



# DIRECCIONAMIENTO IPV6

Ing. Nelson Belloso



## CLASE 14

Diseño de redes  
de datos DRD101



# AGENDA

Tecnología IPV-6

Encabezado de paquetes IPV-6

Tipos de Direcciones IPV-6

Difusión de direcciones IPV-6.

Coexistencia IPV-6 IPV-4

## DIRECCIONAMIENTO IPV6

**IPV-4** 4 billones de direcciones de 32bits (**4,294,967,296**), ya no son suficientes y ante la creciente demanda surge la necesidad de tener mas direcciones.

**IPV-6** 340 Sextillones de direcciones de 128bits equivale a todos los granos de arena en la tierra. (**340,282,366,920,938,463,463,374,607,431,768,211,456**)

Surge en 1996, se realizan pruebas en 1999, siendo definida por RFC 2460 y comienza a ser implementada en 2012. (Protocolo de Internet Versión 6)

### RFC2460

Documento de referencia que especifica el protocolo IPV6

Es necesario conocer el sistema de numeración Hexadecimal para la comprensión del nuevo direccionamiento.

Hexadecimal	Binary	Decimal
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
A	1010	10
B	1011	11
C	1100	12
D	1101	13
E	1110	14
F	1111	15

El sistema Hexadecimal utiliza para su representación los números del 1 al 9 y las letras comprendidas desde la A hasta la F.

Cada valor hexadecimal es representado cuatro bits

1A = 0001 1010

F3A = 1111 0011 1010

B6D7 = 1011 0110 1101 0111

### Conversión de sistema a hexadecimal a decimal

$$B6D7 = 11 \times 16^3 + 6 \times 16^2 + 13 \times 16^1 + 7 \times 16^0$$

$$B6D7 = 45056 + 1536 + 208 + 7$$

$$B6D7 = 46807$$

## Representación IPV-6

```
FE80 : FFAA : 0000 : 0000 : 0123 : 4567 : 89AB : CDEF
```

- Escrita en un String de 32 valores Hexadecimales y 128 Bits de largo.
- La dirección esta dividida en 8 **Hextet**/Segmentos (Bloques de 4 valores Hexadecimales) separados por dos puntos (**COLON**)
- 1 **Hextet**/Segmento tiene 16 bits de largo, puede ser escrito en mayúsculas o minúsculas.
- Cada Hextet/Segmento tiene un rango de 0000 – FFFF (0-65535) Aunque no lo parezca, se trata de números muy grandes.

## Reglas de representación IPV-6

1. Cualquier cero a la izquierda, en cualquier Hextet/Segmento puede ser Omitido y el direccionamiento IPV-6 puede ser comprimido.

```
2001 : 0BD8 : 000A : 1000 : 0000 : 0000 : 0000 : 10FF
2001 : 0BD8 : 000A : 1000 : 0000 : 0000 : 0000 : 10FF
2001 : BD8 : A : 1000 : 0 : 0 : 0 : 10FF
```

2. Se pueden omitir Hextet/Segmento que sean contiguos o seguidos que contengan solo ceros, deberá especificar la omisión colocando un DOBLE COLON (Doble dos puntos).

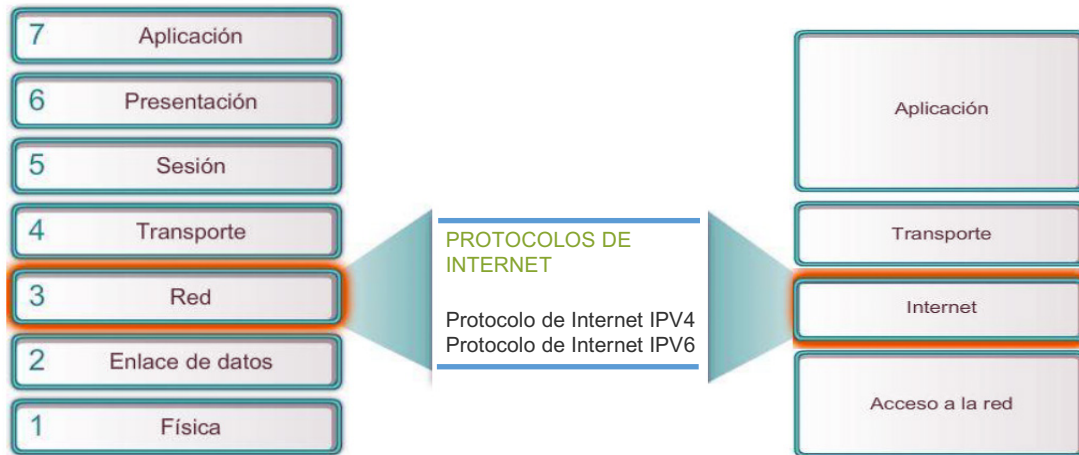
```
2001 : A1F8 : 0000 : 0000 : 2BC3 : 0000 : 0000 : 10FF
2001 : A1F8 : 0 : 0 : 2BC3 : 0000 : 0000 : 10FF
2001 : A1F8 : 0 : 0 : 2BC3 :: 10FF
```

La dirección IPV6 contiene dos maneras de comprimirse, pero solo se puede tomar una, por lo que se deberá elegir solo una de las dos representaciones

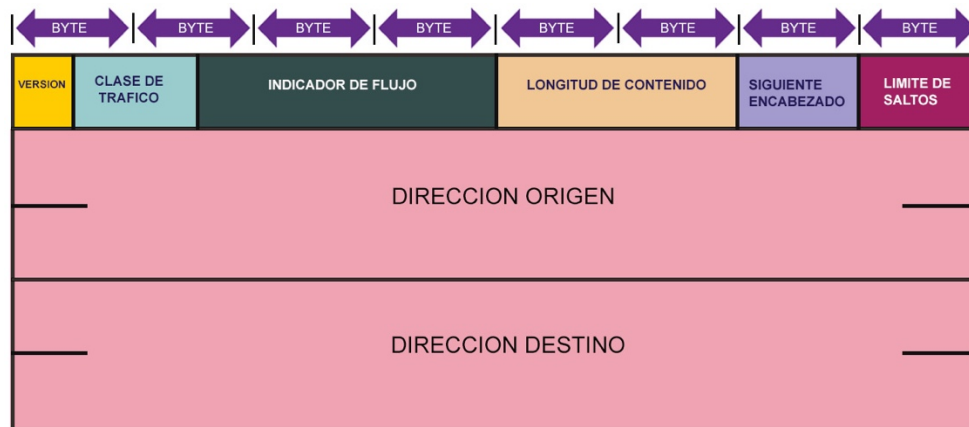
```
2001 : A1F8 : 0000 : 0000 : 2BC3 : 0000 : 0000 : 10FF
2001 : A1F8 : 0000 : 0000 : 2BC3 : 0 : 0 : 10FF
2001 : A1F8 :: 2BC3 : 0 : 0 : 10FF
```

## ENCABEZADO DE PAQUETES IPV-6

El protocolo de internet versión 6, opera en la capa 3 (Capa de RED) del Modelo OSI y en la capa de Internet del modelo TCP/IP.



Los PDU de la capa de RED y capa de INTERNET son paquetes, por lo que el protocolo IPV6 conformara una cabecera de paquetes para el envío de datos.



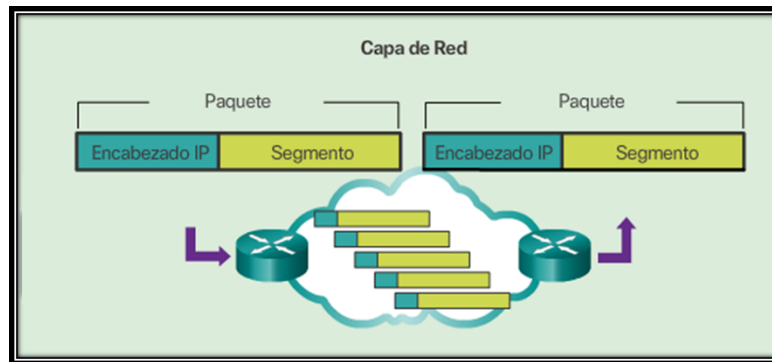
**VERSION:** 4 Bits (0110) que identifican la versión 6 del protocolo de internet

**CLASE DE TRAFICO:** Este campo es de 8 Bits.

- 6 Bits se utilizan para clasificar los servicios diferenciados por prioridades (QOS), para que el Router sepa que servicios deben ser proporcionados a este paquete.
- 2 Bits se utilizan para notificar las congestiones explícitas (ECN).

**IDENTIFICADOR DE FLUJO:** Este campo de 20 bits proporciona un servicio especial para aplicaciones en tiempo real. Se utiliza para indicar a los Routers y Switches que deben mantener la misma ruta para un flujo de paquetes específico, a fin de evitar que estos se reordenen.

**LONJITUD DE CONTENIDO:** Este campo define el tamaño total del paquete (Encabezado IP (40Bytes) + Segmento)



**SIGUIENTE ENCABEZADO:** Este campo define el tipo de contenido de datos que transporta el paquete, lo que permite que la capa de RED pase los datos al protocolo de capa superior siguiente.

Este campo permite extender la cabecera IPV-6 para seguridad y soporte en **IPsec**.

**LIMITE DE SALTOS:** Cuando cada Router reenvía el paquete, este valor disminuye en un punto. Cuando el contador llega a cero, el paquete se descarta y se reenvía un mensaje de ICMPv6 al host emisor en el que se indica que el mensaje no llegó al destino.

**DIRECCION DE ORIGEN:** Campo de 128 Bits identifica la dirección IPV6 del host Emisor.

**DIRECCION DE DESTINO:** Campo de 128 Bits identifica la dirección IPV6 del host Receptor.

## Características del direccionamiento IPV6

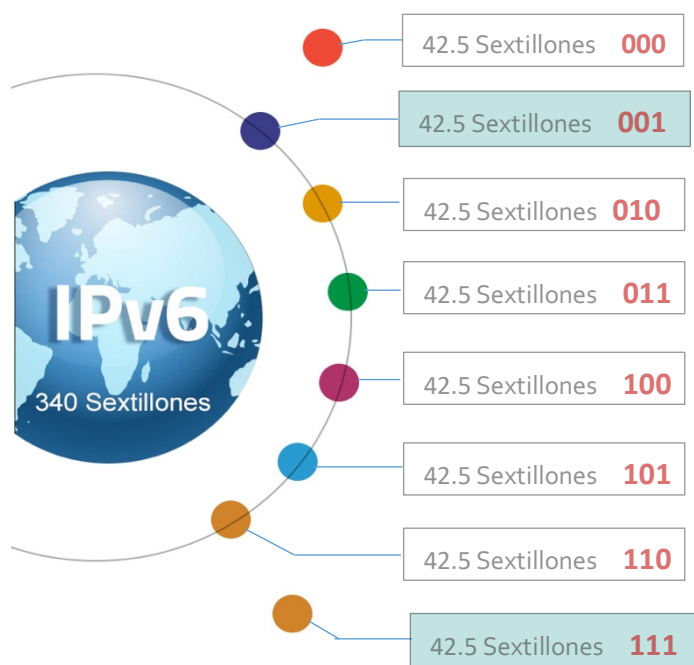
- El encabezado del paquete se simplifico con menos campos, mejorando el manejo de paquetes por parte de Routers Intermediarios.
- Con la cantidad de direcciones IPV6 se elimina la necesidad de traducciones NAT.
- Seguridad integrada en el protocolo de internet IPV-6 (cifrado IPsec Nativo)
- No Existe Broadcast, lo que existe es **UNICAST, MULTICAST y ANYCAST**

## Distribución de direcciones

IANA es la entidad encargada a nivel global de la distribución de todo el espacio de direccionamiento IPV6.



Actualmente fraccio las 340 Sextillones de direcciones en 8 bloques/Partes iguales. Cada uno con 42.5 Sextillones de direcciones, Utilizando los primeros 3 Bits de los 128 que contiene IPV-6



Actualmente IANA a otorgado el bloque con el prefijo **001** a los 5 RIR (**registro Regional de Internet**) entes Reguladores, uno para cada continente.

A este primer Bloque otorgado por, IANA se le denomina:

### **Global Unicast Addresses (GUA)**

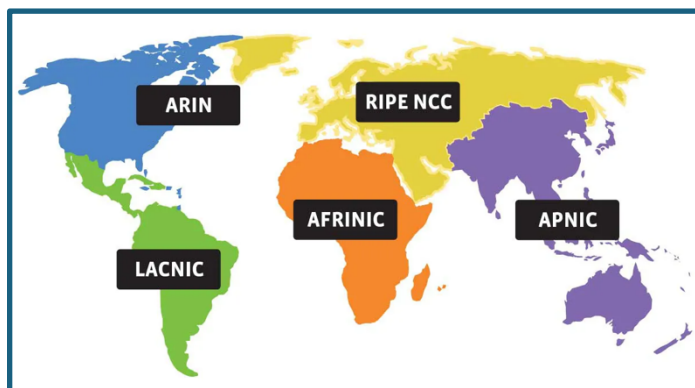
Direcciones Publicas para Internet;

Todo dispositivo que necesite acceso a Internet deberá tener una dirección GUA.

IANA También reservo el ultimo Bloque con el prefijo **111**, donde se encuentran las **Unique Local Addresses Unicast (ULA)** muy parecidas a las IP Privadas.



También se encuentran las direcciones **Link-Local Addresses Unicast (LLA)**. Las cuales no son otorgadas, son generadas por defecto por cada interface NIC



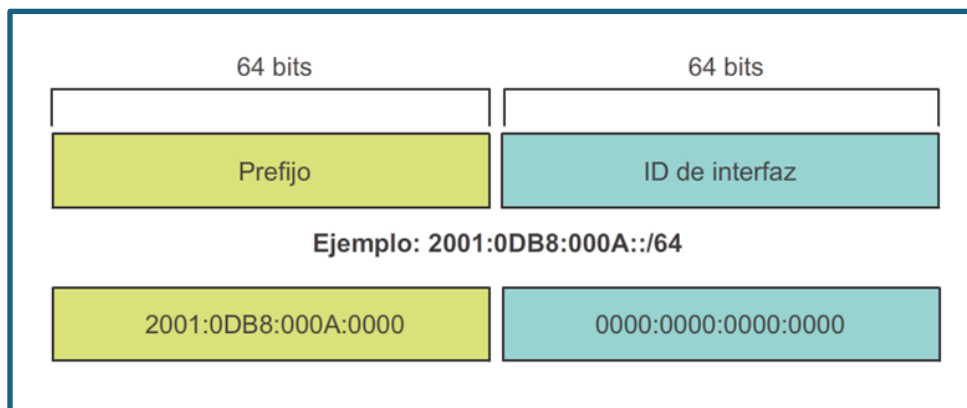
ARIN	Canada, USA y el Caribe
LACNIC	Latino America
AFRNIC	Region de Africa
RIPE NCC	Europa Medio-Este
APNIC	Asia y el Pacifico

Cada Continente posee un RIR específico para la gestión y/o administración de la distribución de las direcciones IPV6, las cuales son entregadas a los proveedores de servicios locales ISP.

### Prefijo de direccionamiento IPV6

Las direcciones IPV-6 se dividen en dos partes (Porción **Prefijo**, porción **ID de Interfaz**). Para identificar la porción de Prefijo o RED, se utiliza la duración de un Prefijo (**notación de barra**) IPV-6/ Duración de prefijo;

por lo que no existe la necesidad del uso de mascara de RED.

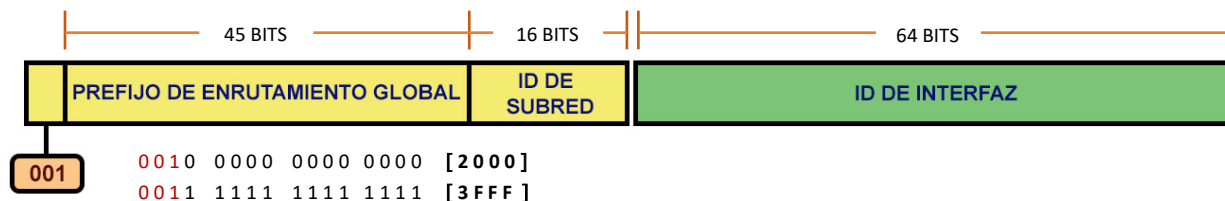




## Dirección IPV-6 GOBAL (GUA) Global Unicast Addresses.

Son direcciones únicas y enrutables de/hacia internet globalmente exclusivas (Equivalentes a las IP Publicas IPV-4), Actualmente IANA las ha otorgado a los RIR de la siguiente Manera.

Las direcciones GUA IPV6 poseen prefijo 64 (64 bits para Identificador de RED y 64 para ID de interfaz).



### Prefijo de enrutamiento global. (/48)

Es la porción de prefijo o porción de RED que RIR asigna a los ISP, para que este entregue direcciones a los clientes. Esto incluye desde redes comerciales hasta redes domesticas.

### ID de SUBRED

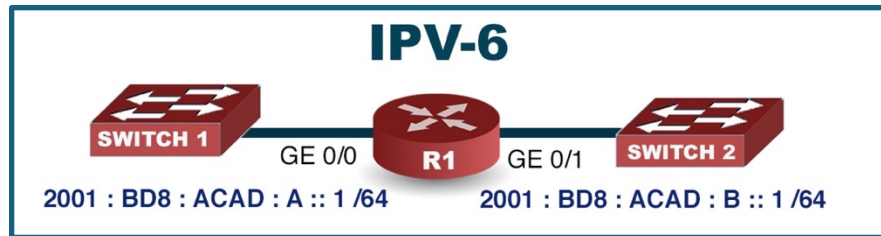
La división en subredes de IPV6 tiene un enfoque muy diferente a IPV4, La división se da por la gran cantidad de direcciones, lo que hace necesario la creación de una jerarquía Lógica de RED. Y este ID de sub redes es generado por los ISP haciendo uso de 16 bits.

### ID de interfaz.

Equivale a la porción de host en IPV-4, consta de 64 bits y son direcciones que solo pueden ser asignada de manera única y exclusiva.

2001 : BD8 : ACAD : A :: 1 /64  
2001 : 0BD8 : ACAD : 000A : 0000 : 0000 : 0000 : 0001 /64

2001 : BD8 : ACAD : B :: 1 /64  
2001 : 0BD8 : ACAD : 000B : 0000 : 0000 : 0000 : 0001 /64



```

CLI -Router1

Router1 > enable
Router1 # configure terminal
Router1 (config)# hostname R1

R1(config)# ipv6 unicast-routing
R1(config)# interface gigabitethernet G0/0
R1(config-router)# ipv6 address 2001:bd8:acad:a::1/64
R1(config-router)# no shutdown
R1(config-router)# exit

R1(config)# interface gigabitethernet G0/1
R1(config-router)# ipv6 address 2001:bd8:acad:b::1/64
R1(config-router)# no shutdown
R1(config-router)# exit

R1 (config)# do wr
R1 (config)# exit
R1 # show ipv6 route

```

Modo Usuario  
Modo Privilegiado  
Cambiar Nombre

Establece dir IPV6

Guarda la configuración

R1

Physical Config CLI Attributes

IOS Command Line Interface

```

Destination filename [startup-config]?
Building configuration...
[OK]
R1#
R1#show ipv6 route
IPv6 Routing Table - 5 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP
       U - Per-user Static route, M - MIPv6
       I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary
       ND - ND Default, NDP - ND Prefix, DCE - Destination, NDR - Redirect
       O - OSPF intra, OI - OSPF inter, OE1 - OSPF ext 1, OE2 - OSPF ext 2
       ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2
       D - EIGRP, EX - EIGRP external
C   2001:BD8:ACAD:A::/64 [0/0]
    via GigabitEthernet0/0, directly connected
L   2001:BD8:ACAD:A::1/128 [0/0]
    via GigabitEthernet0/0, receive
C   2001:BD8:ACAD:B::/64 [0/0]
    via GigabitEthernet0/1, directly connected
L   2001:BD8:ACAD:B::1/128 [0/0]
    via GigabitEthernet0/1, receive
L   FF00::/8 [0/0]
    via Null0, receive
R1#

```

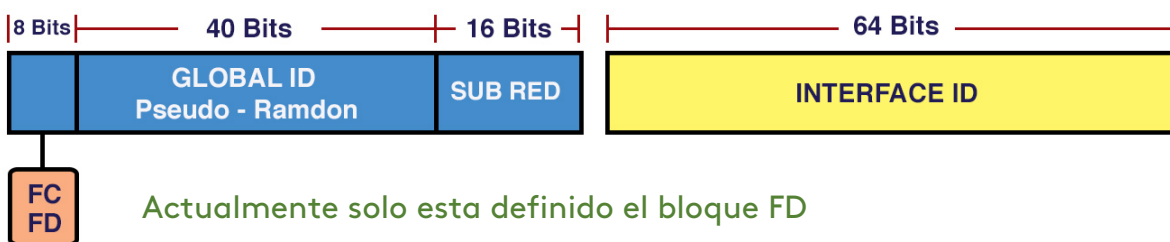
Ctrl+F6 to exit CLI focus

Copy Paste

## Dirección IPV-6 LOCAL (ULA) Unique Local Addresses Unicast.

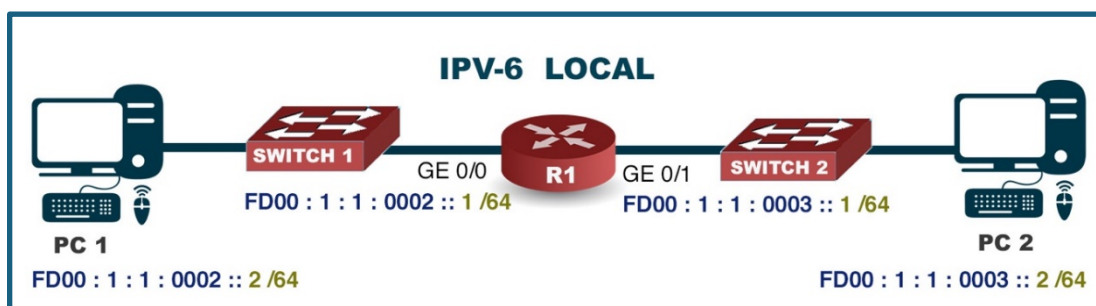
Actúan como direcciones privadas dentro de una LAN o entre una cantidad limitada de LANS; **no enrutables hacia la Internet**. Las direcciones Locales Únicas se encuentran especificadas en el rango FC00::/7 - FDFF::/7 dentro del **Bloque 111** reservado por IANA.

- Las direcciones IPV-6 Locales pueden ser utilizadas por cualquier organización o varias organizaciones simultáneamente.
- Utilizadas para conexiones VPN
- Gerenciamiento de RED localmente.
- Se pueden asignar Manualmente o automáticamente (**EUI - 64**)



Para el uso de estas direcciones se deben seguir las siguientes reglas

- Los primeros 8-Bits del primer Hextet deben ser FD
- Crear a su criterio el Global ID de 40-Bits.
- Debe utilizar el campo de 16- Bits Campo de Sub-Red
- Al finalizar debe obtener un prefijo de 64-Bits para RED y una porción de host de 64-Bits



```

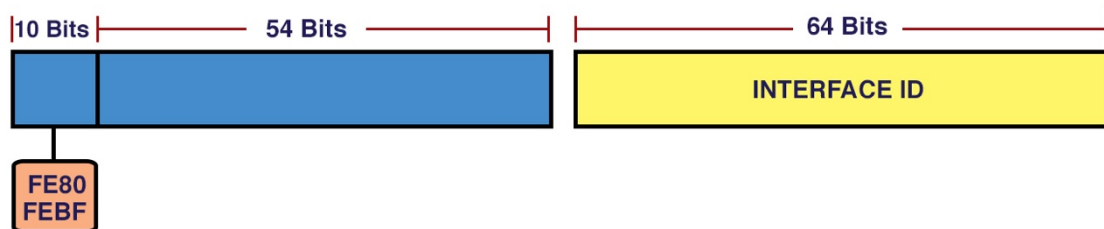
CLI -Router1
R1(config)# ipv6 unicast-routing
R1(config)# interface gigabitethernet G0/0
R1(config-router)# ipv6 address fd00:1:1:0002::1/64
R1(config-router)# exit
  
```

Establece dir IPV6

## Dirección IPV-6 LINK-LOCAL (LLA) Link Local Addresses Unicast.

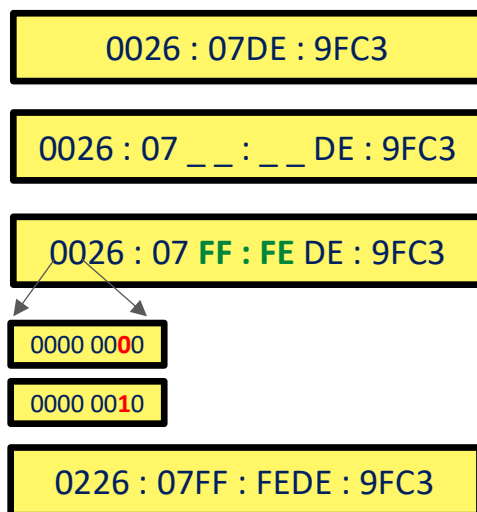
Son direcciones que se utilizan para comunicarse con otros dispositivos dentro de una misma sub-red o una misma LAN. Las direcciones Link-Local se encuentran especificadas en el rango **FE80::/10 – FEBF::/10** dentro del **Bloque 111** reservado por IANA.

- Las direcciones IPV-6 Link-Local no pueden ser enrutadas por el Router.
- Al configurar una interface de un dispositivo con una dirección IPV-6 GUA o IPV-6 ULA automáticamente se configura también una dirección IPV-6 LLA.
- Utilizadas para comunicación Local dentro de la misma LAN
- Se pueden generar automáticamente (**EUI – 64**) o de forma Manual.



**EL PROCESO EUI-64** es aplicado a la porción de Interface ID, utilizando los siguientes pasos:

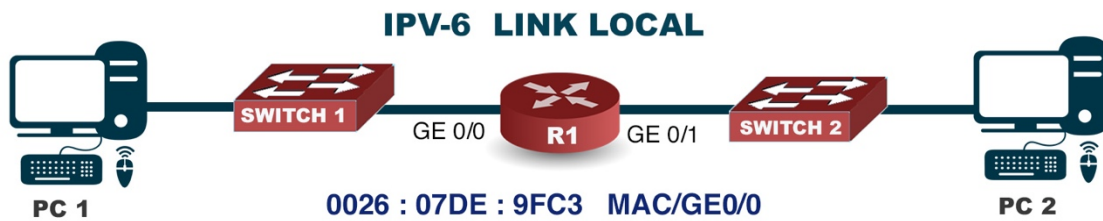
1. Las direcciones MAC de las NIC de todo dispositivo y toda interface, esta conformado por tres HEXTET, 48 Bits.
2. Se toma el segundo Hextet y se parte por la mitad.
3. Se inserta en Hexadecimal FF:FE, para conformar 4 Hextet en la porción de interface ID.



4. Se invierte el BIT 7 del primer Hextet de la porción Interface ID

**FE80 :: 0226 : 07FF : FEDE : 9FC3**

## Configuración Automática IPV-6 Link Local



```
CLI -Router1  
  
R1(config)# ipv6 unicast-routing  
R1(config)# interface gigabitethernet G0/0  
R1(config-router)# ipv6 enable  
R1(config-router)# no shutdown  
R1(config-router)# exit
```

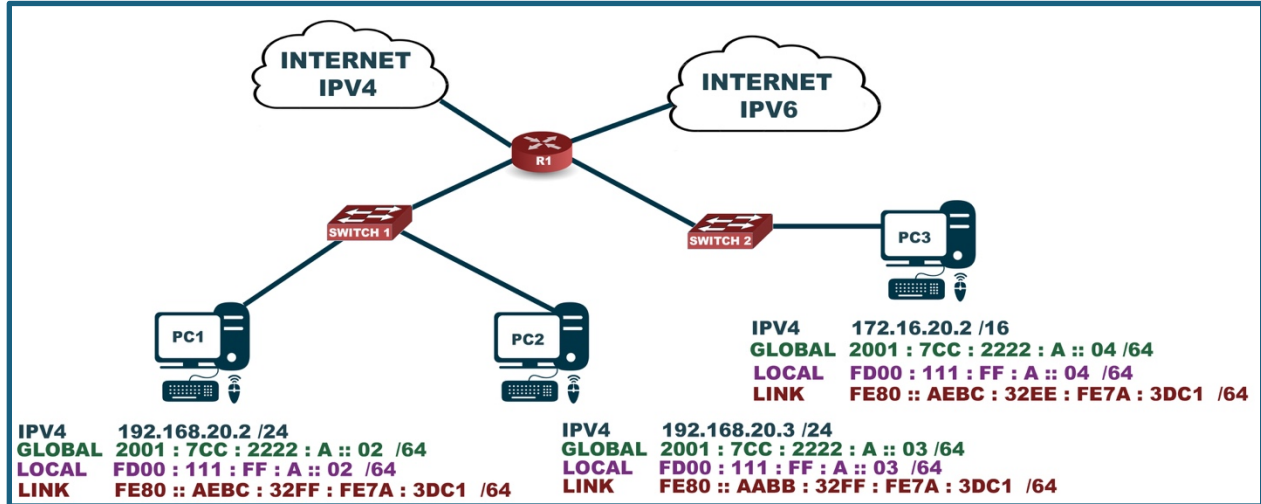
FE80 :: 0226 : 07FF : FEDE : 9FC3

## Configuración Manual IPV-6 Link Local

```
CLI -Router1  
  
R1(config)# ipv6 unicast-routing  
R1(config)# interface gigabitethernet G0/0  
R1(config-router)# ipv6 address fe80::1 link-local  
R1(config-router)# no shutdown  
R1(config-router)# exit
```

FE80 :: 01

## Combinación de direcciones IPV-4 con IPV-6



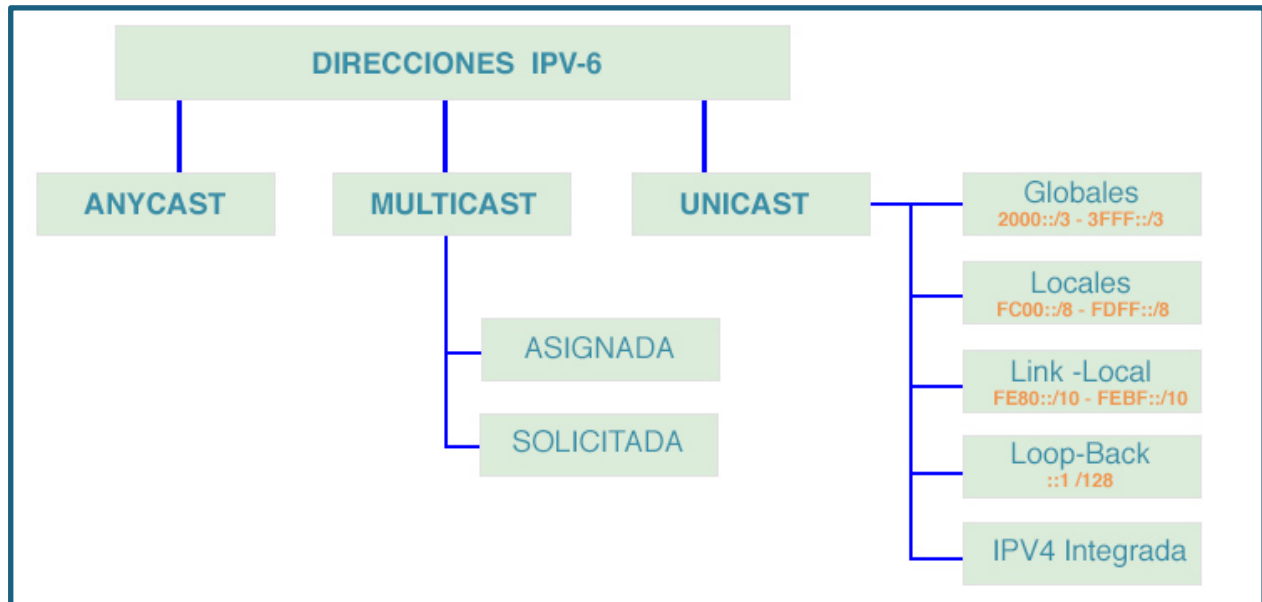
Como se puede observar cada Host (PC) puede contener 3 o mas direcciones IPV-6 y simultáneamente también puede contener direccionamiento IPV-4. En IPV-6 cada tipo de dirección Global, Local o Link tiene diferentes alcances.

**Las direcciones Global** su alcance es hasta internet, puesto que son direcciones enrutables en la misma Internet.

**Las direcciones Local** solo tienen alcance en las redes privadas.

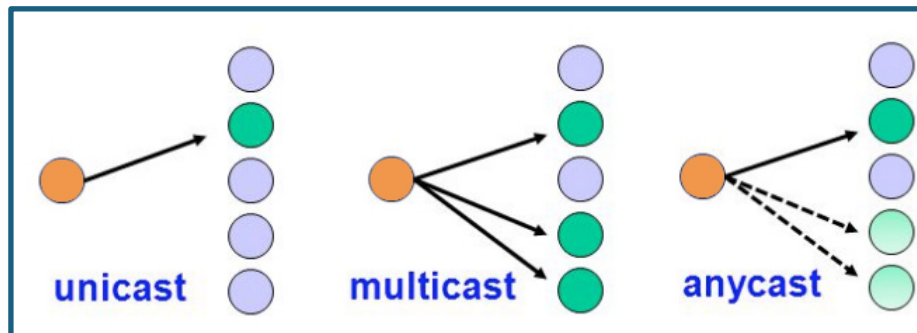
**Las direcciones tipo Link** solo tienen operación dentro de la red privada y su Gateway asignado.

## DIFUSION DE DIRECCIONES IPV6



- **Difusión Unicast.** Es comunicación **uno a uno**, Punto a punto, host a host, Cliente/Servidor. Identificando exclusivamente una interfaz en un dispositivo con IPV-6 Habilitado.
- **Difusión Multicast.** Se utiliza para enviar un único paquete IPV-6 a varios destinos simultáneamente. **Uno a varios.**
- **Difusión Anycast.** Permite comunicación de un host al que se encuentre mas cercano.

Cuando un usuario, aplicación o Host realiza una petición de un servicio, no le importa cual de los múltiples servidores le este atendiendo, conecta o apunta al mas cercano.

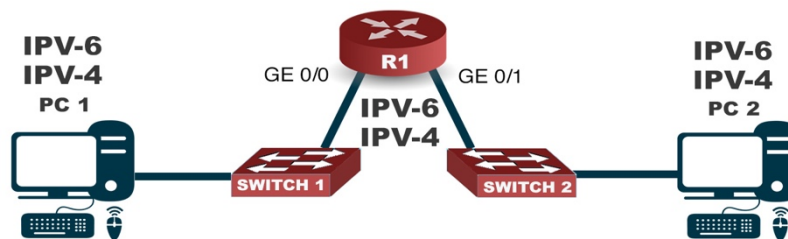




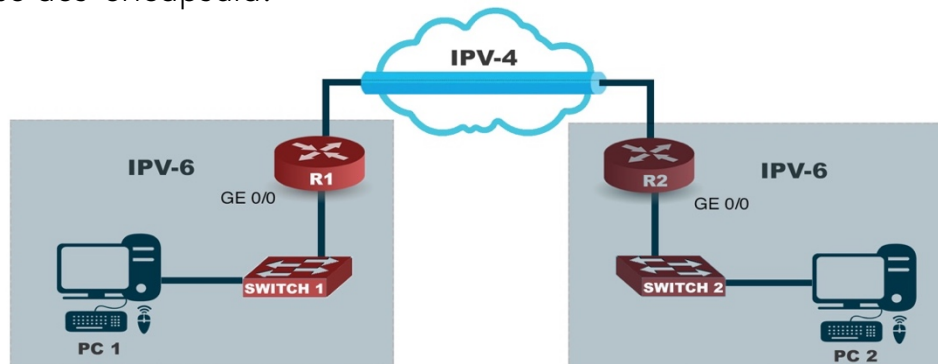
## COEXISTENCIA IPV6 – IPV4

IPV-6 tiene mecanismos de coexistencia con IPV-4 para una transición suave a Mediano plazo. Pudiéndose clasificar en tres.

**DUAL STACK.** Es el mecanismo mas básico, colocando en cada interface de la topología de la RED direcciones IPV-6 y también IPV-4. **NO es el método mas recomendado**, puesto que tendríamos dos topologías lógicas dentro de una topología Física.



**TUNELLING.** Es el mecanismo para transportar paquetes IPV-6 a través de una RED IPV-4, encapsulando el paquete en el protocolo IPv-4 y cuando llega a su destino se des-encapsula.



**NAT64** permite que los dispositivos con IPV-6 se comuniquen con dispositivos IPV4, con una traducción de direcciones, proceso muy similar a NAT de IPV4.

