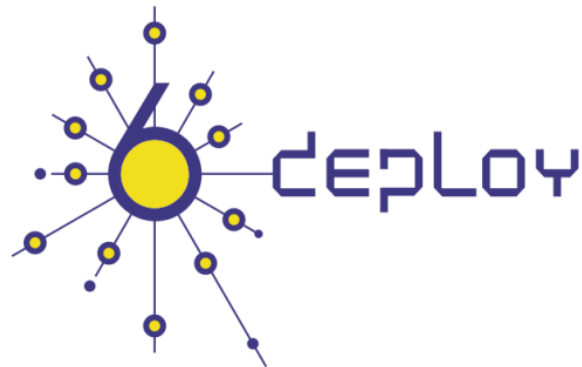


# WALC2011

## Track 2: Despliegue de IPv6

### Día -1

Guayaquil - Ecuador  
10-14 Octubre 2011



Alvaro Vives ([alvaro.vives@consulintel.es](mailto:alvaro.vives@consulintel.es))



# 3. Direccionamiento IPv6

- 3.1 Tipos de Direcciones
- 3.2 Prefijo y representación
- 3.3 Direcciones IPv6 Unique Local
- 3.4 Identificadores de interfaz
- 3.5 Direcciones Multicast
- 3.6 Plan de direccionamiento
- 3.7 Gestión de direcciones
- 3.8 Ejercicios con direcciones



# 3.1 Tipos de Direcciones



# Tipos de Direcciones (RFC4291)

## Unicast (uno-a-uno)

- globales
- enlace-local
- local-de-sitio (desaprobada)
- Unique Local (ULA)
- Compatible-IPv4 (desaprobada)
- Mapeada-IPv4

## Multicast (uno-a-muchas)

## Anycast (uno-a-la-mas-cercana)

## Reservado



# Algunas Direcciones Unicast Especiales

- Del **RFC5156**:
- **Dirección no especificada**, utilizada temporalmente cuando no se ha asignado una dirección: **0:0:0:0:0:0:0:0 (::/128)**
- Dirección de **loopback**, para el “auto-envío” de paquetes: **0:0:0:0:0:0:0:1 (::1/128)**
- Del **RFC3849**:
- **Prefijo de documentación**: **2001:0db8::/32**



## 3.2 Prefijo y representación



# Representación Textual de las Direcciones (1)

Formato “preferido”: 2001:DB8:FF:0:8:811:200C:417A  
Formato comprimido: 2001:DB8::43  
IPv4-compatible: ::13.1.68.3 (desaprobada en RFC4291)  
IPv4-mapped: ::FFFF:13.1.68.3  
Literal: [2001:DB8:FF::8:200C]  
http://[2001:DB8::43]/index.html

Se usan los principios de CIDR: Prefijo / Long. Prefijo

2001:DB8:3003::/48

2001:DB8:3003:2:a00:20ff:fe18:964c/64



# Representación Textual de las Direcciones (2)

## Normas:

1. 8 Grupos de 16 bits separados por “:”
2. Notación hexadecimal de cada nibble (4 bits)
3. Se pueden eliminar los ceros a la izquierda dentro de cada grupo
4. Se pueden sustituir uno o más grupos “todo ceros” por “::”. Esto se puede hacer **solo una vez**

## Ejemplos:

1. (Profesor) 2001:0db8:3003:0001:0000:0000:6543:0ffe  
Queda: 2001:db8:3003:1::6543:ffe
2. (Alumnos) 2001:0db8:0000:0000:0300:0000:0000:0abc





# Prefijos de los Tipos de Direcciones

Tipo de Dirección	Prefijo Binario	Notación IPv6
<b>Unspecified</b>	00...0 (128 bits)	::/128
<b>Loopback</b>	00...1 (128 bits)	::1/128
<b>Multicast</b>	1111 1111	FF00::/8
<b>Link-Local Unicast</b>	1111 1110 10	FE80::/10
<b>ULA</b>	1111 110	FC00::/7
<b>Global Unicast</b>	(everything else)	
<b>IPv4-mapped</b>	00...0:1111...1111:IPv4	::FFFF:IPv4/128
<b>IPv4-compatible</b> <b>(desaprobada)</b>	00...0 (96 bits)	::IPv4/128
<b>Site-Local Unicast</b> <b>(desaprobada)</b>	1111 1110 11	FEC0::/10

- Direcciones **Anycast** se asignan de los prefijos Unicast



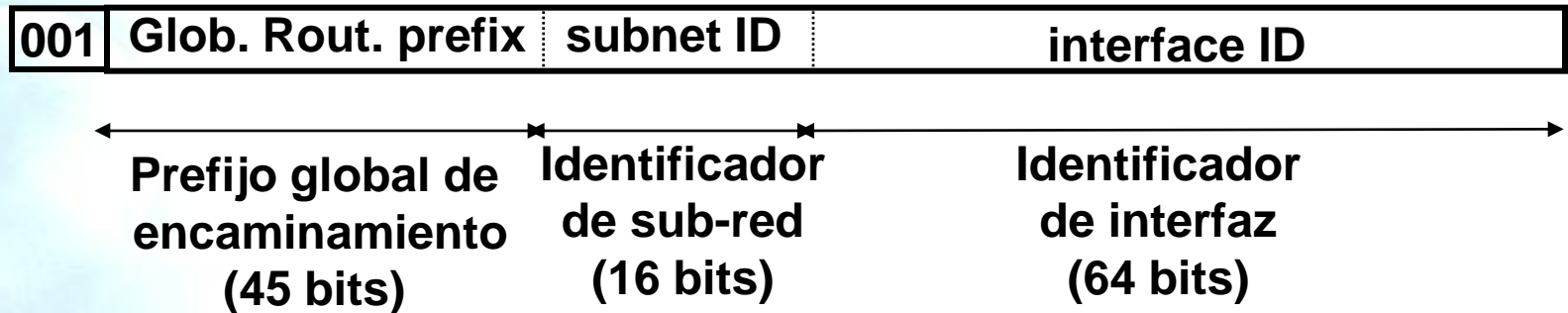
# Prefijos Globales Unicast

<u>Tipo de Dirección</u>	<u>Prefijo Binario</u>
IPv4-compatible	0000...0 (96 zero bits) (desaprobada)
IPv4-mapped	00...0FFFF (80 zero+ 16 one bits)
Global unicast	001
ULA	1111 110x (1= Asignado localmente) (0=Asignado centralmente)

- El prefijo **2000::/3** se esta usando para las asignaciones de direcciones Globales Unicast, todos los demás prefijos están reservados (aprox. 7/8 del total).



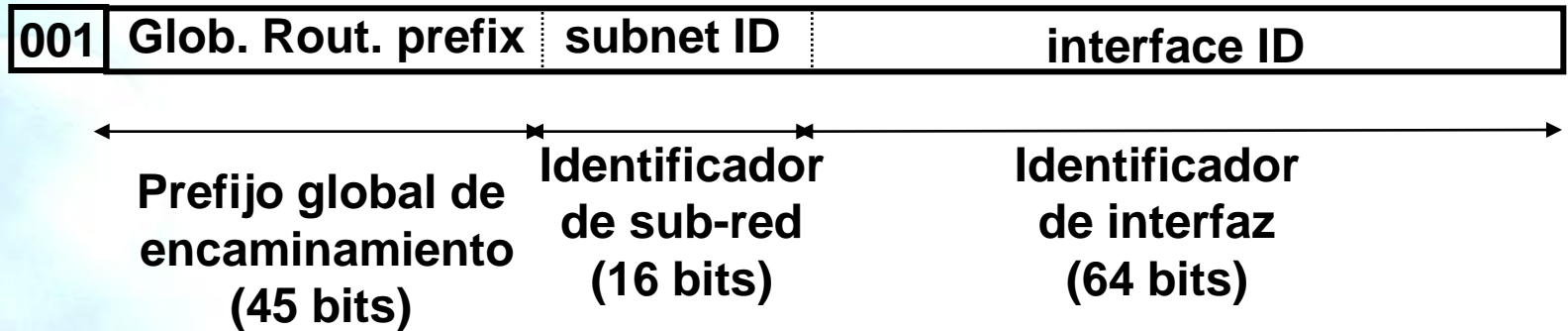
# Dirección Global Unicast (RFC3587)



- El prefijo de encaminamiento global es un valor asignado a una zona (site), es decir, a un conjunto de sub-redes/links. Se ha diseñado para ser estructurado jerárquicamente por los RIRs e ISPs
- El ID de sub-red es un identificador de una subred dentro de un site. Se ha diseñado para ser estructurado jerárquicamente por el administrador del site
- El identificador de interfaz se construye normalmente según el formato EUI-64



# Dirección Global Unicast para Servicios de Producción

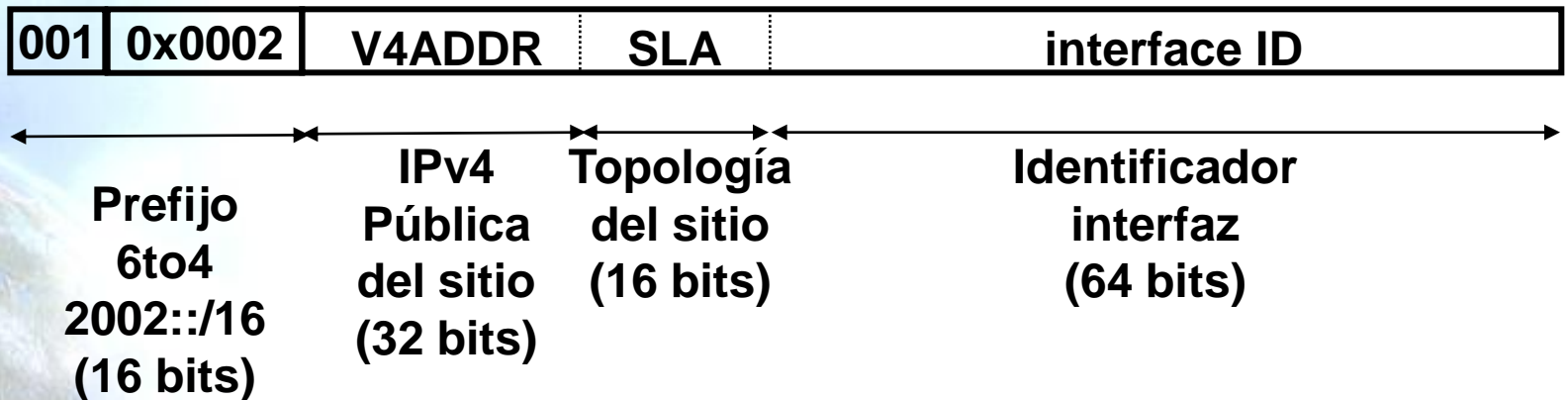


- Los ISPs normalmente toman prefijos /32
  - Las direcciones IPv6 de producción empiezan por **2001, 2003, 2400, 2800, etc.**
- Hasta /48 se estructura jerárquicamente por el ISP según el uso interno
- Desde /48 hasta /128 se delega a los usuarios
  - Recomendaciones para la delegación de direcciones (RFC3177)
    - /48 caso general, excepto para abonados grandes
    - /64 si se sabe que una y solo una única red es necesaria
    - /128 si es absolutamente seguro que se va a conectar uno y solo un dispositivo



# Direcciones 6to4 (RFC3056)

- RFC3056: Connection of IPv6 Domains via IPv4 Clouds
- Prefijo asignado **2002::/16**
- Para asignado a los sitios **2002:V4ADDR::/48**



# Direcciones

## Link-Local y Site-Local

Las direcciones **link-local** se usan durante la autoconfiguración de los dispositivos y cuando no existen encaminadores (**FE80::/10**)

1111111010	0	interface ID
------------	---	--------------

Las direcciones **site-local** se usan para tener independencia del ISP y facilitar su cambio. Pueden usarse junto a direcciones globales o en exclusiva si no hay conectividad global (**FEC0::/10**) **(desaprobada en RFC3879)**

1111111011	0	SLA*	interface ID
------------	---	------	--------------



# Dirección Anycast

- Es un identificador de un conjunto de interfaces (normalmente en diferentes nodos).
- Un paquete enviado a una dirección anycast se entregará a una de las interfaces identificadas por esa dirección (la más cercana desde el punto de vista de los protocolos de encaminamiento)
- Se obtienen del espacio de direcciones unicast (de cualquier ámbito) y son **sintacticamente indistinguibles de las direcciones unicast.**
- Las direcciones anycast reservadas se definen en el RFC2526



# 3.3 Direcciones IPv6 Unique Local





# Unique Local IPv6 Unicast Addresses - IPv6 ULA (RFC4193)

- Prefijo global con alta probabilidad de ser único
- Para comunicaciones locales, normalmente dentro de un “site”
- No son prefijos que vayan a ser encaminados en la Internet Global
- Son prefijos encaminables dentro de un área más limitada, como un determinado “site”
- Incluso podrían ser encaminados entre un conjunto limitado de “sites”
- Direcciones locales localmente asignadas
  - vs direcciones locales centralmente asignadas



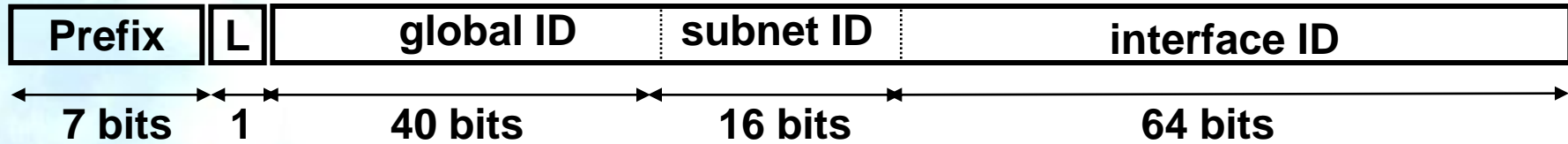
# Características IPv6 ULA

- Prefijos “bien-conocidos” que facilitan su filtrado en las fronteras de los “sites”
- Son independientes del ISP y se pueden usar para comunicaciones dentro de un “site” que tiene conectividad a Internet intermitente o incluso no tiene
- Si el prefijo se extiende accidentalmente fuera del “site”, vía routing o DNS, no hay ningún conflicto con otras direcciones
- En la práctica, las aplicaciones pues tratar estas direcciones como direcciones de ámbito global



# Formato IPv6 ULA

- Formato:



- FC00::/7 Prefijo indicativo de direcciones unicast IPv6 locales
- **L = 1 se asigna localmente**
- **L = 0 Según el RFC4193 puede ser definido en el futuro. En la práctica se usa para especificar asignaciones centrales**
- ULA se crea usando una asignación pseudo-aleatorio para el ID global
  - Esto asegura que no hay ninguna relación entre las asignaciones y deja claro que estos prefijos no son para ser encaminados globalmente



# ULA Asignadas Centralmente

- La principal diferencia entre ambas asignaciones:
  - Las asignadas centralmente son direcciones únicas y la asignación se registra en una base de datos pública (para resolver disputas)
- Recomendación: “sites” que planeen hacer uso de ULA, usen prefijos asignados centralmente para evitar posibilidad de conflicto (no existe obligación, es una recomendación)
- El procedimiento de asignación para crear global-IDs en la asignación centralizada es configurando  $L=0$ , mientras que la asignación local es con  $L=1$ , según se define en RFC4193
- Más información sobre políticas en RIRs para asignaciones centralizadas
  - [http://www.arin.net/meetings/minutes/ARIN\\_XVIII/ppm2\\_transcript.html#anchor\\_3](http://www.arin.net/meetings/minutes/ARIN_XVIII/ppm2_transcript.html#anchor_3)
  - [http://www.arin.net/meetings/minutes/ARIN\\_XIX/ppm1\\_notes.html](http://www.arin.net/meetings/minutes/ARIN_XIX/ppm1_notes.html)



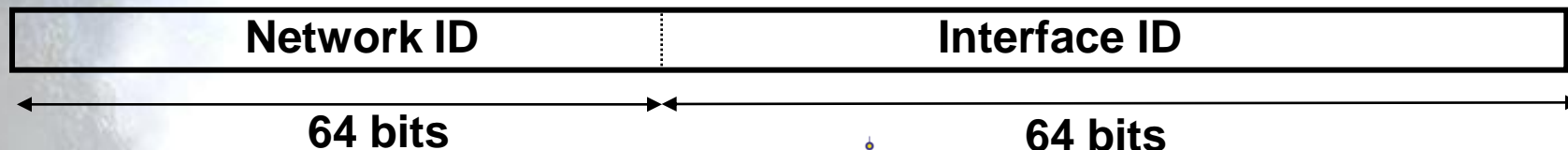
# 3.4 Identificadores de interfaz



# Identificadores de Interfaz

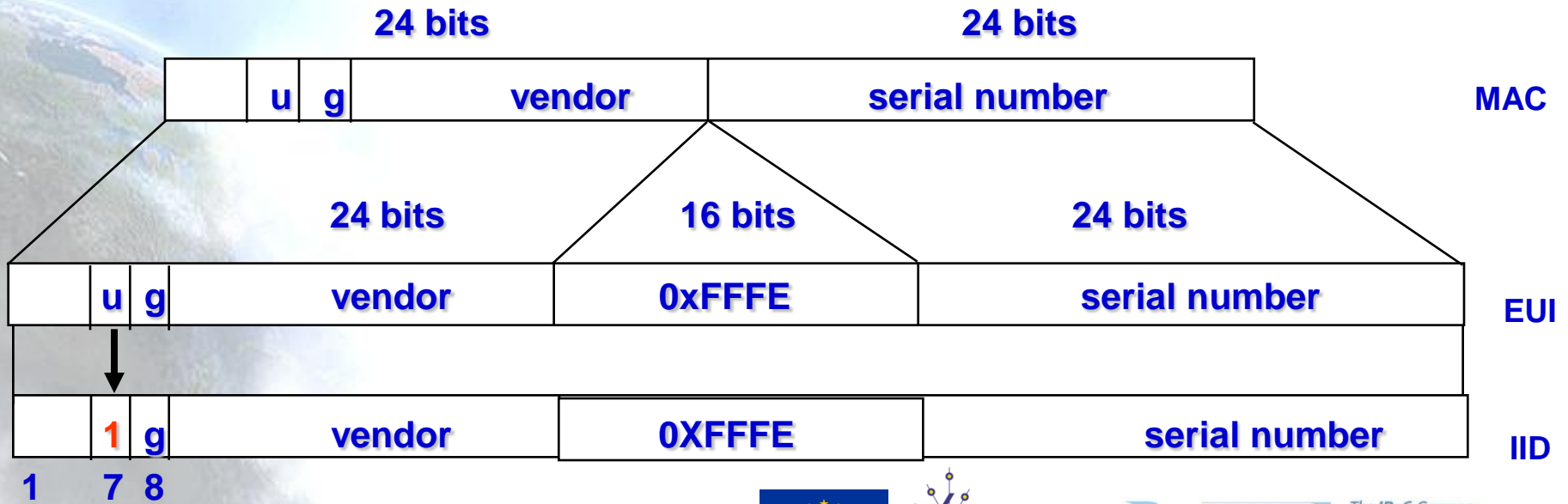
Los 64-bits de menor peso de las direcciones Unicast pueden ser asignados mediante diversos métodos:

- auto-configuradas a partir de una dirección MAC de 64-bit (FireWire)
- auto-configuradas a partir de una dirección MAC de 48-bit (ejemplo, Ethernet), y expandida aun EUI-64 de 64-bits
- asignadas mediante DHCP
- configuradas manualmente
- auto-generadas pseudo-aleatoriamente (protección de la privacidad)
- posibilidad de otros métodos en el futuro



# EUI-64

- IEEE define un mecanismo para crear una EUI-64 desde una dirección IEEE 802 MAC (Ethernet, FDDI)
- El IID se obtiene modificando el EUI-64 en el bit u (Universal). Se pone 1 para indicar alcance universal y 0 para indicar alcance local

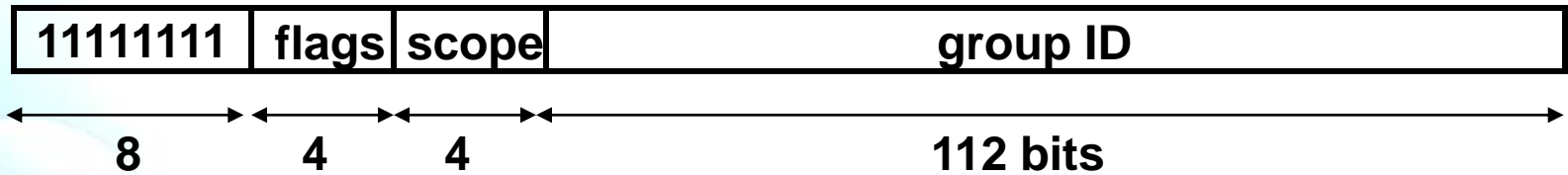


# 3.5 Direcciones Multicast





# Direcciones Multicast



- Flags: **ORPT**: El flag de más peso está reservado y debe inicializarse a 0
  - T: Asignación Transitoria, o no
  - P: Asignación basada, o no, en un prefijo de red
  - R: Dirección de un Rendezvous Point incrustada, o no
- Scope:
  - 1 - Interface-Local
  - 2 - link-local
  - 4 - admin-local
  - 5 - site-local
  - 8 - organization-local
  - E - global

(3,F reservados)(6,7,9,A,B,C,D sin asignar)



## 3.6 Plan de direccionamiento



# Direcciones Obligatorias Nodo IPv6

- **Direcciones obligatorias en un Host IPv6:**
  1. Dirección Link-Local para cada interfaz.
  2. Cualquier otra dirección Unicast y Anycast adicional que se haya configurado en las interfaces del nodo (manual o automáticamente).
  3. Dirección de loopback.
  4. Direcciones multicast de todos-los-nodos (All-Nodes)(FF01::1, FF02::1).
  5. Dirección multicast Solicited-Node para cada una de las direcciones unicast y anycast.
  6. Direcciones Multicast de todos los grupos a los que el nodo pertenezca.
- **Direcciones obligatorias en un Router IPv6:**  
**Host +:**
  1. Direcciones Anycast Subnet-Router para todas las interfaces para las que este configurado que se comporte como un router.
  2. Todas las demás direcciones Anycast que se hayan configurado en el router.
  3. Direcciones multicast All-Routers (FF01::2, FF02::2, FF05::2).



# Plan de Direccionamiento (1)

- El plan de direccionamiento o numeración tiene como objetivo la asignación de direcciones del espacio de direccionamiento IPv6 asignado por un RIR
  - Dicha asignación es para las diferentes redes y subredes existentes en una red operativa así como las planeadas a futuro
- Para ello se pueden considerar los siguientes criterios (**RFC3177 y tendencias reales**)
  - Todas las redes internas que vayan a desplegar IPv6 tendrán un prefijo /64
    - Necesario para la construcción automática de direcciones IPv6 de tipo Unicast y/o Anycast
  - Los usuarios finales, clientes residenciales (acceso xDSL, FTTx, etc.), como corporativos (empresas, ISPs, Universidad, etc.) podrán recibir prefijos de longitud /48
    - Posibilita crear hasta  $2^{16}$  (65.536) subredes IPv6 de prefijo /64



# Plan de Direccionamiento (2)

- La asignación de 65.536 posibles subredes IPv6 de prefijo /64 puede parecer “a priori” excesiva, sin embargo existen varias razones para ello
  1. El despliegue futuro de redes NGN facilitará la implementación de servicios nuevos como VoIP, IPTV, etc., cuya distribución puede requerir el uso de redes /64 específicas para cada usuario final
  2. Es previsible la llegada en los próximos años de nuevas aplicaciones y/o servicios, aun inimaginables, basadas en domótica, inteligencia ambiental, etc. que requieran un espacio de direccionamiento propio y separado del resto de tráfico, en la red del usuario final
    - Por ejemplo, podría ser necesario tener redes IPv6 /64 exclusivas para conectar electrodomésticos de la cocina, otra red diferente para sensores de presencia ubicados en las habitaciones del usuario, otra red para dispositivos de seguridad como detectores de humo, gas, etc.



# Plan de Direccionamiento (3)

- Para la elaboración del plan de direccionamiento se deben tener en cuenta las diversas subredes existentes susceptibles de desplegar IPv6 en algún momento, éstas pueden incluir
  - Subredes susceptibles de ser nativas IPv6 desde el primer momento del despliegue de IPv6
  - Subredes susceptibles de ser nativas IPv6 a medio o largo plazo, no necesariamente desde el comienzo del despliegue de IPv6
  - Servicios de transición a IPv6
- El objetivo es tratar de garantizar que no se requerirá modificar la estructura del plan de direccionamiento en el futuro, cuando el despliegue de IPv6 en la red se haga de forma masiva
- Existen dos aproximaciones para la distribución de direcciones: por servicios o geográfica. No son excluyentes.



# Plan de Direccionamiento (4)

- A continuación se presenta un ejemplo de plan de direccionamiento inicial basado en un prefijo /32
- Con este prefijo /32 y los criterios anteriormente descritos se tiene capacidad de proporcionar prefijos /48 a más de 50 000 usuarios de manera simultánea
- Partiendo del prefijo 32 se forman varios grupos diferentes de los 64 posibles prefijos /38 para las diferentes subredes consideradas, atendiendo a los siguientes criterios
  - Grupos de redes que sean independientes de otras
  - Grupos de redes que tengan similitudes en cuanto a su topología
  - Grupos de prefijos /38 libres para proporcionar flexibilidad al plan y posibilitar crecimientos inmediatos



# Plan de Direccionamiento (5)

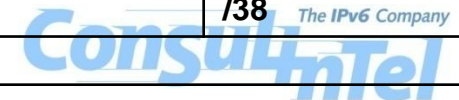
- Un ejemplo típico podría incluir 6 grupos de prefijos /38
  1. Red troncales y redes internas
    - Encaminamiento
    - Servicios básico
    - Redes internas
    - WiFi
    - Enlaces
    - Movilidad
    - Data Center
  2. Túneles
  3. Clientes corporativos e ISPs
  4. Usuarios residenciales (ADSL-FTTH)
  5. GPRS/3G
  6. Prefijos Libres





# Plan de Direccinamiento (8)

#	Prefijo	Categoría	Número de prefijos	Longitud prefijos
0	2001:DB8:0000::/38	Encaminamiento, Servicios básico, Redes internas, WiFi, Enlaces, Movilidad, Data Center		
1	2001:DB8:0400::/38	Libre	1	/38
2	2001:DB8:0800::/38	Túneles		
	2001:DB8:0C00::/38 2001:DB8:1000::/38	Libres	2	/38
5	2001:DB8:1400::/38	Clientes corporativos e ISPs	1.024	/48
6	2001:DB8:1800::/38	Clientes corporativos e ISPs	1.024	/48
7	2001:DB8:1C00::/38	Clientes corporativos e ISPs	1.024	/48
	2001:DB8:2000::/38 2001:DB8:3C00::/38	Libres	8	/38
16	2001:DB8:4000::/38	Usuarios ADSL-FTTH	1.024	/48
	Hasta	Usuarios ADSL-FTTH	1.024	/48
35	2001:DB8:8C00::/38	Usuarios ADSL-FTTH	1.024	/48
	2001:DB8:9000::/38 2001:DB8:9400::/38 2001:DB8:9800::/38	Libres	3	/38
39	2001:DB8:9C00::/38	GPRS/3G	67.108.864	/64
	2001:DB8:A000::/38 2001:DB8:A400::/38	Libres	2	/38
42	2001:DB8:A800::/38	GPRS/3G	1.024	/48
	Hasta	GPRS/3G	1.024	/48
61	2001:DB8:F400::/38	GPRS/3G	1.024	/48
	2001:DB8:F800::/38 2001:DB8:FC00::/38	Libres	2	/38
		Total prefijos /38 Libres	18	



# 3.7 Gestión de direcciones



# Gestión Direcciones

- Una vez que se tiene el plan de direccionamiento, en el día a día se deben gestionar las direcciones y prefijos
- Recomendable usar alguna herramienta de gestión de direcciones, comercial o de elaboración propia
- Se pretende que se puedan aumentar las asignaciones hechas, si fuese necesario en el futuro
- Dos formas de hacer esto: **método flexible de asignación de bits [RFC3531] y prefijos separados por distancia potencia de dos**



# Método Flexible (1)

- Se especifica en el RFC3531 como una manera flexible de asignar los bits de un prefijo que permite posponer al máximo la decisión del número de bits a asignar
- Si dividimos una dirección IPv6 en N partes ( $p_1, p_2, \dots, p_N$ ), la asignación de direcciones de  $p_1$  se hará usando los bits más a la izquierda, la de  $p_N$  usando los bits más a la derecha y para el resto ( $p_2, \dots, p_N$ ) se fijará un límite arbitrario y se usarán los bits centrales de cada parte
- El algoritmo viene descrito en el RFC3531, haría falta una herramienta que calcule los prefijos adecuadamente
- Se crea un *pool* de direcciones con el orden en que se irán asignando



# Método Flexible (2)

Prefijo Inicial	Asignación (binario)	Asignación (hexadecimal)	Prefijo Asignar	Orden
2001:db8::/32	0000 0000 1000 0000	0080	2001:db8:0080::/48	1
	0000 0001 0000 0000	0100	2001: db8:0100::/48	2
	0000 0001 1000 0000	0180	2001: db8:0180::/48	3
	0000 0000 0100 0000	0040	2001: db8:0040::/48	4
	0000 0000 1100 0000	00C0	2001: db8:00C0::/48	5
	0000 0001 0100 0000	0140	2001: db8:0140::/48	6
	0000 0001 1100 0000	01C0	2001: db8:01C0::/48	7
	0000 0010 0000 0000	0200	2001: db8:0200::/48	8
	0000 0010 0100 0000	0240	2001: db8;0240::/48	9
	0000 0010 1000 0000	0280	2001: db8:0280::/48	10
	0000 0010 1100 0000	02C0	2001: db8:02C0::/48	11
	0000 0011 0000 0000	0300	2001: db8:0300::/48	12
	0000 0011 0100 0000	0340	2001: db8:0340::/48	13
	0000 0011 1000 0000	0380	2001: db8:0380::/48	14
	0000 0011 1100 0000	03C0	2001: db8:03C0::/48	15
	0000 0000 0010 0000	0020	2001: db8:0020::/48	16



# Distancia Potencia de Dos (1)

- En la práctica lo que se suele hacer es simplificar el método flexible haciendo asignaciones de prefijos con cierta “distancia”
- En el futuro se podrán asignar prefijos contiguos a los ya previamente asignados, éstos se agregarán para formar un prefijo mayor
- A mayor “distancia” mayor flexibilidad futura, pero también mayor “desperdicio” de direcciones (siempre se podrán asignar a otro usuario pero perdiendo flexibilidad)



# Distancia Potencia de Dos (2)

Prefijo Inicial	Asignación (binario)	Asignación (hexadecimal)	Prefijo Asignar	Orden
2001:db8::/32	0000 0000 0000 0000	0000	2001:db8:0000::/48	1
	0000 0000 0000 0100	0004	2001:db8:0040::/48	2
	0000 0000 0000 1000	0008	2001:db8:0080::/48	3
	0000 0000 0000 1100	000C	2001:db8:000C::/48	4
	0000 0000 0001 0000	0010	2001:db8:0010::/48	5
	0000 0000 0001 0100	0014	2001:db8:0014::/48	6
	0000 0000 0001 1000	0018	2001:db8:0018::/48	7
	0000 0000 0001 1100	001C	2001:db8:001C::/48	8
	0000 0000 0010 0000	0020	2001:db8;0020::/48	9



# Gracias !!

## Contacto:

– Alvaro Vives (Consulintel):

[alvaro.vives@consulintel.es](mailto:alvaro.vives@consulintel.es)



The IPv6 Company  
**Consulintel**