

# Implementación y desarrollo de IPv6 y Software-Defined Networking SDN en la Universidad de Guadalajara

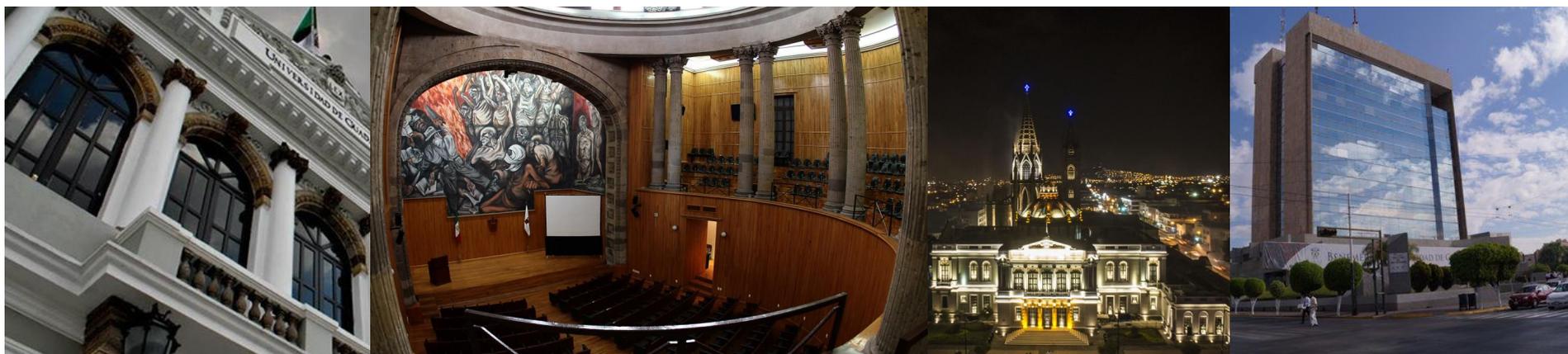
Eje temático de infraestructura

2001:1210::/32



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Red Universitaria e Institución Benemérita de Jalisco



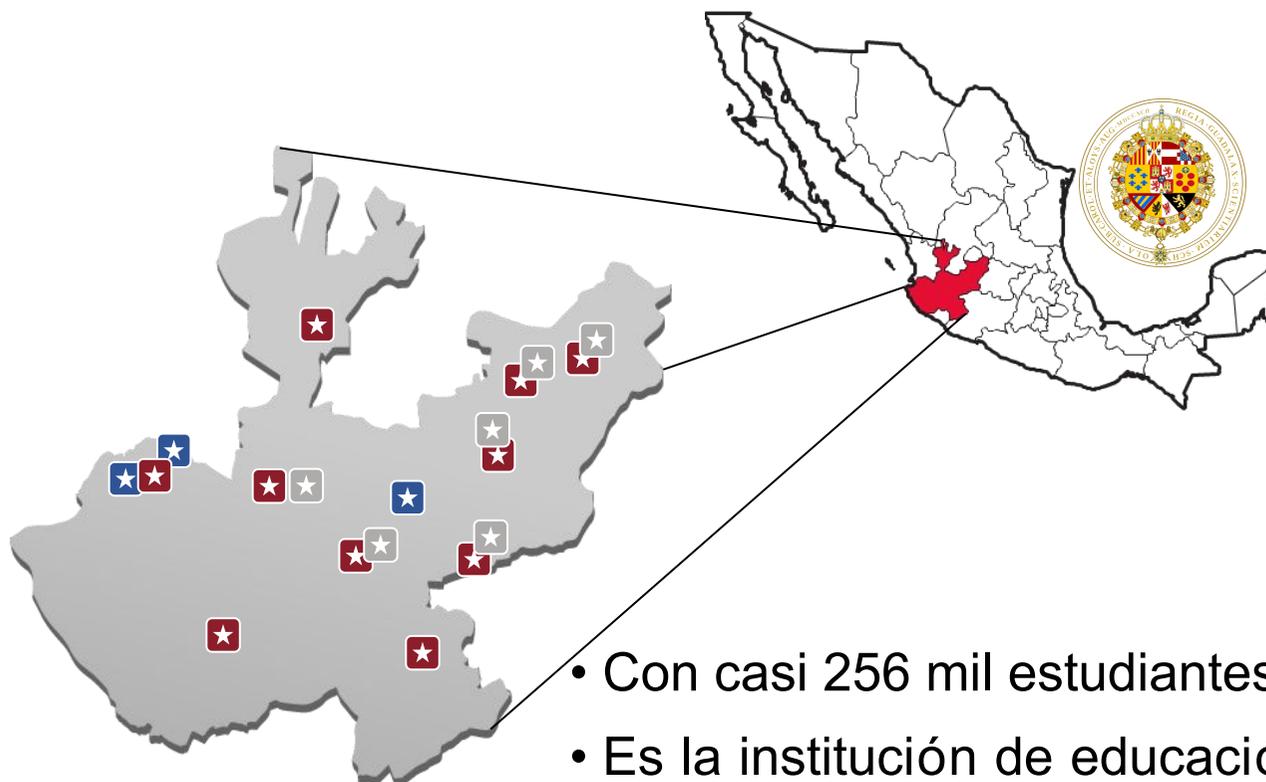
La Universidad de Guadalajara, con una tradición histórica de más de 2 siglos, es la Red Universitaria de Jalisco.





# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Red Universitaria e Institución Benemérita de Jalisco

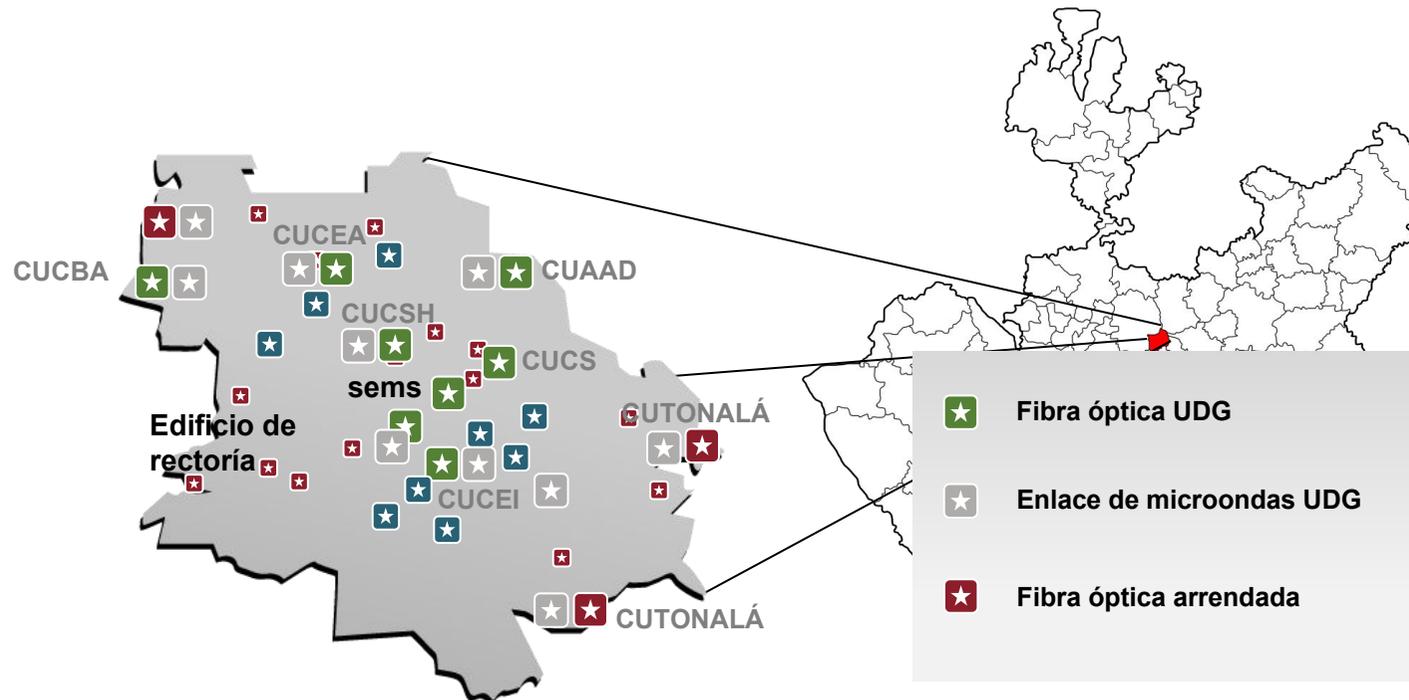


- Con casi 256 mil estudiantes
- Es la institución de educación superior más importante del occidente del país.
- La segunda en el ámbito nacional.



# Red Universitaria Metropolitana Centros universitarios y SEMS

Su Sistema de Educación Media Superior tiene presencia en 109 de los 125 municipios.

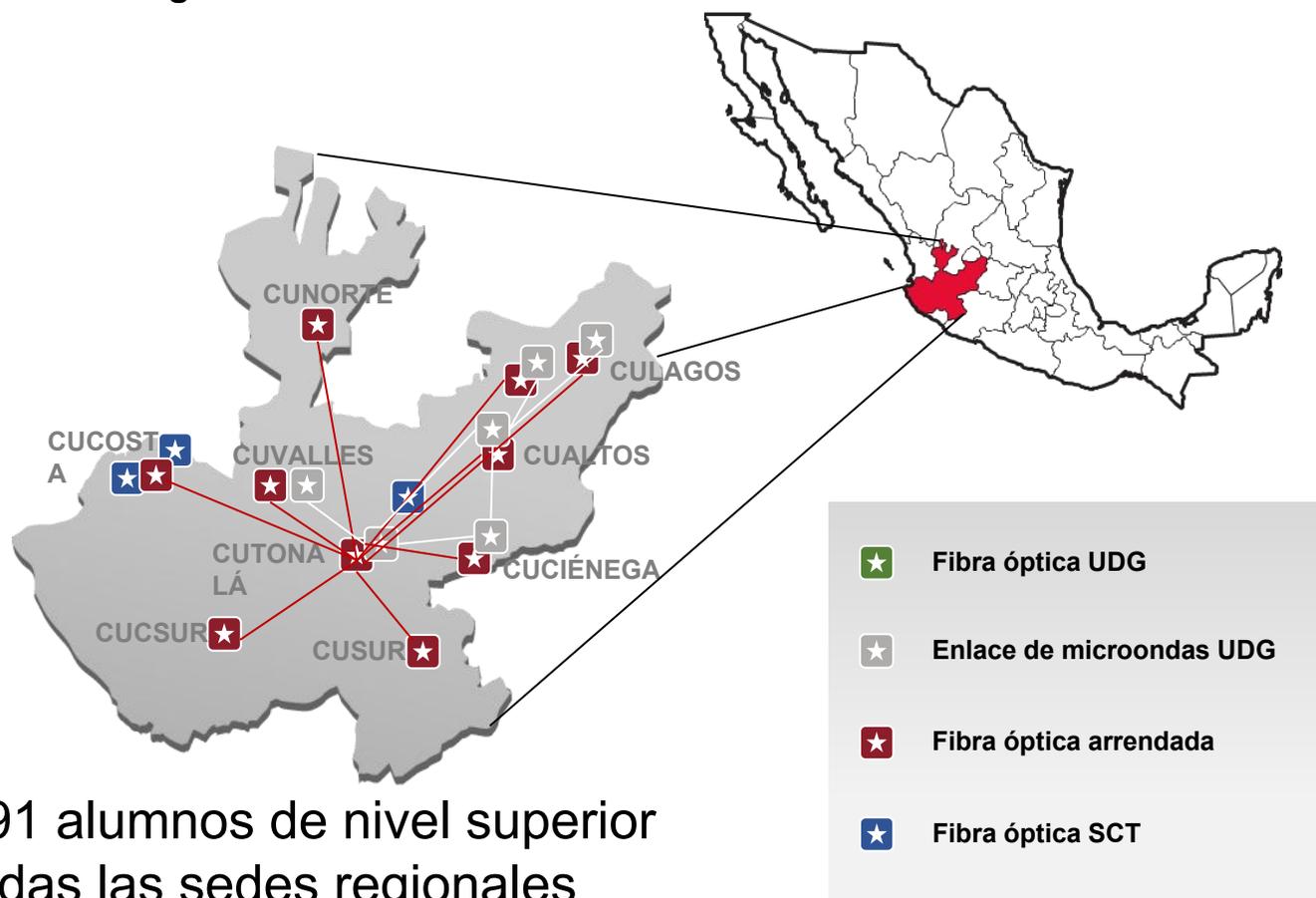


139,520 alumnos de bachillerato en toda la red universitaria

Fuente: Estadística institucional 2014-2015 Rectoría General  
Cuestionarios 911 de inicio de cursos, SEP-ANUIES-INEGI

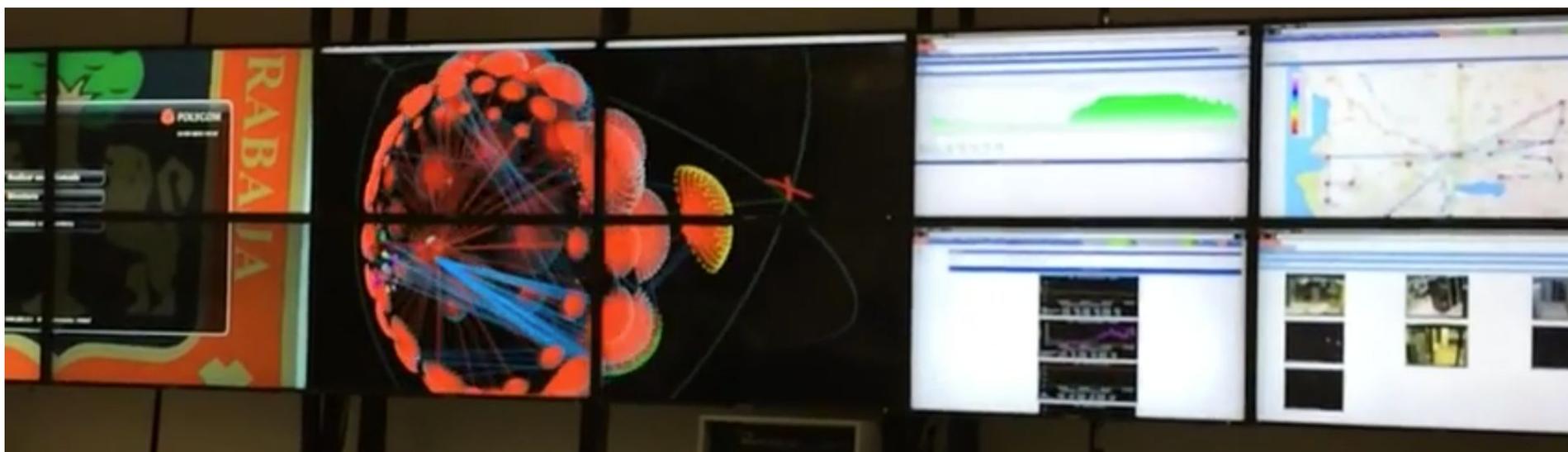
## Red Universitaria Regional Centros universitarios y sems

Su oferta de educación superior se extiende a todas las regiones del estado a través de **9 centros universitarios regionales**.



41,991 alumnos de nivel superior en todas las sedes regionales

Fuente: Estadística institucional 2014-2015 Rectoría General  
Cuestionarios 911 de inicio de cursos, SEP-ANUIES-INEGI



# Internet en el mundo y la Universidad de Guadalajara





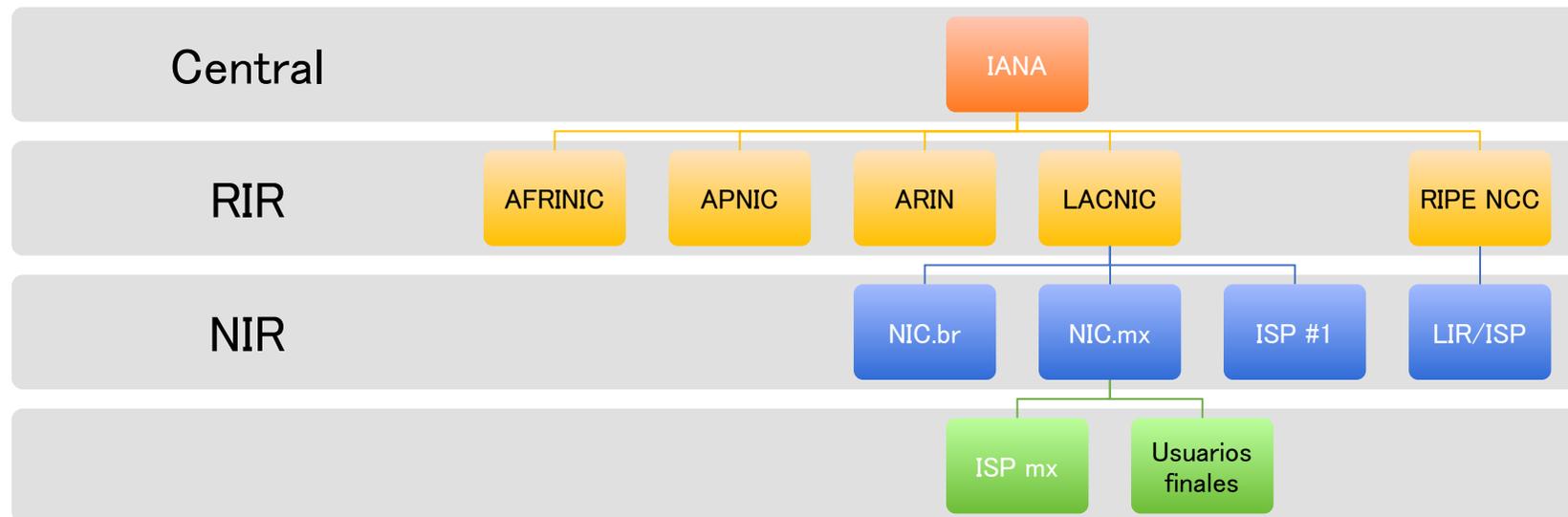
# IPv4

**Espacio** de 4,294,967,296 direcciones  
(obviamente no todas pueden ser utilizadas)



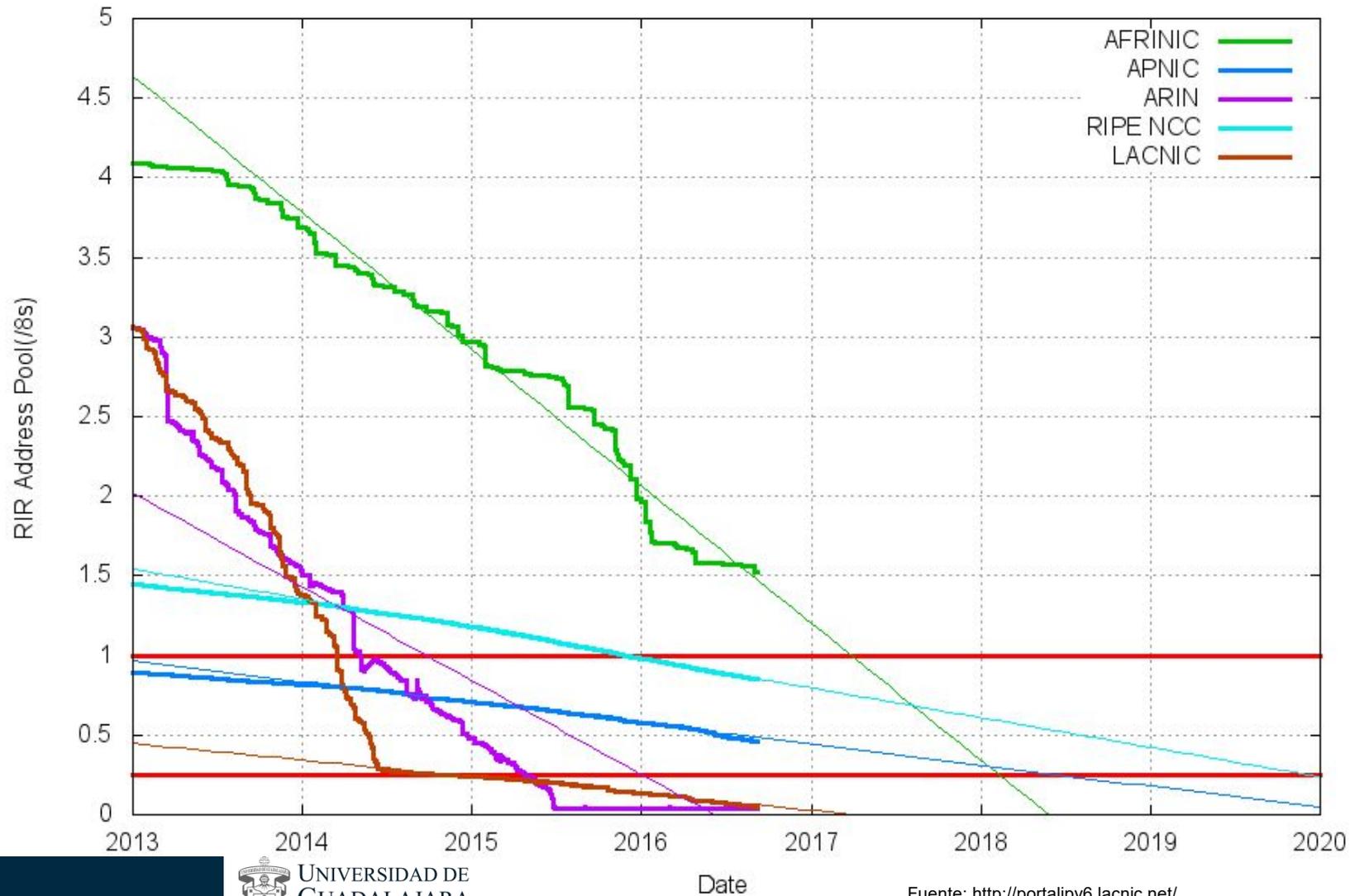
# Administración de recursos de Internet

En Febrero de 2011 se agotó el pool central (IANA) IPv4

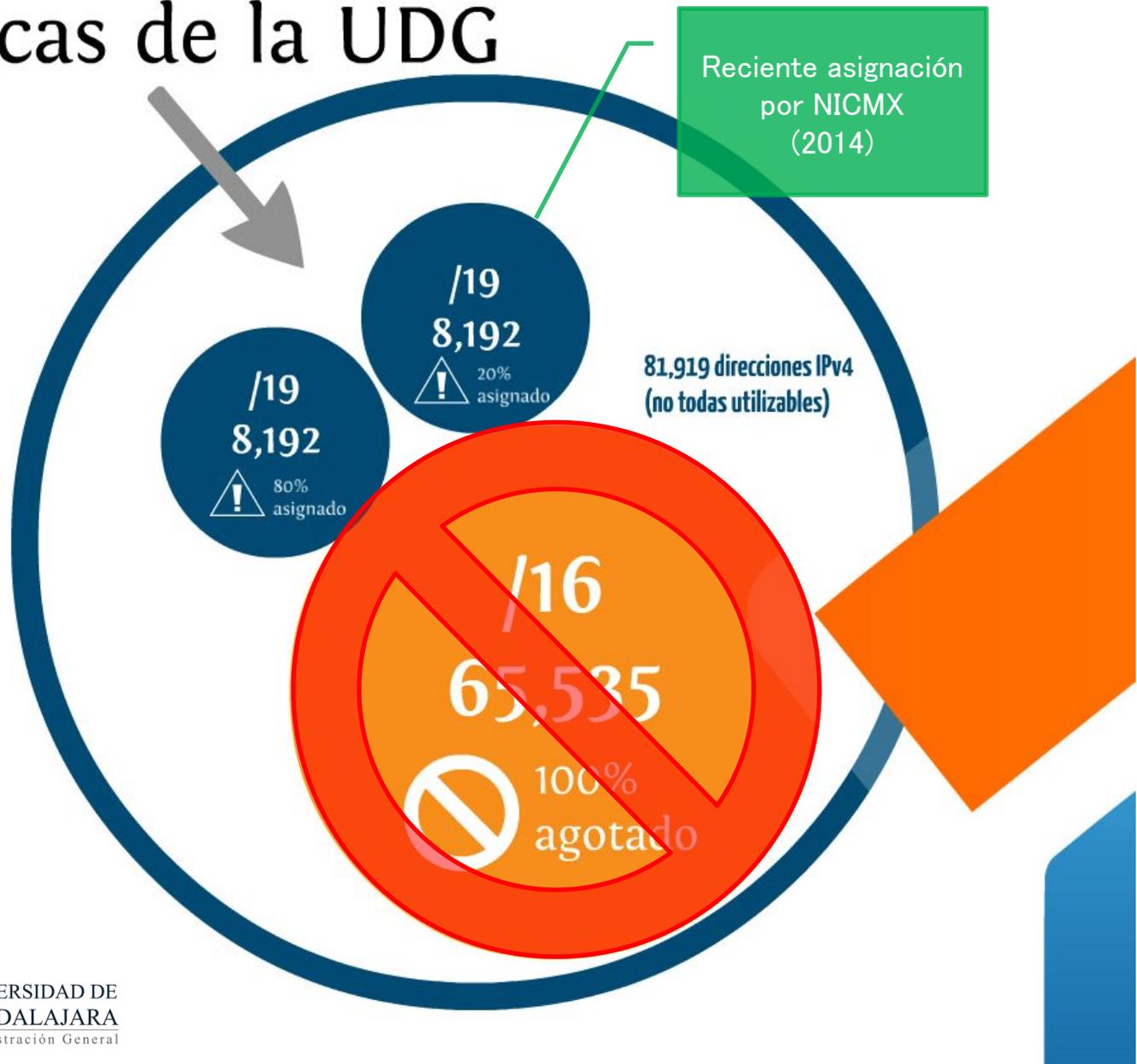


# Ahora sólo resta el agotamiento del stock de cada RIR

RIR IPv4 Address Run-Down Model



# Stock de direcciones IPv4 públicas de la UDG



# Soluciones al agotamiento

- **IPv6**, solución a largo plazo
  - Dual-stack
  - Túneles
  - Traducción
  - Algunos mecanismos de transición propuestos están actualmente en discusión en la IETF
    - **NAT64/DNS64**
    - **464XLAT**
    - **MAP-E y MAP-T**
- **Network Address Translation, NAT** solución temporal
  - Variantes de NAT
    - ~~Carrier Grade NAT (CGN)~~
    - ~~Large Scale NAT (LSN)~~
    - ~~NAT444~~

# Trayectoria IPv6 en nuestra universidad

- Desde el 2001, islas IPv6 conectada a la red de **6Bone**
  - Bloque **pTLA de direcciones IPv6 3FFE:82F0::/28**



- "**Rendezvous Point**" (RP) para el continente americano hacia la red de M6bone (Multicast), 2002.

*Renater*

# Trayectoria IPv6 en nuestra universidad

- Bloque global de direcciones **2001:1210::/32** delegado por **LACNIC**, 2004.
- Participación en la prueba piloto del **IPv6 World Day**, 2011.
- Participación en el **World IPv6 Launch** 2012, comenzando el despliegue generalizado en la red universitaria.
  - **Dual-stack**, en todos los Centros Universitarios.
- Primera conexión **IPv6 nativa** a través de un proveedor de servicios de Internet nacional, 2014.
  - Desarrollo de proyectos **IPv6** junto con **Software-Defined Networking (SDN)**.
- Proyecto de **VoIPv6**, 2016.



# Soluciones no deseables para nuestra universidad

- **Network Address Translation**

- Permite que varios dispositivos compartan una dirección pública.
- No es una solución sostenible.
- Sin embargo, la universidad usa NAT desde el año 2014.



Private addresses, RFC 1918  
10.0.0.0/8 prefix  
172.16.0.0/12 prefix  
192.168.0.0/16 prefix

Shared Address Space RFC 6598  
100.64.0.0/10 prefix

Public/Global IPv4



IPv6 

$2^{128}$

340 undecillones (escala corta)

340 sextillones (escala larga)

**direcciones**

340,282,366,920,938,463,463,374,607,431,768,211,456

(36 dígitos después de 340)

$3.4 \times 10^{38}$  direcciones IPv6

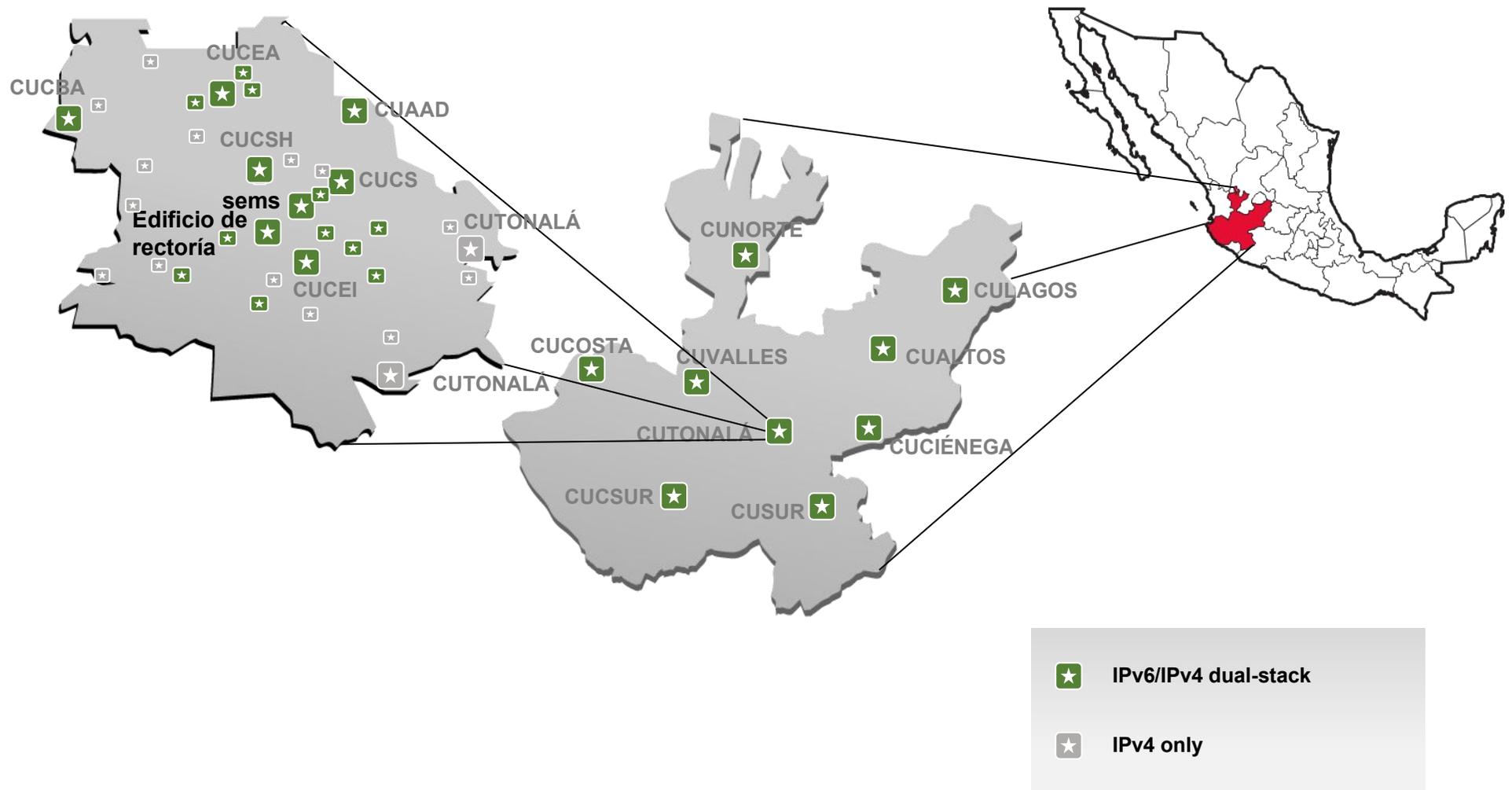
Esto podría ser un equivalente a “cada uno de los granos de arena que existen en el desierto del Sahara”



# Red Universitaria Centros Universitarios

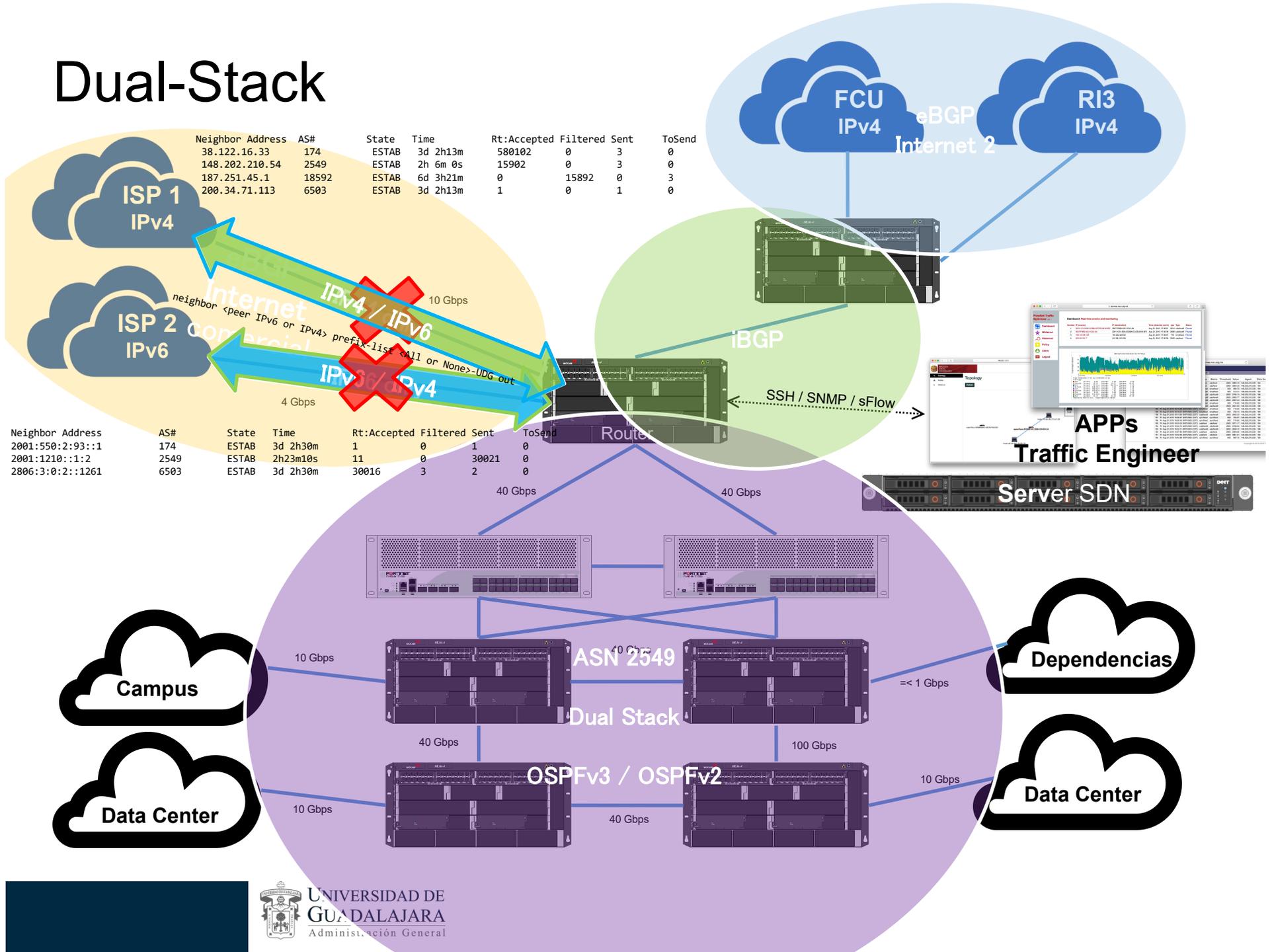


# Adopción IPv6 en la Red Universitaria

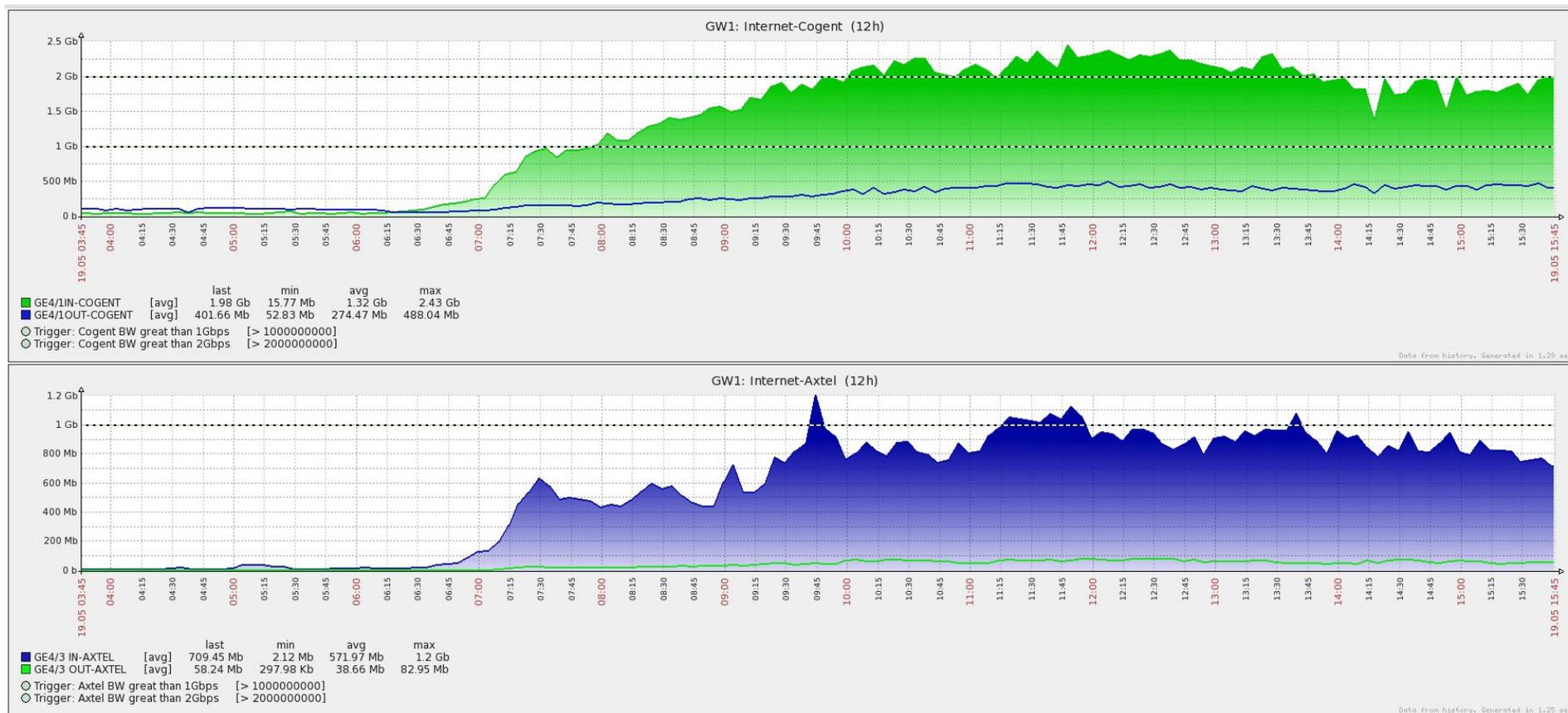




# Dual-Stack



# Velocidad (Gbps) / Top 10 – Descargas por día (GBpd) en IPv6

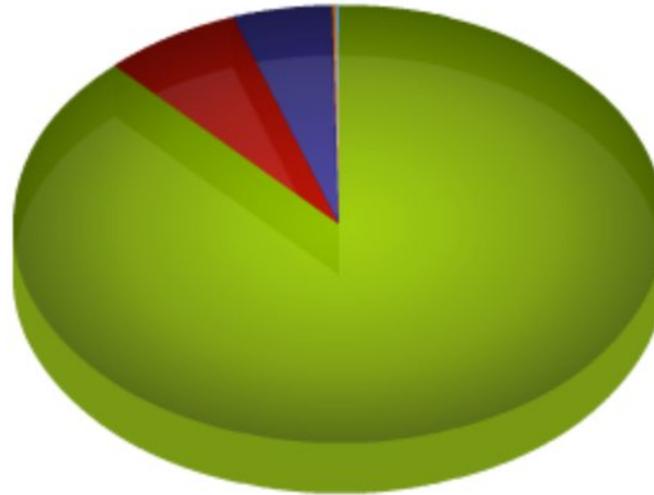


- 1er. - **976.70 GB** Administración Central – Rectoría General
- 2do. - **956.06 GB** Centro Universitario de la Costa – Puerto Vallarta
- 3er. - **925.29 GB** Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas
- 4to. - **664.46 GB** Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías
- 5to. - **495.19 GB** Preparatoria número 10

- 6to. - **423.39 GB** Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades
- 7mo. - **392.15 GB** Centro Universitario de Ciencias de la Salud
- 8vo. - **282.43 GB** Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias
- 9no. - **266.17 GB** Preparatoria Jalisco
- 10o. - **248.75 GB** Centro Universitario de la Costa Sur

# Top 10 - IPv6 UDG

Top 10 Inbound Applications in Group Software Updates



Top 9 Applications Represent 100% of 4291474.12 MB

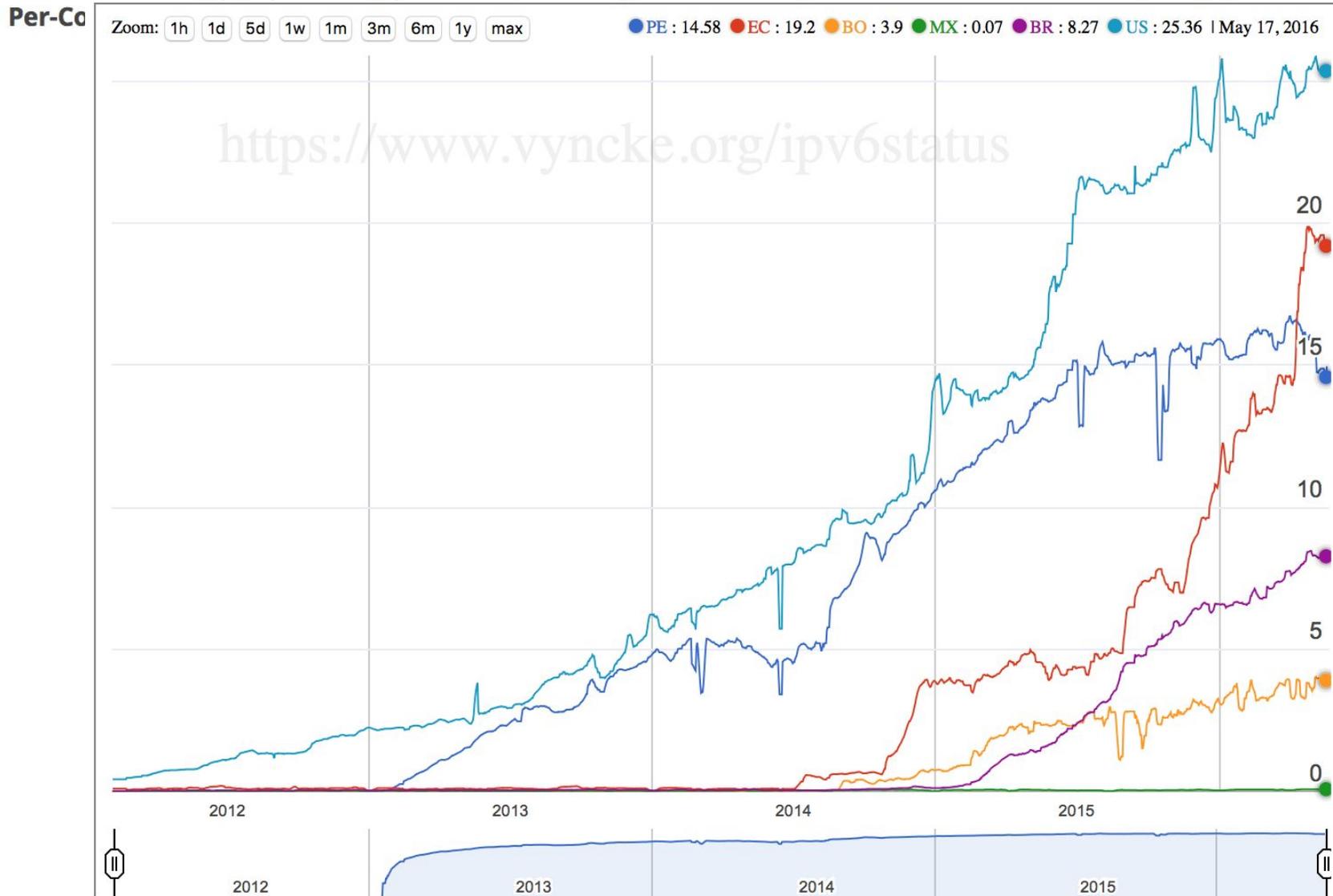
- 1er. - 71 - Administración Central – Rectoría General
- 2do. - 31 - Centro Universitario de la Costa – Puerto Vallarta
- 3er. - 73 - Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas
- 4to. - 72 - Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías

...



# Comparativa de navegadores web habilitado para IPv6 (por cortesía de Google)

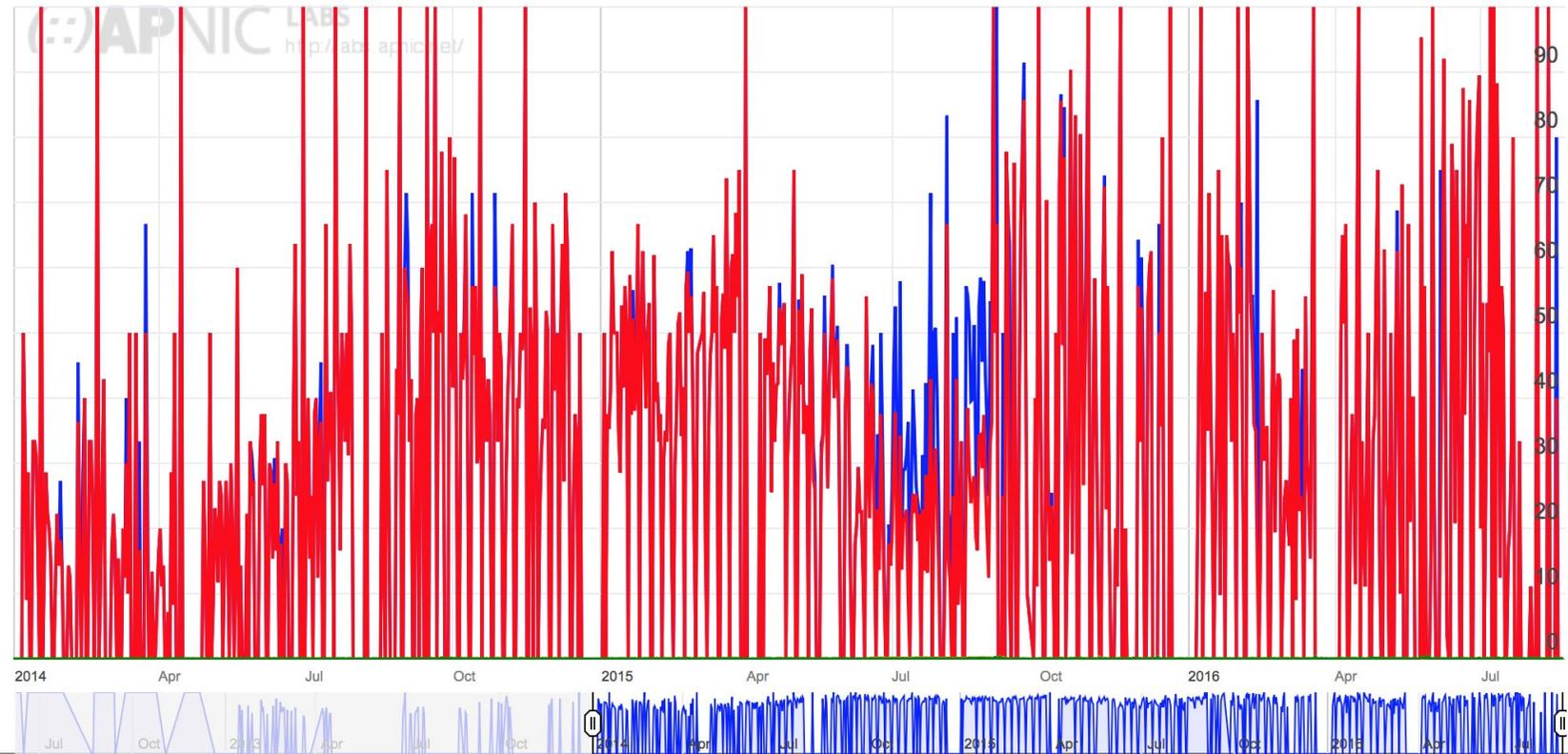
## La comparación de anuncios de prefijos IPv6 en algunos países



# IPv6 Per-Country Deployment for AS2549: Universidad de Guadalajara, Mexico (MX)

Zoom: 1h 1d 5d 1w 1m 3m 6m 1y max

AS IPv6 Capable AS IPv6 Preferred CC IPv6 Capable CC IPv6 Preferred



AS14178	Megacable Comunicaciones de Mexico, S.A. de C.V.	0.06%	0.06%	9649
AS16960	Cablevision Red, S.A de C.V.	0.02%	0.02%	125464



# SDN en la Universidad de Guadalajara

- **La relación entre SDN e IPv6 no suele ser mucha;** no obstante su conjugación puede cambiar la **forma de cómo construimos las redes hoy en día**, con una visión de la infraestructura orientada a los servicios.

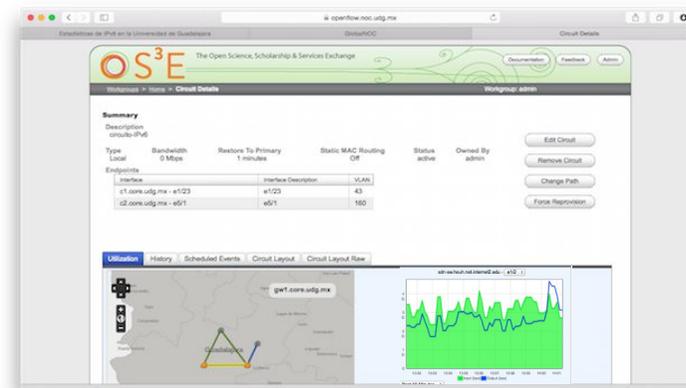
Con ello podemos aludir que ambas tecnologías son cruciales para el desarrollo a largo plazo del *Internet of Everything* (IoE), donde **SDN juega un papel en la flexibilidad, adaptabilidad y automatización de los recursos** de telecomunicaciones aunado a la **escalabilidad proporcionada por el protocolo IPv6**, entre otras características que mejoran la eficiencia y procesamiento del tráfico.



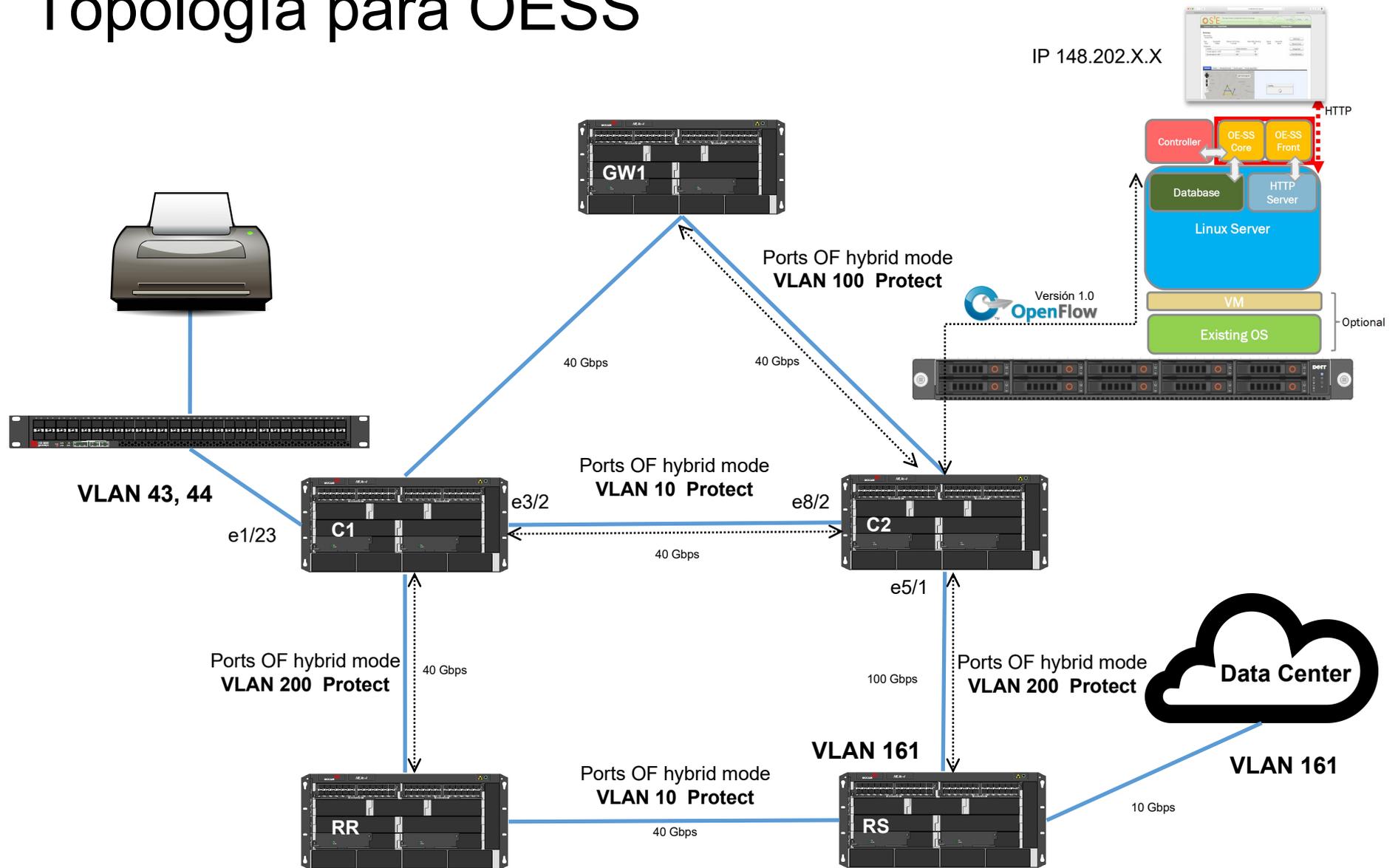
# OESS (NOX): OPEN EXCHANGE SOFTWARE SUITE

- Es una plataforma de software creada por investigadores de la Universidad de Indiana en Estados Unidos.
- Permite la configuración y control dinámico de redes virtuales (VLANs) en capa 2 a través de redes con soporte OpenFlow.
- Entre sus principales características:
  - Provee un circuito virtual de rápida configuración entre VLANs
  - Cambio automático de circuito en caso de errores (Failover)
  - Brinda permisos específicos provistos por interfaces
  - Muestra estadísticas automáticas representadas por VLAN
  - Una amigable interfaz gráfica de usuario y APIs para los diferentes servicios web
  - Descubrimiento automático de topologías y switches.

Fuente: <https://globalnoc.iu.edu/sdn/oess.html>

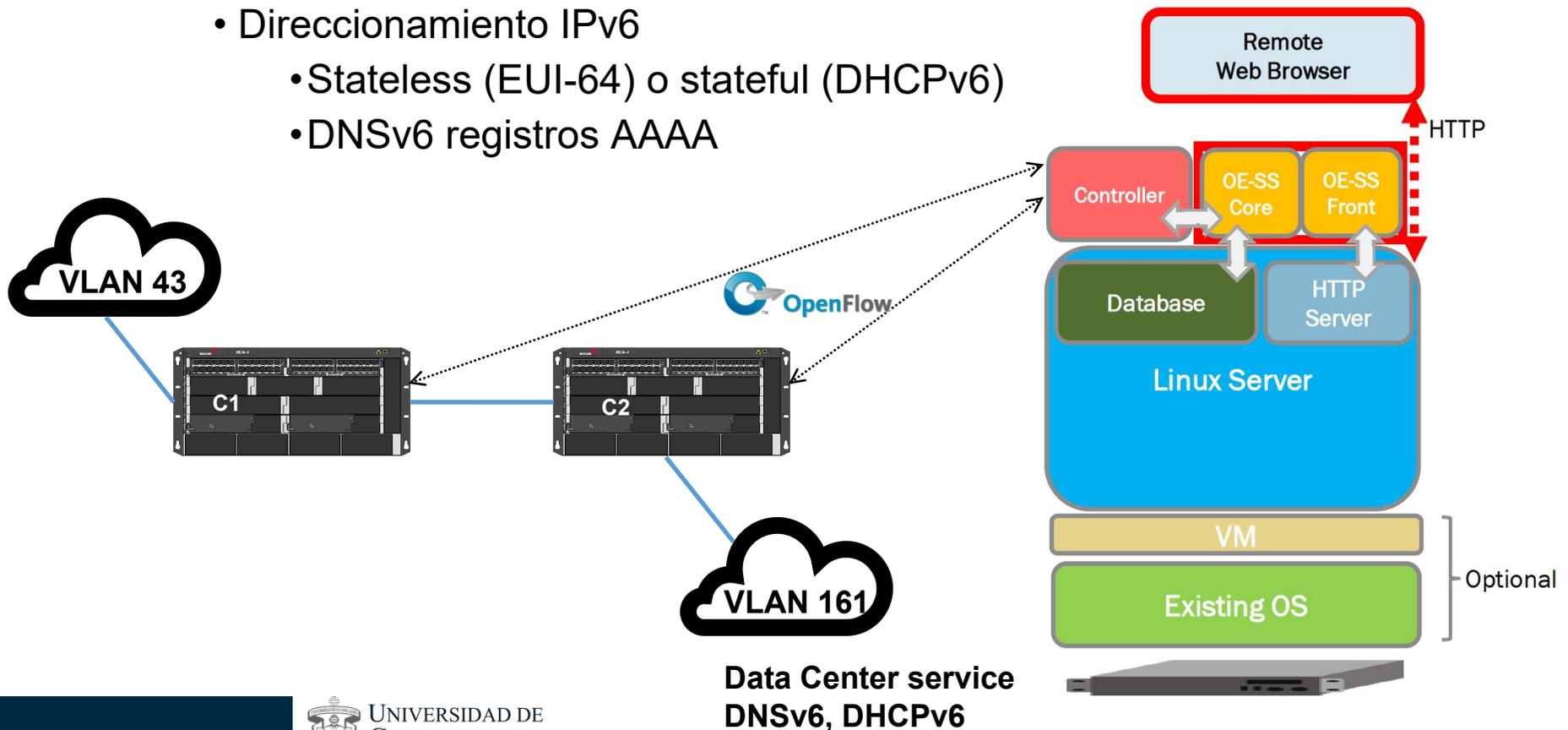


# Topología para OESS



## CASO DE USO SDN DE LA MANO CON EL PROTOCOLO IPv6 en la Universidad de Guadalajara

- NOC de la UDG (a partir de 2014) aprovisiona dinámicamente circuitos de capa 2 (VLAN) en switch-routers:
  - Herramienta Open Exchange Software Suite (OESS).
  - Openflow 1.0.
  - Direccionamiento IPv6
    - Stateless (EUI-64) o stateful (DHCPv6)
    - DNSv6 registros AAAA



Fuente: Brocade Communications Systems, Inc.

# CASO DE U en la Univers

```
olmos — ssh 148.202.210.211 — 83x39
Flow ID: 60 Priority: 500 Status: Active
Rule:
  In Port: e5/1
  In Vlan: Tagged[161]
  Idle Timeout: 0 secs
  Hard Timeout: 0 secs
Instructions: Apply-Actions
  Action: FORWARD
  Out Port: e8/2, Vlan: id: 45
Statistics:
  Total Pkts: 9068890
  Total Bytes: 10010287997
Timing Info:
  Time Elapsed(Since Flow Added): 10641 secs
  Time Elapsed(Since Last Packet Hit): 19010 secs

Flow ID: 71 Priority: 500 Status: Active
Rule:
  In Port: e8/2
  In Vlan: Tagged[45]
  Idle Timeout: 0 secs
  Hard Timeout: 0 secs
Instructions: Apply-Actions
  Action: FORWARD
  Out Port: e5/1, Vlan: id: 161
Statistics:
  Total Pkts: 5192990
  Total Bytes: 3772593963
Timing Info:
  Time Elapsed(Since Flow Added): 10640 secs
  Time Elapsed(Since Last Packet Hit): 19034 secs

SSH@C2#
```



```
DNSv6 ipv6 enable
2001:12 ipv6 nd managed-config-flag
2001:12 ipv6 nd other-config-flag
2001:12 ipv6 nd prefix-advertisement 2001:1210:105:50c:dad0::/112 2592000 604800 onlink
ipv6 nd router-preference high
ipv6 dhcp-relay destination 2001:1210:105:1::a6
```

**Summary**

Description  
CUDI SD

Type: Local    Bandwidth: 0 Mbps    Restore To Primary: 2 minutes    Static MAC Routing: Off    Status: active    Owned By: admin

Edit Circuit

Remove Circuit

Change Path

Force Reprovision

Endpoints

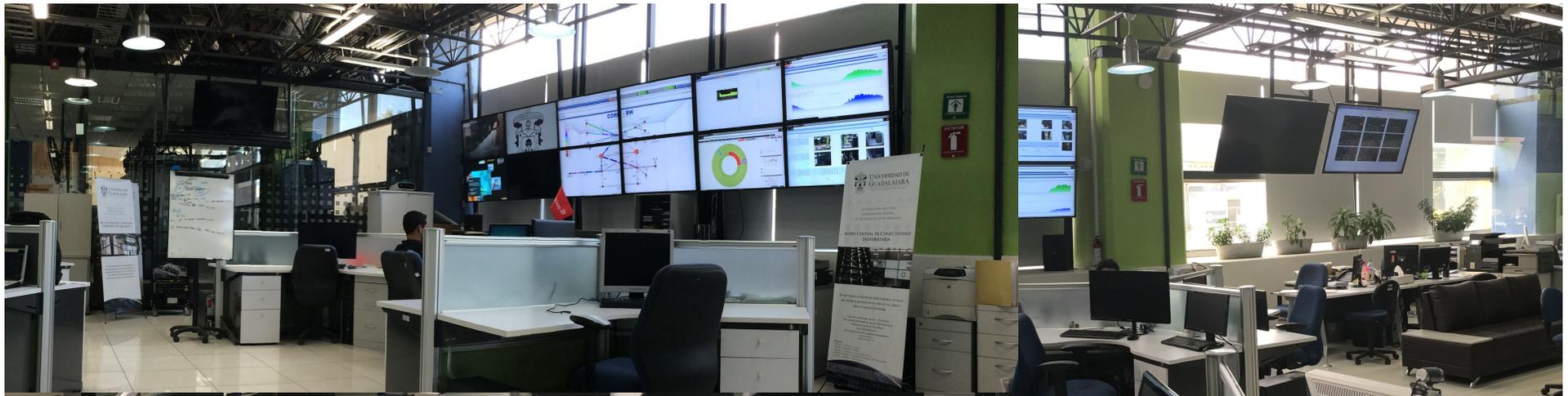
Interface	Interface Description	VLAN
C1- e1/23	e1/23	43
C2 - e5/1	e5/1	161

10gbe-c2--c1-100

Loading...

Past 10 Minutes





# Otros enfoques de SDN e IPv6 en la Universidad de Guadalajara



# SDN & NFV - IPv6

Representaciones lógicas de:

Funciones de capa 2: **vSwitches**

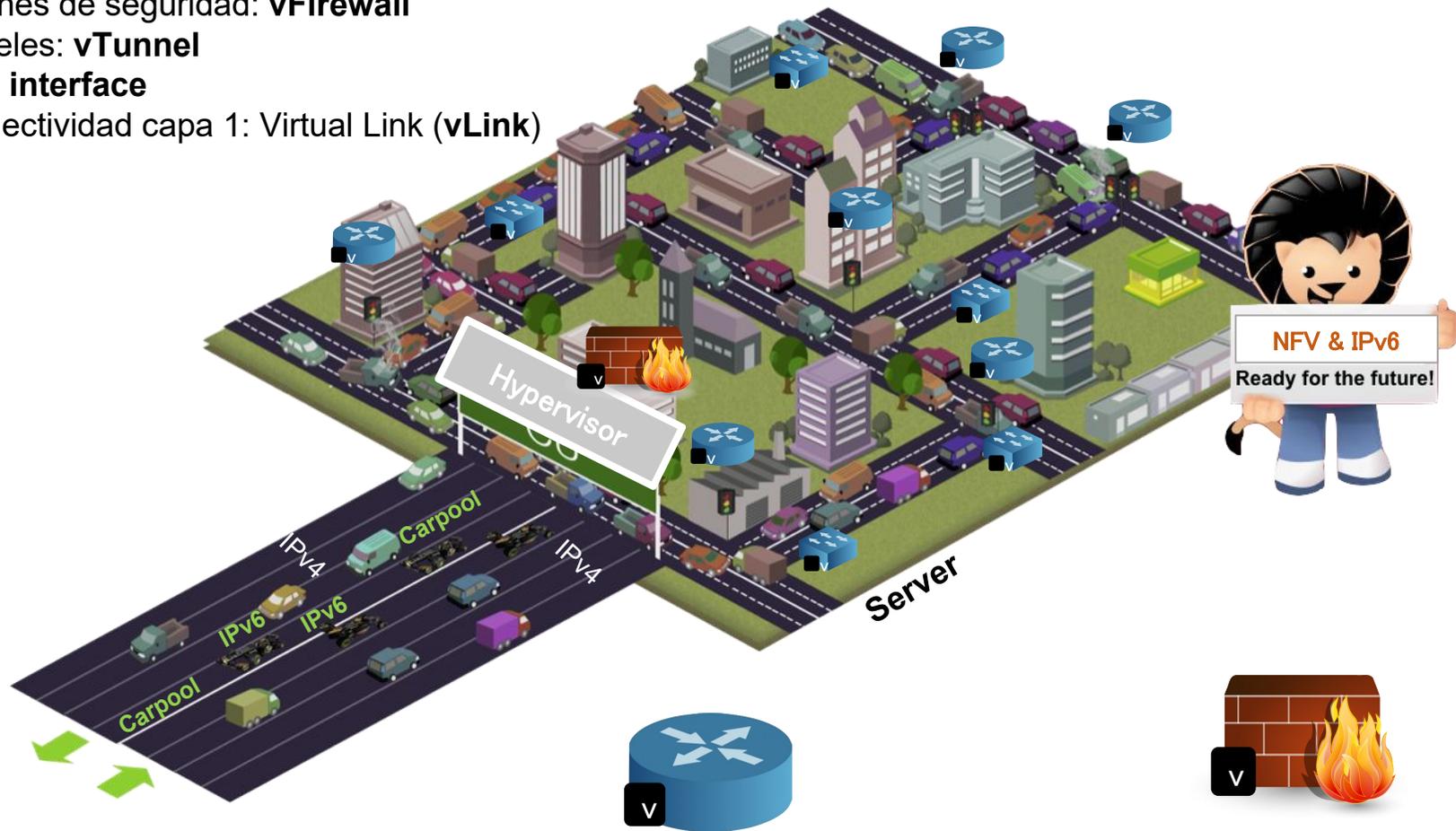
Funciones de capa 3: **vRouter**

Funciones de seguridad: **vFirewall**

De túneles: **vTunnel**

**Virtual interface**

De conectividad capa 1: Virtual Link (**vLink**)



# Desarrollo de aplicación SDN - Optimización de Tráfico

• Aplicación abierta que optimiza del tráfico de red a través del monitoreo proactivo y el establecimiento de políticas de flujo para mejorar la utilización de recursos, mitigar ataques de red y reducir la congestión de la red de forma automatizada.

• Escrita en Python.

• Componentes de sistema:

• Colector

sFlow

• Base de datos

MySQL

• Controladora

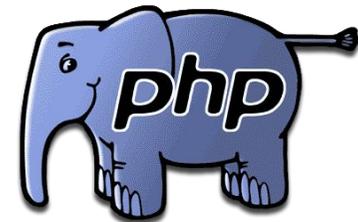
OPEN DAYLIGHT

• Protocolo

OpenFlow

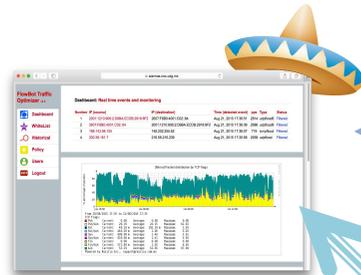


Interfaz Web:



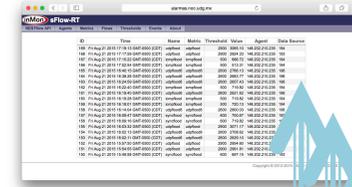
RRDtool  
logging & graphing

APPS

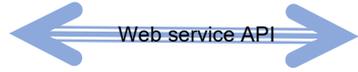


FlowBot Traffic Controller

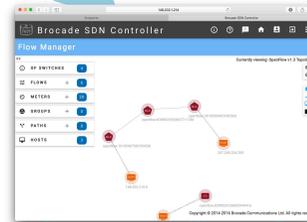
sFlow-RT sFlow collector



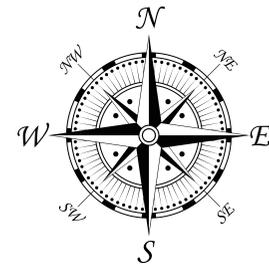
(Northbound)



OpenDayLight Lithium based OpenFlow controller



Net Operating System



(Southbound)

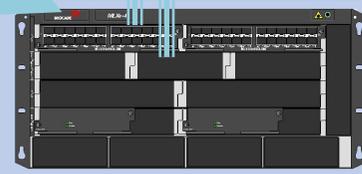
Forwarding Device



IPv6/IPv4



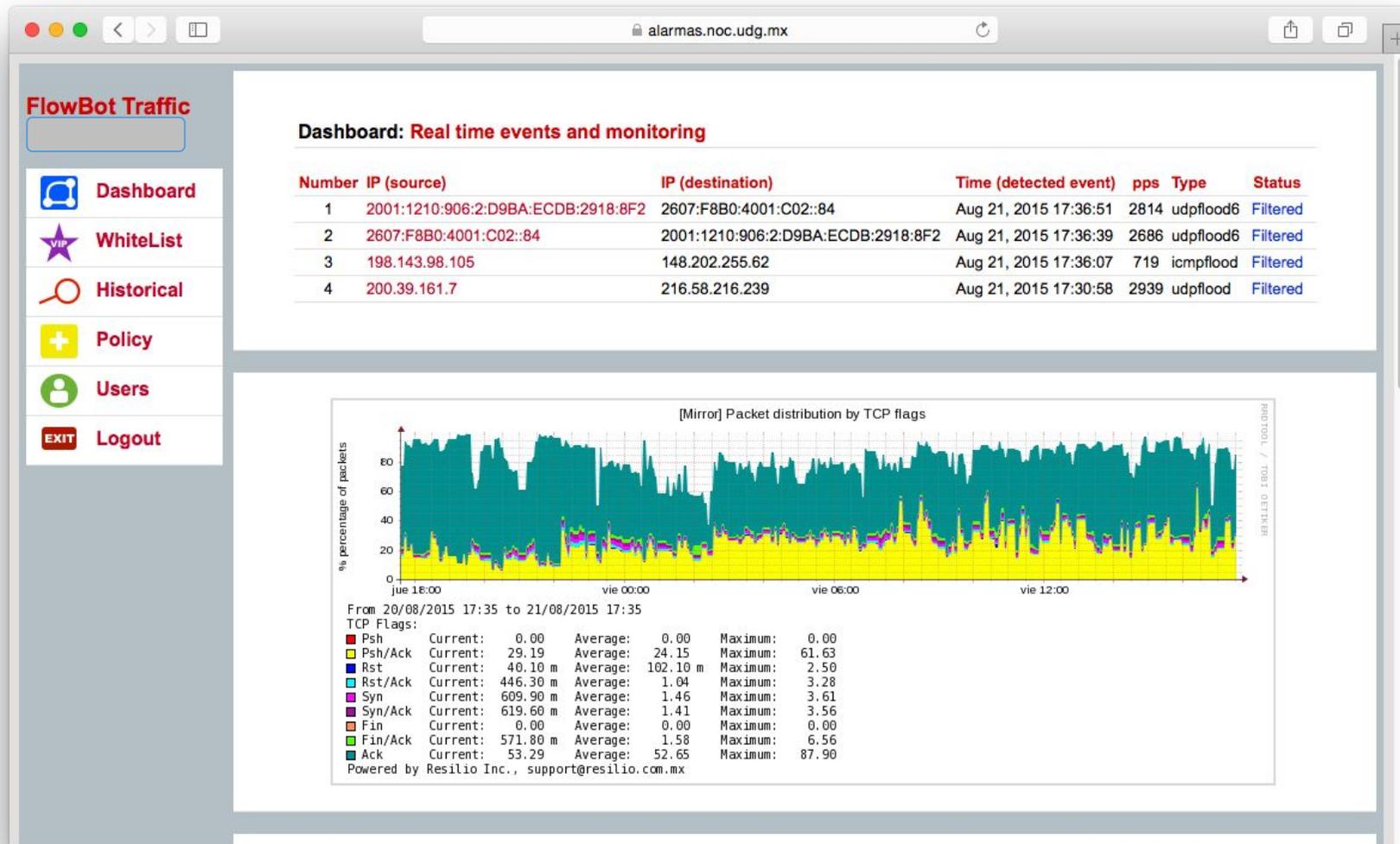
Router/switch OpenFlow



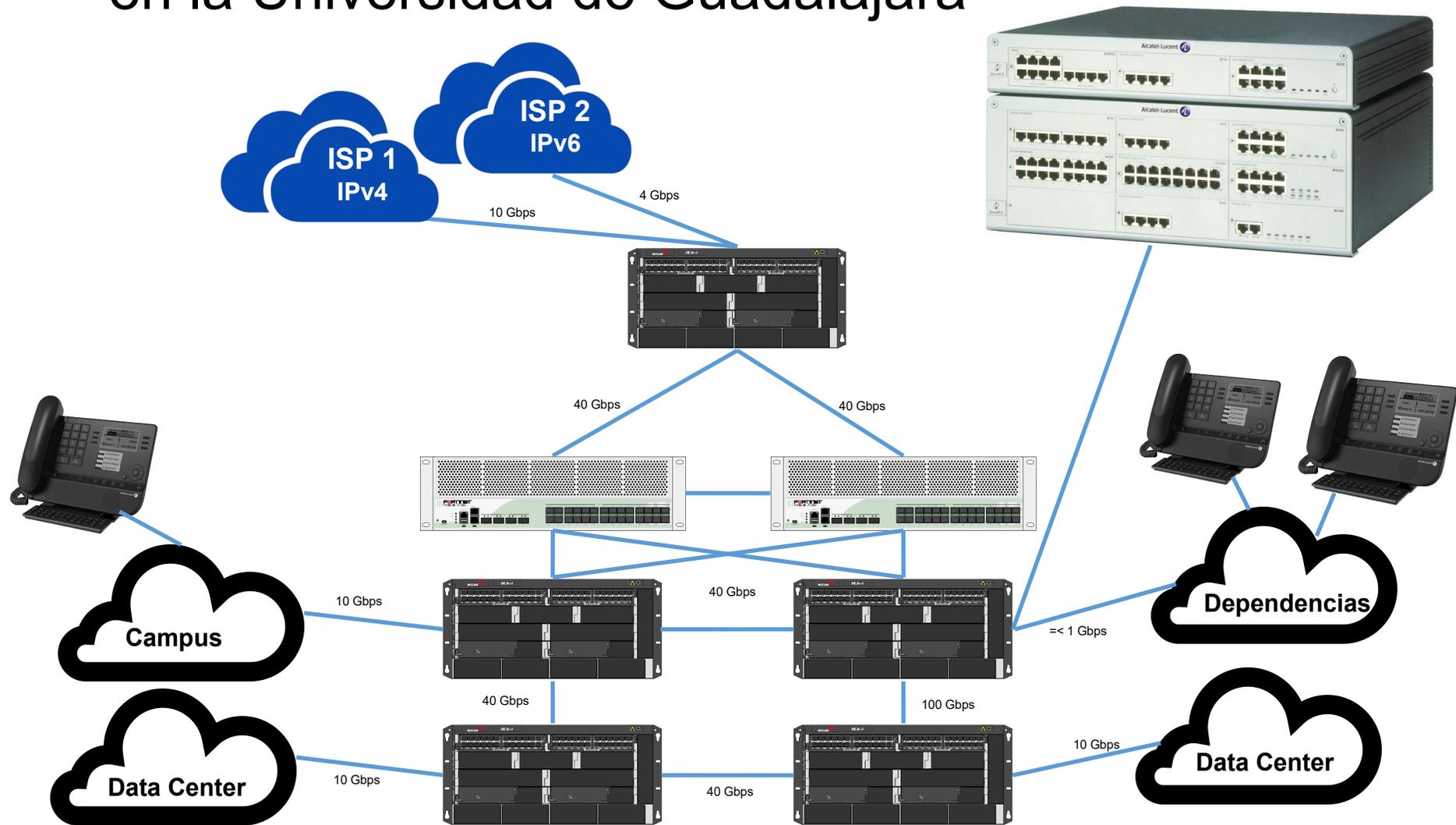
# Características de la Aplicación SDN

- Monitoreo y detección de patrones de comportamiento en la red (congestión, abusos, DoS, etc.).
  - A través de ports mirror, sflow, syslog, etc.
- Soporte de los protocolos IPv6 e IPv4.
- Registro de lista de blanca de direcciones IP (VIP).
- Acciones:
  - Redireccionamiento de tráfico.
  - Bloqueo de tráfico.
  - Calidad de servicio (administración de ancho de banda).
  - Balanceo de cargas de tráfico.
- Tiempos de aplicación de acciones.

# Dashboard de la Aplicación SDN



# CASO VoIPv6 en la Universidad de Guadalajara



**“La mejor forma de predecir el futuro es implementarlo.”**

David Heinemeier Hansson



# Gracias

Mtro. Jaime Olmos de la Cruz

@olmosv6

jaime@noc.udg.mx

<http://www.ipv6.udg.mx>

Coordinación General de Tecnologías de  
Información de la Universidad de Guadalajara