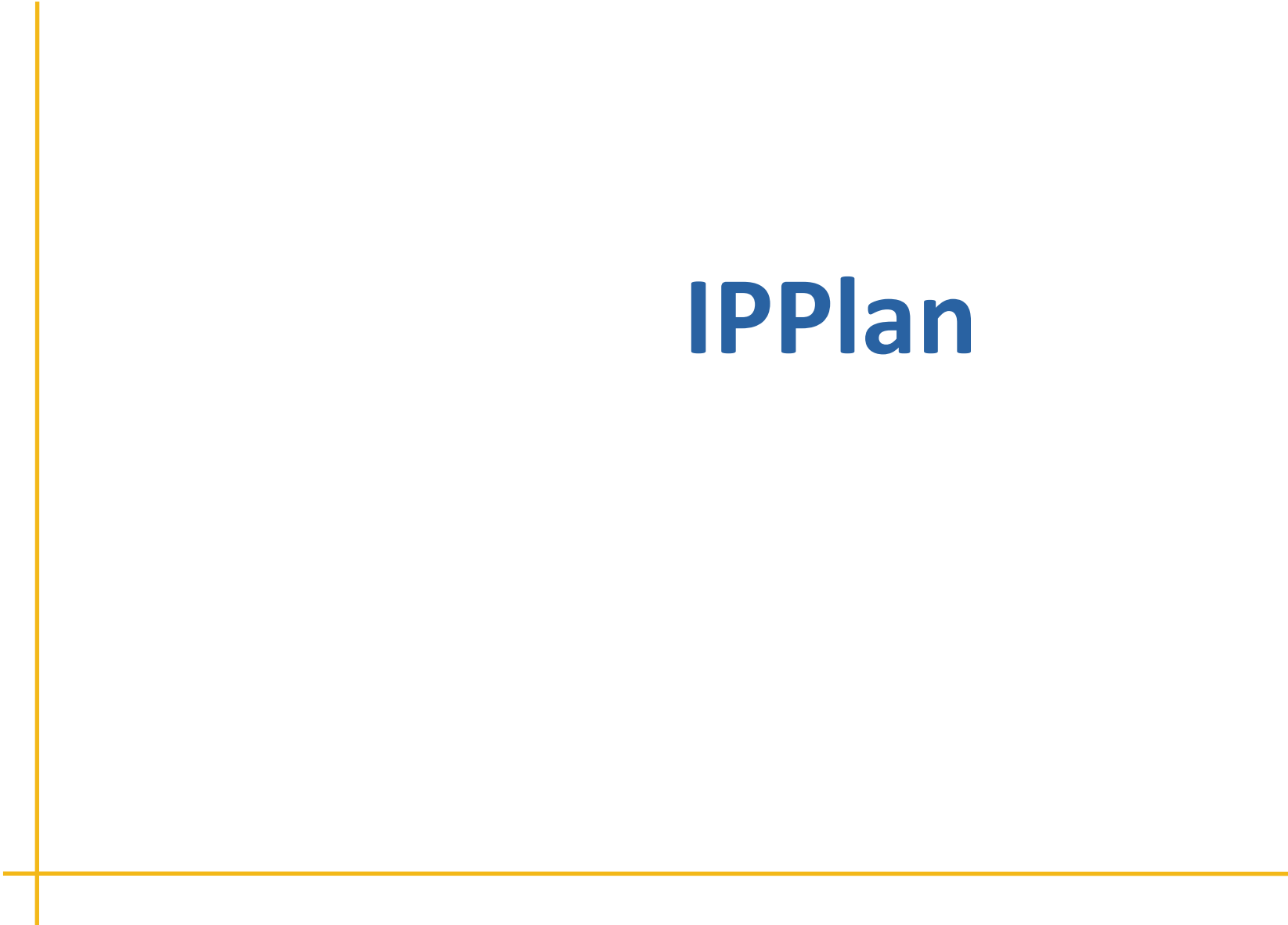
# Gestión de direcciones IPv6



- El tamaño de las nuevas direcciones hace mas engorrosa su manipulación en forma directa
- Veremos el uso de dos herramientas para implementar un caso de estudio simple
  - IPPlan
    - *Implementación de la numeración a alto nivel*
  - SIPCalc
    - *Implementación a nivel detallado para un punto de presencia*



# IPPlan





# IPPlan



- IPPlan es una herramienta *open source* muy conocida para la gestión de espacio IP
- La versión 6 en adelante soporta IPv6
- Se puede bajar desde <http://iptrack.sourceforge.net>
- Algunas características:
  - Interfaz web
  - Capacidad de importar tablas de enrutamiento
- Requisitos:
  - Apache + PHP (4 o 5) + MySQL

# IPPlan



- Paso 1: Crear un “cliente” o “sistema autónomo”

**IPPlan - IP Address Management and**  
*Create a new customer/autonomous system*

Main Customers ▾ Network ▾ DNS ▾ Options ▾ Admin ▾ Help ▾

**Create a new customer/autonomous system.**

*Required information*

Customer/autonomous system description:

Customer/autonomous system admin group:  
WARNING: If you choose a group that you do not have access to, you will not be able to see or access the

*Customer information (optional)*

CRM index:  
*This field can contain a value referencing your external CRM systems customer id*

Organization:

Street:

City:

# IPPlan



- Crear un rango de direcciones IPv6 asociado al cliente / sistema autónomo
  - *“Create a new network area”*

**IPPlan - IP Address Management**  
*Create a new network area*

Main Customers ▾ Network ▾ DNS ▾ Options ▾ Admin ▾ Help ▾

**Create a new network area.**

Create a new network area by entering a unique identifier address for the area. The identifier for address records. Areas usually define geographic or administrative boundaries. Areas can also space is not contiguous - there may be a mix of private or public address space used.

Customer/autonomous system  
Red IPv6 EJEMPLO ▾

Area address  
2001:db8::/32

Description  
Rango de IPv6 para documentacion

Submit Clear

IPPlan v6.00-BETA2

# IPPlan



- Crear subnets de acuerdo al plan de numeración
  - *En nuestro ejemplo dividimos 2001:db8::/32 en 16 subredes /36*

a later stage. These networks often appear in routing tables as static routes to third parties (not via the Internet).

Customer/autonomous system

Red IPv6 EJEMPLO

Admin Group

*WARNING: If you choose a group that you do not have access to, you will not be able to see or access the data*

Grupo de administradores de IPPlan

Network address

2001:db8::

Number of contiguous networks to create

16

Description

*Leave blank to automatically describe*

Mask ( CIDR notation /x )

36

Add host names from DNS |  Is this a DHCP subnet?

Additional information

Additional information

# IPPlan



- Visualizar las subredes para trabajar sobre ellas

**IPPlan - IP Address Management and Tracking**  
*Results of your search for subnet to modify*

Main Customers ▾ Network ▾ DNS ▾ Options ▾ Admin ▾ Help ▾ Logged in as admin

Subnet split or joined

**Search for all IP subnets for customer 'Red IPv6 EJEMPLO'**

*Refine Search*

[Reset Search](#)

Base address	Subnet size	Subnet mask	Description	Admin group	Action
2001:db8:0:0:0:0:0:0	2 ^ 36	ffff:ffff:f000::/36	NET-2001:db8:0:0:0:0:0:0	Administracion	<input type="checkbox"/> Delete Subnet   Modify/Copy/Move subnet details   Join Subnet   Split Subnet
2001:db8:1000:0:0:0:0:0	2 ^ 37	ffff:ffff:f800::/37	NET-2001:db8:1000:0:0:0:0:0	Administracion	<input type="checkbox"/> Delete Subnet   Modify/Copy/Move subnet details   Join Subnet   Split Subnet
2001:db8:1800:0:0:0:0:0	2 ^ 37	ffff:ffff:f800::/37	NET-2001:db8:1000:0:0:0:0:0 - 1309810850	Administracion	<input type="checkbox"/> Delete Subnet   Modify/Copy/Move subnet details   Join Subnet   Split Subnet
					<input type="checkbox"/> Delete Subnet



# Caso de estudio: Redes para los PoPs

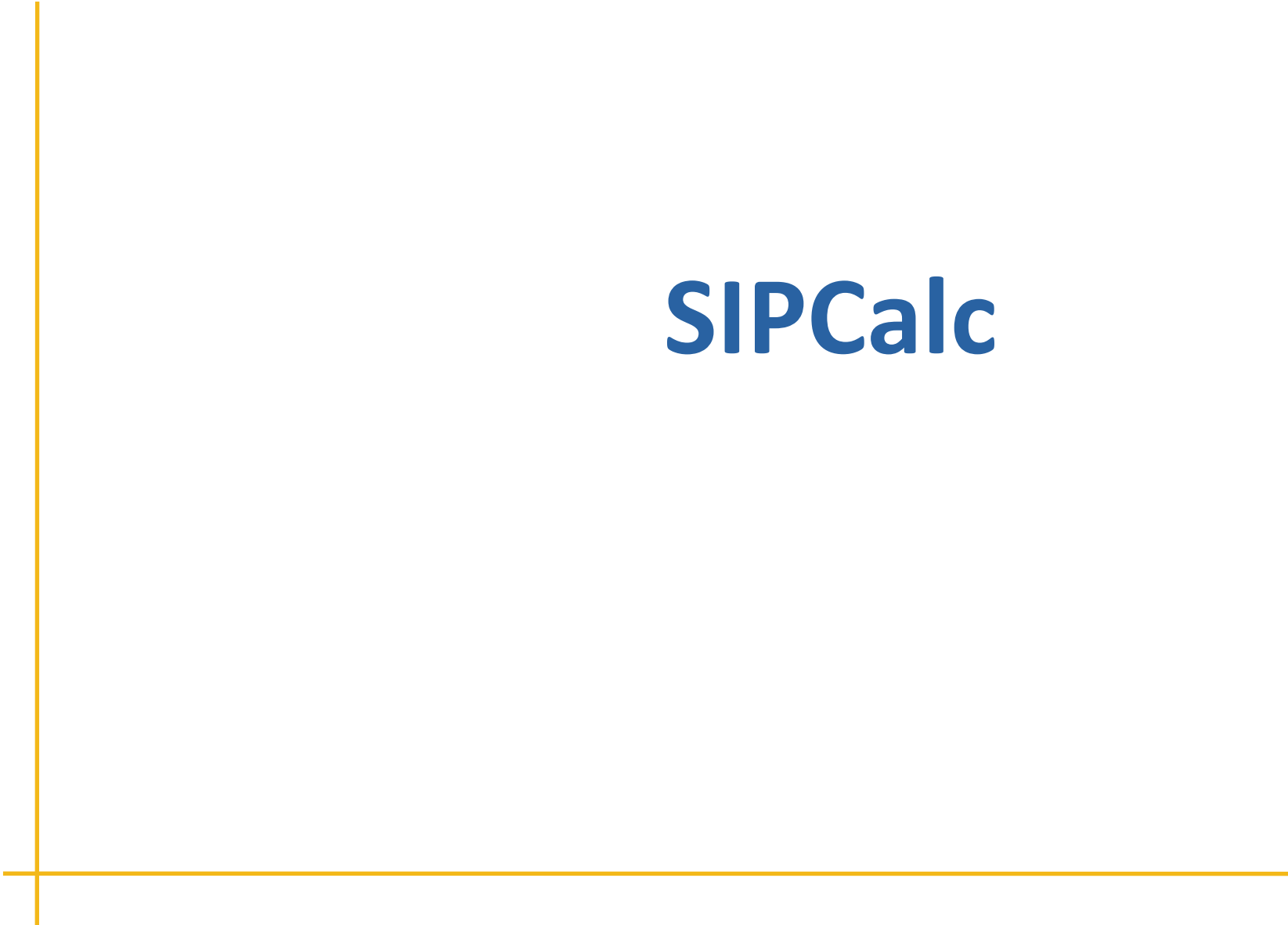


Base address	Subnet size
2001:db8:0:0:0:0:0:0	$2^{36}$
2001:db8:1000:0:0:0:0:0	$2^{36}$
2001:db8:2000:0:0:0:0:0	$2^{36}$
2001:db8:3000:0:0:0:0:0	$2^{36}$
2001:db8:4000:0:0:0:0:0	$2^{36}$
2001:db8:5000:0:0:0:0:0	$2^{36}$
2001:db8:6000:0:0:0:0:0	$2^{36}$
2001:db8:7000:0:0:0:0:0	$2^{36}$
2001:db8:8000:0:0:0:0:0	$2^{36}$
2001:db8:9000:0:0:0:0:0	$2^{36}$
2001:db8:a000:0:0:0:0:0	$2^{36}$
2001:db8:b000:0:0:0:0:0	$2^{36}$
2001:db8:c000:0:0:0:0:0	$2^{36}$
2001:db8:d000:0:0:0:0:0	$2^{36}$
2001:db8:e000:0:0:0:0:0	$2^{36}$
2001:db8:f000:0:0:0:0:0	$2^{36}$

- Hasta aquí lo que hicimos fue subdividir el prefijo asignado
  - 8 vamos a utilizar para los PoPs actuales
  - 8 reservamos para ampliaciones
- Podemos seguir sub-asignando utilizando IPPlan



# SIPCalc



# SIPCalc



- SIPCalc es una herramienta de línea de comando que permite trabajar con direcciones IPv6 y realizar algunas tareas comunes
- Se puede bajar de: <http://www.routemeister.net/projects/sipcalc/>
- También esta en los repositorios de las distribuciones de Linux/Unix mas comunes:
  - Debian / Ubuntu
  - Fedora / CentOS
  - MacPorts



# Caso de estudio: PoP #4



- Al PoP #4 le corresponde el prefijo 2001:db8:4000::/36
- Subdividimos en dos /37:
  - 2001:0db8:4000::/37
    - Asignamos a clientes empresariales
    - A un /52 por cliente podemos asignar hasta  $2^{(52-37)} = 32768$  clientes
      - Cada cliente puede asignar  $2^{(64-52)}=4096$  VLANs /64
    - A un /48 por cliente podemos asignar hasta  $2^{(48-37)} 2048$  clientes
      - Cada cliente puede asignar  $2^{(64-48)}=16768$  VLANs /64

# Caso de estudio: PoP #4



- Al PoP #4 le corresponde el prefijo 2001:db8:4000::/36
- Subdividimos en dos /37:
  - 2001:0db8:4800::/37
    - Asignamos a clientes residenciales
    - Podemos tener hasta:
      - $2^{(56-37)} = 524288$  clientes a un /56 para c/u
        - Cada cliente puede tener 256 VLANs
      - $2^{(60-37)} = 8388608$  clientes a un /60 para c/u
        - Cada cliente puede tener 16 VLANs

# SIPCalc



- Dividiendo el /36 en dos /37:

```
Terminal — bash — 69x24
85-7-200:~ marcelo$ sipcalc --v6split=37 2001:db8:4000::/36
-[ipv6 : 2001:db8:4000::/36] - 0
[Split network]
Network - 2001:0db8:4000:0000:0000:0000:0000:0000 -
2001:0db8:47ff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff
Network : NET-2001:db8:4000 - 2001:0db8:4800:0000:0000:0000:0000:0000 -
2001:0db8:4fff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff
Slide 13
```

# SIPCalc



- Los primeros 5 clientes empresariales (asumiendo /52 por cliente)

```
Terminal — bash — 69x24
85-7-200:~ marcelo$ sipcalc --v6split=52 2001:db8:4000::/37 | head -
20
-[ipv6 : 2001:db8:4000::/37] - 0

[Split network]
Network          - 2001:0db8:4000:0000:0000:0000:0000:0000 -
                  2001:0db8:4000:0fff:ffff:ffff:ffff:ffff
Network          - 2001:0db8:4000:1000:0000:0000:0000:0000 -
                  2001:0db8:4000:1fff:ffff:ffff:ffff:ffff
Network          - 2001:0db8:4000:2000:0000:0000:0000:0000 -
                  2001:0db8:4000:2fff:ffff:ffff:ffff:ffff
Network          - 2001:0db8:4000:3000:0000:0000:0000:0000 -
                  2001:0db8:4000:3fff:ffff:ffff:ffff:ffff
Network          - 2001:0db8:4000:4000:0000:0000:0000:0000 -
                  2001:0db8:4000:4fff:ffff:ffff:ffff:ffff
```



# SIPCalc



- Los primeros 6 clientes residenciales (asumiendo /56 por cliente)

```
Terminal — bash — 69x24
85-7-200:~ marcelo$ sipcalc --v6split=56 2001:db8:4800::/37 | head -
20
-[ipv6 : 2001:db8:4800::/37] - 0

[Split network]
Network 13 - 2001:0db8:4800:0000:0000:0000:0000:0000 -
2001:0db8:4800:00ff:ffff:ffff:ffff:ffff
Network - 2001:0db8:4800:0100:0000:0000:0000:0000 -
2001:0db8:4800:01ff:ffff:ffff:ffff:ffff
Network - 2001:0db8:4800:0200:0000:0000:0000:0000 -
2001:0db8:4800:02ff:ffff:ffff:ffff:ffff
Network - 2001:0db8:4800:0300:0000:0000:0000:0000 -
2001:0db8:4800:03ff:ffff:ffff:ffff:ffff
Network 17 - 2001:0db8:4800:0400:0000:0000:0000:0000 -
2001:0db8:4800:04ff:ffff:ffff:ffff:ffff
Network - 2001:0db8:4800:0500:0000:0000:0000:0000 -
2001:0db8:4800:05ff:ffff:ffff:ffff:ffff
```



# Comentarios finales



- IPPlan y SIPCalc comparten la mayoría de sus funcionalidades.
- Ambos son útiles en diferentes escenarios
  - IPPlan es una herramienta de gestión y de planificación
  - SIPCalc es una herramienta muy importante para los administradores de redes en su trabajo diario



# SOLICITANDO IPv6



# Requisitos para distribuciones iniciales a ISPs



- Distribución mínima: /32
- Las organizaciones pueden calificar para una distribución inicial de un bloque mayor enviando documentación que lo justifique.
- El bloque distribuido debe ser anunciado con el mínimo nivel de desagregación posible.

# Requisitos para distrib. iniciales a ISPs (Cont.)



- Si el ISP tiene una distribución previa de LACNIC de un bloque IPv4, la distribución del bloque IPv6 es inmediata.
- Si el ISP no tiene aún una distribución IPv4, debe:
  - Documentar un plan detallado de los servicios y conectividad IPv6.
  - Ofrecer servicios IPv6 dentro de un período no mayor a 24 meses.

# Retorno de 1ra distribución por 2da distribución



- Una única distribución IPv6
- Antes de transcurridos 6 meses
- Puede devolver a LACNIC el bloque IPv6 inicial para solicitar uno más grande.
- Se realizará por única vez un análisis diferencial.
- Se estudiará la nueva distribución como si se tratara de una distribución inicial.

# Requisitos para distribuciones iniciales a Usuarios Finales



- Bloques menores o iguales a /32 pero siempre mayores o iguales a /48.
- La organización debe anunciar un único bloque, agregando la totalidad de la asignación de direcciones IPv6 recibida.

# Requisitos para distrib. iniciales a UF (Cont.)



- Si el Usuario Final ya tiene una asignación de IPv4 de LACNIC, la asignación de IPv6 es inmediata.
- Si el Usuario Final aún no tiene una asignación de IPv4, debe enviar información sobre:
  - Cómo será usado el bloque solicitado.
  - Planes de direccionamiento y número de hosts en cada sub-red.
  - Topología de red.
  - Planes de ruteo, incluyendo protocolos de ruteo a ser usados.

Más info...



**Más información en el Manual de Políticas:**

**<http://www.lacnic.net/sp/politicas/manual.html>**



Muchas gracias !!

**are::you:IPv6:ready?**