

Xarxes de computadors II

Tema 2 – Administración de ISP

- ▶ a) Arquitectura y direccionamiento en Internet
- ▶ b) Encaminamiento intra-dominio
- ▶ c) Encaminamiento inter-dominio
- ▶ d) Temas de investigación
- ▶ e) Conceptos avanzados



Tema 2 – Administración de ISP

- ▶ a) **Arquitectura y direccionamiento en Internet**
 - ▶ 1) Entender la arquitectura general de Internet
 - ▶ 2) Identificar los actores principales de Internet
 - ▶ 3) Identificar las organizaciones principales de Internet
 - ▶ 4) Agotamiento de IPv4 y alguna noción sobre IPv6
- ▶ b) **Encaminamiento intra-dominio**
- ▶ c) **Encaminamiento inter-dominio**
- ▶ d) **Temas de investigación**
- ▶ e) **Conceptos avanzados**

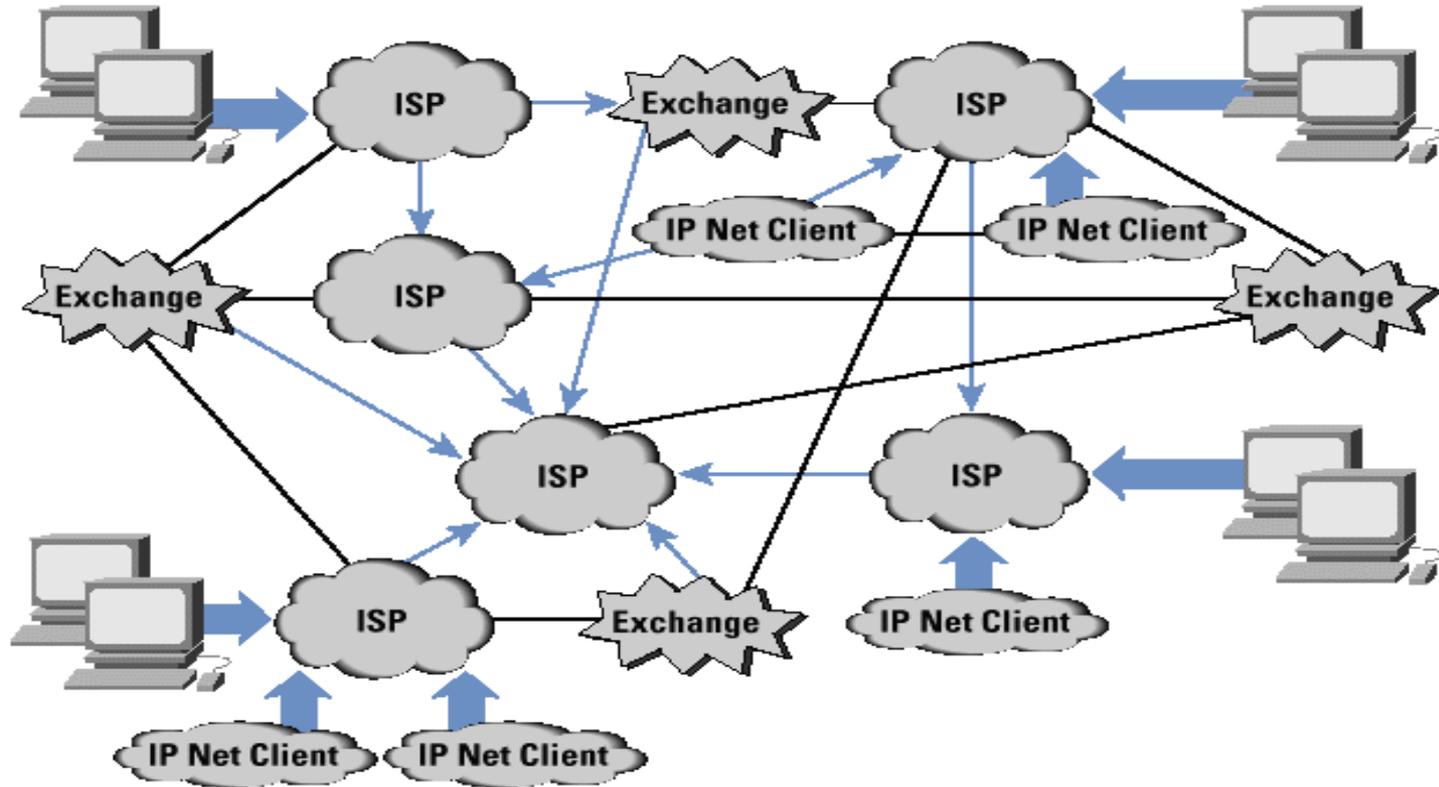


Arquitectura y direccionamiento en Internet

- ▶ **Arquitectura basada en**
 - ▶ Redes de acceso del usuario final
 - ▶ End-user (dial-client)
 - ▶ Contrata una línea de acceso (p.e.ADSL) a un ISP
 - ▶ Redes corporativas
 - ▶ LAN o grupo de LANs (IP net client)
 - ▶ Contrata una (o mas) línea conmutada o dedicada a un ISP
 - ▶ Internet Service Provider (ISP)
 - ▶ Proporciona conectividad a Internet a usuario, redes corporativas y a otros ISPs
 - ▶ Interconexión entre ISP (ISP peering)
 - Puntos de intercambio (Exchange Point, IXP) proporcionan conectividad entre ISP
 - Líneas dedicadas



Ejemplo de interconexión



Retail service: servicio directo al cliente

Wholesale service: gran cantidad de servicios que luego se puede revender fraccionado



Ejemplo de interconexión

- ▶ Otros ejemplos disponibles en Internet
 - ▶ http://navigators.com/internet_architecture.html



Internet Service Provider

- ▶ Organización que ofrece acceso a Internet
- ▶ Servicios ofrecidos
 - ▶ Acceso a Internet con línea dedicada
 - ▶ T1/E1 lines (1.5, 2 Mbps), T3/E3 (45, 34 Mbps), OC3 (155 Mbps), OC12 (622 Mbps), OC48 (2.5 Gbps), etc
 - ▶ Acceso a Internet con línea conmutada
 - ▶ FR (Frame Relay) or ATM
 - ▶ Acceso con bucle de abonados
 - ▶ Modems, ADSL, RDSI (BRI, PRI), etc
 - ▶ Servicio de Hosting/housing
 - ▶ Racks, servers (e.g., Web), maquinas virtuales, etc
 - ▶ Servicios a usuarios finales
 - ▶ VPNs, e-mail, news, Web, IP multicast, etc
 - ▶ Proveedor de servicios de contenido
 - ▶ Content Distribution Networks como Akamai
 - ▶ <http://www.nui.akamai.com/gnet/globe/index.html>



Estructura jerárquica de los ISP

- ▶ Tres niveles de ISP

- ▶ Tier 1

- ▶ Nivel mas alto, sus redes tienen una cobertura internacional
 - ▶ También llamados Network Service Provider (NSP)

- ▶ Tier 2

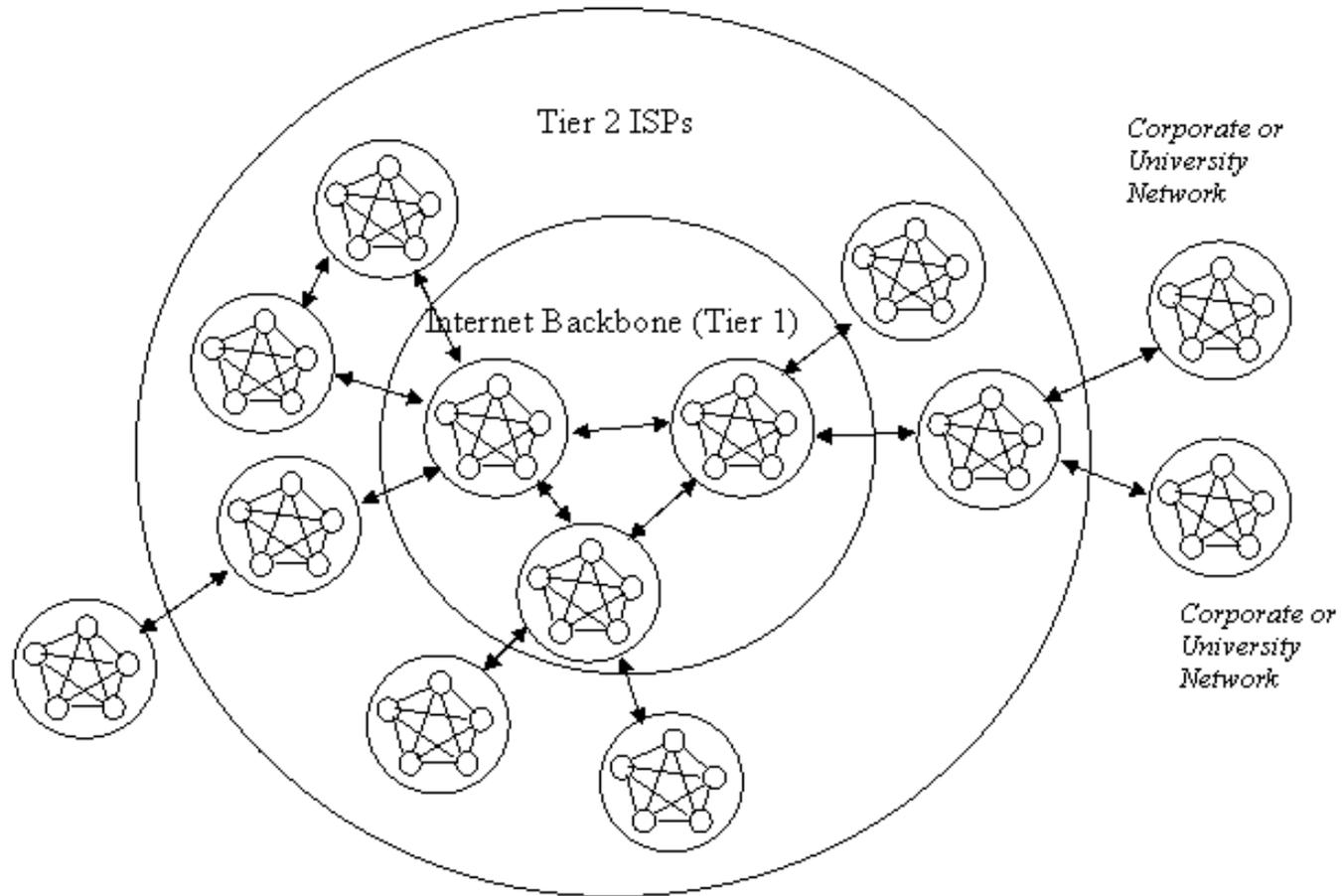
- ▶ Redes nacionales

- ▶ Tier 3

- ▶ Redes regionales



Estructura jerárquica de los ISP



Estructura jerárquica de los ISP

▶ Tier 1

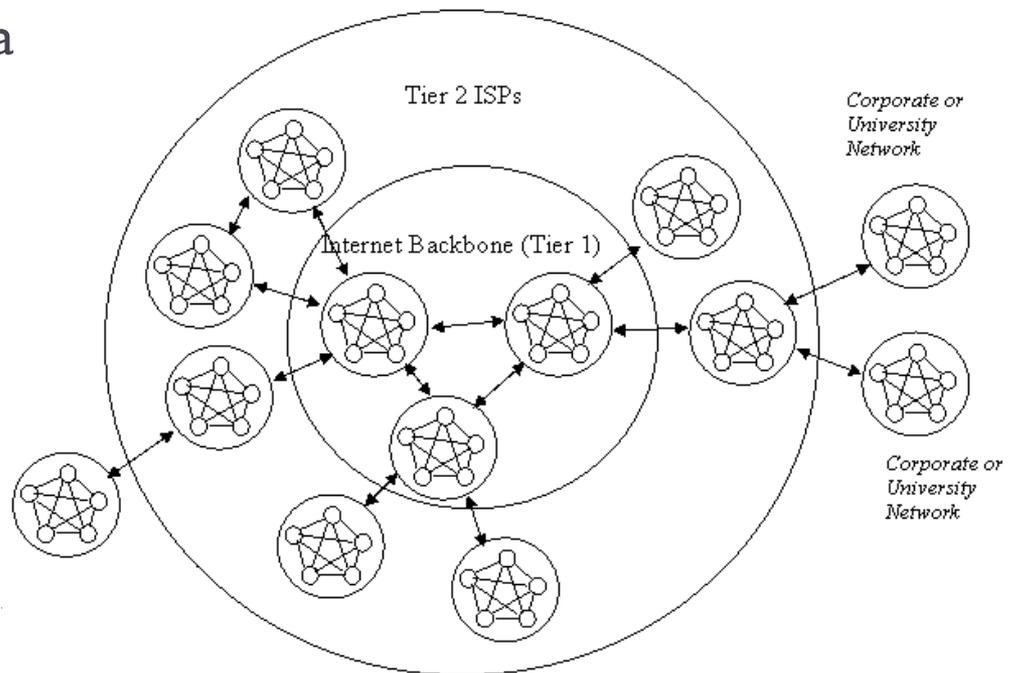
- ▶ Son aquellos ISP que solo tienen ISP como usuarios (Tier 2)
- ▶ Alrededor de 20 Tier 1 (p.e., AOL, AT&T, Level3, NTT, Sprint)
- ▶ Todos conectados entre si y componen el core de Internet
- ▶ <http://as-rank.caida.org/>

▶ Tier 2

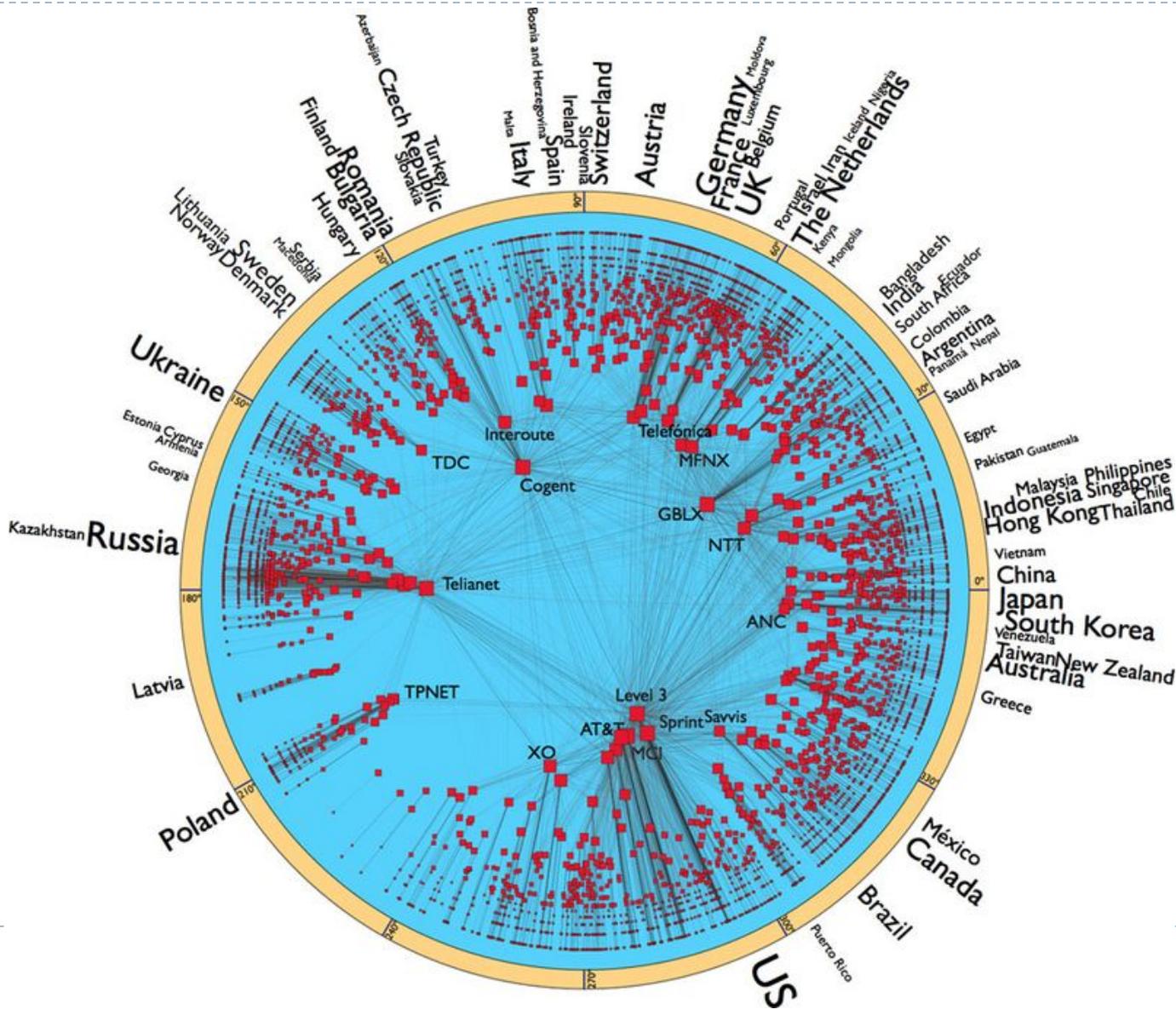
- ▶ Conectado como usuario a uno o mas Tier 1
- ▶ Conectado a otros Tier 2

▶ Tier 3

- ▶ Conectadas a Tier 1 o 2 (no entre ellas)
- ▶ Redes corporativas

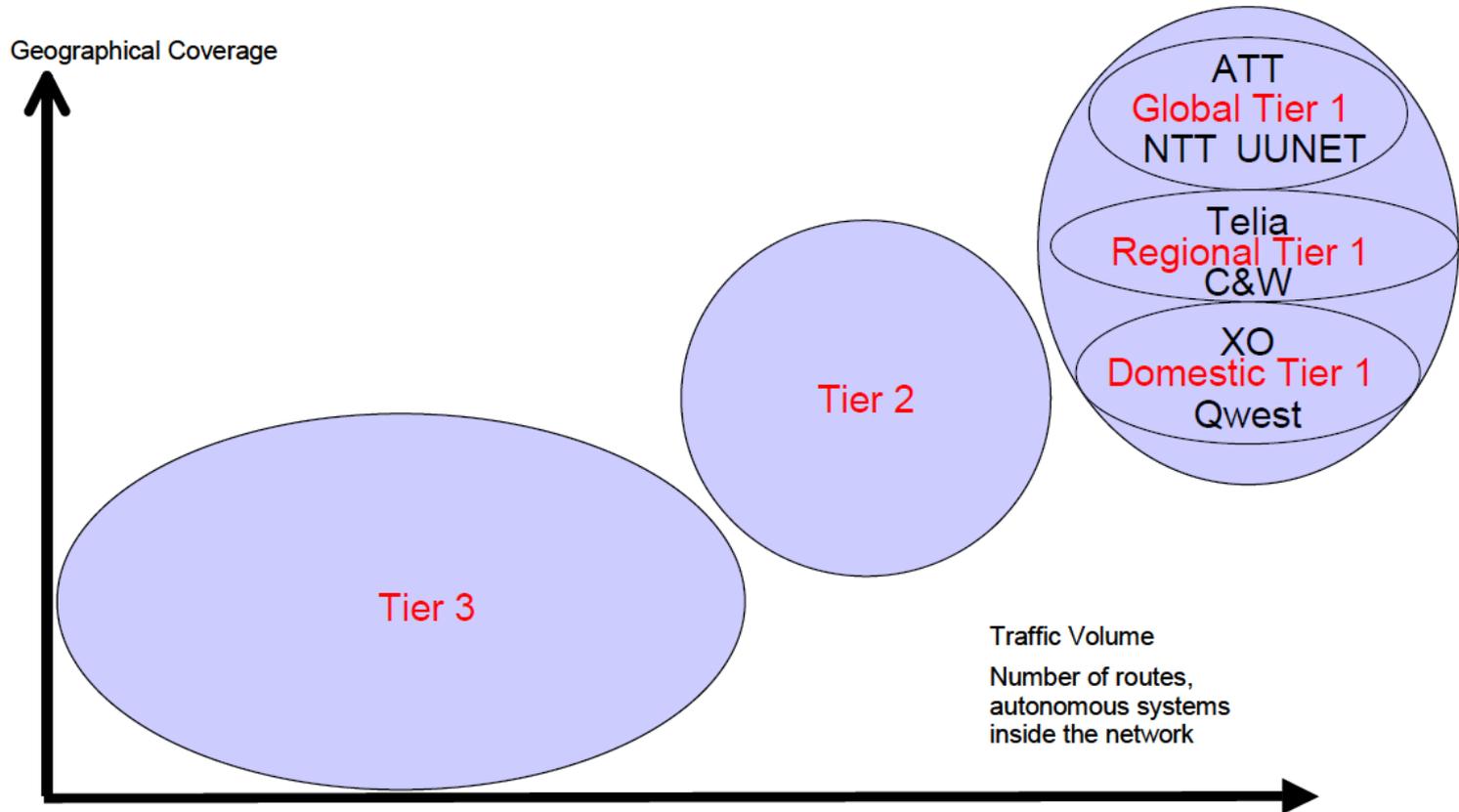


Estructura jerárquica de los ISP

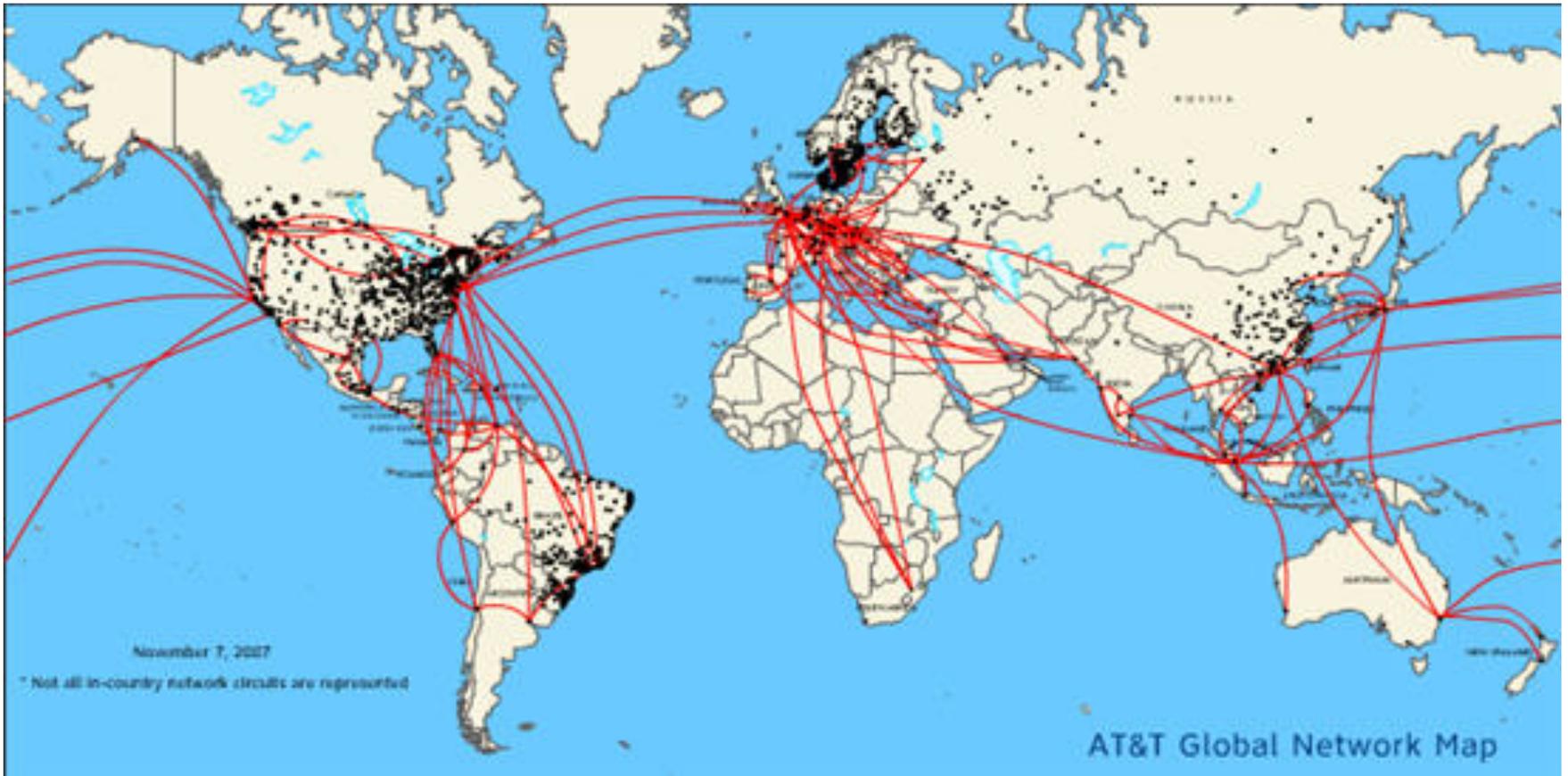


Estructura jerárquica de los ISP

Categories of ISPs



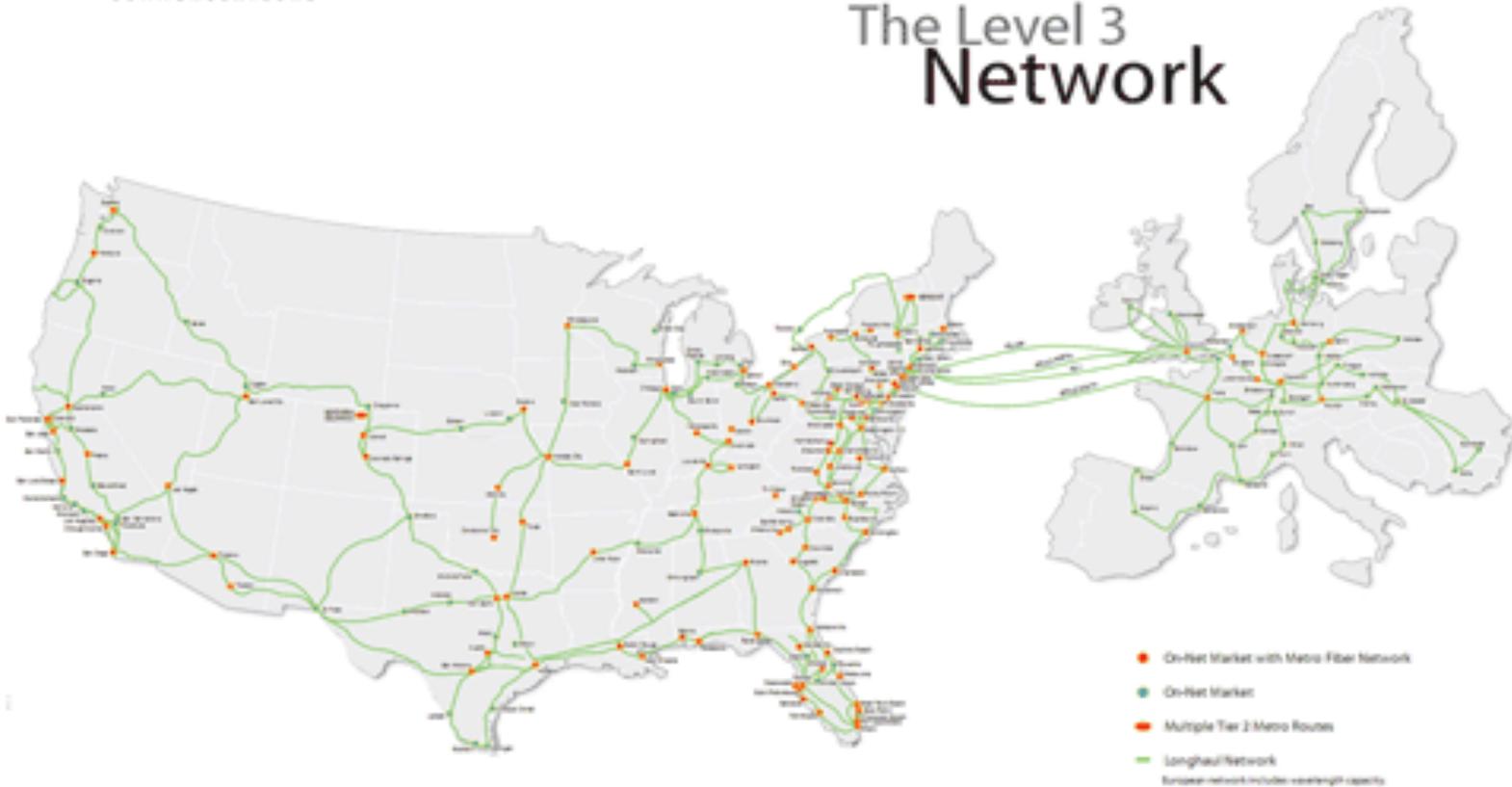
Ejemplos de Tier 1



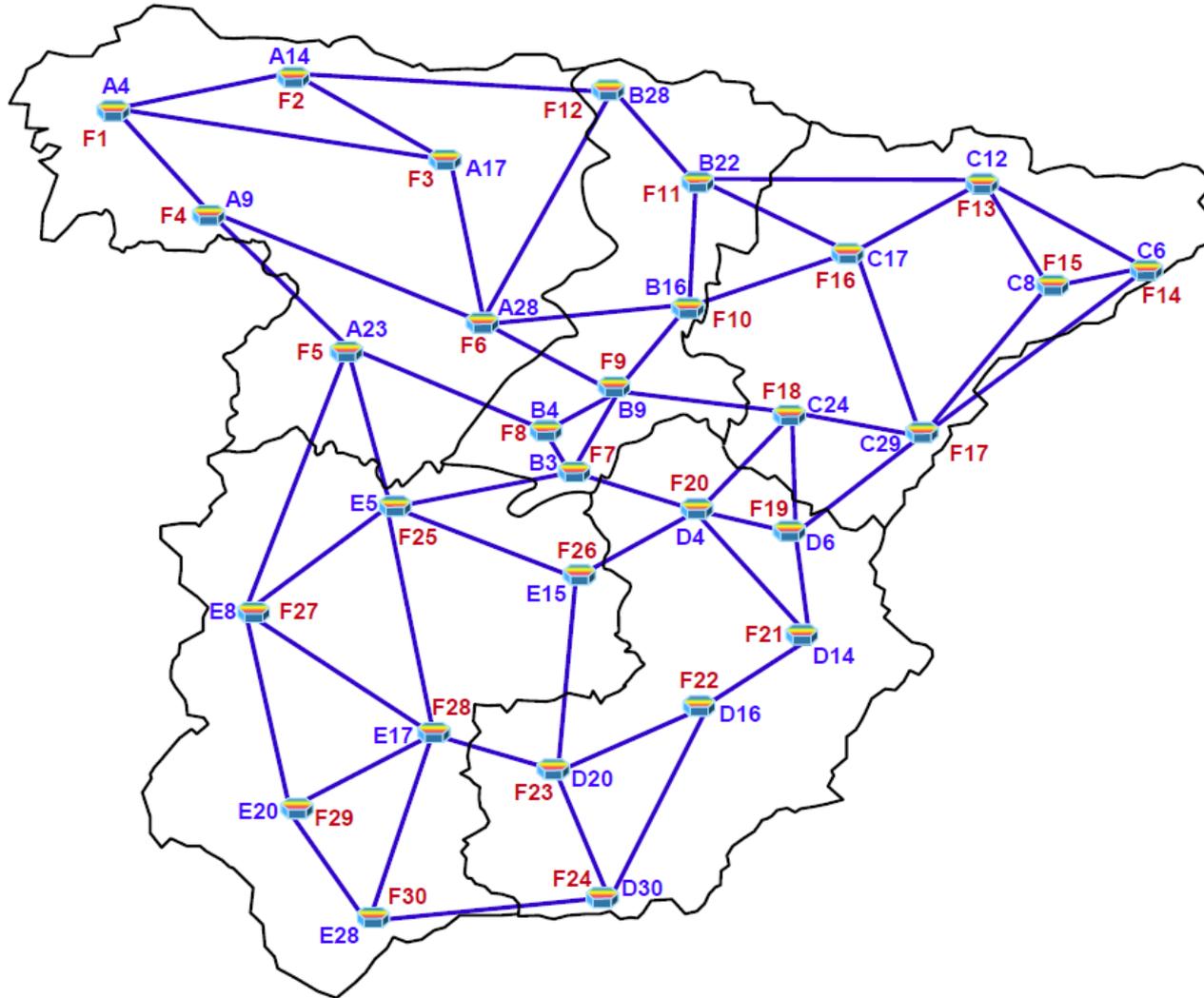
Ejemplos de Tier 1



The Level 3 Network



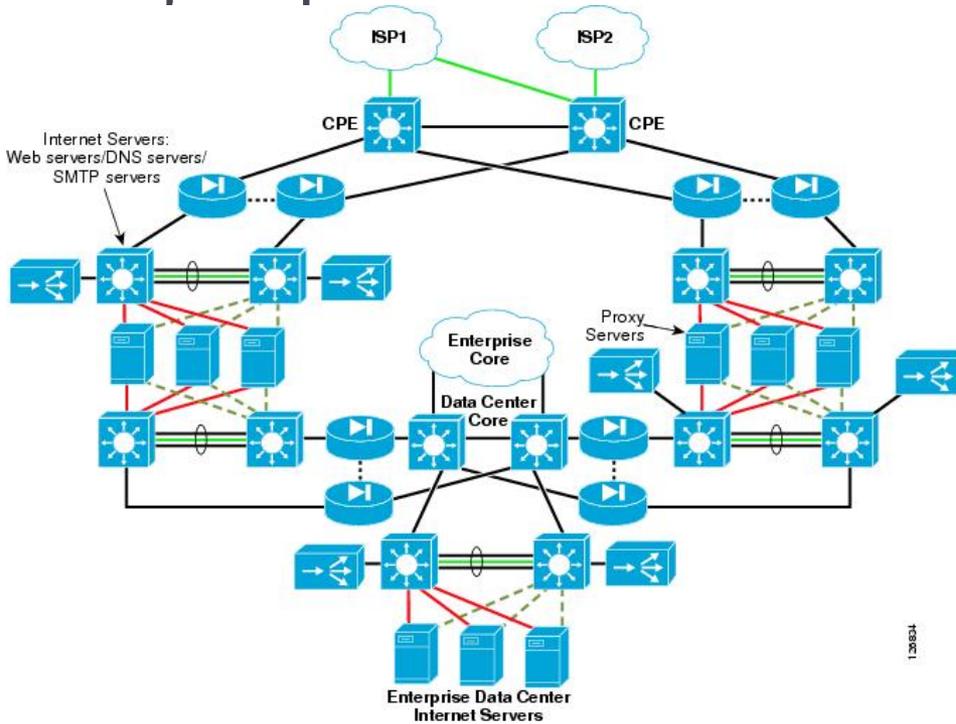
Ejemplos de Tier 2



Telefónica

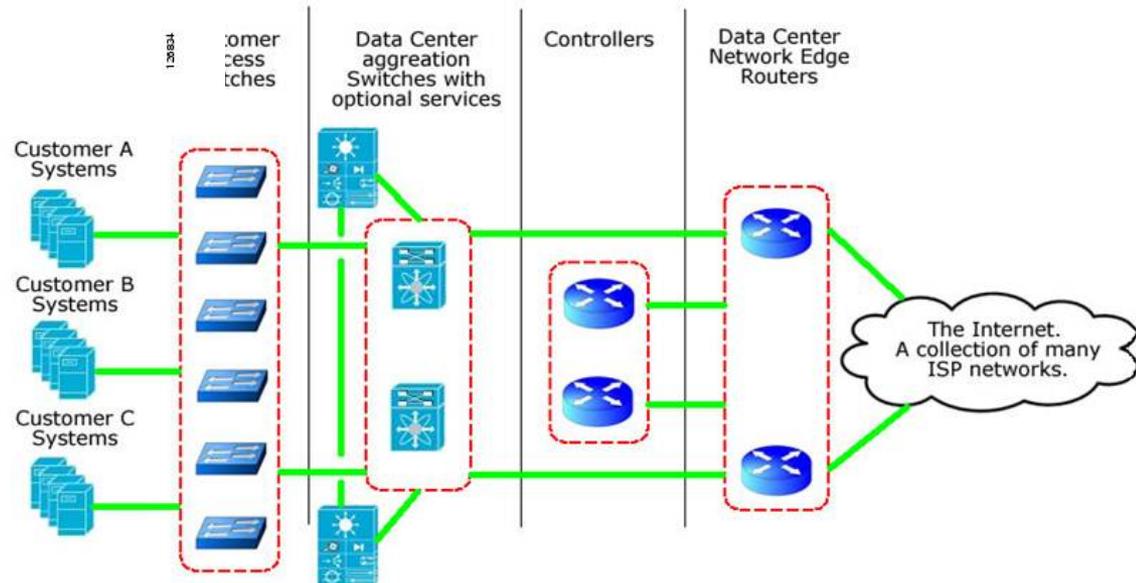


Ejemplos de Tier 3 – DataCenter Network



A typical Data Center network

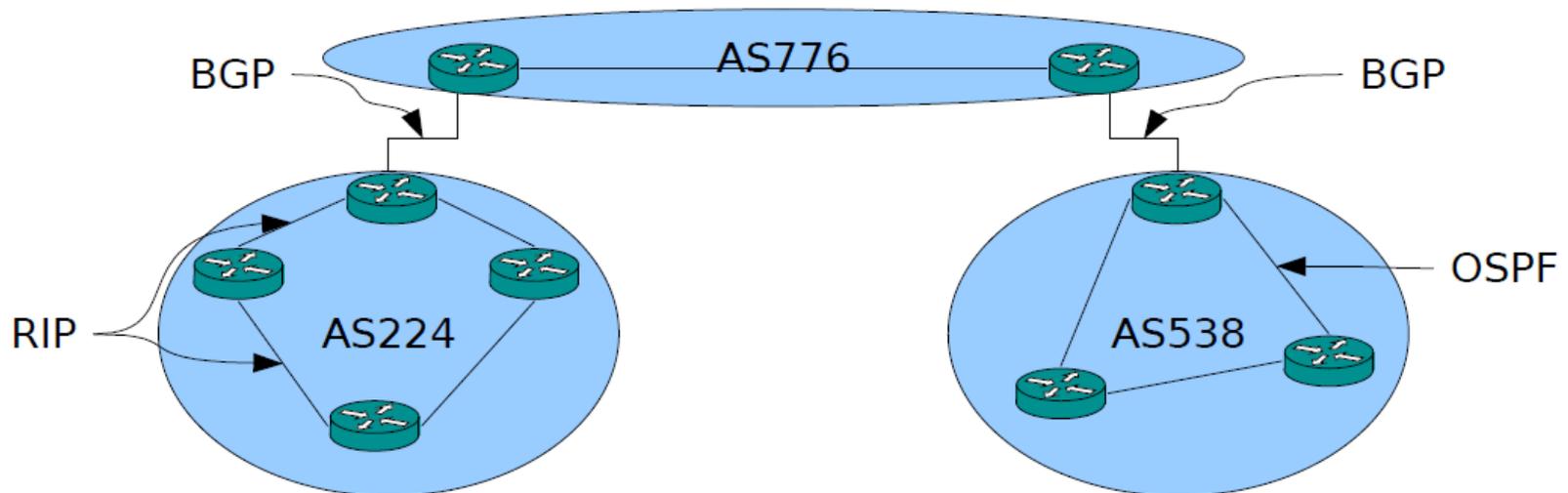
There are many types of Data Center Network designs. This is only one example.



Autonomous System

▶ AS o Routing Domain

- ▶ Grupo de redes IP administrado por uno o mas operador de red que usa una única y bien definida política de encaminamiento
- ▶ Utiliza un protocolo de encaminamiento interior (IGP, Internal Gateway Protocol). Cada AS puede usar un protocolo distinto.
- ▶ Se comunica con otros AS mediante un protocolo de encaminamiento exterior (EGP, Exterior Gateway Protocol)



Autonomous System

▶ Identificación

- ▶ Cada AS está identificado por un número único denominado ASN (Autonomous System Number)
- ▶ Los ASN están delegados por IANA (Internet Assigned Number Authority) a los RIR (Regional Internet Registries) por bloques.
- ▶ Cada RIR asigna un ASN a cada organización.
- ▶ Hasta 2007 los ASN eran un número de 16 bits. Ahora se ofrecen de 32 bits, aunque no todos los sistemas son compatibles con la nueva numeración.
- ▶ Los ASN del 64512 al 65535 están reservados para uso privado y no pueden anunciarse en Internet.

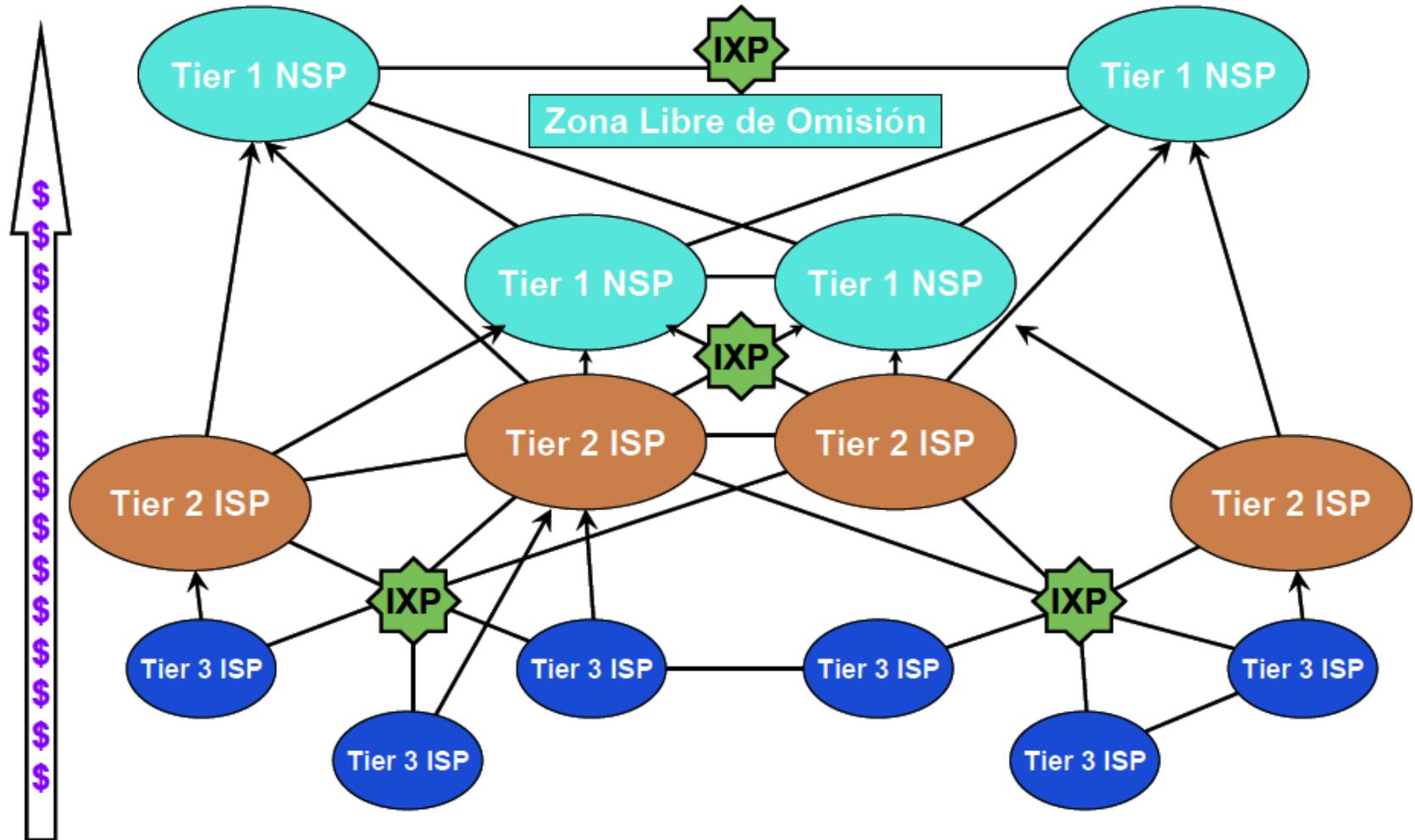


ISP vs. AS

- ▶ Un ISP es una entidad administrativa que puede tener uno o mas ASN asignados dependiendo de su arquitectura y distribución geográfica
- ▶ En general, un ASN se puede asignar a un ISP pero también a una red corporativa
- ▶ Por lo tanto no todos los AS son ISP, pero todos los ISP deben tener uno o mas ASN asignados



Estructura de los ISP



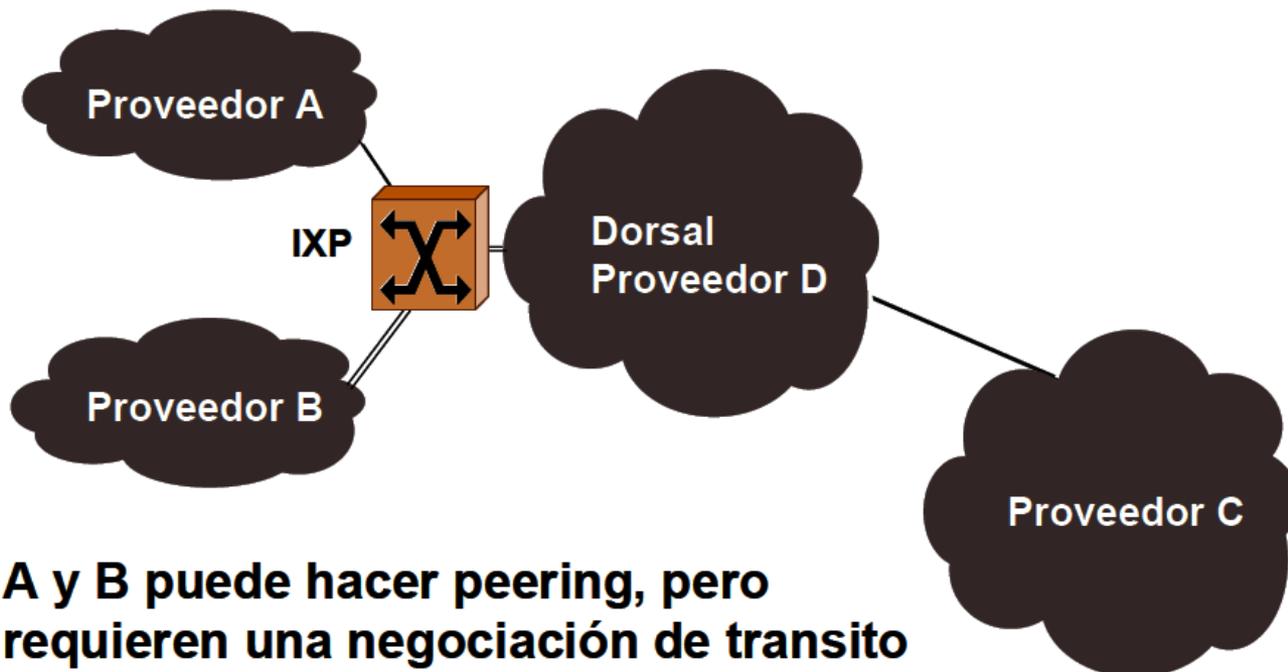
Relaciones entre ISP

- ▶ **Transito**

- ▶ Llevar el tráfico a través de una red, usualmente por una tarifa

- ▶ **Peering**

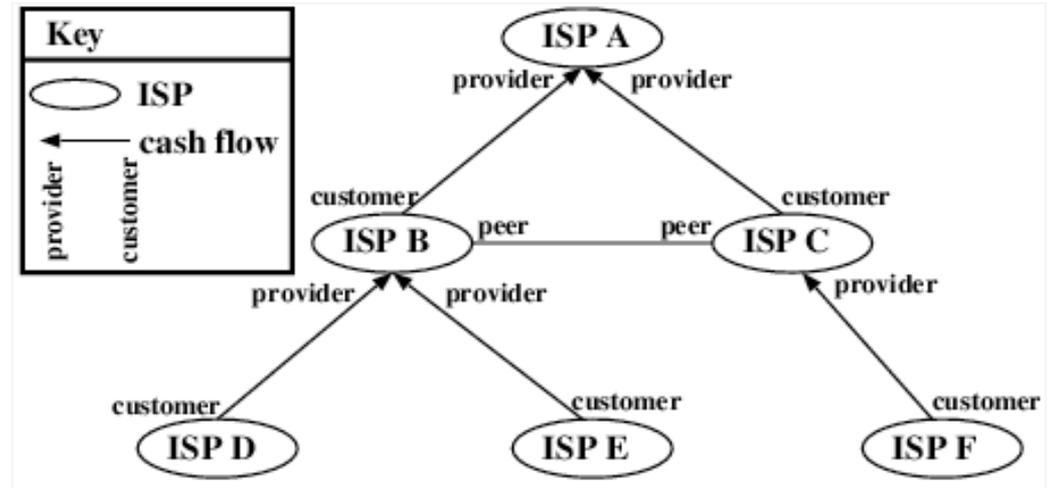
- ▶ Intercambio de información de encaminamiento entre iguales



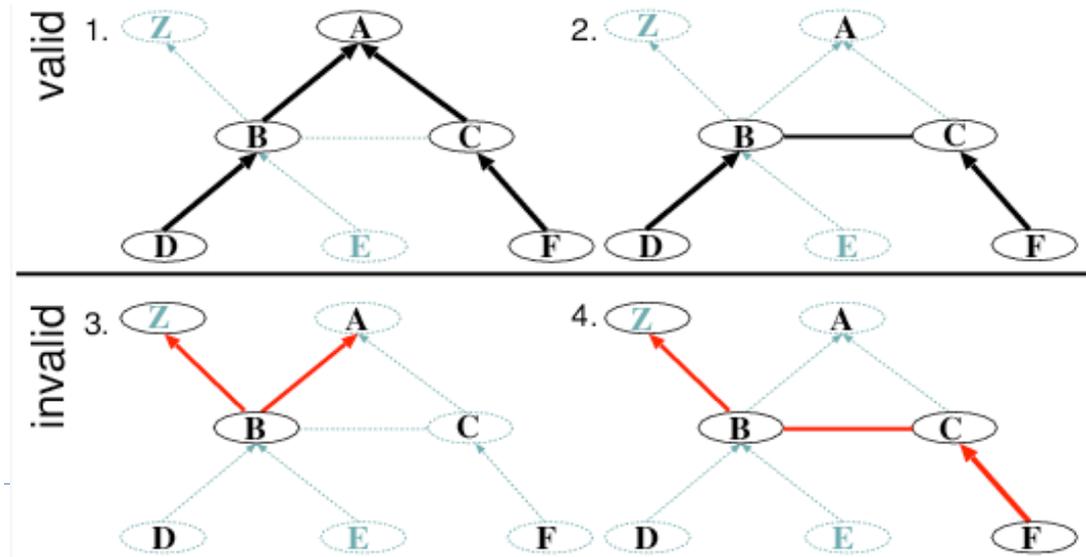
A y B puede hacer peering, pero requieren una negociación de transito con D para enviar paquetes a C

Relaciones entre ISP

- ▶ ISP B es de transito para ISP D e ISP E y es un peer con ISP C
- ▶ ISP B es usuario de ISP A



- ▶ B no puede ser de transito para Z y A y tampoco para C y Z ya que nadie paga B



ISP peering

- ▶ Es una relación de negocio – contrato
- ▶ Dos ISP intercambian tráfico entre sí sin coste
- ▶ Está basado en un acuerdo mutuo y puede ser
 - ▶ Privado
 - ▶ Público a través de un IXP
- ▶ Información que se intercambian los peers
 - ▶ Redes específicas
 - ▶ Redes internas del AS del peer
 - ▶ Todas las redes del AS, sus clientes locales, regionales o globales



ISP peering

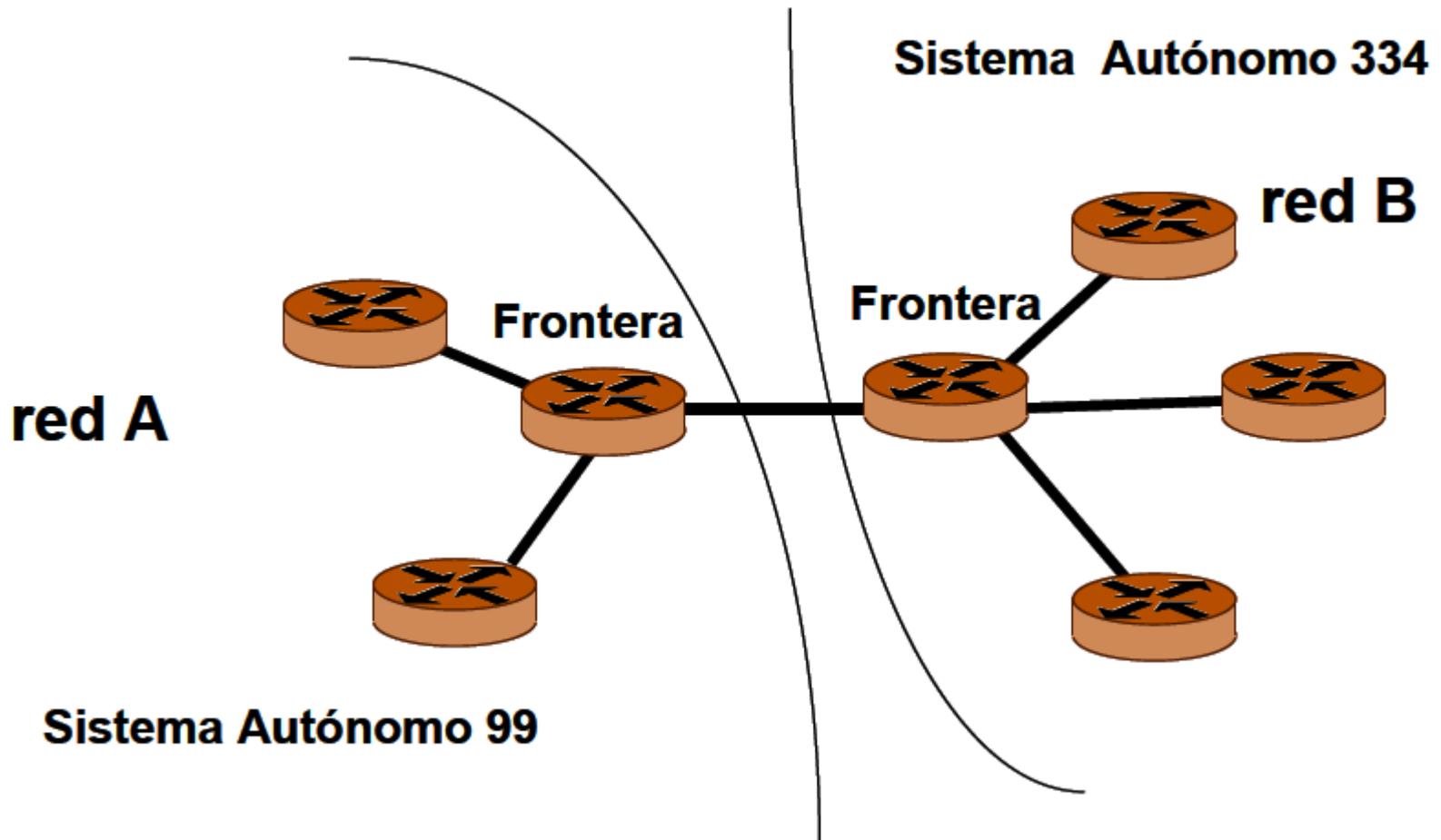
▶ Privado

- ▶ Conexión punto a punto entre dos AS para transportar tráfico y rutas de encaminamiento
 - ▶ Aumenta la fiabilidad del enlace y ofrece gran ancho de banda pero a un coste superior a un peering público
- ▶ Disminuye el tráfico que pasa por los puntos IXP públicos
- ▶ Una conexión se negocia entre los dos ISP independientemente de los demás
- ▶ El encaminamiento y el coste son información confidenciales y conocidas solo por los dos AS



ISP peering

▶ Privado



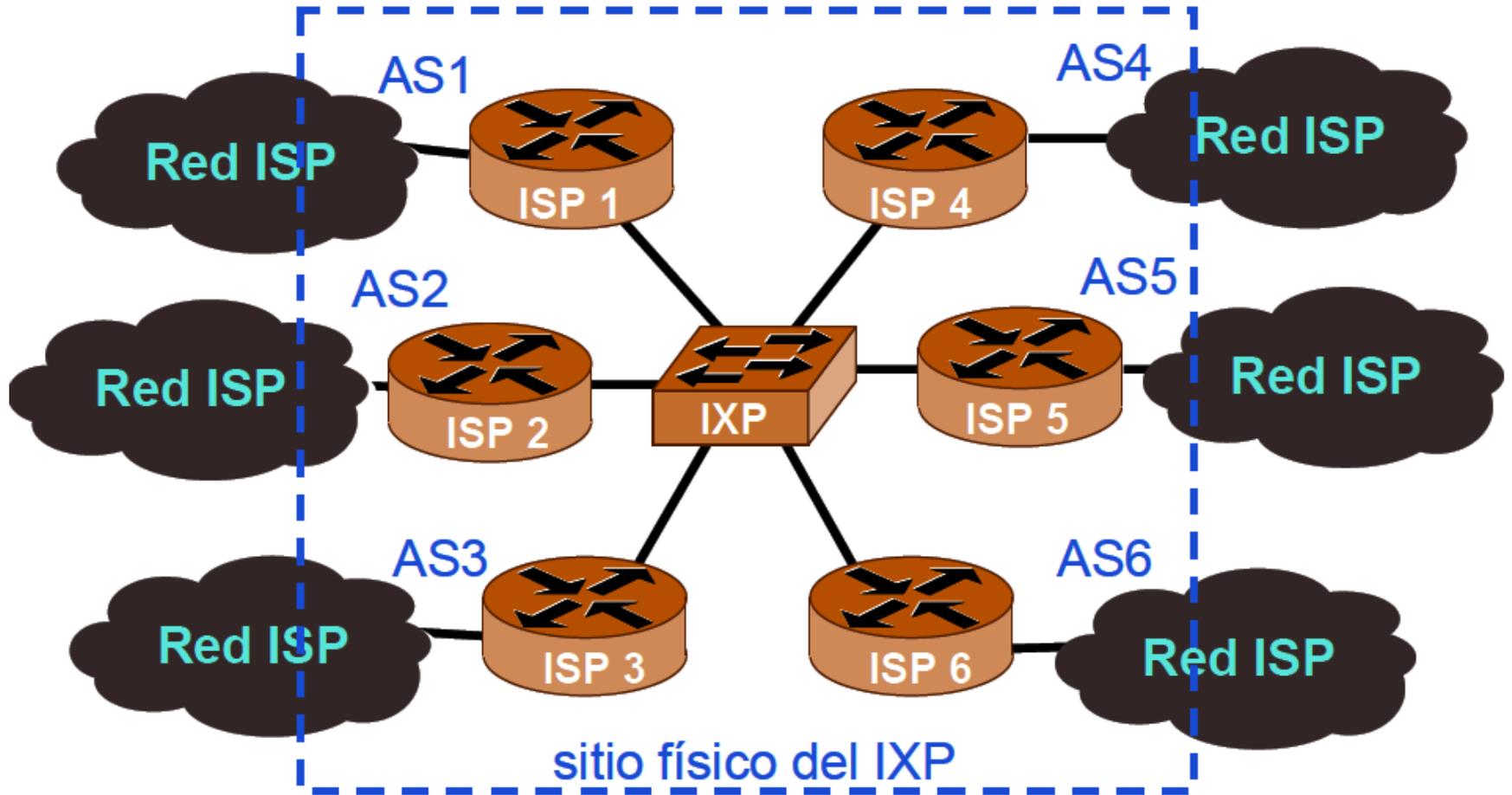
ISP peering

▶ Público

- ▶ Lugar donde los varios ISP están presente y se interconectan entre ellos a través de un medio compartido
- ▶ Objetivo
 - ▶ ahorrar dinero
 - ▶ reducir la latencia (menos ISP intermedios)
 - ▶ mejorar el servicio (protección a fallos o múltiples fallos, ancho de banda garantizado, etc.)



Ejemplo de un IXP básico



ISP peering

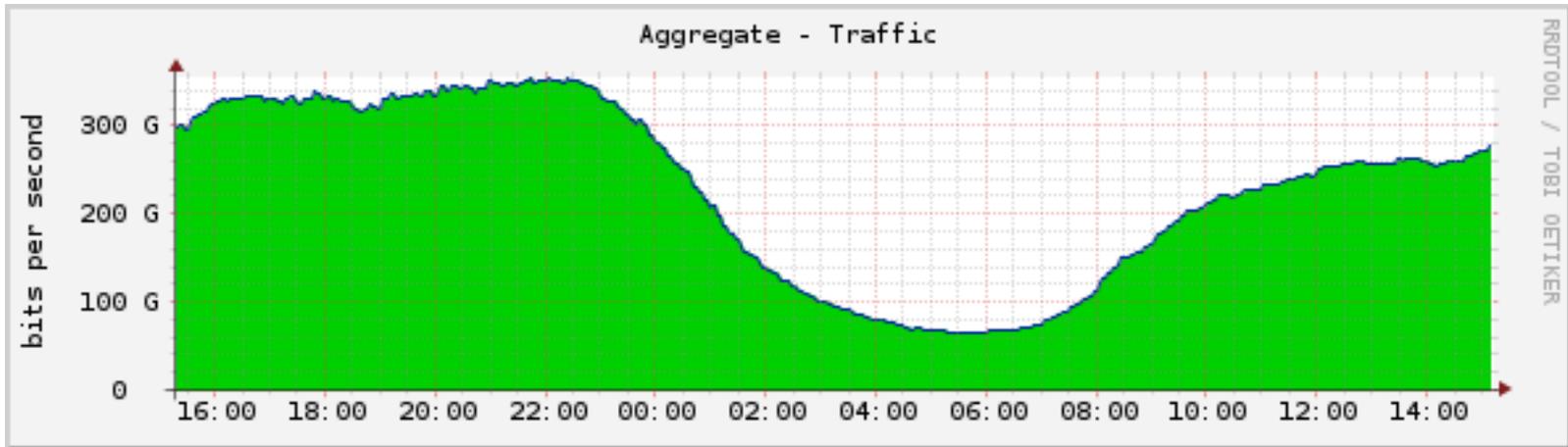
▶ Público nacional

- ▶ Interconecta ISP que pertenecen a una misma nación
- ▶ **Espanix** (www.espanix.net), 65 partners y 150 Gb/s de tráfico de media
- ▶ **Catnix** (www.catnix.net), 26 partners y 11.5 Gb/s
- ▶ **EuskoNix**, 7 partners y 600 Mb/s

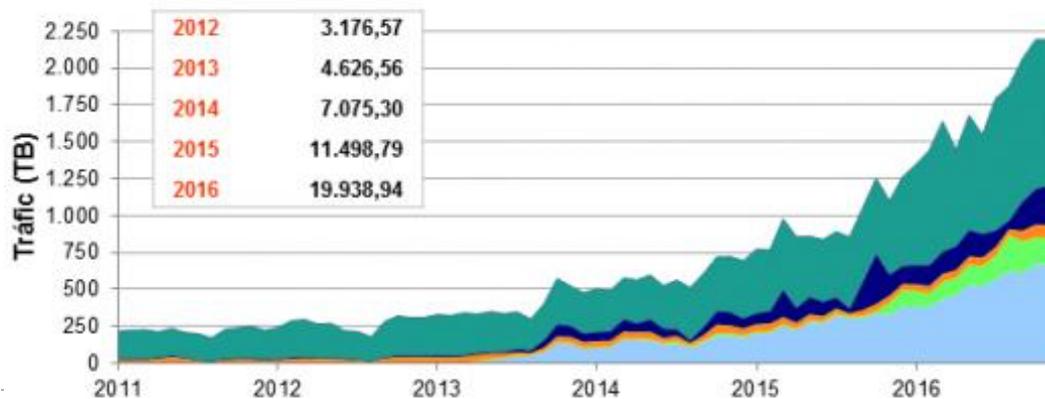


Ejemplo de tráfico

▶ Espanix



▶ Catnix



ANELLA
CIENTÍFICA

9,4% ↓ ↑ 3,4%



11,1% ↓ ↑ 38,3%



ISP peering

- ▶ **Público internacional**
 - ▶ Interconecta IXP nacionales
 - ▶ http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Internet_exchange_points_by_size
 - ▶ **De-Cix** (<http://www.de-cix.net>) el mas grande a nivel de tráfico
 - ▶ **EuroIX** (www.euro-ix.net) con 72 European IXP
 - ▶ Video de ejemplo a partir de 2:13

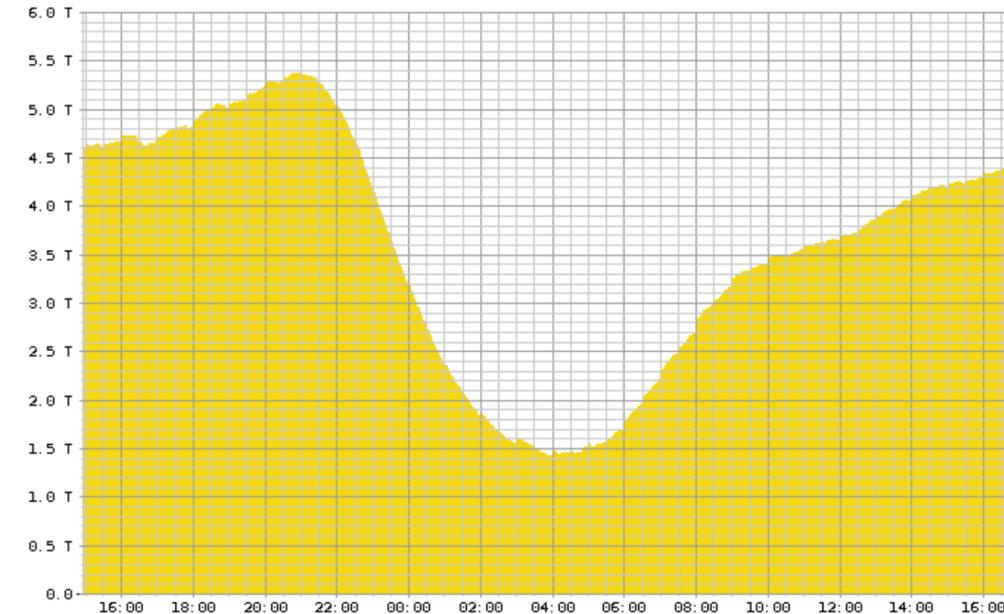


ISP peering

Short name	Name	City	Country	Established	Members	Throughput (Gbit/s) maximum	Throughput (Gbit/s) average	Values updated
DE-CIX	Deutscher Commercial Internet Exchange ^[1]	Frankfurt, Hamburg, Munich, Düsseldorf, New York City, Dubai (As UAE-IX), Palermo, Marseille, Istanbul, Dallas, Madrid	Germany, USA, UAE, Italy, France, Turkey, Spain	1995	735 ^[2]	5638 ^[3]	3324 ^[3]	1 June 2017
AMS-IX	Amsterdam Internet Exchange ^[4]	Amsterdam, Haarlem, Schiphol-Rijk ^[5]	Netherlands	1997 ^[6]	807 ^[7]	5513 ^[8]	3269 ^[8]	1 June 2017
LINX	London Internet Exchange ^[9]	London, Manchester, Edinburgh, Cardiff, Northern Virginia ^[10]	United Kingdom, USA	1994	789 ^[11]	3541 ^[12]	2410 ^[12]	1 June 2017
IX.br	Brazil Internet Exchange ^[13]	Belém, Belo Horizonte, Brasília, Campina Grande, Campinas, Caxias do Sul, Cuiabá, Curitiba, Florianópolis, Fortaleza, Goiânia, Lajeado, Londrina, Manaus, Maringá, Natal, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro, Salvador, São Carlos, São José dos Campos, São José do Rio Preto, São Paulo, Vitória	Brazil	2004	1350 ^[14]	3130 ^[15]	1940 ^[15]	21 June 2017
MSK-IX	MSK-IX ^[16]	Moscow, Saint-Petersburg, Novosibirsk, Rostov-on-Don, Stavropol, Samara, Kazan, Ekaterinburg, Vladivostok	Russia	1995	504 ^[17]	2821 ^[18]	1211 ^[18]	25 February 2017
DATA-IX	DATA-IX ^[19]	Moscow, Saint-Petersburg, Novosibirsk, Samara, Ufa, Perm, Ekaterinburg, Chelyabinsk, Krasnoyarsk, Khabarovsk, Omsk	Russia, Ukraine, Kazakhstan, Germany	2009	344 ^[20]	2700 ^[21]	1300 ^[22]	5 February 2017
NL-ix	Neutral Internet Exchange ^[23]	Various cities ^[24]	Austria, Belgium, Czech Republic, Denmark, France, Germany, Italy, Luxembourg, Netherlands, Poland, Sweden, Switzerland, United Kingdom ^[25]	2002 ^[26]	600 ^[27]	1770 ^[28]	979 ^[28]	19 October 2016
Equinix	Equinix Exchange ^[29]	Paris, Zürich, New York City, Washington, DC (Ashburn, VA), Washington, DC (Vienna, VA), Chicago, Dallas, Los Angeles, Silicon Valley (Palo Alto, CA), Silicon Valley (San Jose, CA), Tokyo, Hong Kong, Singapore, Sydney, Rio de Janeiro, São Paulo	USA, Europe, Japan, Singapore, Hong Kong, Australia, Brazil	1998	768 ^[30]	1600 ^[31]	990 ^[31]	25 March 2016
W-IX	W-IX LTD	Moscow, Saint-Petersburg, Frankfurt, London, Amsterdam, Omsk, Perm, Chelyabinsk, Kiev, Voronezh, Samara, Cheboksary, Kazan, Novosibirsk, Tyumen, Ekaterinburg, Vladimir, Ufa	Russia, Europe, Ukraine	2008	166 ^[32]	1500 ^[33]	810 ^[33]	5 February 2017
Netnod	Netnod Internet Exchange in Sweden ^[34]	Stockholm, Malmö, Sundsvall, Gothenburg, Luleå	Sweden	1997	255 ^{[35][36]}	1302 ^{[36][37]}	773 ^[36]	25 March 2016
France-IX	France-IX ^[38]	Paris, Marseille	France	2010	358 ^[39]	896 ^[40]	649 ^[40]	24 August 2017
SIX	Seattle Internet Exchange ^[41]	Seattle	USA	1997	269 ^[42]	855 ^[43]	621 ^[43]	11 July 2017
HKIX	Hong Kong Internet eXchange ^[44]	Hong Kong	Hong Kong	1995	277 ^[45]	825 ^[46]	513	27 July 2017
PLIX	Polish Internet eXchange ^[47]	Warsaw	Poland	2006	266 ^[48]	724 ^[49]	396 ^[49]	28 August 2017
Giganet	Giganet ^[50]	Kyiv, Odessa, Kharkiv, Moscow, Warsaw	Ukraine, Russia, Poland	2012	158 ^[51]	720 ^[52]	376	11 November 2016
ECIX	European Commercial Internet Exchange ^[53]	Frankfurt am Main, Düsseldorf, Berlin, Hamburg, Munich	Germany	2002	114 ^[54]	700 ^[55]	500	18 January 2016

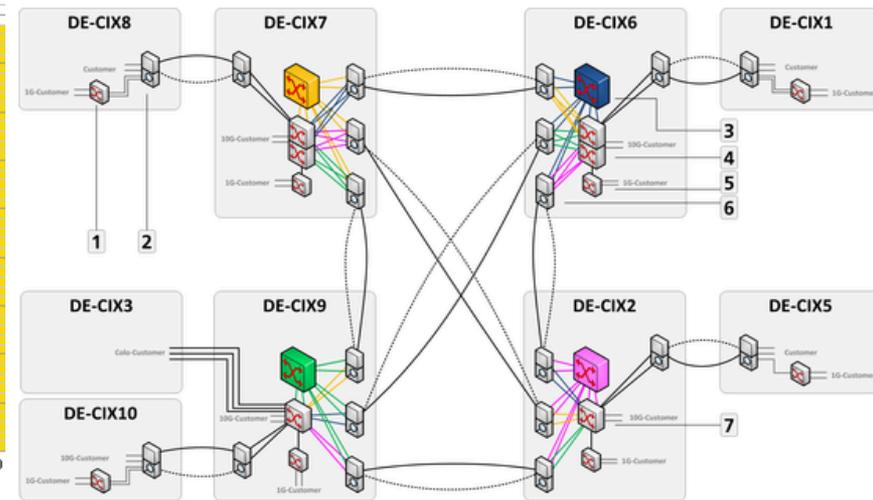
Ejemplo de punto neutro

► De-Cix



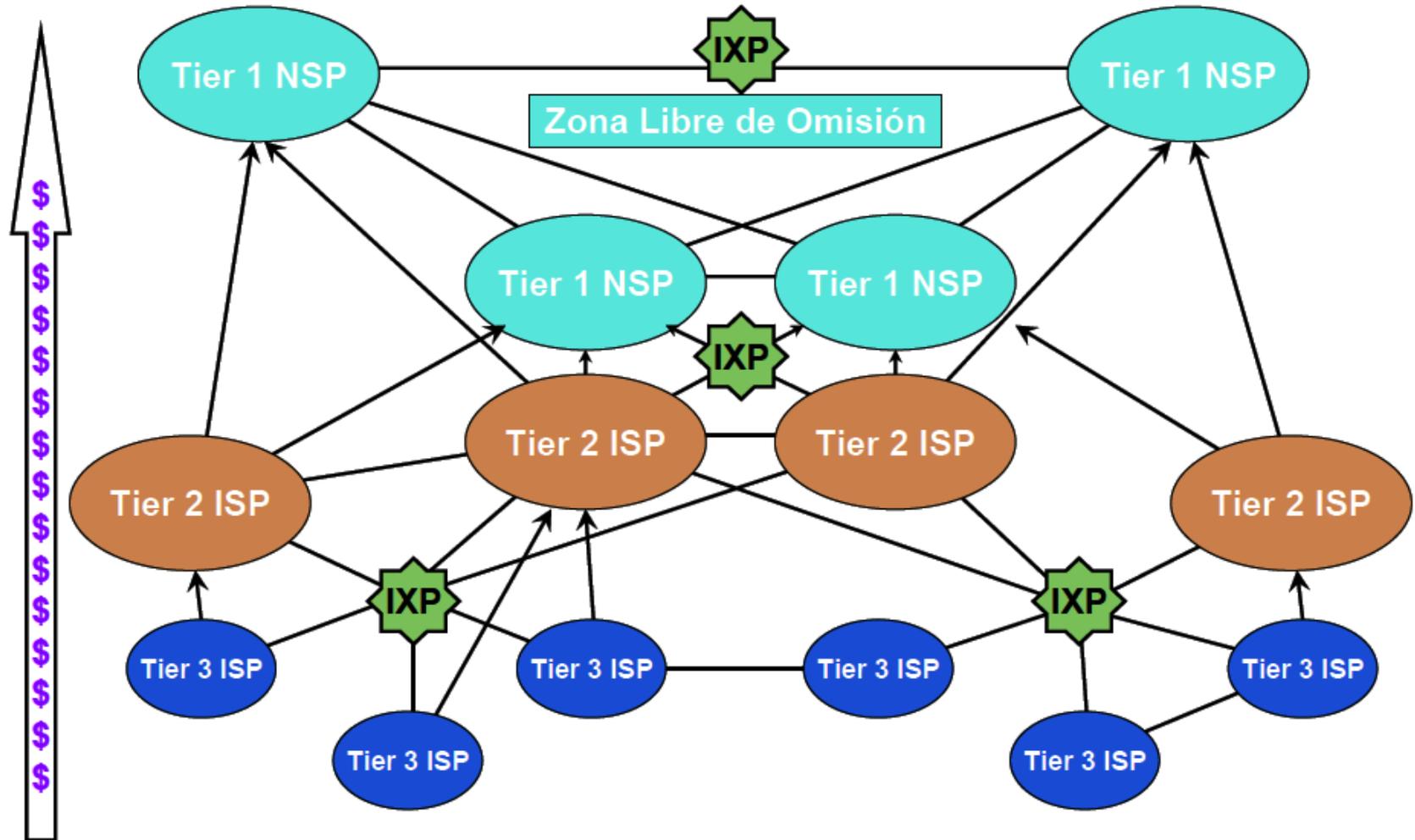
Current 4134.3 G
Averaged 3448.3 G
Graph Peak 5375.5 G
DE-CIX All-Time Peak 5887.46
Created at 2017-09-19 13:13 UTC
Copyright 2017 DE-CIX Management GmbH

DE-CIX Apollon Platform



Capacidad máxima: 320 x 100 G

Estructura de los ISP



Default-free Zone (DFZ)

- ▶ **Zona de default (zona libre de omisión)**
 - ▶ Pertenecen a la DFZ todos aquellos routers que tienen información de encaminamiento explícito sobre todo el resto de Internet y por lo tanto no necesitan una ruta por defecto
 - ▶ Los routers DFZ tienen un conocimiento completo de Internet
 - ▶ Es la zona donde se envía el tráfico cuando no existe una entrada explícita en la tabla de encaminamiento
 - ▶ Hoy en día, debido a los cambios frecuentes en Internet, no existe ningún router que tiene un conocimiento perfecto de todas las rutas
- ▶ **Por ejemplo Router APNIC en Tokyo**
 - ▶ El mayo 2014, había 494,105 rutas IPv4 y 46,795 AS distintos (172 exclusivamente de transito)
 - ▶ En Septiembre 2014, hay 517,099 rutas IPv4 y 48294 AS distintos (213 de transito) y 19,365 rutas IPv6 y 8,764 AS distintos (137 de transito)
- ▶ **Por ejemplo IXP grandes son otro posible lugar donde hay un conocimiento casi completo del encaminamiento en Internet**



Tema 2 – Administración de ISP

- ▶ a) Arquitectura y direccionamiento en Internet
 - ▶ 1) Entender la arquitectura general de Internet
 - ▶ 2) Identificar los actores principales de Internet
 - ▶ 3) Identificar las organizaciones principales de Internet
 - ▶ 4) Agotamiento de IPv4 y alguna noción sobre IPv6
- ▶ b) Encaminamiento intra-dominio
- ▶ c) Encaminamiento inter-dominio
- ▶ d) Temas de investigación
- ▶ e) Conceptos avanzados



CAIDA

- ▶ **Cooperative Association for Internet Data Analysis**
- ▶ <http://www.caida.org/home/>
- ▶ **Proporciona estadísticas sobre los AS**
 - ▶ Organización, tamaño, números, peering, etc.
- ▶ **Por ejemplo**
 - ▶ Orden de AS según el número de AS alcanzables
 - ▶ <http://as-rank.caida.org/>



CAIDA

AS rank	AS number	AS name	Org name	AS Type(s)	customer cone						AS transit degree
					Number of			Percentages of all			
					ASes	IPv4 Prefixes	IPv4 Addresses	ASes	IPv4 Prefixes	IPv4 Addresses	
1	3356	LEVEL3	Level 3 Communications, Inc.	Tr/Ac	29,494	224,970	783,401,728	53%	34%	36%	4138
2	174	COGENT-174	Cogent Communications	Tr/Ac	23,299	172,963	616,423,936	42%	26%	28%	4567
3	1299	TELIANET	Telia Company AB	Tr/Ac	21,954	191,391	667,346,176	40%	29%	31%	1272
4	2914	NTT-COMMUN...	NTT America, Inc.	Tr/Ac	18,991	174,304	642,432,768	34%	26%	29%	1352
5	3257	GTT-BACKBONE	Tinet Spa	Tr/Ac	18,140	161,377	565,089,024	33%	24%	26%	1282
6	6762	SEABONE-NET	TELECOM ITALIA SPARKLE S.p.A.	Tr/Ac	14,394	123,771	329,530,624	26%	18%	15%	534
7	6453	AS6453	TATA COMMUNICATIONS (AMERICA) INC	Tr/Ac	12,300	135,127	533,133,824	22%	20%	24%	685
8	6939	HURRICANE	Hurricane Electric, Inc.	Tr/Ac	8,088	79,800	278,942,720	14%	12%	12%	4809
9	2828	XO-AS15	XO Communications	Tr/Ac	6,251	60,271	250,568,448	11%	9.2%	11%	1089
10	1273	CW	Vodafone Group PLC	Tr/Ac	5,878	42,258	173,223,936	10%	6.4%	8.1%	296

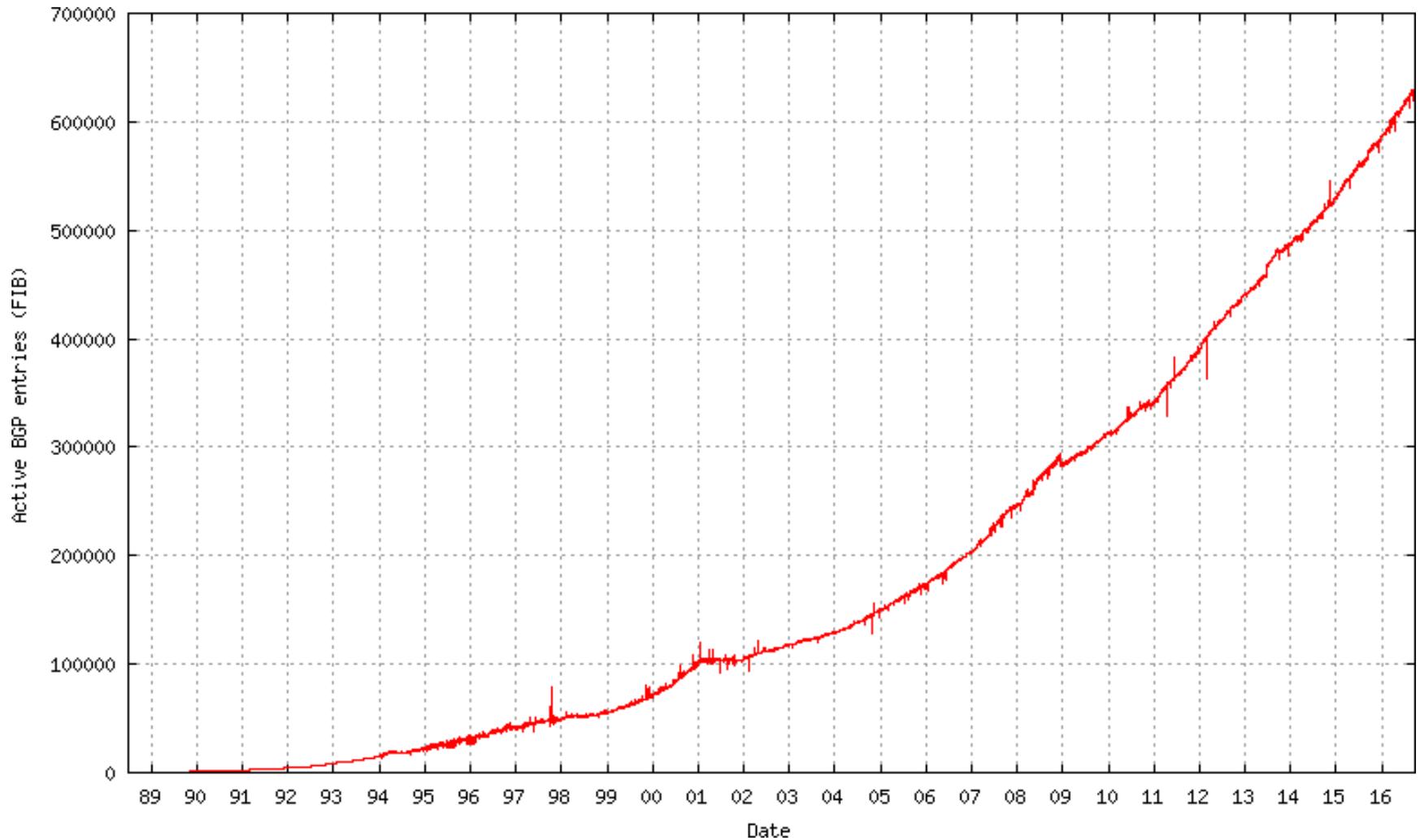


www.potaroo.net

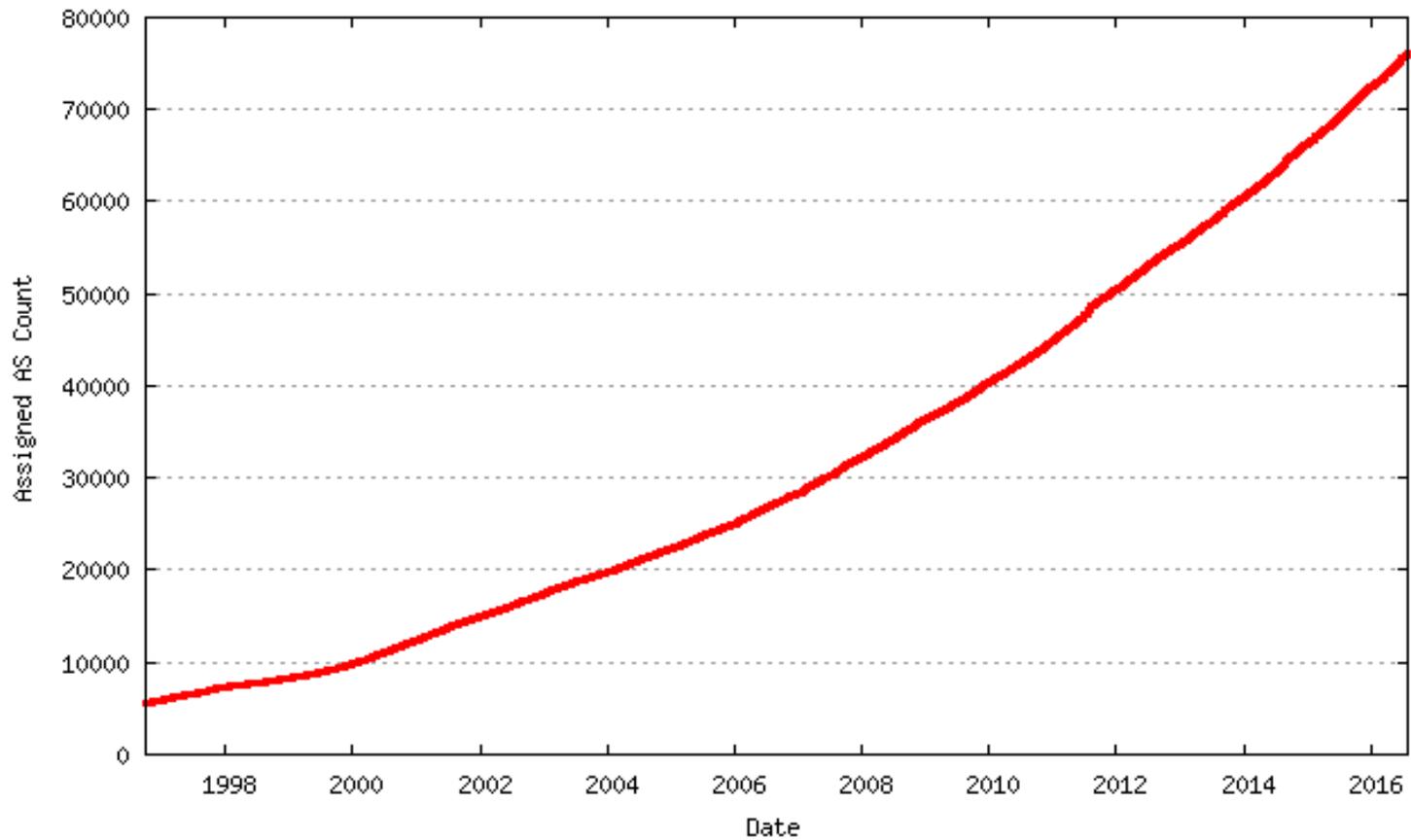
- ▶ **Página personal de Geoff Huston**
 - ▶ Adjunct Research Fellow at the Centre for Advanced Internet Architectures (<http://caia.swin.edu.au/>)
- ▶ **Proporciona información sobre Internet**
 - ▶ Novedades, artículos, usos, etc.



www.potaroo.net



www.potaroo.net

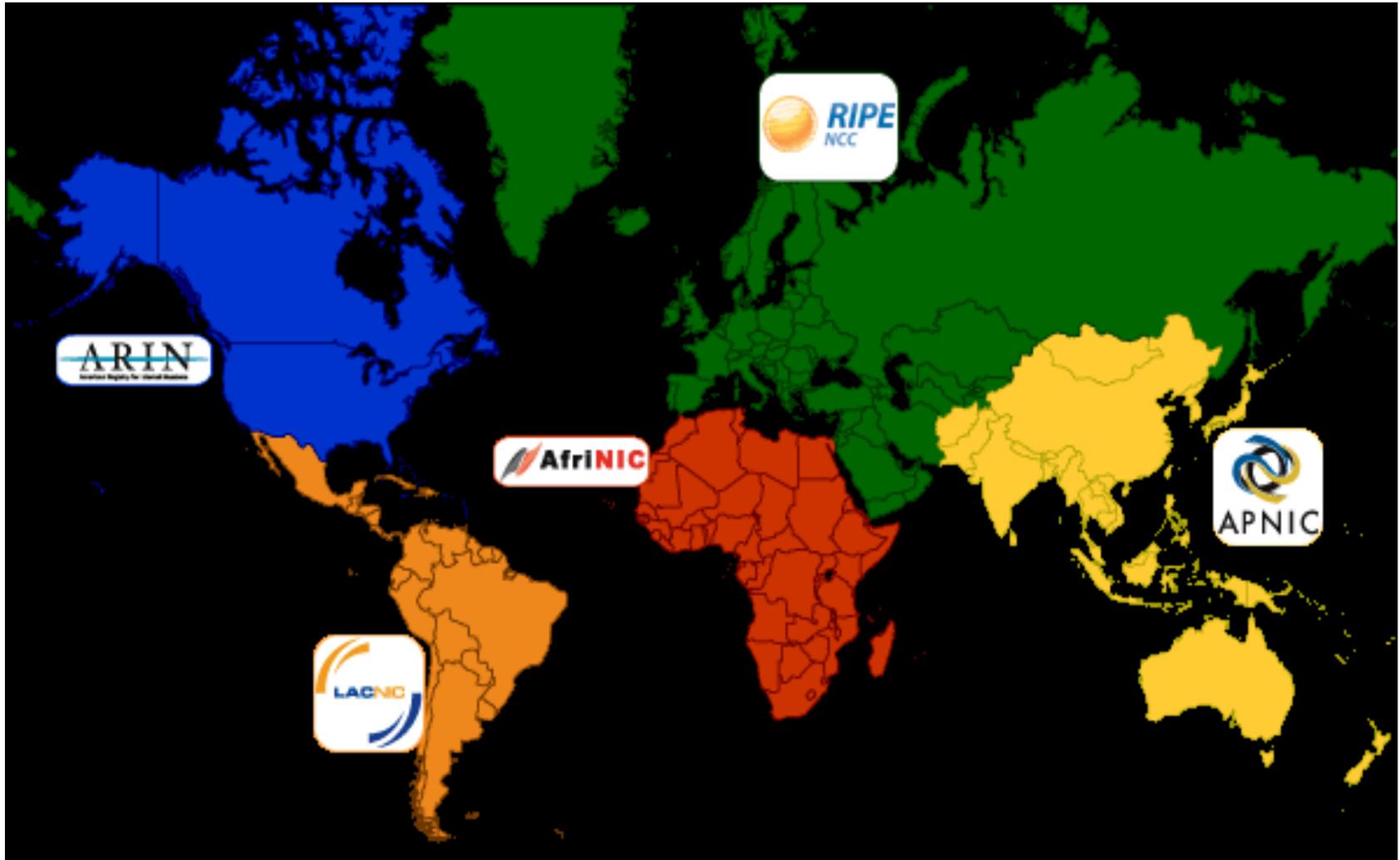


Regional Internet Registries (RIRs)

- ▶ Organizaciones independientes que dan soporte a la coordinación de los recursos de Internet en determinadas zonas geográficas y desarrollan políticas comunes y promueven “best current practice” en Internet
- ▶ Cada RIR se ocupa
 - ▶ Asignar bloques de direcciones IPv4 y IPv6 y de ASN
 - ▶ No se ocupan de la gestión de los nombres de dominio (tarea de ICANN: Internet Corporation for Assigned Names and Numbers)
- ▶ Hay cinco RIRs en el mundo
 - ▶ AfriNIC: Africa
 - ▶ APNIC: Asia y Pacífico
 - ▶ ARIN: Norte América
 - ▶ LACNIC: Latino América y Caribe
 - ▶ RIPE NCC: Europa, Oriente Medio y Asia Central



Regional Internet Registries (RIRs)



Regional Internet Registries (RIRs)

- ▶ Creada y gestionada por las operadoras de red
- ▶ Primera RIR fue RIPE NCC creada en mayo 1992
 - ▶ Ámsterdam, Holanda
 - ▶ 109 países, >2700 miembros, www.ripe.net
- ▶ APNIC (Tokyo) 1993
 - ▶ 39 países, > 700 miembros, www.apnic.net
- ▶ ARIN (Chantilly, Virginia), 1997
 - ▶ 70 países, >1500 miembros, www.arin.net
- ▶ LACNIC (Montevideo, Uruguay), 2002
 - ▶ 34 países, lacnic.org
- ▶ AfriNIC (Mauritius), 2004
 - ▶ 18 países, www.afrinic.net

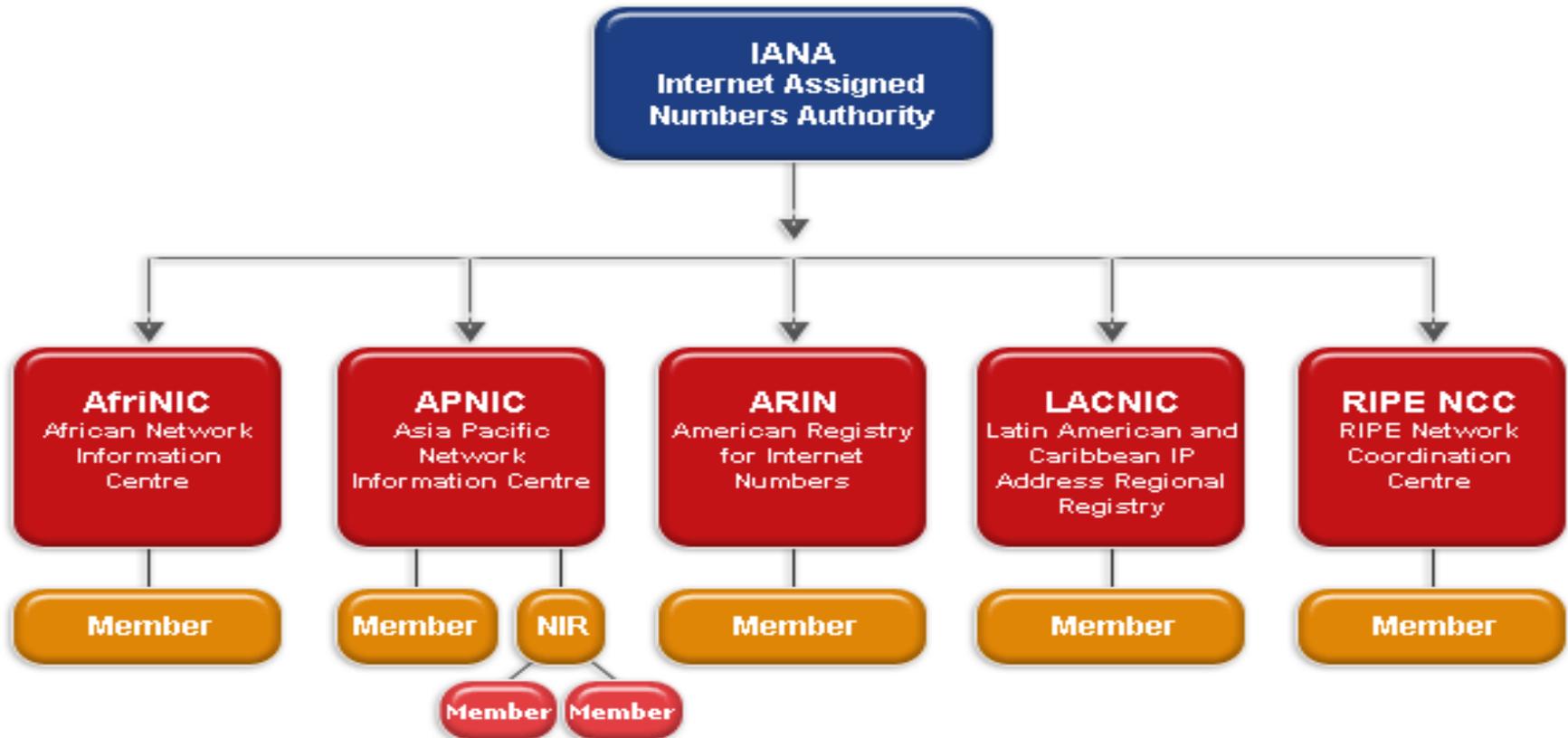


Regional Internet Registries (RIRs)

- ▶ Los RIR gestionan las @IP y los números ASN
- ▶ Las @IP no se compran, se alquilan y se paga un mantenimiento anual
- ▶ IANA (Internet Assigned Numbers Authority) alquila a los RIR bloques de /8
 - ▶ netID de 8 bits
 - ▶ hostID de 24 bits -> 16.78 millones de @IP por bloque
- ▶ RIR subalquila bloques a partir de /8 a los Local Internet Registries (LIRs)
 - ▶ Un ISP es un LIR
 - ▶ RIPE NCC (por ejemplo) alquila bloques entre /8 y /21
 - ▶ Si petición menor que /21, se pide a un LIR
- ▶ LIR puede pedir mas bloques si ha gastado 80% de lo que tiene
- ▶ NIR (National Internet Registry) coordinan la asignación de IP a nivel nacional
 - ▶ No hay NIR en Europa
 - ▶ APNIC y LACNIC tienen NIR



Regional Internet Registries (RIRs)



European RIPE NCC

- ▶ <http://www.ripe.net/>
- ▶ **Data & Tools:** provides databases and monitoring tools that support stable, reliable and secure Internet operations.
 - ▶ RIPE Database support: contains registration details of IP addresses and AS Numbers originally allocated by the RIPE NCC
 - ▶ Operates 1 of the 13 root Name Servers
 - ▶ Provides high-quality measurements and analysis that can be used for a variety of operational, media, governmental and law enforcement activities.



European RIPE NCC

← →  http://www.ripe.net/     

Internet Coordination Data & Tools LIR Services RIPE Community Site Map | Contact | Help | RIPE Database Search

**RIPE NCC**
RIPE NETWORK COORDINATION CENTRE

Welcome to the RIPE Network Coordination Centre

The RIPE NCC is one of five Regional Internet Registries (RIRs) providing Internet resource allocations, registration services and coordination activities that support the operation of the Internet globally.

Your IP address is: 
147.83.34.190

Internet Coordination



Internet Governance · Infrastructure and Industry Information · IPv4 Exhaustion

Data & Tools



RIPE Database · Internet Measurements and Expert Analysis · RIPE Labs · RIPE Atlas

LIR Services



LIR Portal · About the RIPE NCC · Get and Manage Resources · Talk to Us · Become a Member · Training

RIPE Community



Get Involved · Policy Development · RIPE Documents · Working Groups · Meetings

News & Announcements

RIPE NCC IPv4 Address Space Chart - Now Updated
19 Sep 2011

RIPE 63 Meeting - Registration Open
02 Sep 2011

New E-Learning Videos on RIPE Database Now Available
23 Aug 2011

Global IPv6 Deployment Monitoring Survey 2011
04 Jul 2011

World IPv6 Day, 8 June 2011
08 Jun 2011

Meetings

RIPE 63 - 31 Oct-4 Nov 2011- Vienna

RIPE NCC Regional Meeting, Dubrovnik, 6-9 September 2011

[READ MORE →](#)

NRO News

Call for Survey Participation: Review of ICANN Address Supporting Organization (ASO)
20 Sep 2011

RIPE Database

By pressing the "Search" button you explicitly express your agreement with the [RIPE Database Terms and Conditions](#).

[RIPE DATABASE SEARCH →](#)

IPv4 Exhaustion

[READ MORE →](#)

European RIPE NCC

- ▶ En <http://www.ripe.net/membership/maps/> se pueden ver los diferentes LIR de Europa por nación

Local Internet Registries offering service in Spain

Extra large

- [VODAFONE ESPANA, S.A.U.](#)
- [Jazz Telecom S.A.](#)
- [Cableuropa S.A.U.](#)
- [TELEFONICA DE ESPANA](#)
- [France Telecom Espana SA](#)

Large

- [NetArt Group s.r.o.](#) <Registry Based in Czech Republic>
- [VODAFONE ESPANA S.A.](#)
- [R cable y telecomunicaciones](#)
- [Euskaltel S.A.](#)
- [ServiHosting Networks S.L.](#)
- [Sociedad Promotora de las Telecomunicaciones en Asturias -Telecable](#)
- [France Telecom Espana S.A](#)
- [Akamai Technologies](#) <Registry Based in EU>
- [Equant Inc.](#) <Registry Based in EU>
- [AT&T Global Network Services Nederland B.V.](#) <Registry Based in EU>
- [Ovh Systems](#) <Registry Based in France>
- [NXP Semiconductors Netherlands B.V.](#) <Registry Based in Netherlands>
- [Priority Telecom N.V.](#) <Registry Based in Netherlands>
- [Resilans AB](#) <Registry Based in Sweden>
- [COLT Technology Services Group Limited](#) <Registry Based in United Kingdom>
- [Interoute Communications Limited](#) <Registry Based in United Kingdom>

Medium

- [Init Seven AG](#) <Registry Based in Switzerland>
- [GHOSTnet GmbH](#) <Registry Based in Germany>
- [IP Exchange GmbH](#) <Registry Based in Germany>
- [iQom Business Services GmbH](#) <Registry Based in Germany>
- [ISP-Solution Unternehmersgesellschaft \(haftungsbeschränkt\)](#) <Registry Based in Germany>
- [netdirect](#) <Registry Based in Germany>
- [Star-Hosting e.K.](#) <Registry Based in Germany>

- [Adamo Telecom Iberia S.A.](#) <Registry Based in Sweden>
- [ClaraNET LTD](#) <Registry Based in United Kingdom>
- [Regus Management Limited](#) <Registry Based in United Kingdom>
- [XILO Communications Ltd.](#) <Registry Based in United Kingdom>

Small

- [SPEEDNIC S.R.L.](#) <Registry Based in Austria>
- [Digital Knowledge](#) <Registry Based in Belgium>
- [Global Telephone & Telecommunication S.A. \(GT&T\)](#) <Registry Based in Belgium>
- [RealDolmen NV](#) <Registry Based in Belgium>
- [Voxbone](#) <Registry Based in Belgium>
- [D21 SA](#) <Registry Based in Switzerland>
- [MEDIA LITE SA](#) <Registry Based in Switzerland>
- [Worldsoft SA](#) <Registry Based in Switzerland>
- [The MVS Group Ltd](#) <Registry Based in Cyprus>
- [Amadeus Data Processing GmbH](#) <Registry Based in Germany>
- [Bayer AG, Leverkusen](#) <Registry Based in Germany>
- [B. Braun Melsungen AG](#) <Registry Based in Germany>
- [Bechtle AG](#) <Registry Based in Germany>
- [CeTEL GmbH](#) <Registry Based in Germany>
- [Consultix GmbH](#) <Registry Based in Germany>
- [European Space Agency \(ESA\)](#) <Registry Based in Germany>
- [Computacenter AG & Co.oHG](#) <Registry Based in Germany>
- [MIVITEC GmbH](#) <Registry Based in Germany>
- [SAP-AG Walldorf](#) <Registry Based in Germany>
- [Winkhaus Data GmbH](#) <Registry Based in Germany>
- [XING AG](#) <Registry Based in Germany>
- [DANISCO](#) <Registry Based in Denmark>
- [Deepak Mehta FIE](#) <Registry Based in Estonia>
- [ACTIVIDADES DE CONSULTORIA Y TELECOMUNICACIONES, S.A.](#)
- [SERVICLEOP SL](#)
- [Banco Sabadell](#)
- [OGIC Informatica S.L. - ADAM Internet](#)
- [ADIF](#)
- [ADW Europe SL](#)

Xarxes de computadors II