



# Direccionamiento IPv6

Juan C. Alonso

[juancarlos@lacnic.net](mailto:juancarlos@lacnic.net)

# Direccionamiento

- Una dirección IPv4 está formada por 32 bits.

$$2^{32} = 4.294.967.296$$

- Una dirección IPv6 está formada por 128 bits.

$$2^{128} = \mathbf{340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456}$$

~  $5,6 \times 10^{28}$  direcciones IP por cada ser humano.

~  $7,9 \times 10^{28}$  direcciones más que en IPv4.

# Direccionamiento

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

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

  
2 bytes

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 contínuos 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)

# Direccionamiento

- Representación de los prefijos
- Como CIDR (IPv4)
  - “dirección-IPv6/tamaño del prefijo”
    - Ejemplo:
    - Prefijo **2001:db8:3003:2::/64**
    - Prefijo global **2001:db8::/32**
    - ID de la subred **3003:2**
- URL
  - [http://\[2001:12ff:0:4::22\]/index.html](http://[2001:12ff:0:4::22]/index.html)
  - [http://\[2001:12ff:0:4::22\]:8080](http://[2001:12ff:0:4::22]:8080)

# Direccionamiento

En IPv6 se han definido tres tipos de direcciones:

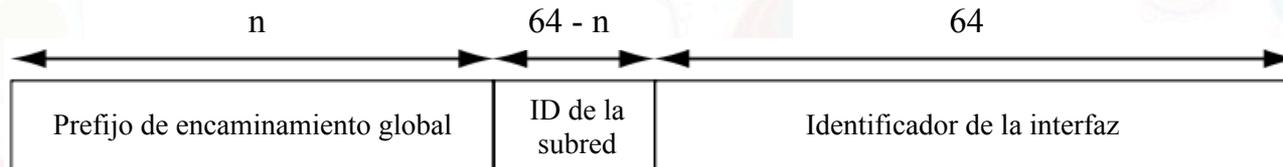
- **Unicast** → Identificación Individual
- **Anycast** → Identificación Selectiva
- **Multicast** → Identificación en Grupo

No existen más las direcciones **Broadcast**.

# Direccionamiento

## *Unicast*

- *Global Unicast*



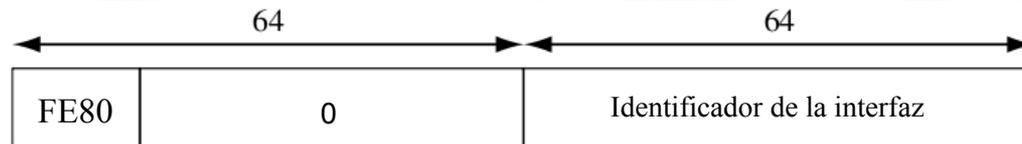
**2000::/3**

- Globalmente ruteable (similar a las direcciones IPv4 públicas)
- 13% del total de direcciones posibles;
- $2^{(45)} = 35.184.372.088.832$  redes /48 diferentes.

# Direccionamiento

## *Unicast*

- *Link local*



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

# Direccionamiento

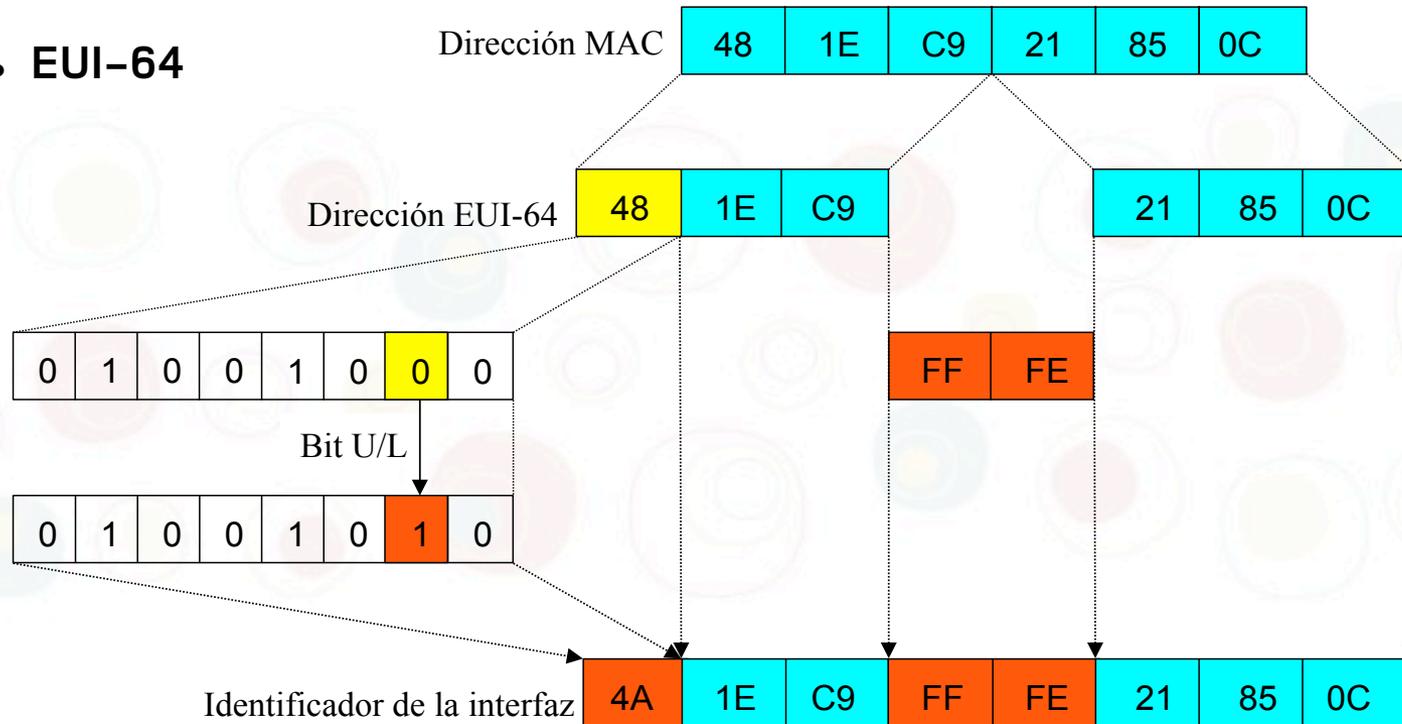
## Unicast

- Identificador de la Interface (IID)
  - Deben ser únicos dentro del mismo prefijo de sub-red
  - El mismo IID puede ser usado en multiples interfaces de un único nodo, siempre que esten asociados a sub-redes diferentes
  - Normalmente se utiliza un IID de 64 bits, que puede ser obtenido:
    - Manualmente
    - Autoconfiguración *stateless*
    - DHCPv6 (*stateful*)
    - A partir de una clave pública (CGA)
  - El IID puede ser temporal y generado randomicamente
  - Normalmente es basado en la direccion MAC de la interface (Formato EUI-64).

# Direccionamiento

## Unicast

- EUI-64

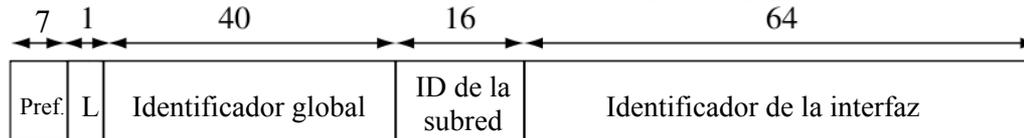


Dirección Link Local: **FE80::4A1E:C9FF:FE21:850C**

# Direccionamiento

## *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.

# Direccionamiento

## *Unicast*

- Direcciones especiales
  - Localhost - **::1/128** (0:0:0:0:0:0:0:1)
  - No especificada - **::/128** (0:0:0:0:0:0:0:0)
  - mapeada IPv4 - **::FFFF:wxyz**
- Rangos especiales
  - 6to4 - **2002::/16**
  - Documentación - **2001:db8::/32**
  - Teredo - **2001:0000::/32**
- Obsoletas
  - Site local - **FEC0::/10**
  - IPv4-compatible - **::wxyz**
  - 6Bone - **3FFE::/16** (red de prueba desactivada el 06/06/06)

# Direccionamiento

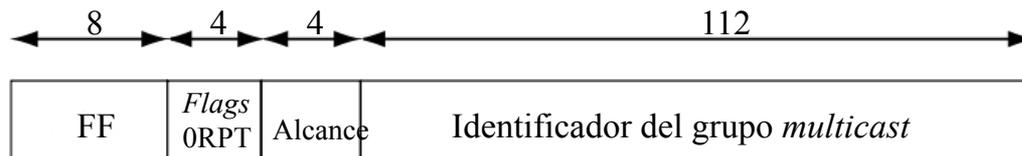
## Anycast

- **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

# Direccionamiento

## *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*.



# Multicast

Direccion	Alcance	Descripcion
FF01::1	Interface	Todas las interfaces (all-nodes)
FF01::2	Interface	Todos los routers (all-routers)
FF02::1	Enlace	Todos los nodos (all-nodes)
FF02::2	Enlace	Todos los routers (all-routers)
FF02::5	Enlace	Routers OSPF
FF02::6	Enlace	Routers OSPF designados
FF02::9	Enlace	Routers RIP
FF02::D	Enlace	Routers PIM
FF02::1:2	Enlace	Agentes DHCP
FF02::1:FFXX:XXXX	Enlace	Solicited-node
FF05::2	Site	Todos los routers (all-routers)
FF05::1:3	Site	Servidores DHCP en un site
FF05::1:4	Site	Agentes DHCP en un site
FF0X::101	Variado	NTP (Network Time Protocol)

# Direccionamiento

- 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.

# Políticas de distribución y asignación de Recursos

# Políticas de distribución y asignación

- Cada RIR recibe de la IANA un bloque /12
- El bloque 2800::/12 corresponde al espacio reservado para LACNIC
- Se pueden realizar distribuciones mayores si se justifica la utilización
- **¡ATENCIÓN!** A diferencia de lo que ocurre en IPv4, en IPv6 la utilización se mide **considerando el número de bloques** de direcciones asignados a usuarios finales, **no el número de direcciones** asignadas a usuarios finales.

# Recomendaciones

## Recomendaciones para asignacion de direcciones (RFC3177)

- En general se recomiendan redes /48 para todos los tipos de usuarios, sean usuarios domésticos, pequeños o grandes empresas
- Empresas de gran porte pueden recibir un /47 o multiples de /48
- Redes /64 son recomendadas cuando hay una certeza de que solamente una sub-red es necesaria, **ej:** para usuarios 3G
- Una red /128 puede ser utilizada cuando hay absoluta certeza de que una y solamente una interface sera conectada

# Proveedores

- NTT Communications
  - Japón
  - IPv6 nativo (ADSL)
  - /48 a usuarios finales
  - [http://www.ntt.com/business\\_e/service/category/nw\\_ipv6.html](http://www.ntt.com/business_e/service/category/nw_ipv6.html)
- Internode
  - Australia
  - IPv6 nativo (ADSL)
  - /64 dinámico para sesiones PPP
  - Delega /60 fijos
  - <http://ipv6.internode.on.net/configuration/adsl-faq-guide/>

# Proveedores

- IJ
  - Japón
  - Túneles
  - /48 a usuarios finales
  - <http://www.ij.ad.jp/en/service/IPv6/index.html>
- Arcnet6
  - Malasia
  - IPv6 nativo (ADSL) o túneles
  - /48 a usuarios finales
  - se pueden distribuir bloques /40 y /44 (sujeto a aprobación)
  - <http://arcnet6.net.my/how.html>

# Consideraciones

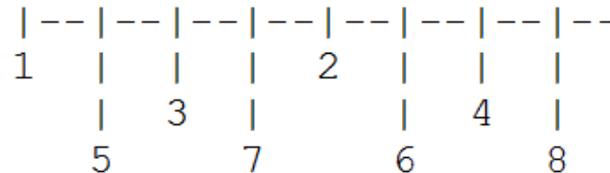
## **/32**

- 65 mil redes /48 (33 mil, se consideramos desperdicio)
- 16 millones de redes /56 (6 millones, si consideramos hd ratio) es suficiente para su proveedor?
- Reservar un bloque (/48 ?) para infraestructura...

## **Links punto a punto:**

**/64? /112? /120? /126? /127?**

## **RFC 3531**



# HERRAMIENTAS



# 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 th

*Customer information (optional)*

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

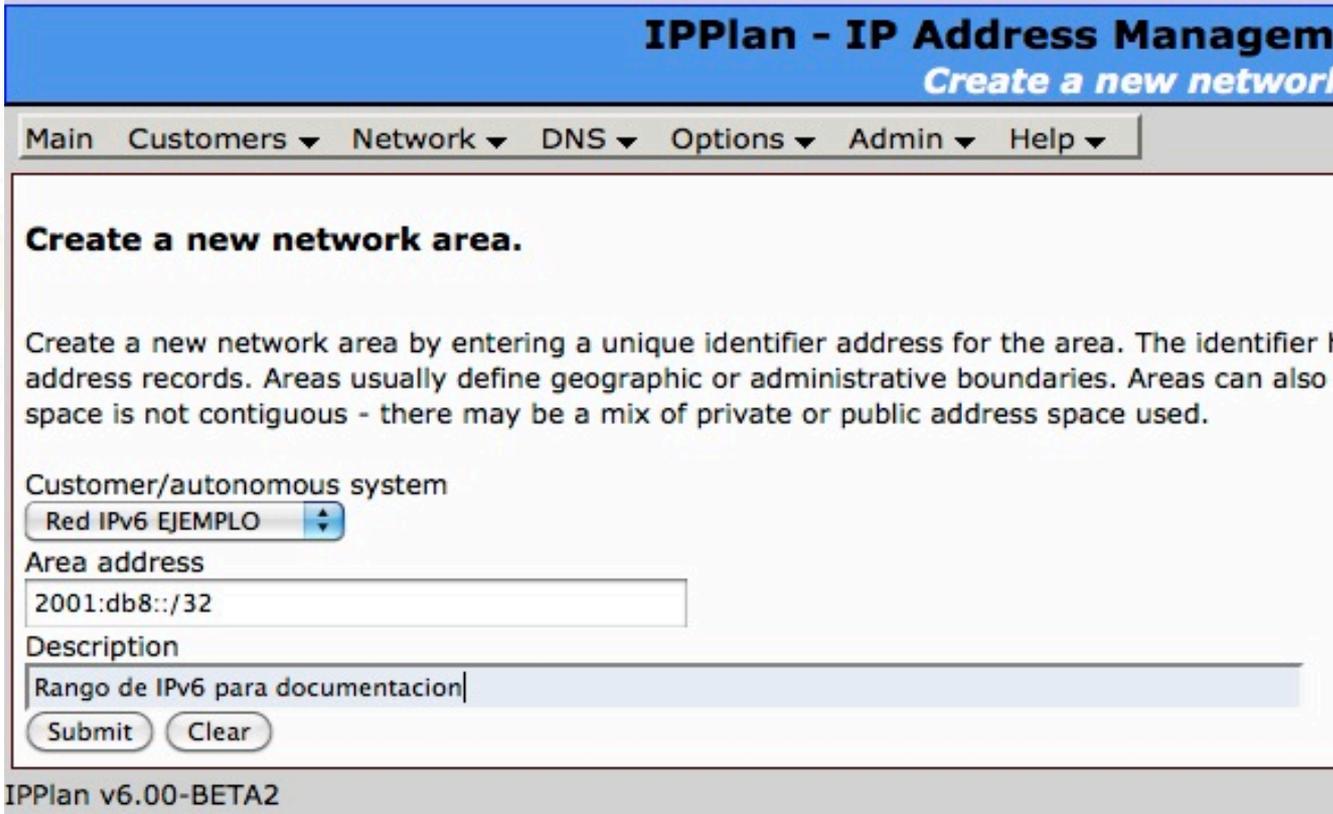
Organization:

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 is used for address records. Areas usually define geographic or administrative boundaries. Areas can also be non-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

# 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

# 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 -
Network - 2001:0db8:47ff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff -
Network - 2001:0db8:4800:0000:0000:0000:0000:0000 -
Network - 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