



**CUDI 2016**  
REUNIÓN DE PRIMAVERA  
MÉRIDA, YUCATÁN  
25 AL 27 DE MAYO



**UNIVERSIDAD DE  
GUADALAJARA**  
Administración General

# Despliegue de las tecnologías SDN de la mano con el protocolo IPv6

Caso de uso en la Universidad de Guadalajara 2016

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

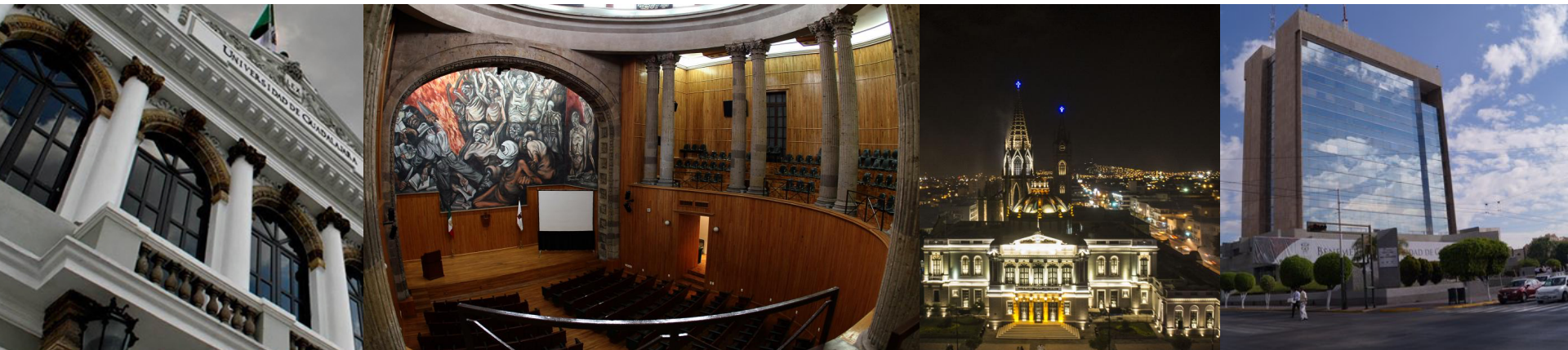
David Heinemeier Hansson





# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Red Universitaria e Institución Benemérita de Jalisco



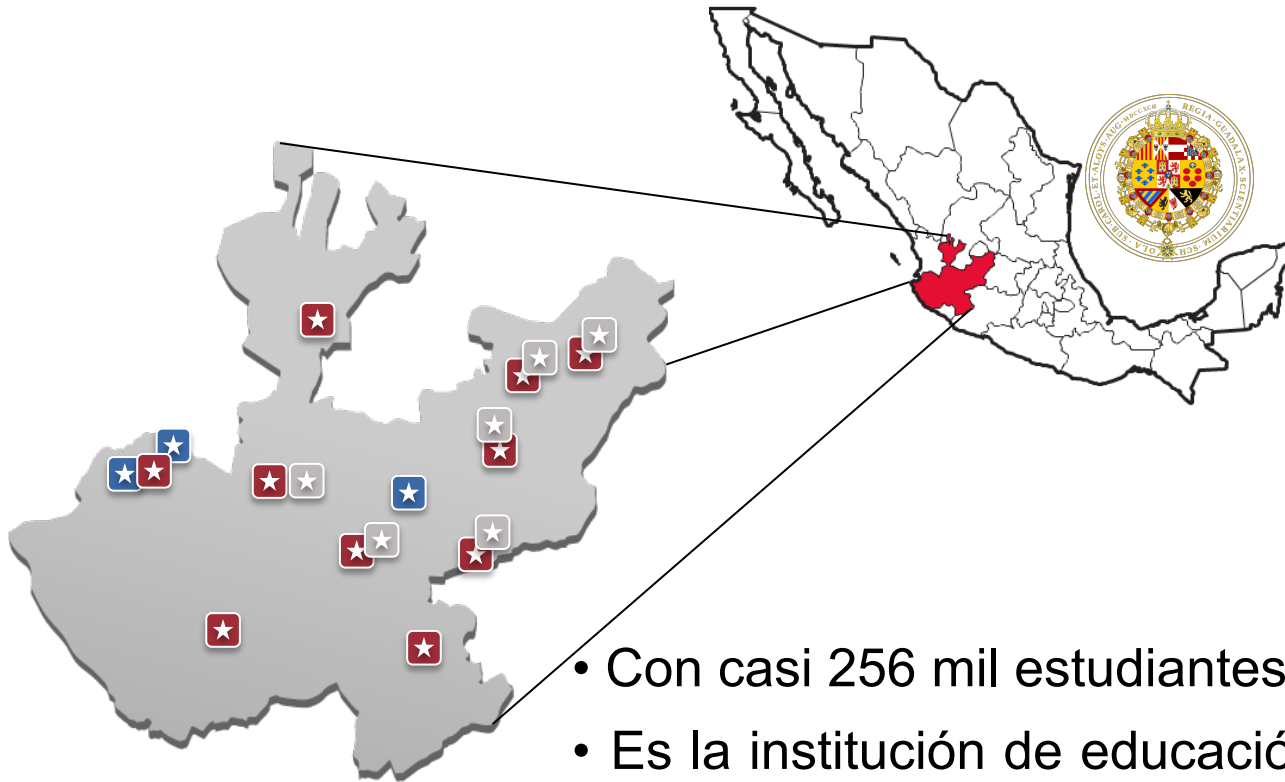
La Universidad de Guadalajara, con una tradición histórica de más de 2 siglos, es la Red Universitaria de Jalisco.





# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

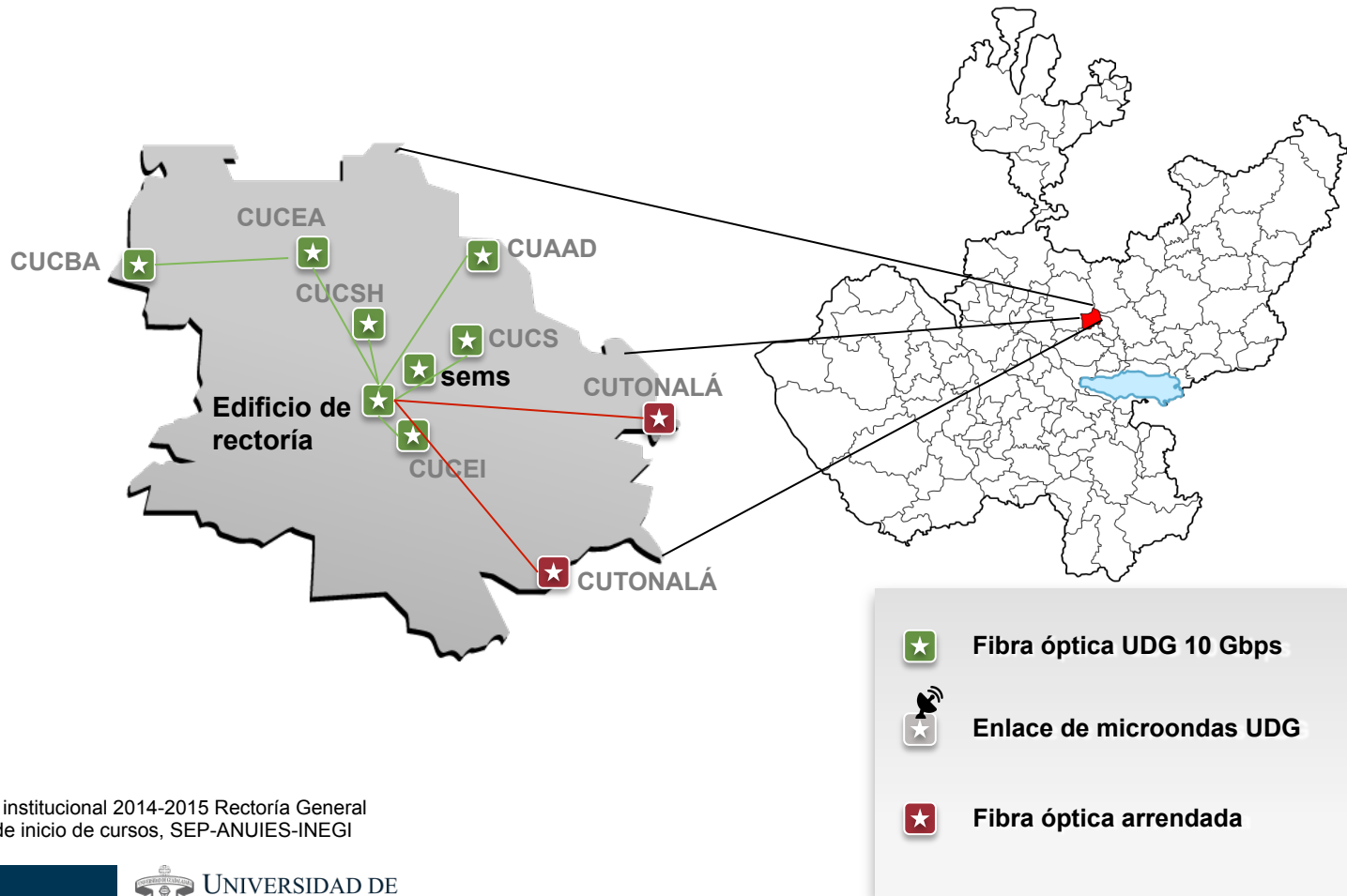
Red Universitaria e Institución Benemérita de Jalisco



- 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

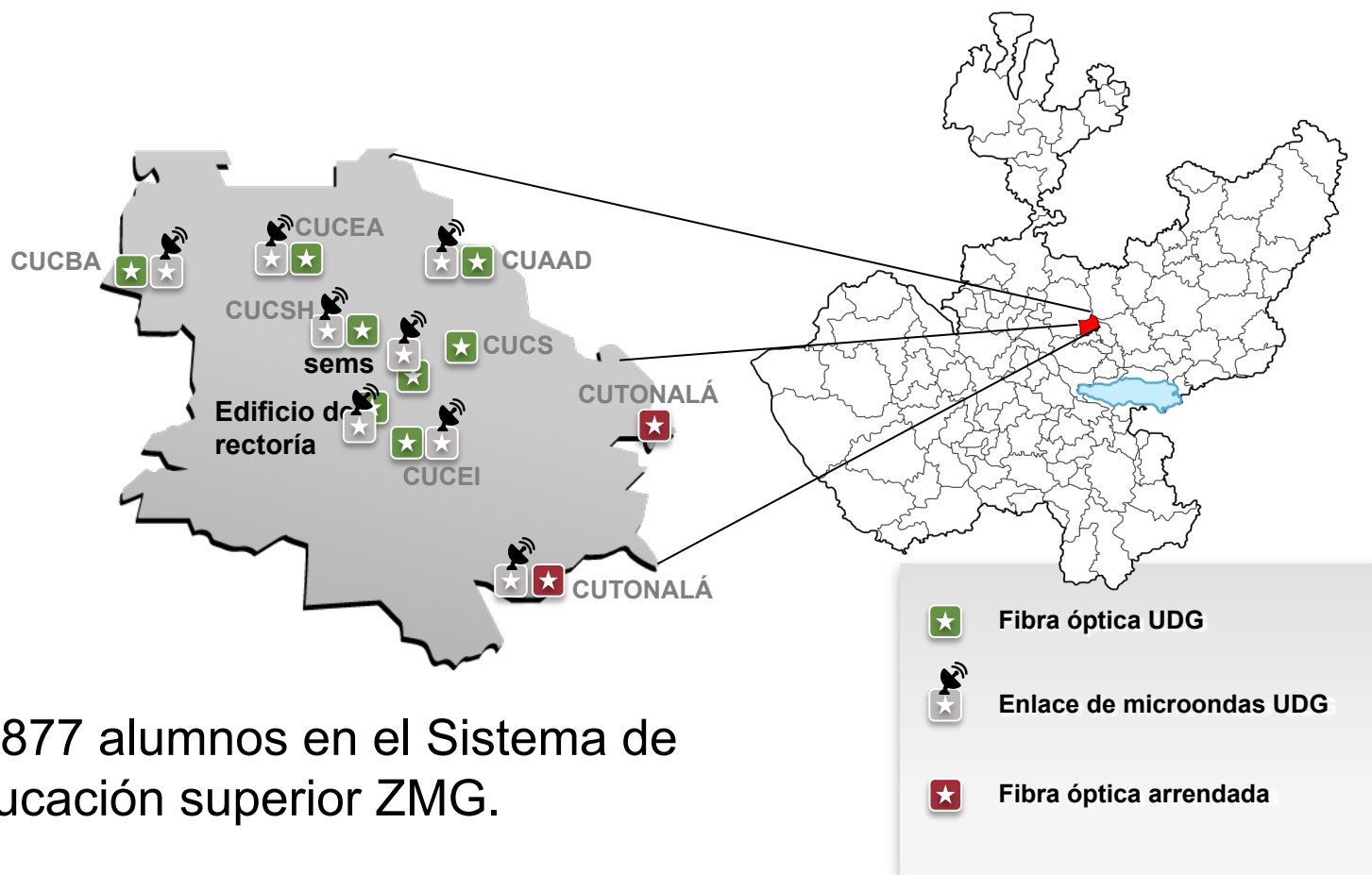
Su Sistema de Educación Superior tiene presencia en todas las regiones del estado de Jalisco, una de ellas es través de 6 centros universitarios temáticos en la zona metropolitana de Guadalajara (ZMG). Además de un Sistema de Universidad Virtual.



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

# Red Universitaria Metropolitana Centros universitarios

6 centros universitarios temáticos y el Sistema de Universidad Virtual.

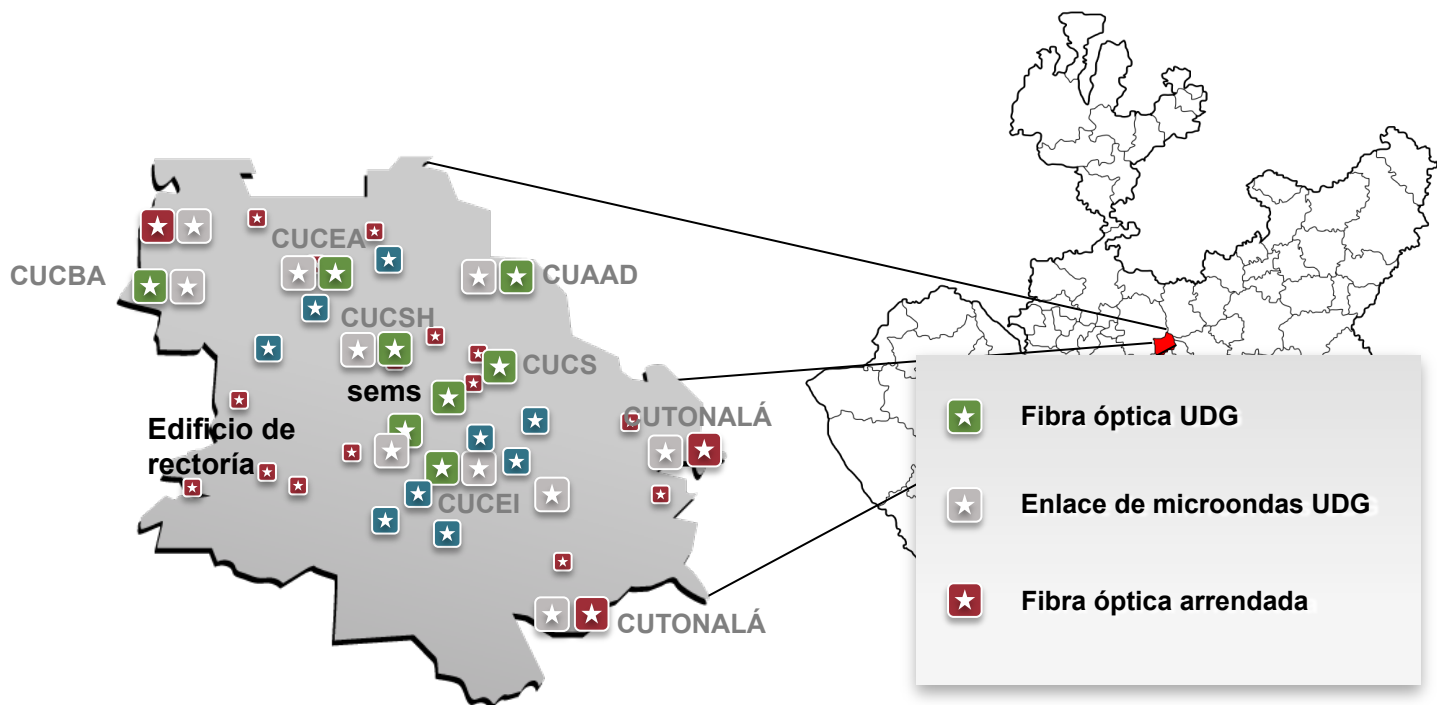


73,877 alumnos en el Sistema de Educación superior ZMG.



# Red Universitaria Metropolitana Centros universitarios y SEMS

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

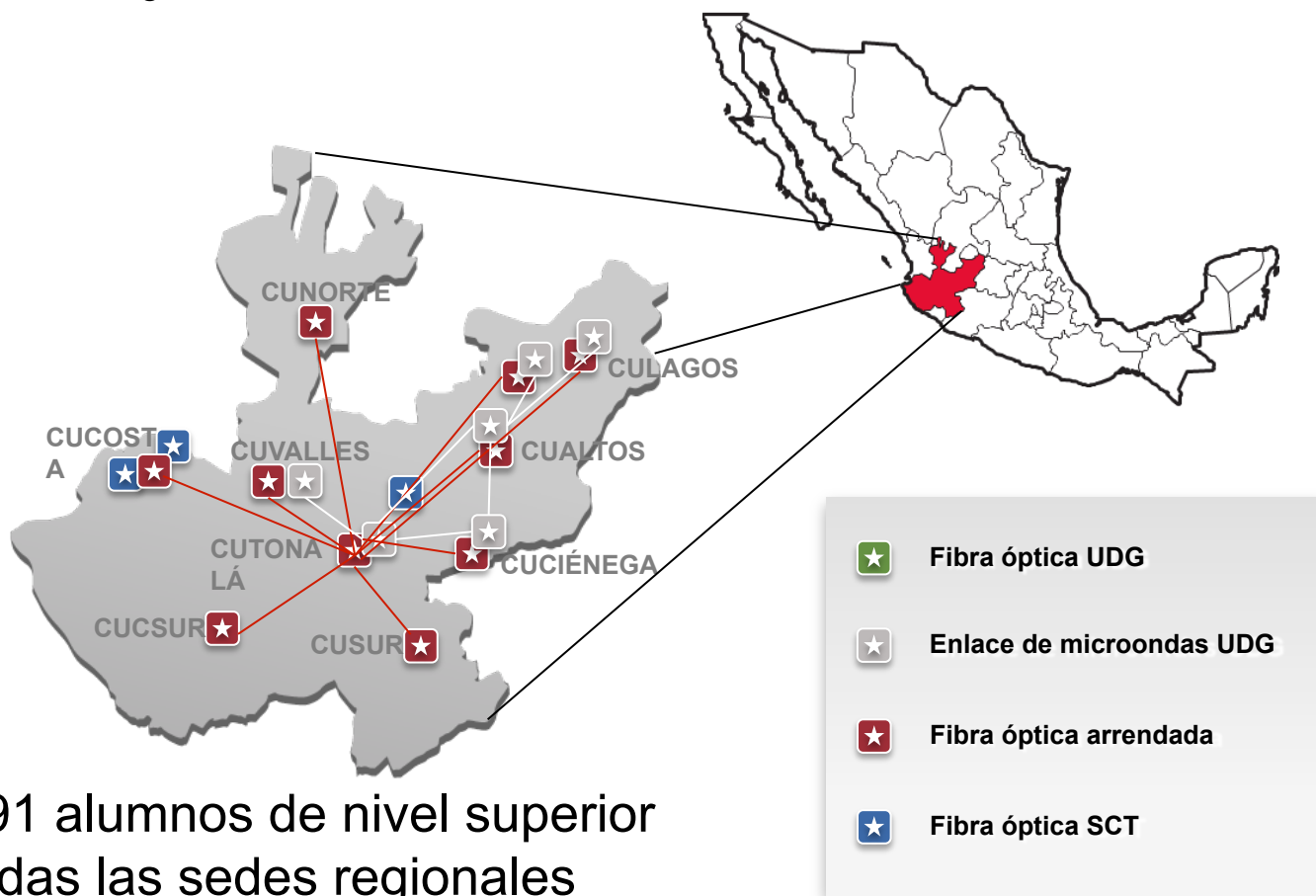


139,520 alumnos de bachillerato  
en toda la red universitaria

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

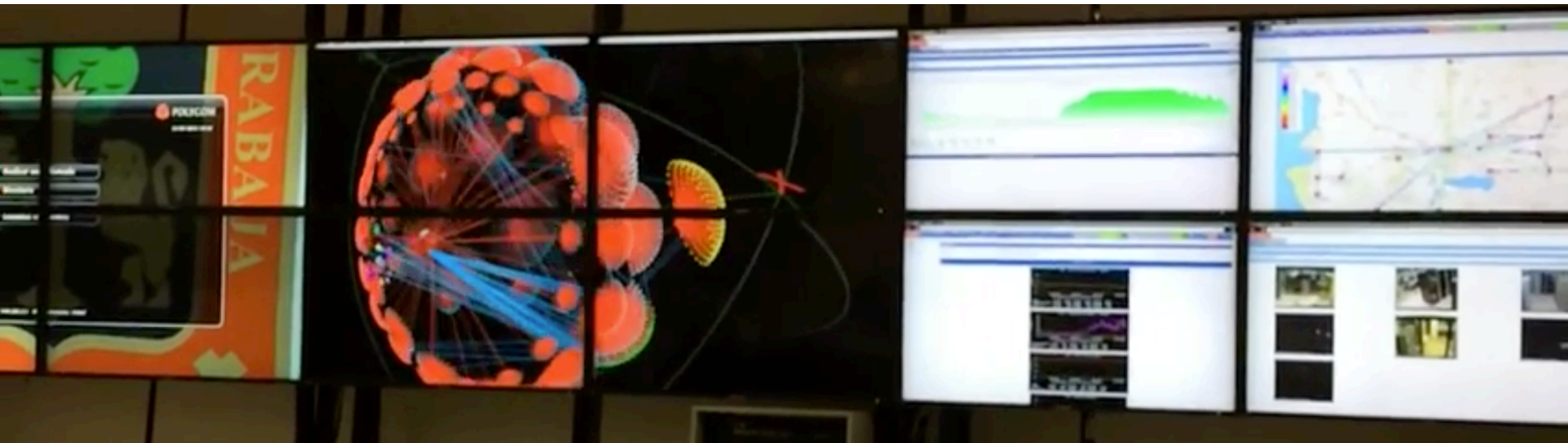
# Red Universitaria Regional Centros universitarios y sems

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



# IPv6 / IPv4 en la Universidad de Guadalajara




































255,944  
estudiantes  
en 2015

Matrícula



Representa 3 veces + estudiantes  
que direcciones IPv4



140,594,236 Packets / 128.05 GB	5	 <a href="#">cuaad_2001:1210:506::/48</a>	82,141,242 Packets / 78.40 GB	20	 <a href="#">prepa8_2001:1210:118e::/48</a>
302,269,416 Packets / 282.43 GB	6	 <a href="#">cucba_2001:1210:508::/48</a>	509,064,331 Packets / 495.19 GB	21	 <a href="#">prepa10_2001:1210:1192::/48</a>
1,031,558,049 Packets / 925.29 GB	7	 <a href="#">cucea_2001:1210:502::/48</a>	53,377,890 Packets / 48.98 GB	22	 <a href="#">prepa11_2001:1210:1194::/48</a>
674,169,557 Packets / 664.46 GB	8	 <a href="#">cucei_2001:1210:500::/48</a>	24,137,940 Packets / 21.96 GB	23	 <a href="#">prepa12_2001:1210:1196::/48</a>
424,193,102 Packets / 392.15 GB	9	 <a href="#">cucs_2001:1210:504::/48</a>	54,254,492 Packets / 49.45 GB	24	 <a href="#">prepa14_2001:1210:119a::/48</a>
431,059,254 Packets / 423.39 GB	10	 <a href="#">cucsh_2001:1210:50a::/48</a>	251,647,546 Packets / 228.66 GB	25	 <a href="#">prepa19_2001:1210:11a4::/48</a>
116,663,930 Packets / 102.82 GB	11	 <a href="#">suv_2001:1210:510::/48</a>	68,406,203 Packets / 66.30 GB	26	 <a href="#">politecnico_2001:1210:11aa::/48</a>
252,468,112 Packets / 225.97 GB	12	 <a href="#">sems_2001:1210:50c::/48</a>	112,396,593 Packets / 105.33 GB	27	 <a href="#">vocacional_2001:1210:11ac::/48</a>
250,349,818 Packets / 266.17 GB	13	 <a href="#">prepa-jal_2001:1210:1180::/48</a>	173,642,671 Packets / 147.03 GB	28	 <a href="#">cualtos_2001:1210:900::/48</a>
133,704,162 Packets / 119.32 GB	14	 <a href="#">prepa2_2001:1210:1182::/48</a>	228,954,814 Packets / 192.66 GB	29	 <a href="#">cuci_2001:1210:902::/48</a>
27,998,608 Packets / 25.33 GB	15	 <a href="#">prepa3_2001:1210:1184::/48</a>	1,102,291,660 Packets / 956.06 GB	30	 <a href="#">cucosta_2001:1210:906::/48</a>
30,103,528 Packets / 26.90 GB	16	 <a href="#">prepa4_2001:1210:1186::/48</a>	289,666,202 Packets / 248.75 GB	31	 <a href="#">cucsur_2001:1210:904::/48</a>
115,702,714 Packets / 102.64 GB	17	 <a href="#">prepa5_2001:1210:1188::/48</a>			 <a href="#">culagos_2001:1210:908::/52</a>
154,319,567 Packets / 138.84 GB	18		19,476,185 Packets / 16.82 GB	35	 <a href="#">cusur_2001:1210:90c::/48</a>
143,683,859 Packets / 138.09 GB	19		207,376,578 Packets / 168.91 GB	36	 <a href="#">cuvalles_2001:1210:90e::/48</a>
			1,079,525,358 Packets / 976.70 GB	37	 <a href="#">eca_2001:1210:100::/48</a>
			6,827,379 Packets / 7.36 GB	38	 <a href="#">site-s_2001:1210:105::/48</a>
			13,019,867 Packets / 14.92 GB	39	 <a href="#">site-s_2001:1210:248::/48</a>
			57,687 Packets / 55.19 MB	40	 <a href="#">site-r_2001:1210:106::/48</a>
			210,255 Packets / 23.09 MB	41	 <a href="#">riai_2001:1210:d00::/48</a>
			1,288 Packets / 308.13 KB	42	 <a href="#">axtel_2806:3:101::/48</a>
			0 Packets / 0 B	43	 <a href="#">UDG_2001:1210::/32</a>

0% 0

25%

Referencia metodológica: <http://www.internetsociety.org/deploy360/resources/ipv6-address-planning-guidelines-for-ipv6-address-allocation/>

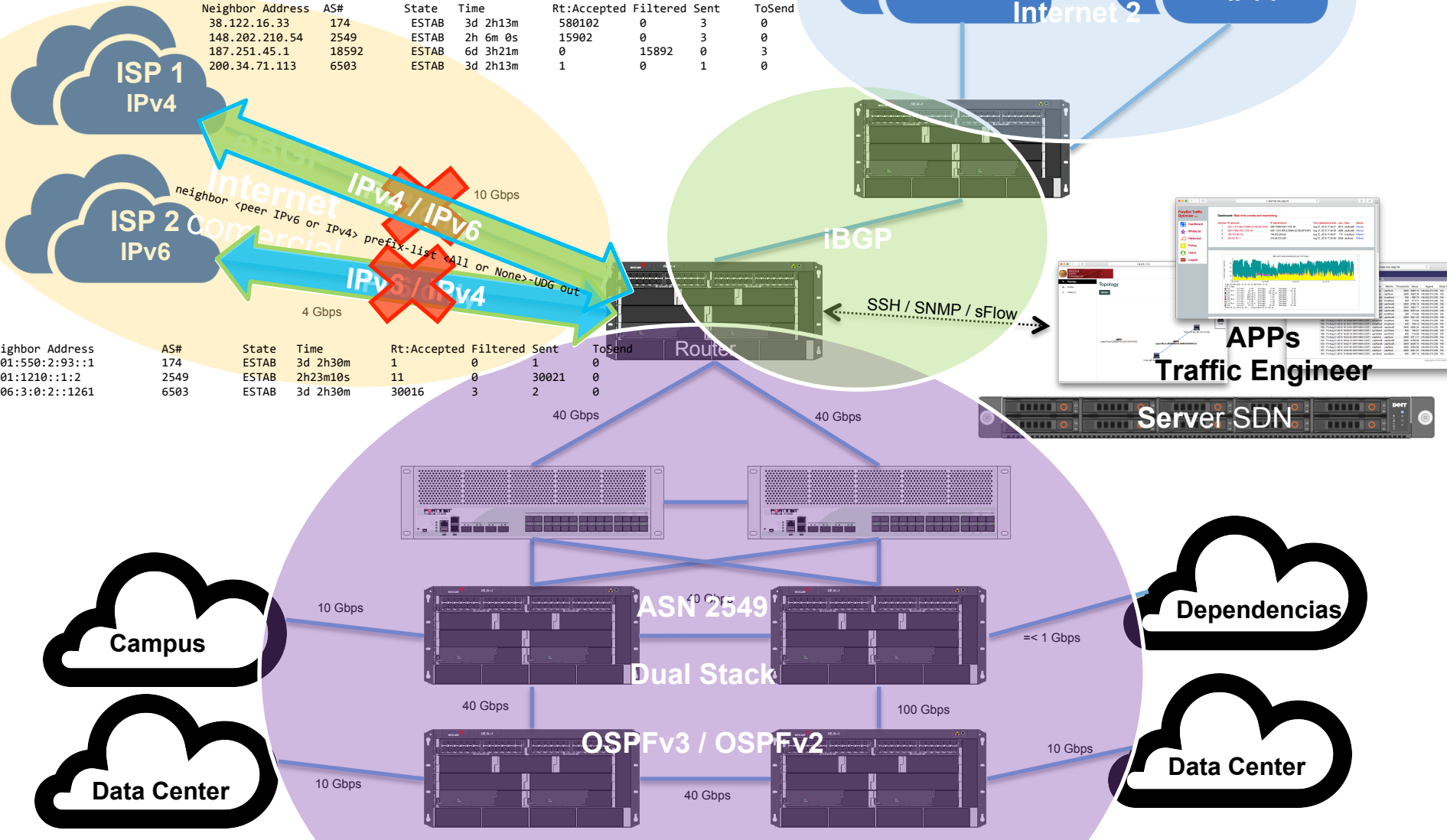
# Adopción IPv6 en la Red Universitaria



- ★ IPv6/IPv4 dual-stack
- ★ IPv4 only

# Dual-Stack

Neighbor Address	AS#	State	Time	Rt:Accepted	Filtered	Sent	ToSend
38.122.16.33	174	ESTAB	3d 2h13m	580102	0	3	0
148.202.210.54	2549	ESTAB	2h 6m 0s	15902	0	3	0
187.251.45.1	18592	ESTAB	6d 3h21m	0	15892	0	3
200.34.71.113	6503	ESTAB	3d 2h13m	1	0	1	0



Internet 2  
 neighbor <peer IPv6 or IPv4> prefix-list <All or None>-UDG-out

Neighbor Address	AS#	State	Time	Rt:Accepted	Filtered	Sent	ToSend
2001:550:2:93::1	174	ESTAB	3d 2h30m	1	0	1	0
2001:1210::1:2	2549	ESTAB	2h23m10s	11	0	30021	0
2806:3:0:2::1261	6503	ESTAB	3d 2h30m	30016	3	2	0

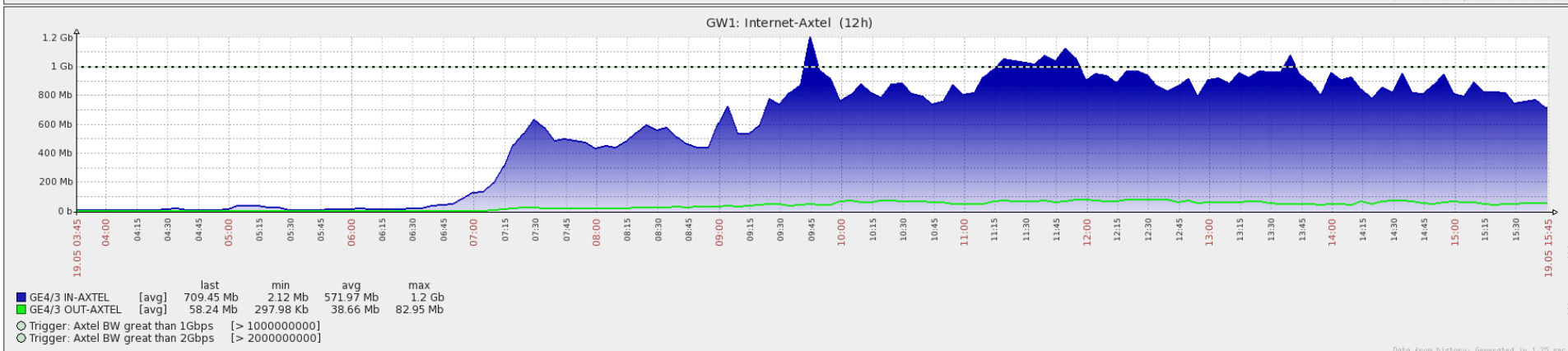
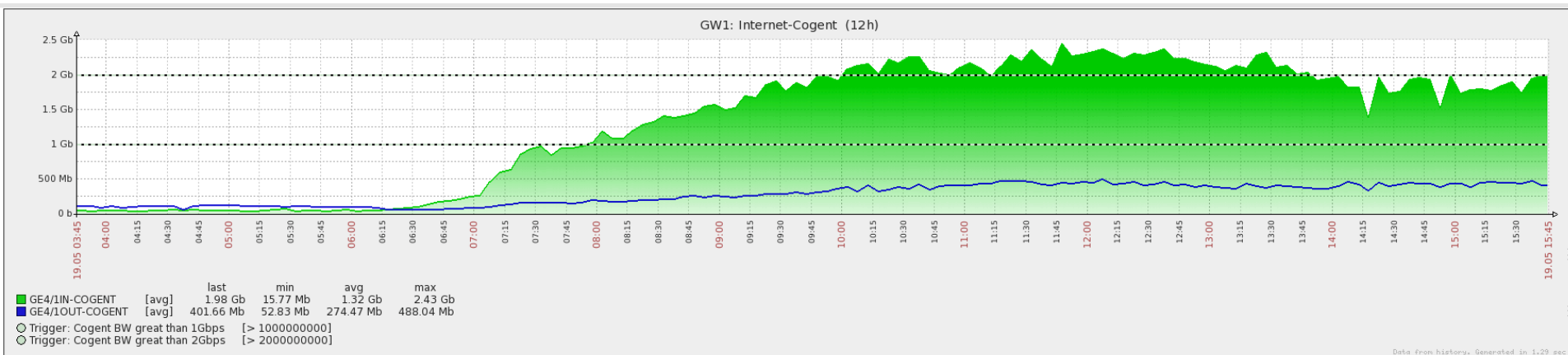
Campus

Data Center

Dependencias

Data Center

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

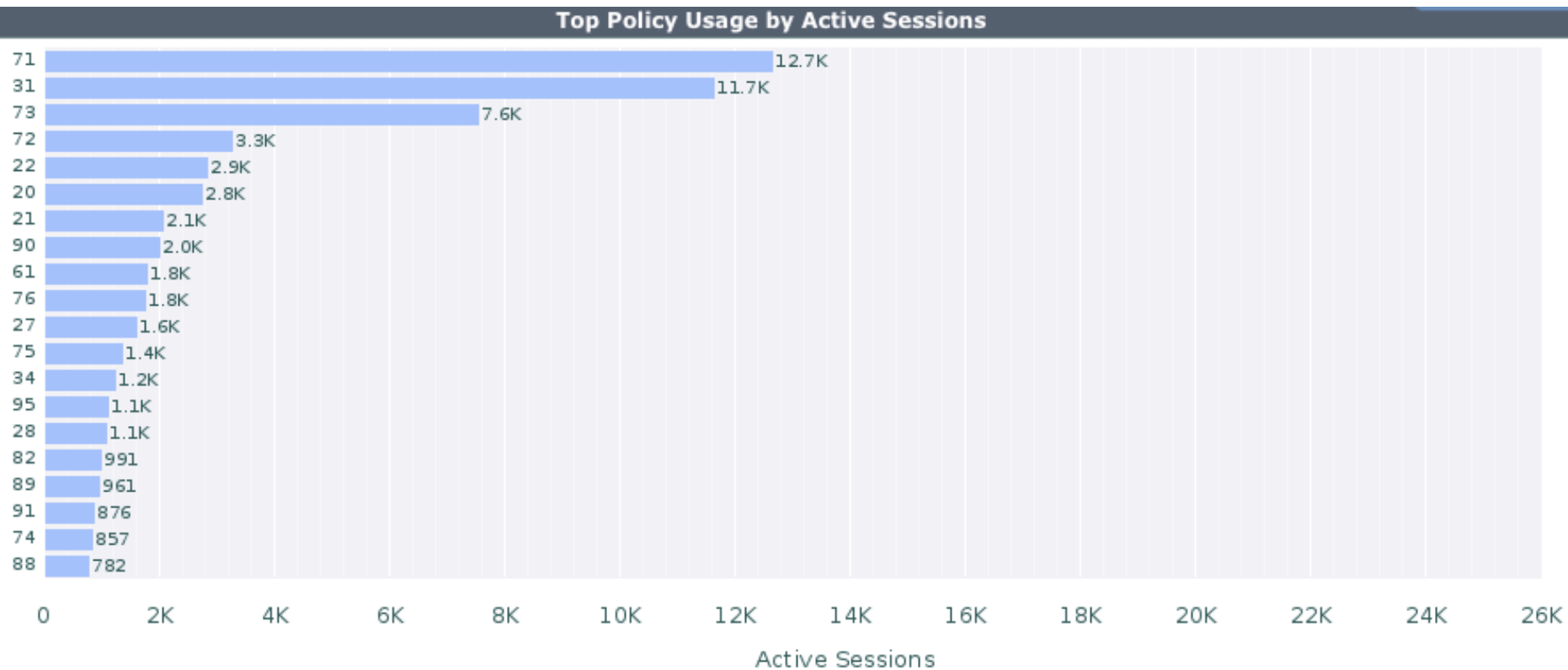


- 1er. - **976.70 GB** Administración Central – Rectoría General
- 2do. - **956.06 GB** Centro Universitario de la Costa – Puerto Vallarta
- 3er. - **925.29 GB** Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas
- 4to. - **664.46 GB** Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías
- 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 - Sesiones por segundo en IPv6

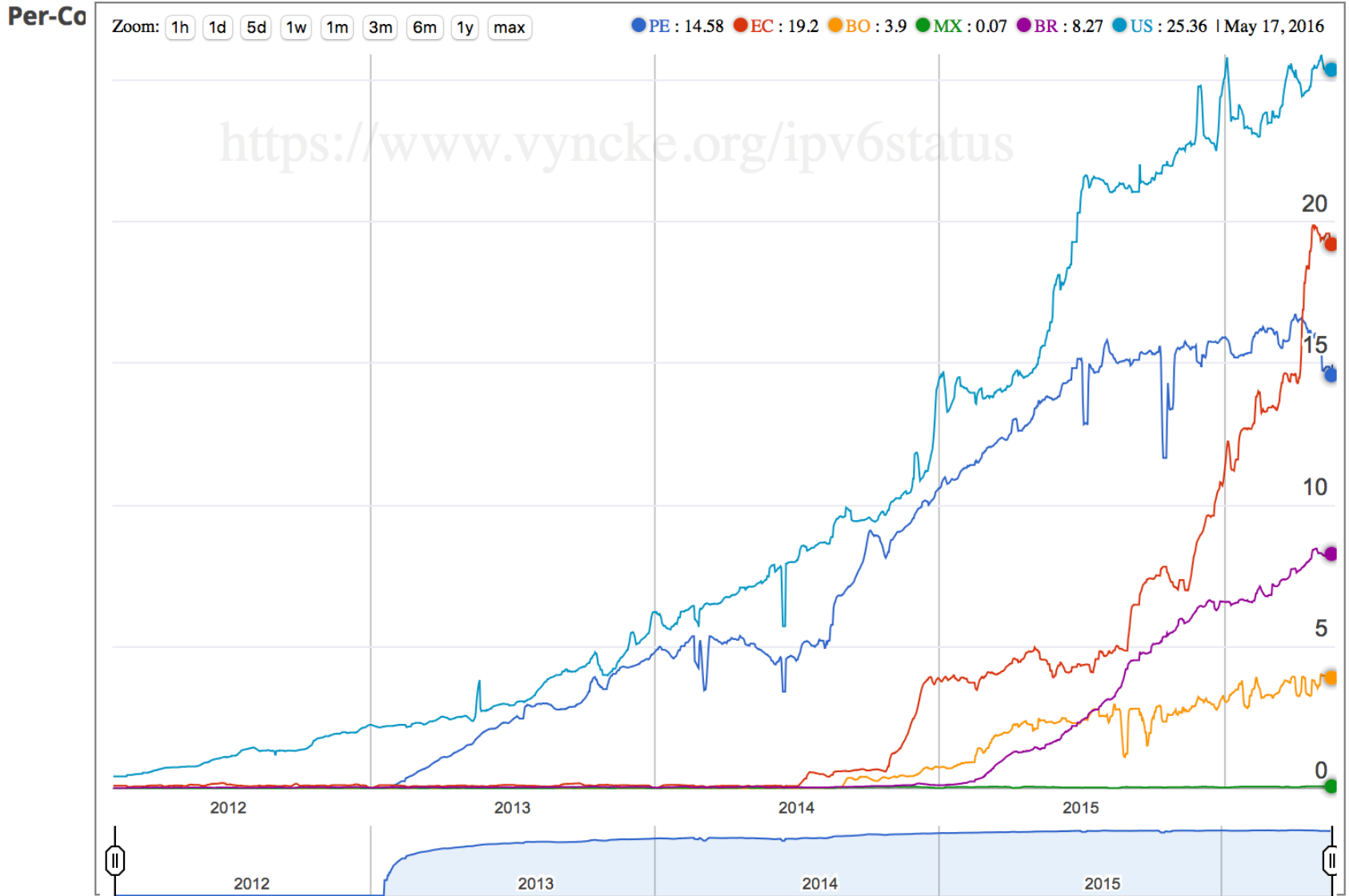


- 1er. - 71 - Administración Central – Rectoría General
- 2do. - 31 - Centro Universitario de la Costa – Puerto Vallarta
- 3er. - 73 - Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas
- 4to. - 72 - Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías

...

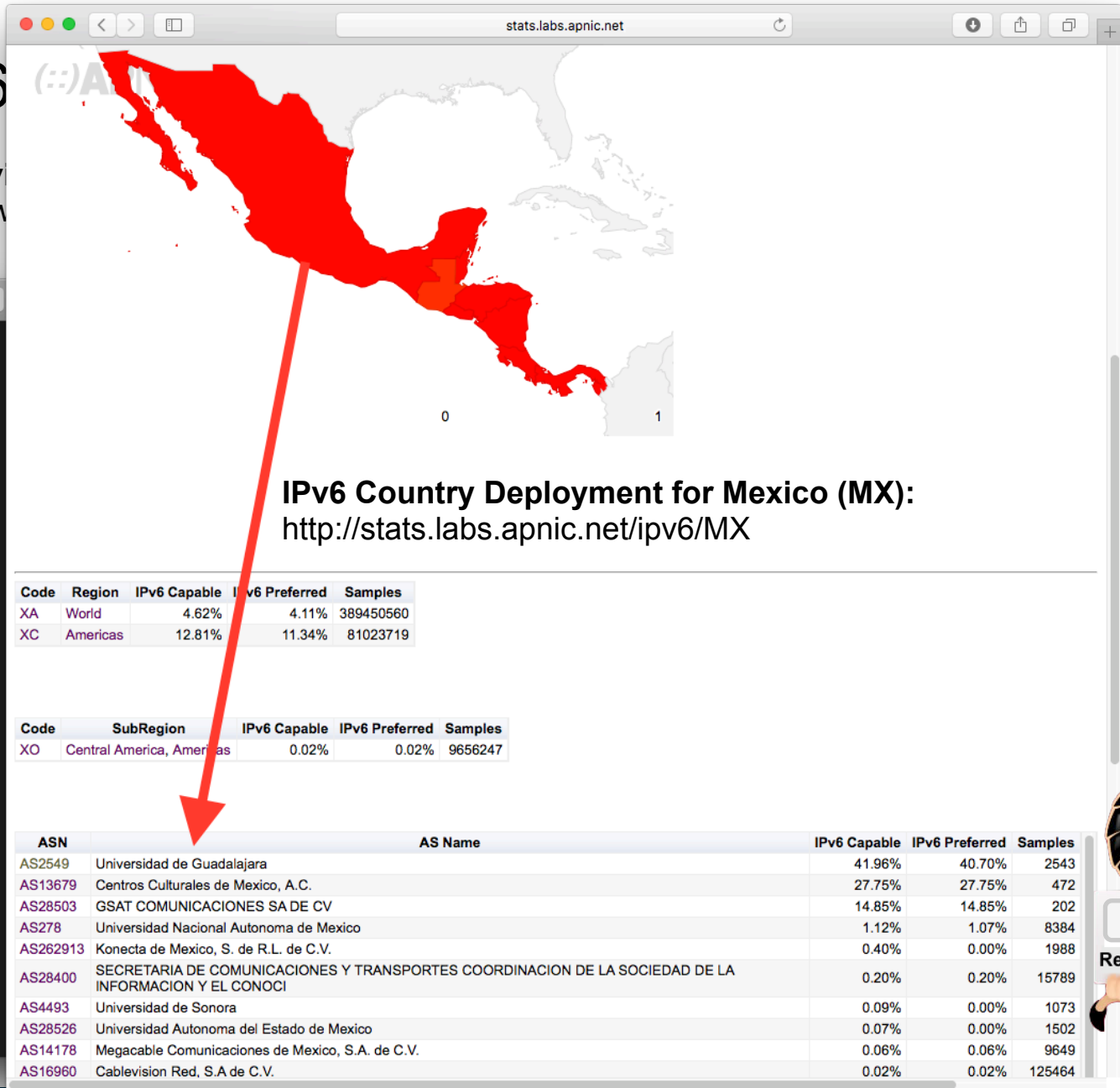
# Comparativa de navegadores web habilitado para IPv6 (por cortesía de Google) en algunos países

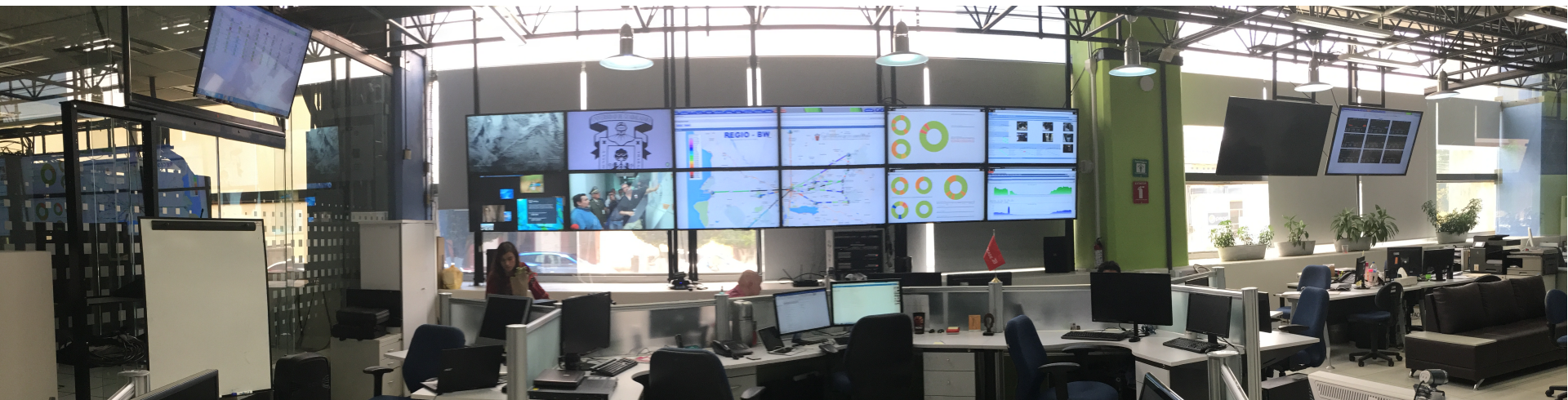
La comparación de anuncios de prefijos IPv6 en algunos países



# IPv6

Trends v  
<https://www>



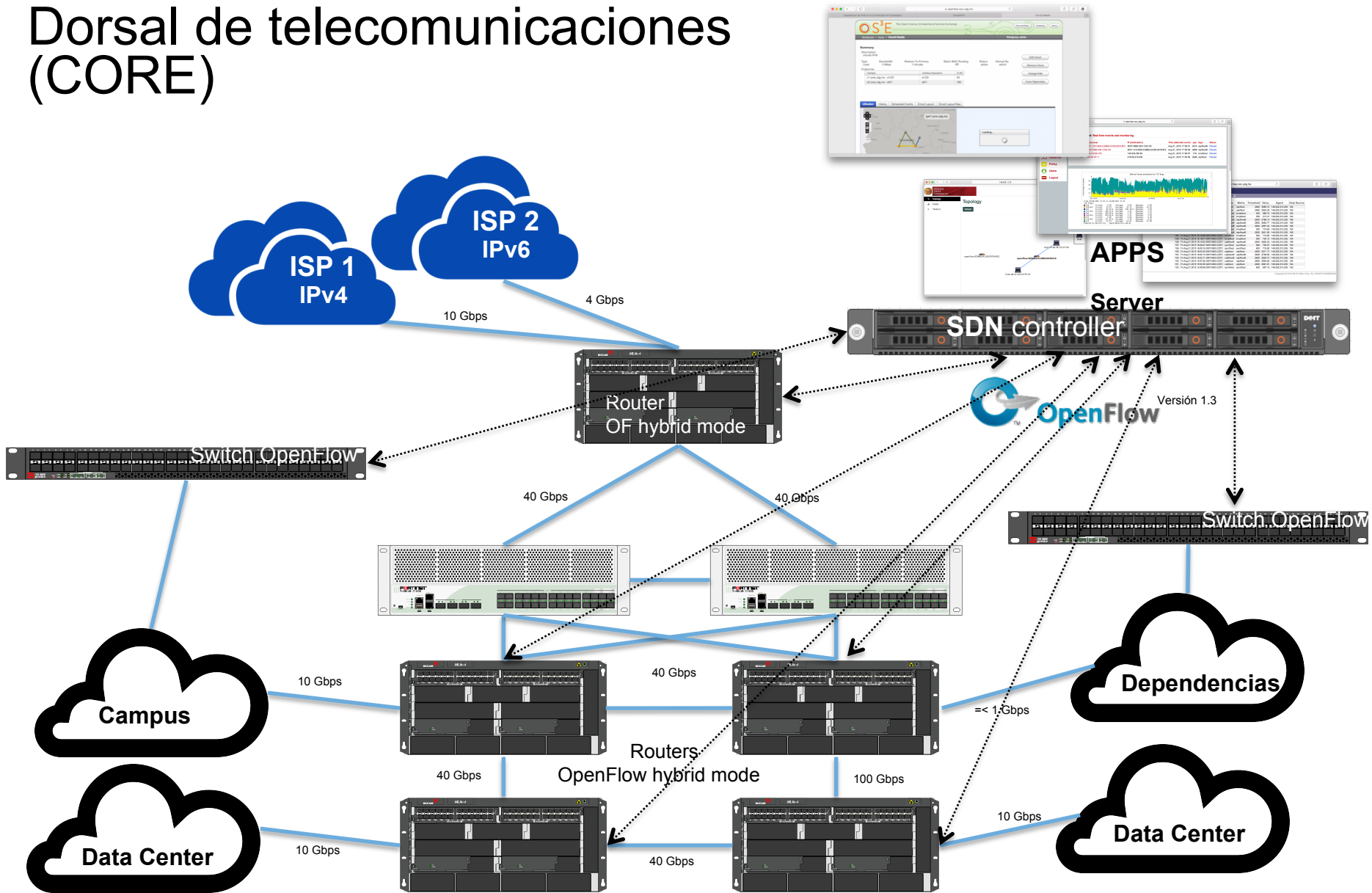


# SDN en la Universidad de Guadalajara



**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.

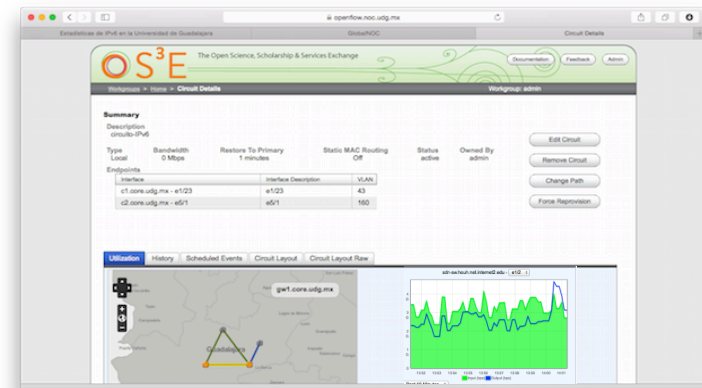
# Dorsal de telecomunicaciones (CORE)



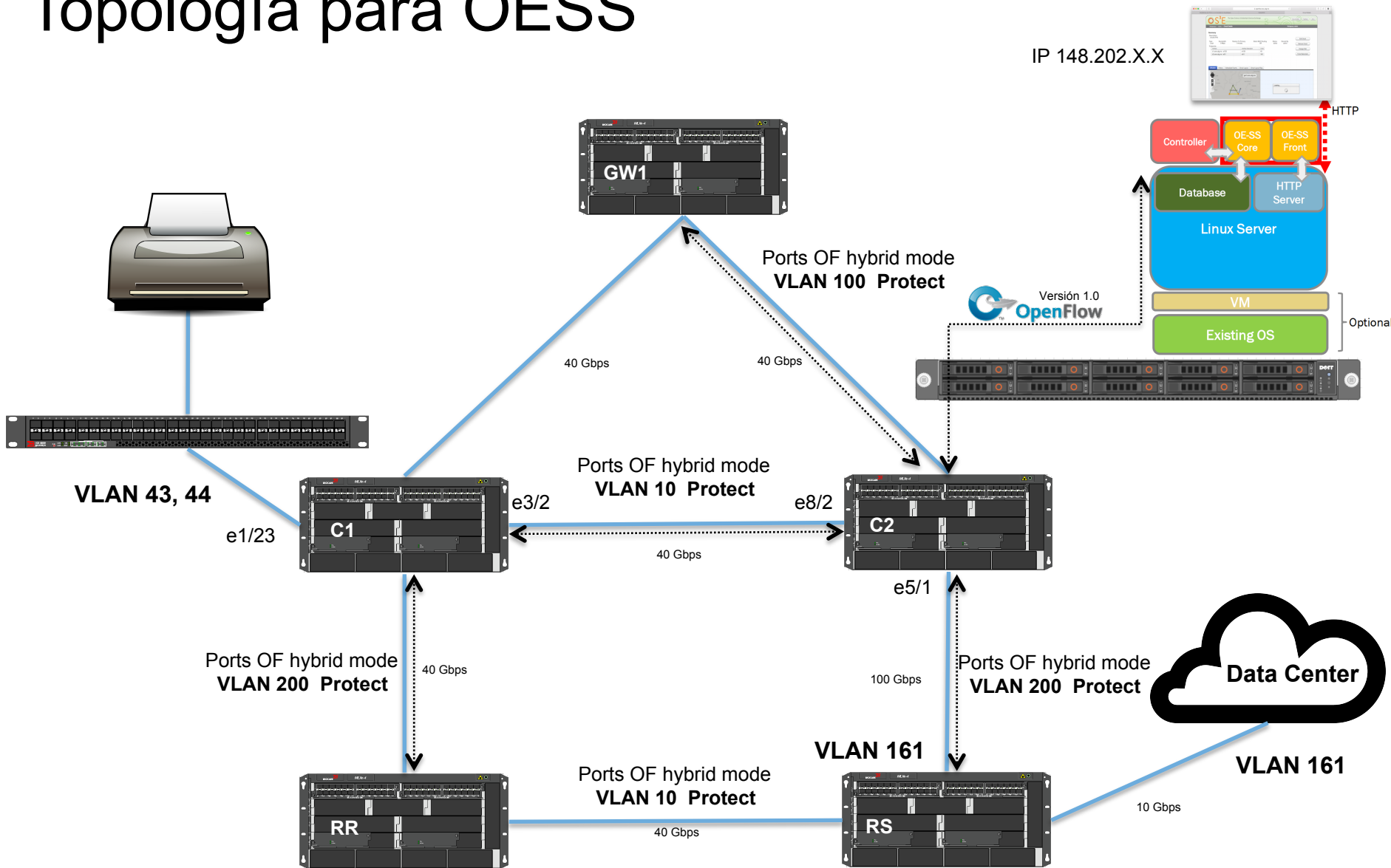
# OESS (NOX): OPEN EXCHANGE SOFTWARE SUITE

- 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>

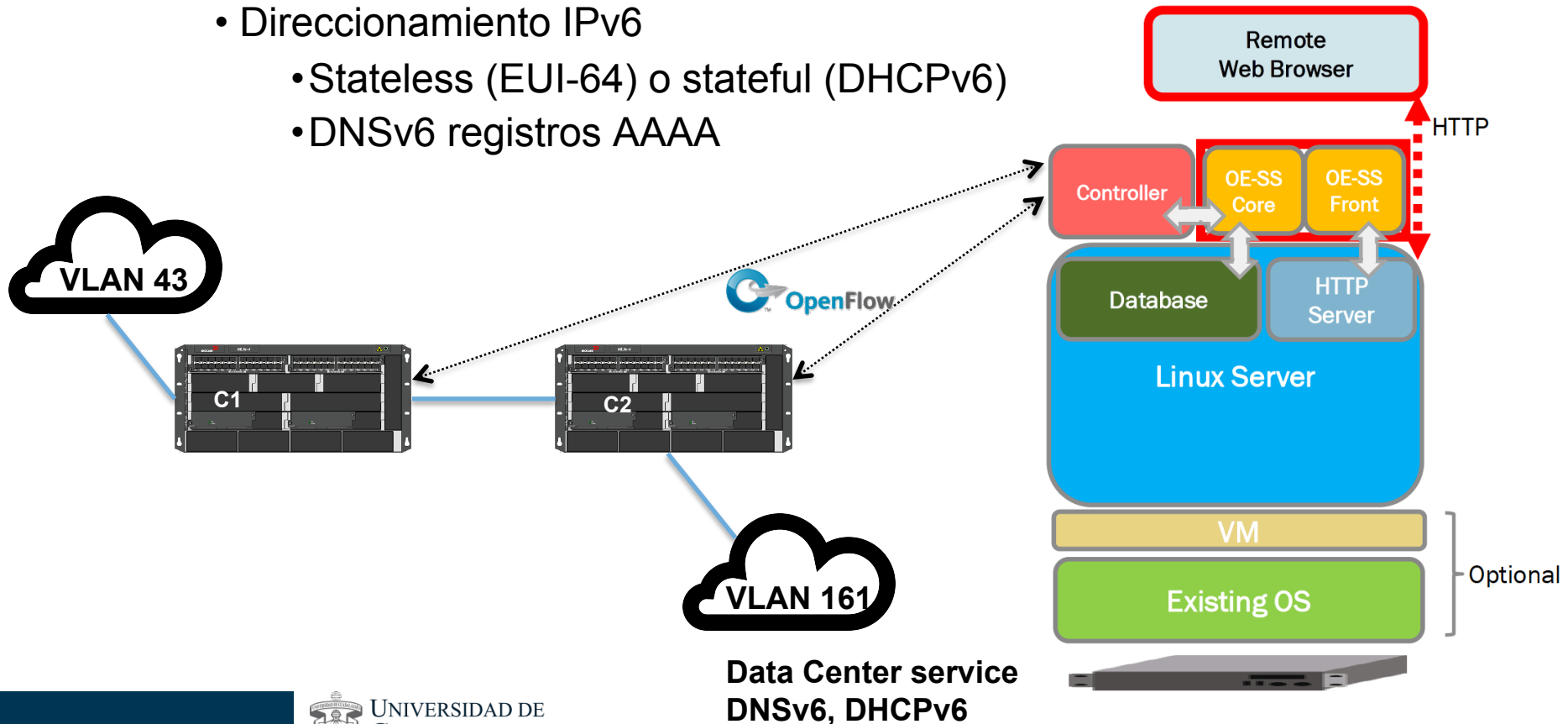


# Topología para OESS



# 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.
  - Direcccionamiento IPv6
    - Stateless (EUI-64) o stateful (DHCPv6)
    - DNSv6 registros AAAA



# CASO DE U en la Univers

Impresión de  
Nomina



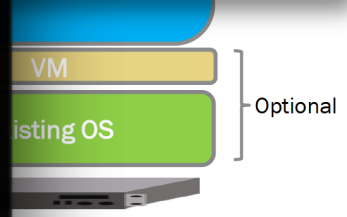
```
QUESTION  
;siau.udg.m  
ANSWER SE  
;siau.udg.m
```



Src  
Dst IPv

ICMPv6  
Router  
TTL = 1

```
olmos — ssh 148.202.210.211 — 83x39  
Flow ID: 6 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: 7 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#
```



Data Center service  
DNSv6, DHCPv6



```
DNSv6  
2001:12  
2001:12  
ip6 nd managed-config-flag  
ip6 nd other-config-flag  
ip6 nd prefix-advertisement 2001:1210:105:50c:dad0::/112 2592000 604800 onlink  
ip6 nd router-preference high  
ip6 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

- Utilization
- History
- Scheduled Events
- Circuit Layout
- Circuit Layout Raw

The map displays a geographical area with several cities labeled, including San Luis Potosi, Agascalientes, Lagos de Moreno, Irapuato, Salamanca, Celaya, Zamora, Morelia, Ciudad Guzman, Uruapan, Colima, Aulian, Ciudad Guzman, La Barca, and Puerto Vallarta. A circuit path is highlighted with orange and blue lines, connecting three points. A callout box labeled '10gbe-c2--c1-100' is positioned near the path. A 'Loading...' overlay with a circular progress indicator is present on the right side of the map. A dropdown menu at the bottom right shows 'Past 10 Minutes'.



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



**Network Operation Center**

universidad de guadalajara

# SDN & NFV - IPv6

Representaciones lógicas de:

Funciones de capa 2: **vSwitches**

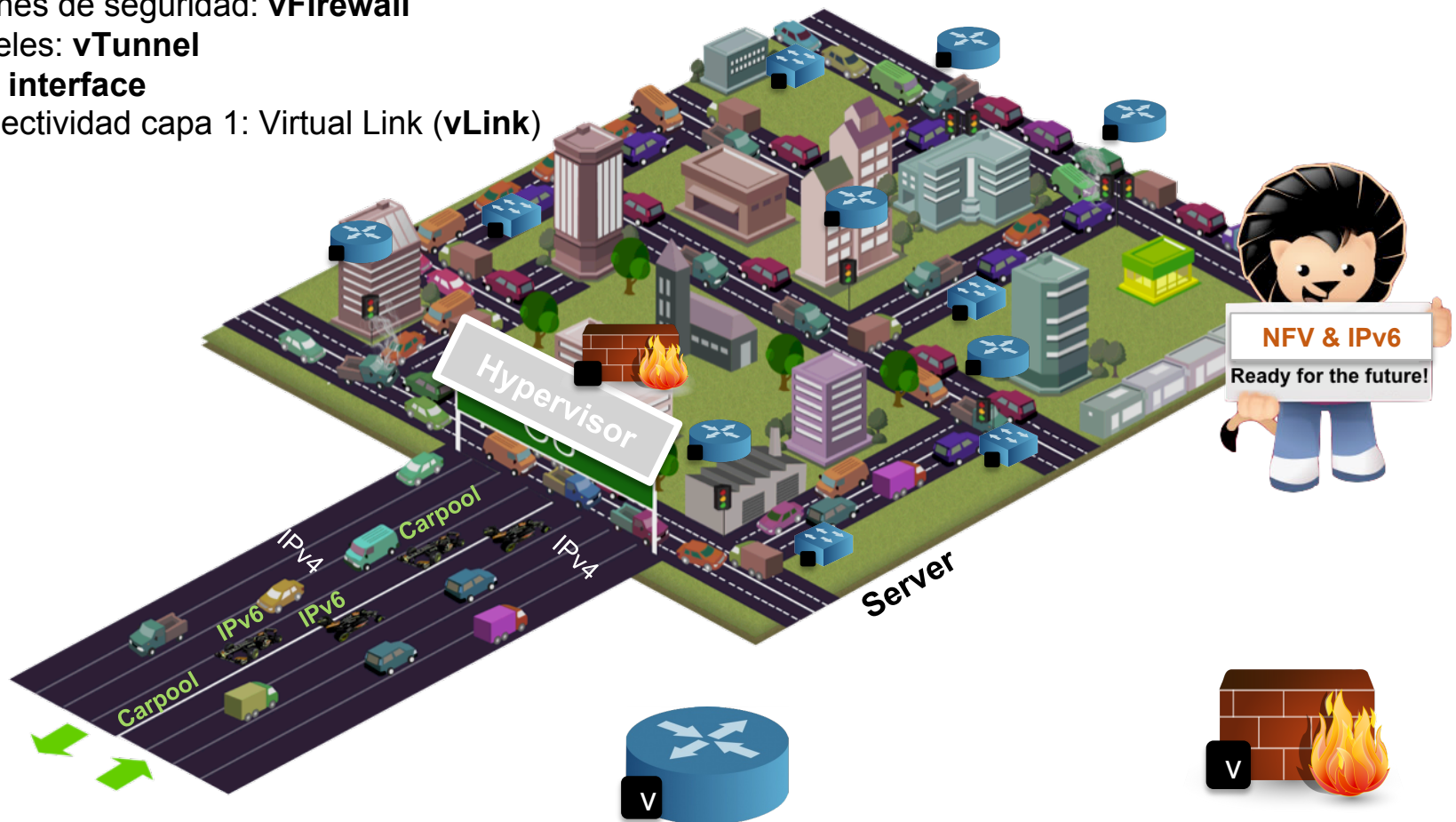
Funciones de capa 3: **vRouter**

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

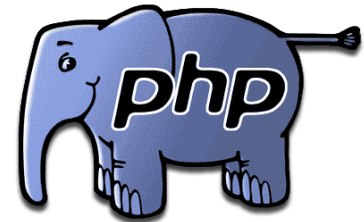
OPEN DAYLIGHT

- Protocolo

OpenFlow

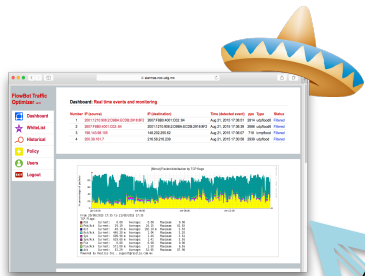


Interfaz Web:



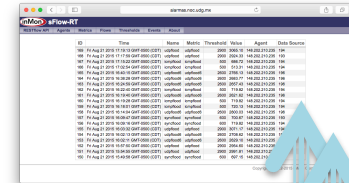
RRDtool  
logging & graphing

APPs

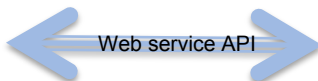


FlowBot Traffic Controller

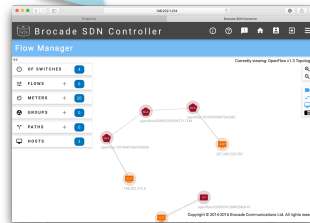
sFlow-RT sFlow collector



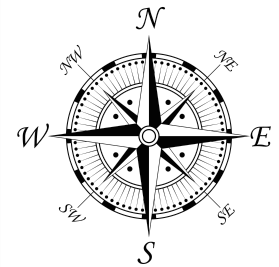
(Northbound)



OpenDayLight Lithium based OpenFlow controller

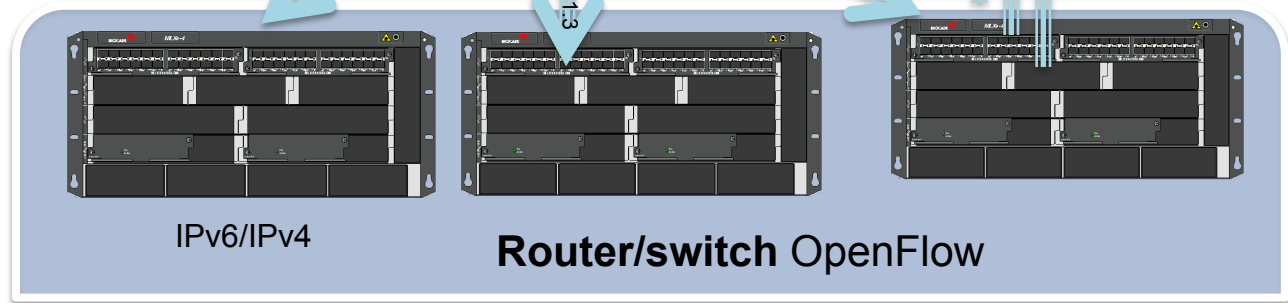


Net Operating System



(Southbound)

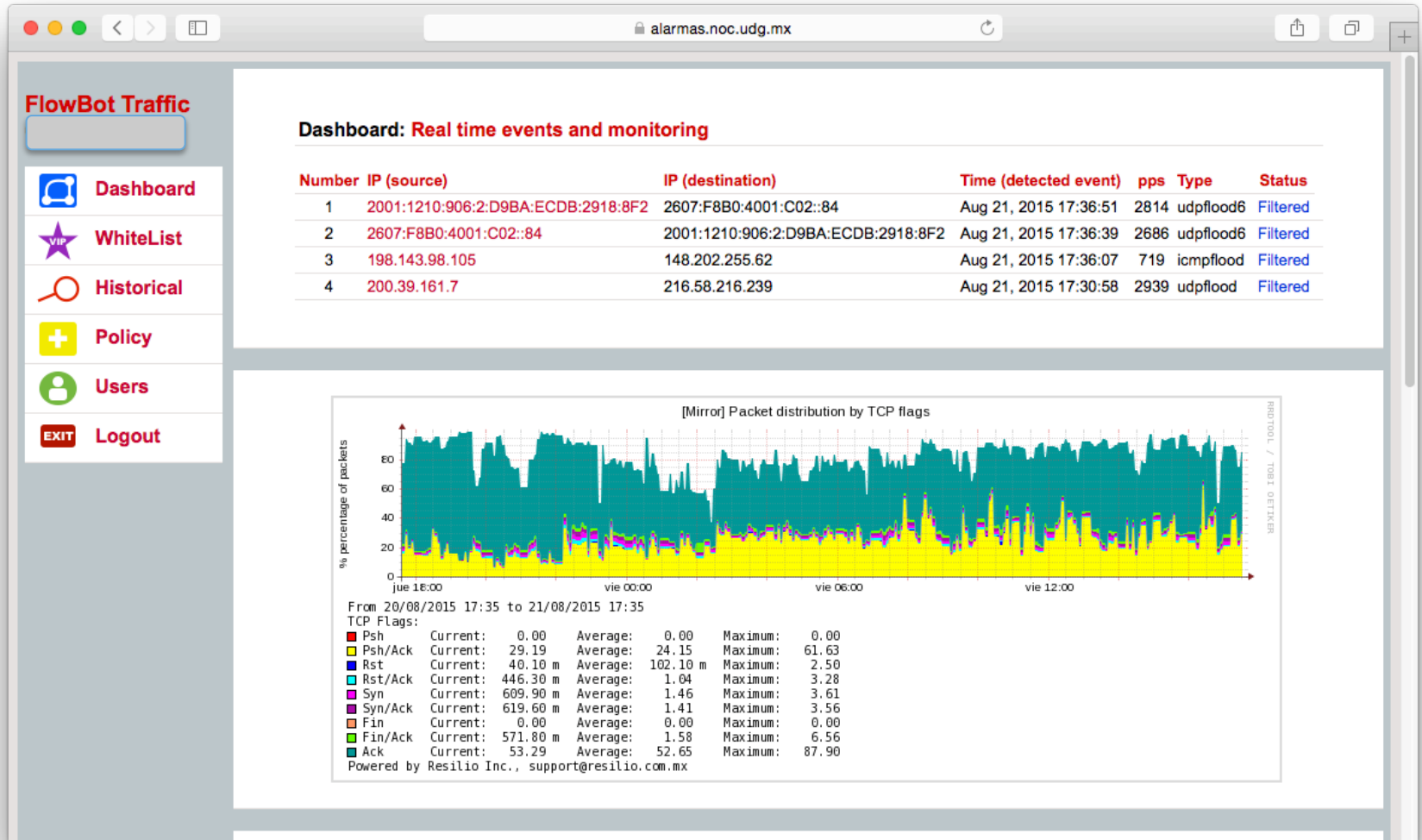
Forwarding Device



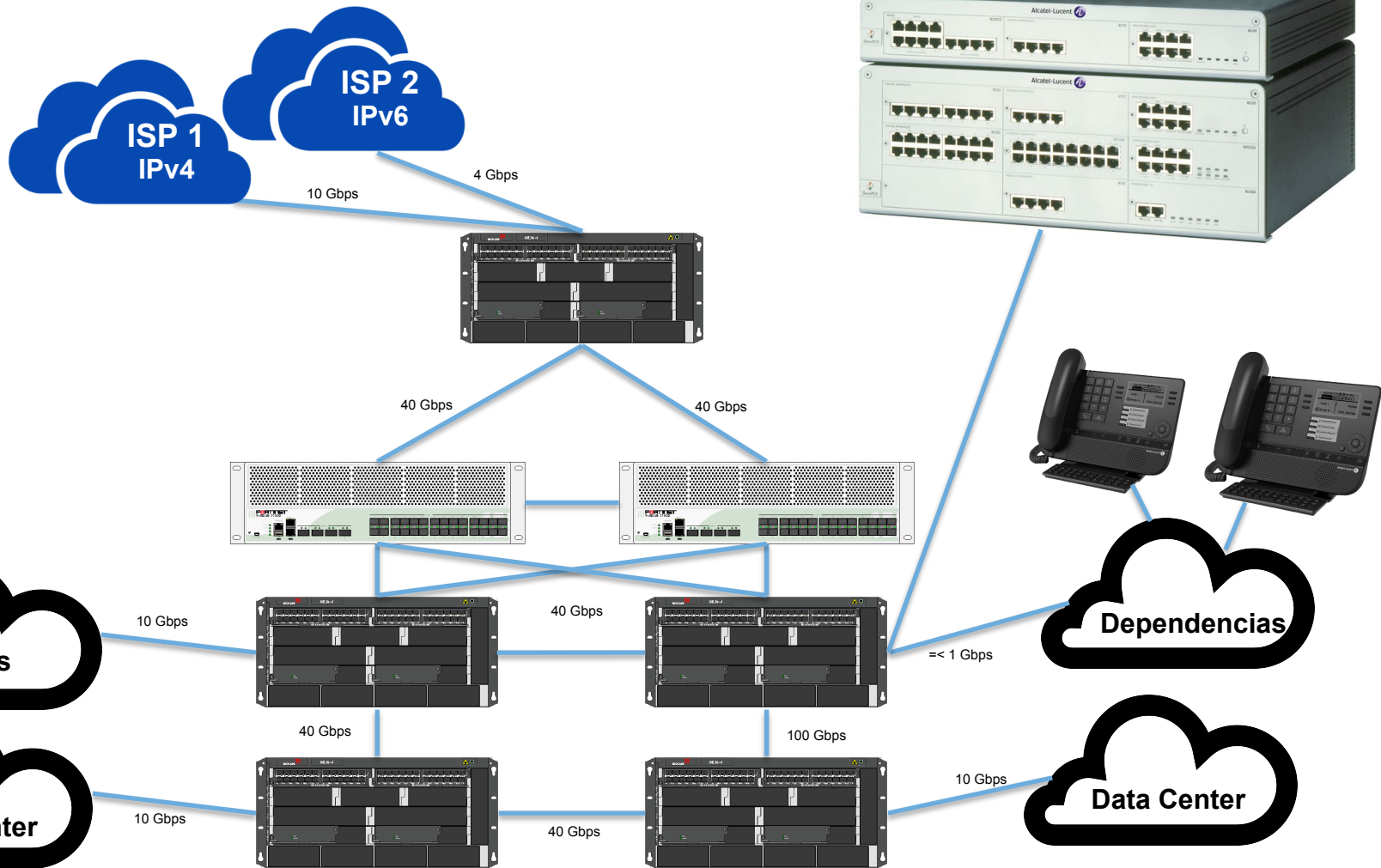
# Características de la Aplicación SDN

- 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.





# CASO VoIPv6 en la Universidad de Guadalajara





# 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