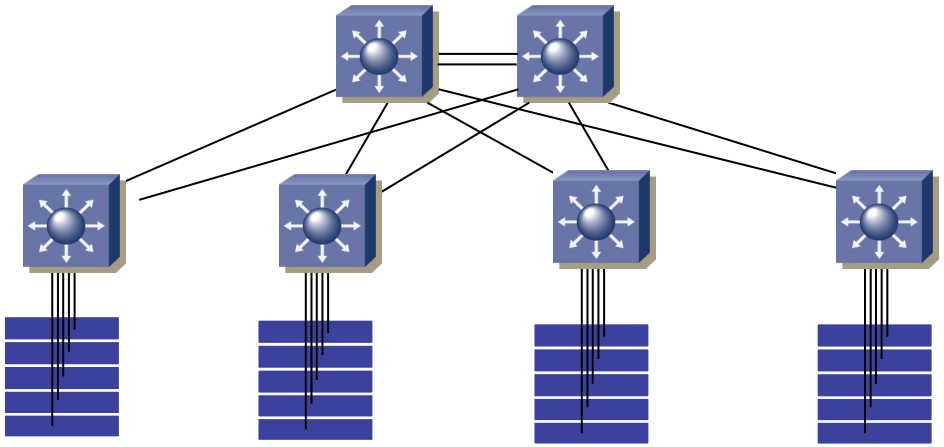
Arquitectura tradicional en el data center: limitaciones

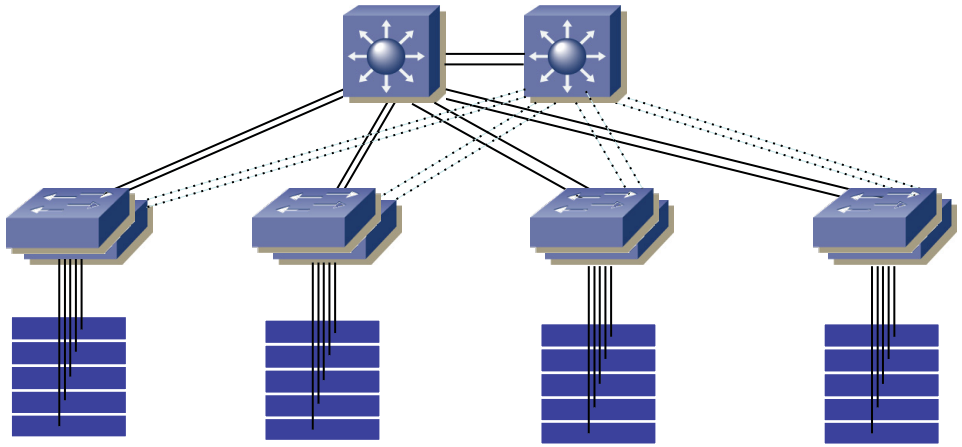
DC tradicional de 2 capas

- Racks de servidores
- Conmutación en dos capas: ToR y agregación
- Conmutación capa 2 en agregación si se necesita que los distintos armarios estén en la misma VLAN
- Si los armarios son servicios independientes estarán en distintas VLANs
- En un mismo armario podría haber diferentes componentes de un servicio separados por VLANs
- Podría conmutarse capa 3 en agregación o en el ToR
- Hoy en día conmutación *line-rate* capa 3



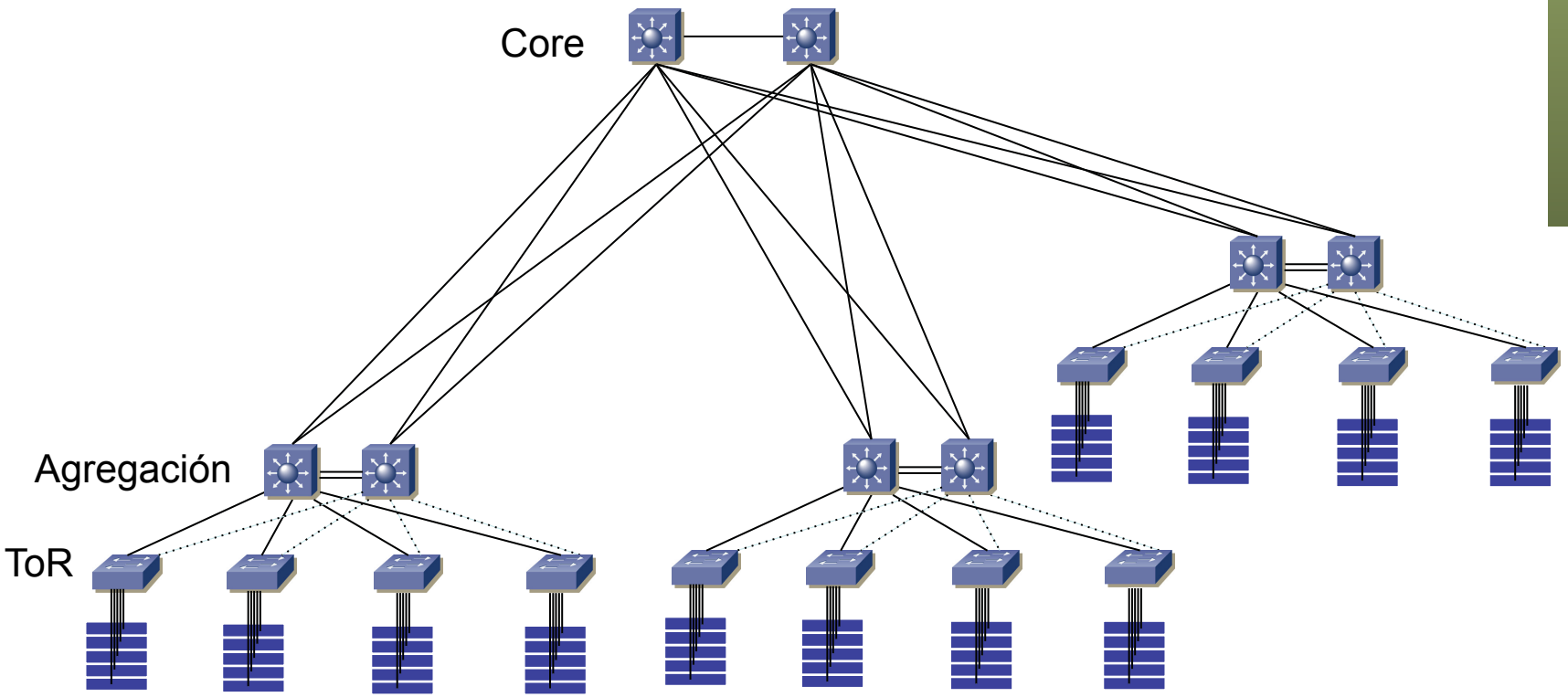
Límites con 2 capas

- Este esquema puede ser con uno o dos ToR por armario (redundancia de conexión de servidor a switch)
- En cualquier caso el límite de escala está en el número de puertos en los conmutadores de agregación
- Ejemplo:
  - Conmutador de acceso de 48 puertos (48 servs/rack) + 2 uplinks
  - Conmutador de agregación con 64 puertos 10Gbps
  - Si hay redundancia en el rack hay mismo nº de servidores por armario pero cada sw. de agregación consume 2 puertos/rack
  - Máximo 48x64/2 = 1536 servidores
- ¿Más?



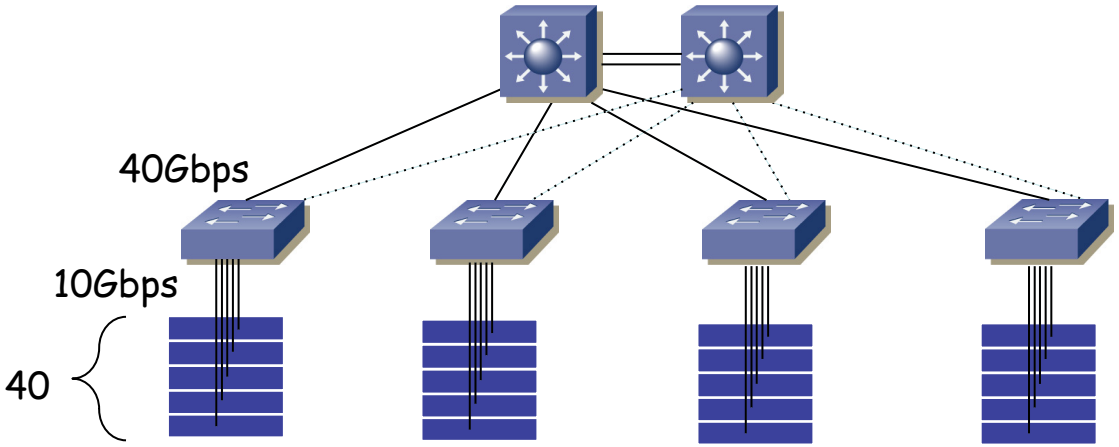
3 capas

- La solución tradicional es añadir una tercera capa
- ¿De qué capacidad son esos enlaces?



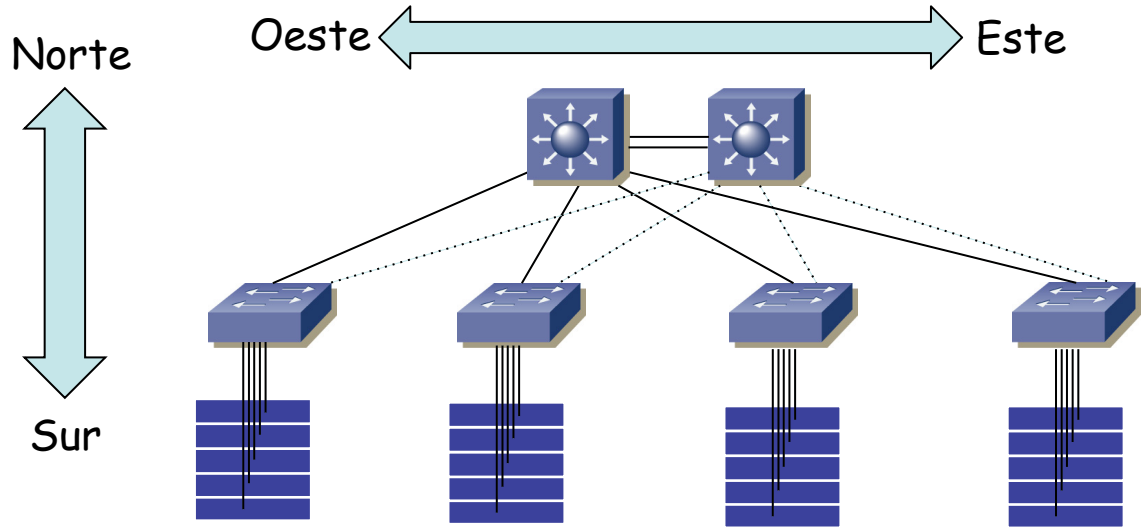
Over-subscription

- Conectamos hosts de tal forma que su tráfico agregado excede el que se puede cursar por los enlaces externos
- Ejemplo:
  - Cada conmutador de acceso: 40 servidores con una NIC a 10Gbps
  - Eso es un máximo de 40x10 = 400 Gbps al ToR
  - Enlace hacia la capa de distribución es de 40 Gbps
  - Tenemos una sobre-subscripción de 10:1
  - Si el enlace a distribución fuera un LAG de 2x40 Gbps sería un 5:1
  - Un 5:1 para servidores con enlaces 10GE quiere decir en un reparto equitativo 2Gbps por servidor



Over-subscription

- Altos ratios de sobre-subscripción son razonables cuando tenemos mucho tráfico norte-sur
- Por ejemplo hacia una salida a Internet que sea en realidad el cuello de botella
- No son tan razonables cuando hay mucho tráfico este-oeste
  - Tráfico entre los servidores en distinto rack
  - Aplicaciones distribuidas, tráfico de SAN, movimiento de máquinas virtuales, tráfico entre tiers de aplicación, clustering, etc

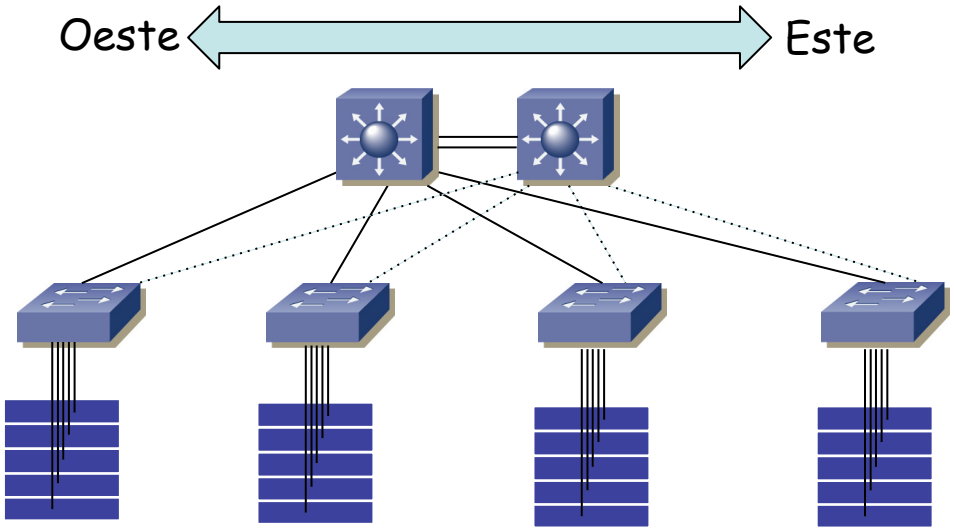


Tráfico Este-Oeste

- Ejemplo: Facebook (2013)
- Una petición HTTP se transforma en:
  - 88 búsquedas en caches
  - 35 búsquedas en bases de datos
  - 392 llamadas a procedimientos remotos en el backend

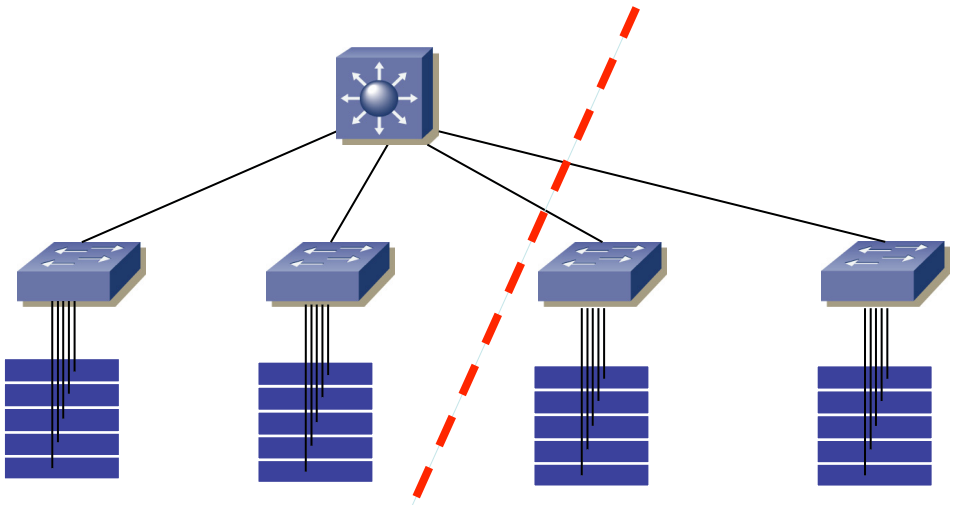
N.Farrington and A.Andreyev, "Facebook's Data Center Network Architecture", 2013 IEEE Optical Interconnect Conference

- Una petición con un tamaño de 1KB ha resultado en cerca de 1MB de transferencias en el data center
- ¿Datos almacenados por Facebook? Más de 100PB



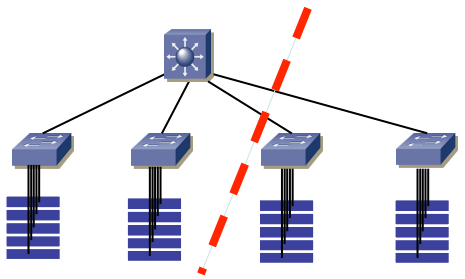
Bisectional bandwidth

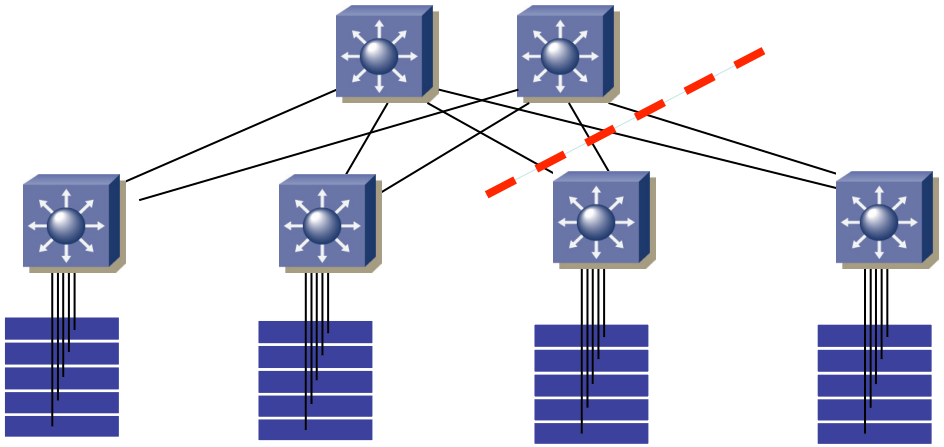
- Una **bisección** es una partición de la red en dos subconjuntos con igual número de hosts
- El **ancho de banda de esa bisección** es la suma de las capacidades de los enlaces entre los dos subconjuntos
- En este ejemplo 2x capacidad del enlace de agregación a acceso
- El **ancho de banda de bisección de la red** es el menor ancho de banda de una bisección de la red que se pueda conseguir
- Cuando tenemos mucho tráfico este-oeste queremos un elevado ancho de banda de bisección
- Una topología en 2 capas nos puede dar un alto ancho de banda de bisección si hay muchos enlaces activos entre ellas



ECMP y bisectional bw

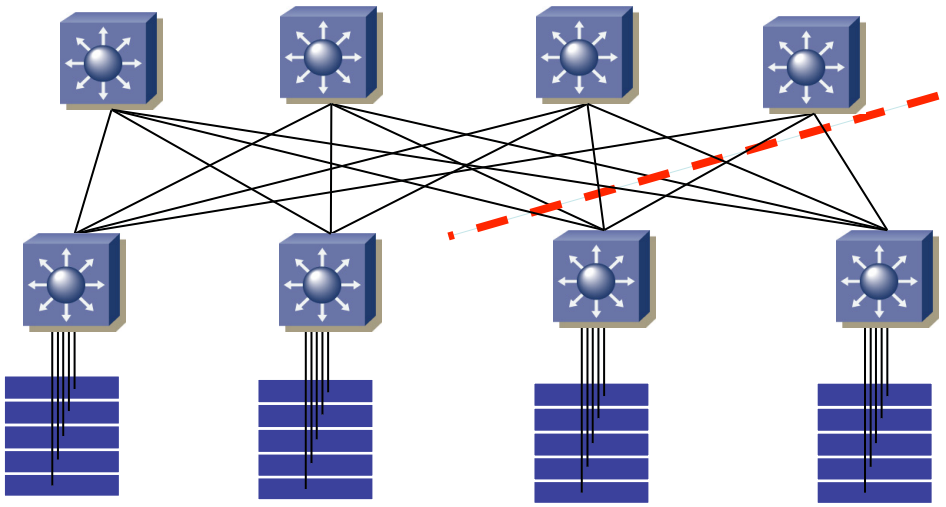
- Aumentamos el ancho de banda de bisección aumentando el número de caminos
- En este caso por ejemplo lo hemos duplicado
- Podríamos seguir aumentándolo (…)





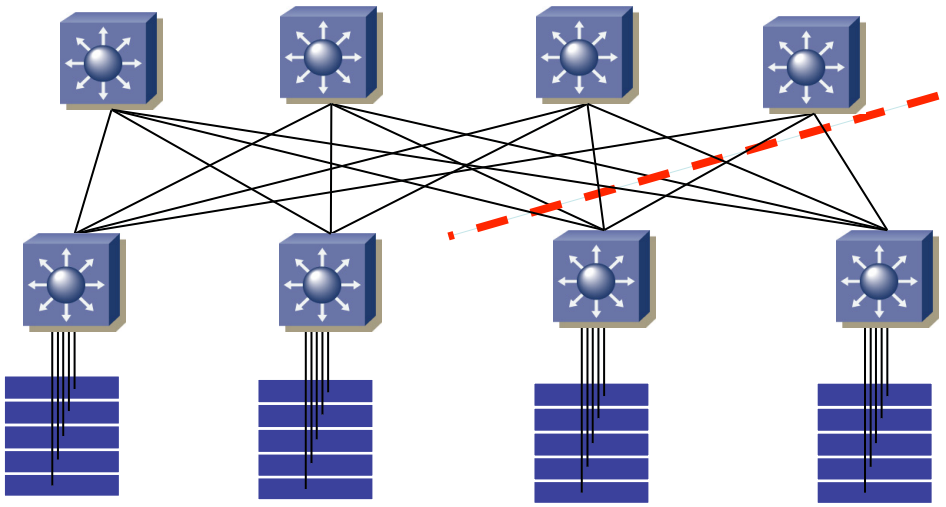
ECMP y bisectional bw

- Aumentamos el ancho de banda de bisección aumentando el número de caminos
- En este caso por ejemplo lo hemos duplicado
- Podríamos seguir aumentándolo
- ¿Inconveniente?



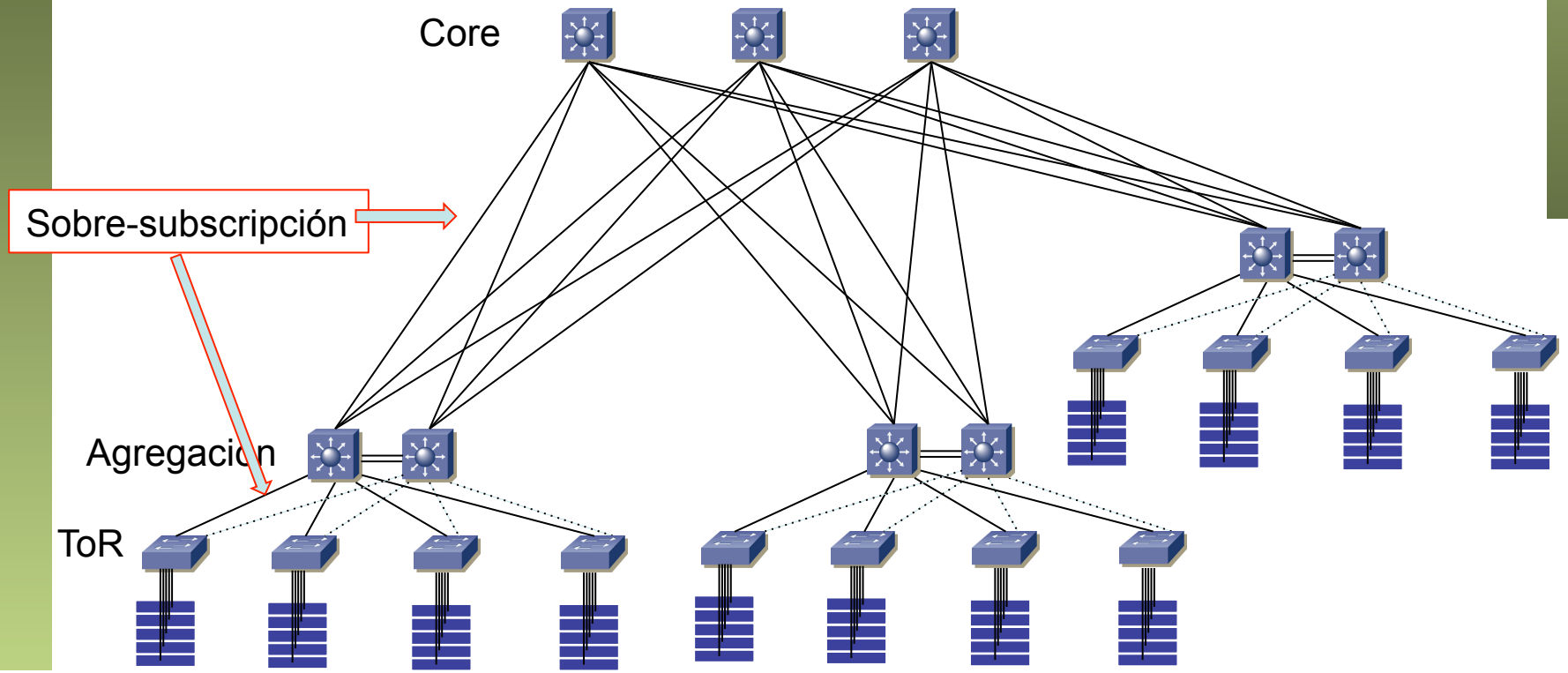
ECMP y bisectional bw

- Aumentamos el ancho de banda de bisección aumentando el número de caminos
- En este caso por ejemplo lo hemos duplicado
- Podríamos seguir aumentándolo
- ¿Inconveniente?
- La conmutación es capa 3 pues en capa 2 STP no nos permite tener caminos alternativos
- Eso quiere decir que no podemos extender VLANs entre los armarios



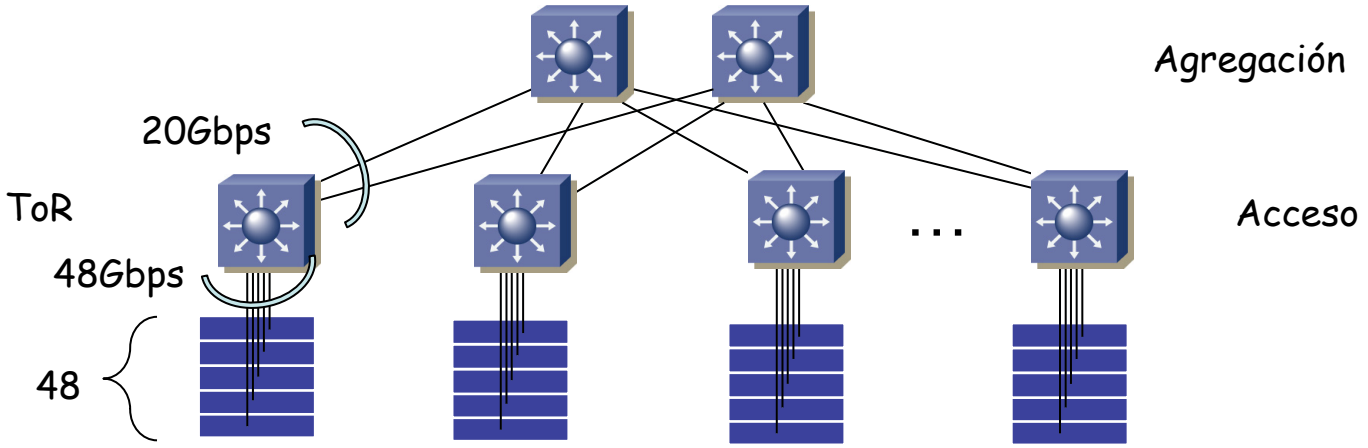
3 capas

- Por supuesto podríamos hacer ECMP entre las capas de agregación y core
- En ese caso sí podemos extender VLANs entre algunos armarios
- Ahora tenemos un segundo punto con sobre-subscripción (…)



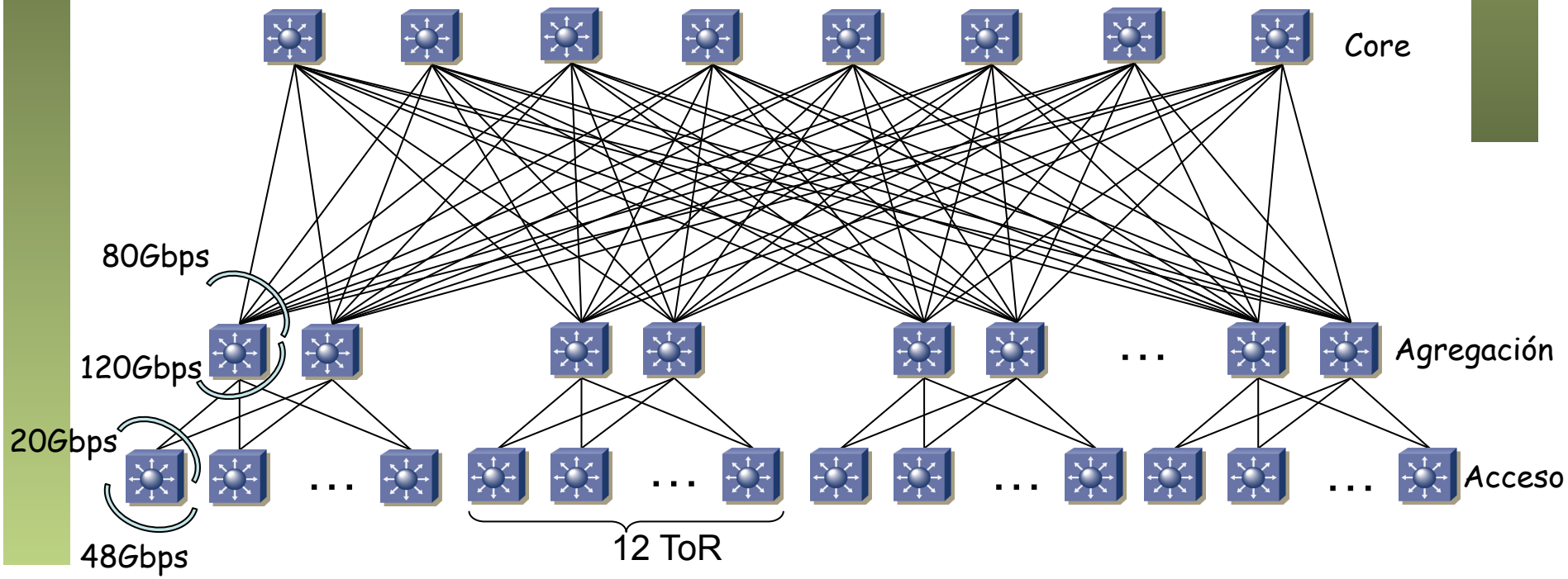
Ejemplo de sobre-subscripción

- ToR de 48x1Gbps + 2x10Gbps
- 48 servidores a 1Gbps por cada ToR
- Enlaces 10Gbps a la capa de agregación (ECMP)
- 20Gbps/48servidores = 416Mbps/servidor
- 48Gbps:20Gbps = 2.4:1
- Una agregación “2.4 a 1”



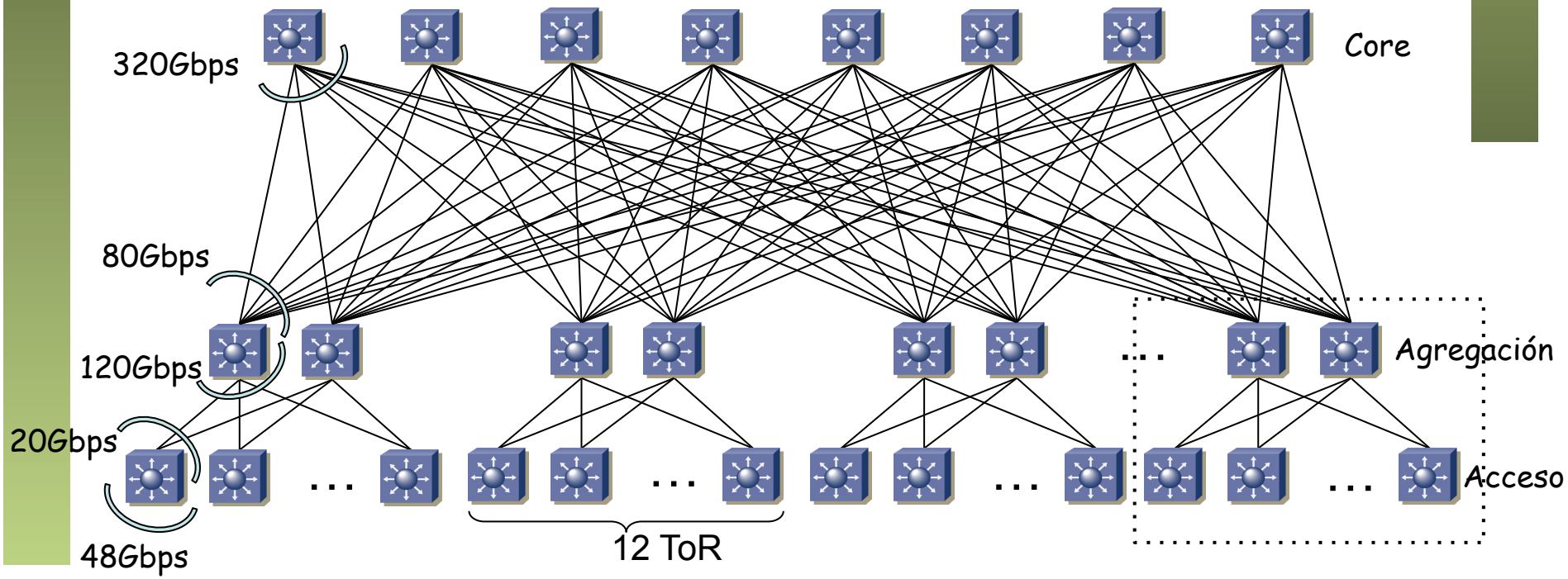
Ejemplo de sobre-subscripción

- Switch de agregación con 20 interfaces a 10Gbps (8+12)
- 8x10Gbps hacia el núcleo ➔ 8-way ECMP 80Gbps hacia el núcleo
- 12x10Gbps hacia acceso ➔ 12 conmutadores de acceso bajo cada uno de agregación
- 12x10Gbps = 120Gbps de la capa de agregación sobre 80Gbps a core
- 120:80 = 1.5:1, una agregación 1.5 a 1



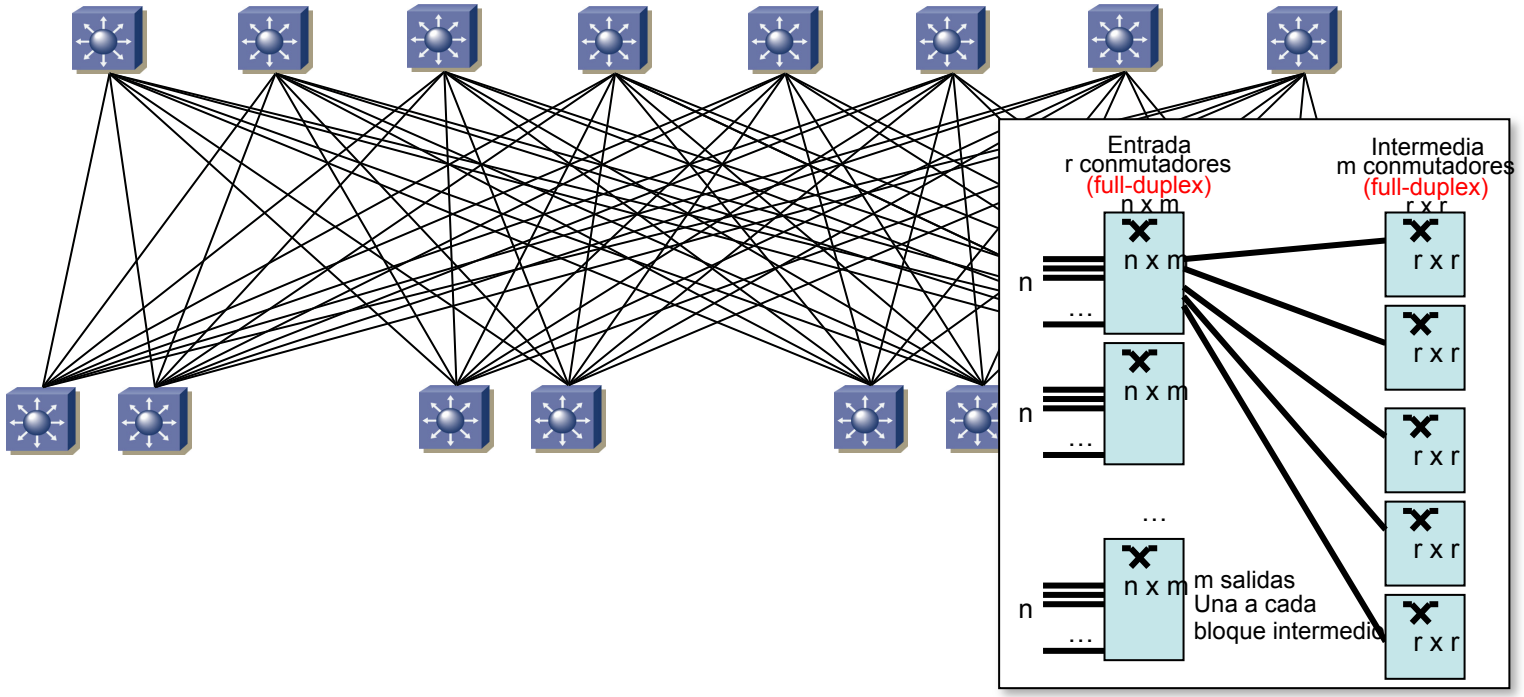
Ejemplo de sobre-subscripción

- Switch de core con 32 interfaces a 10Gbps
- Eso le permite tener por debajo 16 bloques de agregación
- Cada bloque de agregación 48x12 = 576 servidores
- Una pareja de switches de agregación tiene 160Gbps al núcleo para 48x12=576 servidores, lo cual da unos 277Mbps/servidor
- En total 576x16 = 9216 servidores



Redes de…

- Cada conmutador de agregación conectado a cada uno de la capa del núcleo
- ¿Clos?



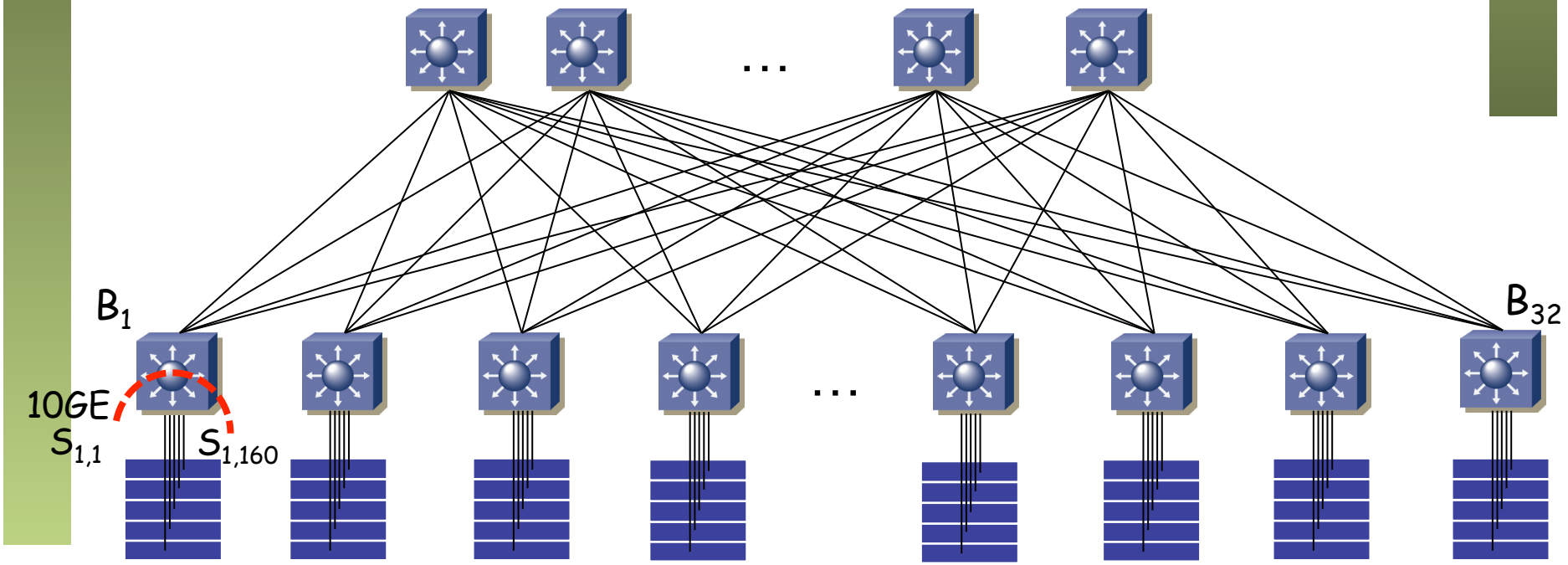
No bloqueante

No bloqueante

- ¿Podemos hacer la red sin sobre-subscripción?
- Sería el equivalente a una red de Clos “rearrangeably non-blocking”
- Ejemplo (…)

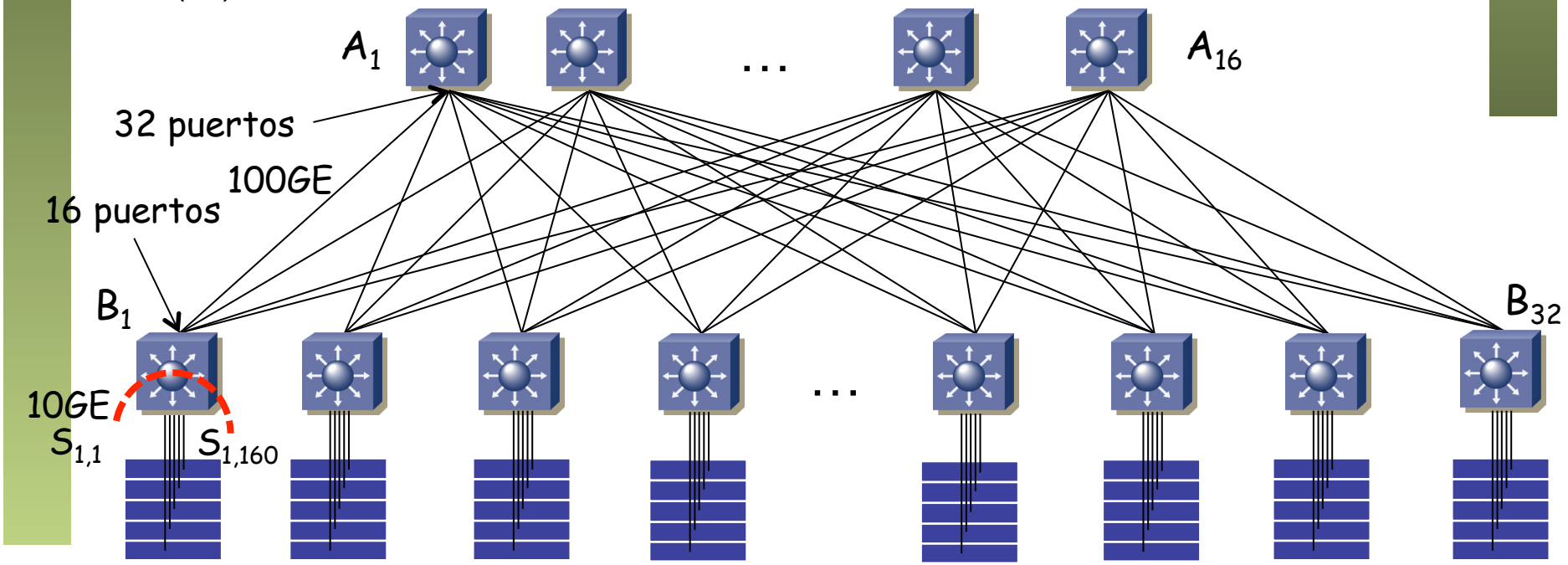
Ejemplo

- Cada conmutador de acceso da conectividad 10GE a 160 interfaces
- Recibe así un máximo de 160x10 = 1.6 Tbps
- 32 conmutadores en la capa de acceso
- En total 160x32 = 5120 servidores
- (…)



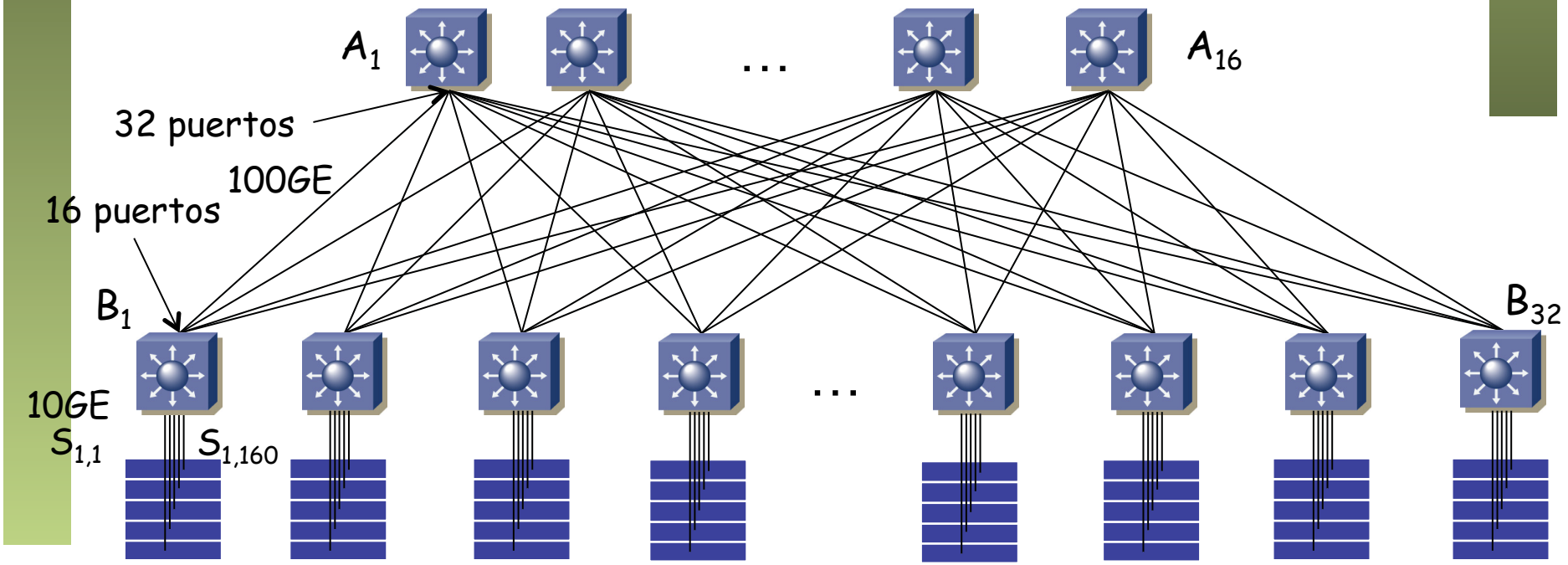
Ejemplo

- Cada conmutador de acceso da conectividad 10GE a 160 interfaces
- Recibe así un máximo de 160x10 = 1.6 Tbps
- 32 conmutadores en la capa de acceso
- En total 160x32 = 5120 servidores
- 16 conmutadores en la capa de agregación
- Enlaces de 100GE entre acceso y agregación
- Entonces de cada conmutador de acceso salen 16x100 = 1.6 Tbps
- Over-subscription 1:1 en la capa de acceso
- (…)



Ejemplo

- De cada conmutador de acceso salen 16x100GE = 1.6 Tbs
- Cada conmutador de agregación recibe 32 enlaces 100GE (3.2 Tbps)
- En total puede haber fluyendo 32x16x100 = 51.2 Tbps
- Sin bloqueo si no tienen bloqueo interno los conmutadores
- 32x16 = 512 enlaces entre los conmutadores
- Eso son bastantes cables a tender sin errores
- Y si quieres hacer cambios en la topología o ampliarla es costoso



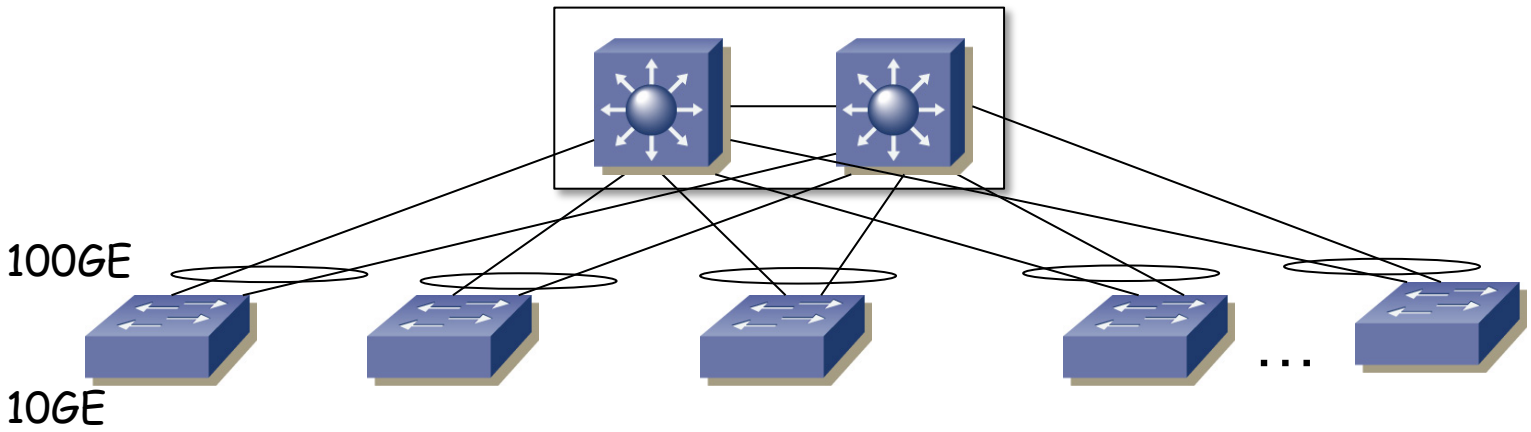
Escalabilidad

Escalabilidad

- Estamos condicionados por el número de puertos en los conmutadores
- La densidad ha ido aumentando con los años
- Veamos un ejemplo simplemente con 2 capas
- En primer lugar con una arquitectura MLAG, es decir, con 2 switches en la capa de agregación (…)

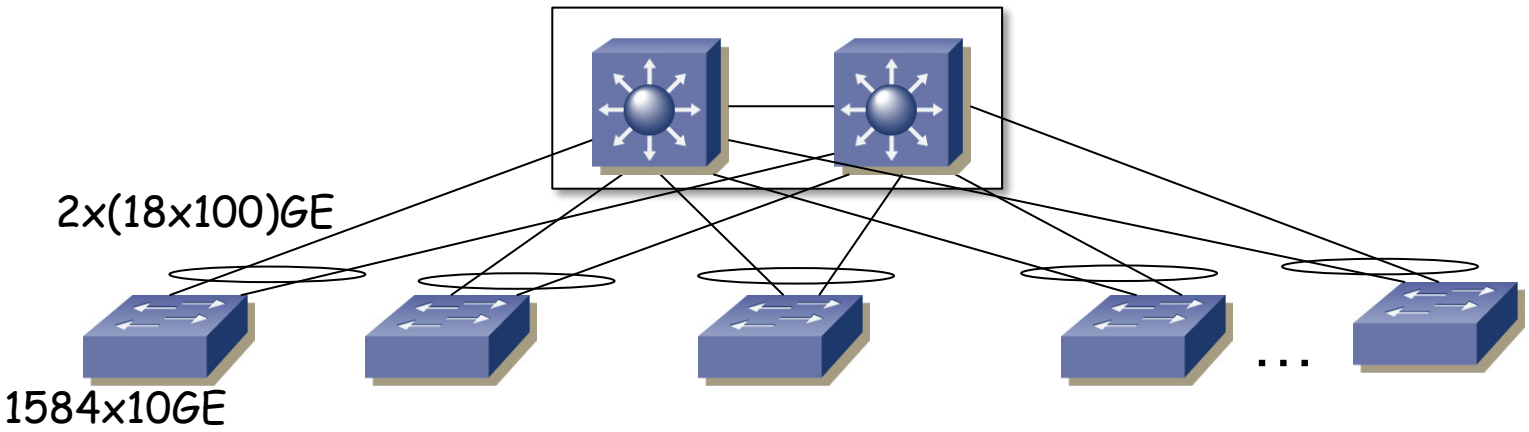
Escalabilidad con MLAG

- Acceso: Tenemos conmutadores con más de 1000 puertos 10GE (¡!)
- Hacia la segunda capa puertos 40GE o 100GE
- (…)



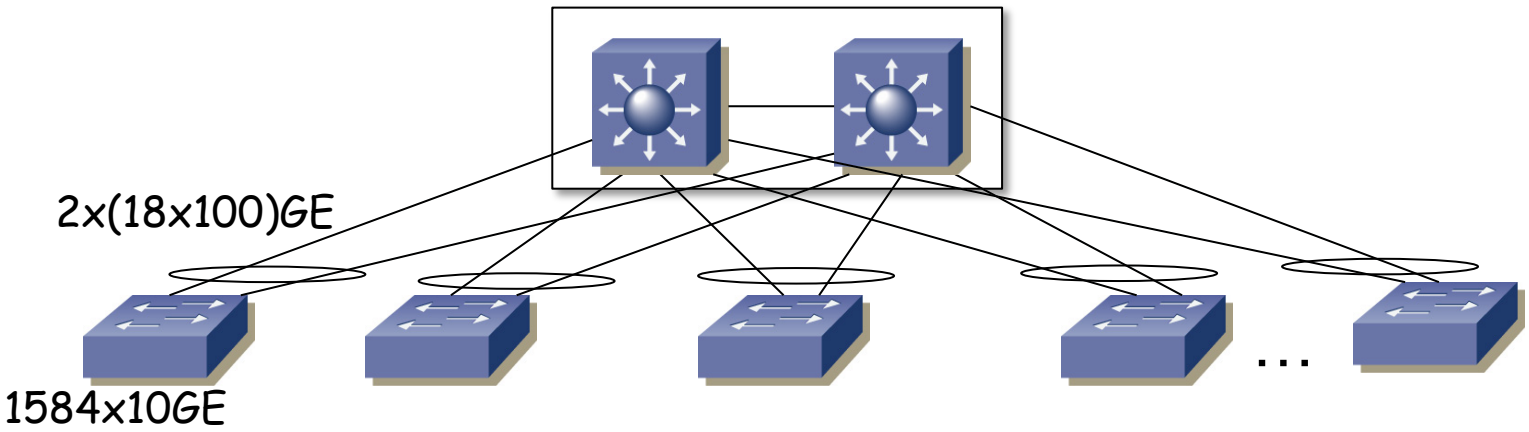
Escalabilidad con MLAG

- Acceso: Tenemos conmutadores con más de 1000 puertos 10GE
- Hacia la segunda capa puertos 40GE o 100GE
- Por ejemplo 1584x10 GE sobre 2 enlaces, cada uno un LAG 18x100 GE, dando una sobre-subscripción 4.4:1 (15840/3600 = 4.4)
- Agregación: Hay conmutadores con más de 100 puertos 100GE
- (…)



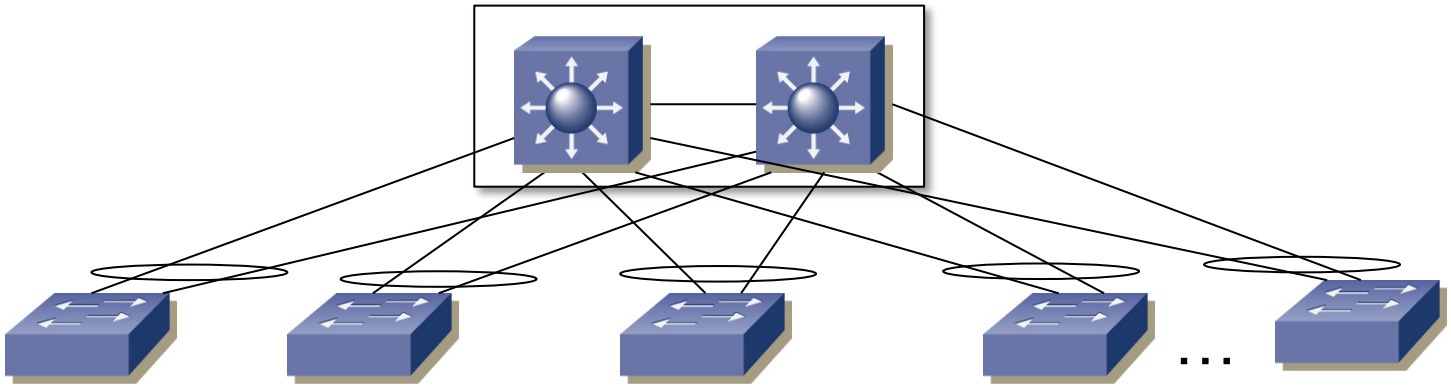
Escalabilidad con MLAG

- Acceso: Tenemos conmutadores con más de 1000 puertos 10GE
- Hacia la segunda capa puertos 40GE o 100GE
- Por ejemplo 1584x10 GE sobre 2 enlaces, cada uno un LAG 18x100 GE, dando una sobre-subscripción 4.4:1 (15840/3600 = 4.4)
- Agregación: Hay conmutadores con más de 100 puertos 100GE
- Con 432x100GE, donde cada conmutador de acceso consume 18 puertos, podríamos tener 24 (24x18=432) conmutadores de acceso
- Eso son 1584x24 = 38.016 hosts con un puerto 10GE cada uno y una sobre-subscripción 4.4 a 1
- ¿1500 hosts por switch? Cableado EoR
- (…)



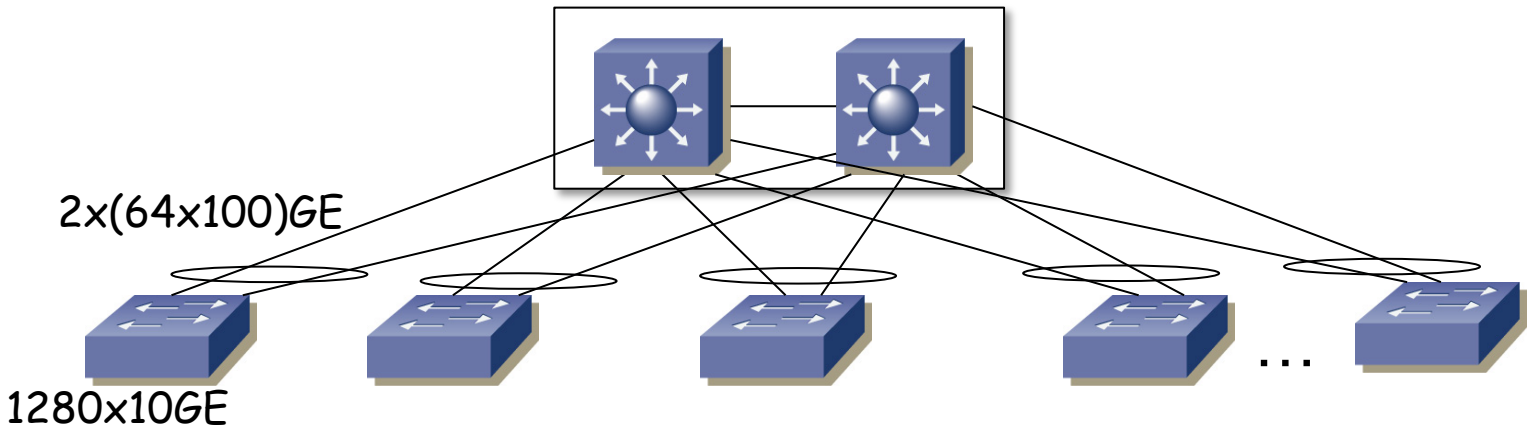
MLAG no bloqueante

- ¿Podríamos hacerlo no-bloqueante?
- Configuración del switch de acceso:
  - 8x144 = 1152 puertos 10GE (11.5 Tbps)
  - 4x36 = 144 puertos 100GE (14.4 Tbps) en uplinks
  - Podríamos ajustarlo pues cada puerto 100GE puede sacar 10x10GE
  - En una de las 4 tarjetas 100GE ponemos 22x100GE y (14x10)x10GE :
  - 8x144+140 = 1292 puertos 10GE (12.9 Tbps)
  - 3x36+22 = 130 puertos 100GE (13 Tbps)
  - En cada switch de acceso 12.9 Tbps desde los hosts para 13 Tbps uplink
  - (…)



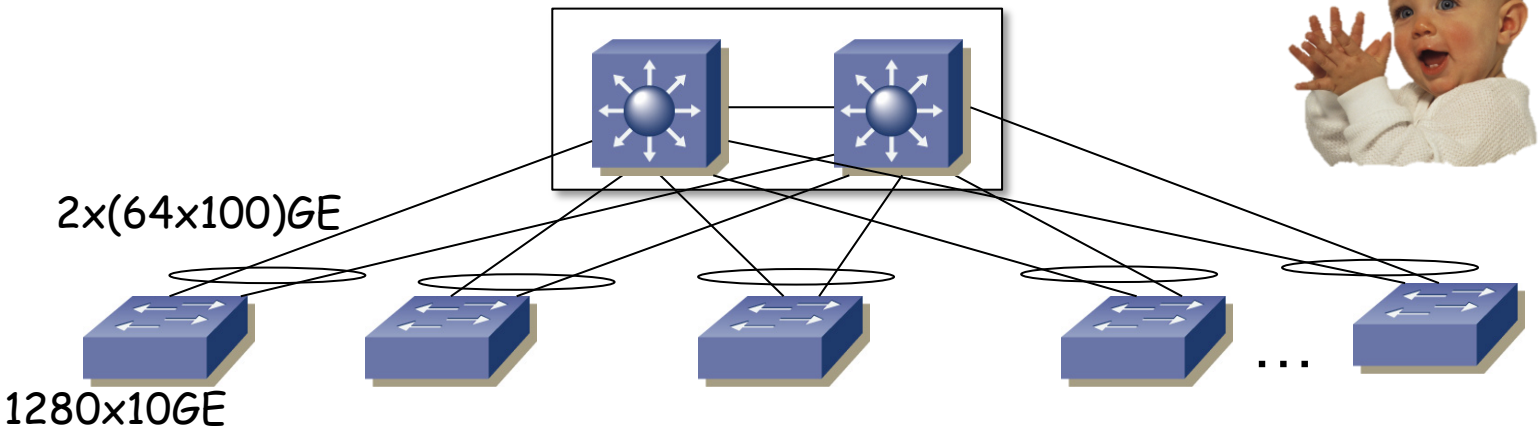
MLAG no bloqueante

- 8x144+140 = 1292 puertos 10GE (12.9 Tbps)
- 3x36+22 = 130 puertos 100GE (13 Tbps)
- En cada switch de acceso 12.9 Tbps desde hosts para 13 Tbps uplink
- Pero este switch soporta un máximo de 64 puertos por LAG así que en realidad tendríamos:
  - 2x64x100 = 12.8 Tbps en uplinks
  - 1280x10 = 12.8 Tbps a hosts (algunos puertos sin usar)
- Hemos perdido unos pocos (12) puertos a hosts para mantener la sobre-subscripción 1:1
- (…)



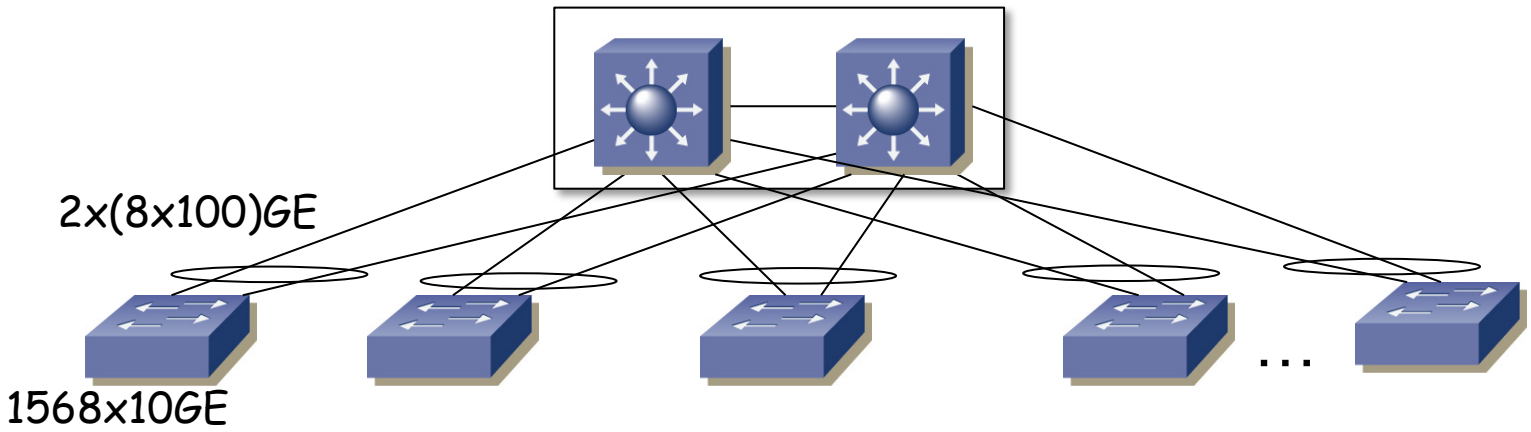
MLAG no bloqueante

- El switch de agregación podía tener 432 puertos 100GE
- Cada 64 puertos es un LAG a un switch así que tenemos hasta 6 conmutadores de acceso (7x64 = 448 > 432)
- Así que en total 6x1280 = 7.680 hosts con puertos 10GE non-blocking
- Antes teníamos 38.016 hosts con sobre-subscripción 4.4:1



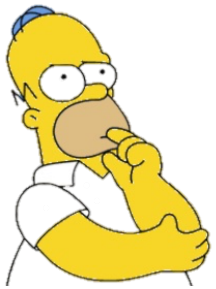
Escalabilidad con MLAG

- ¿Y si nos permitimos una sobre-subscripción mayor?
- Por ejemplo:
  - 12x144 = 1728 puertos 10GE
  - Por cada puerto 100GE quitamos 10 puertos 10GE
  - Ponemos 16 puertos 100GE de uplink nos quedan 1568 puertos 10GE
  - Tenemos 15680:1600 o una sobre-subscripción 9.8:1 (casi 10:1)
  - Ahora un switch de agregación de 432 puertos 100GE agrega 54 conmutadores de acceso (432/8=54)
  - Así que un total de 54x1568 = 84.672 hosts con un 10:1 aprox.

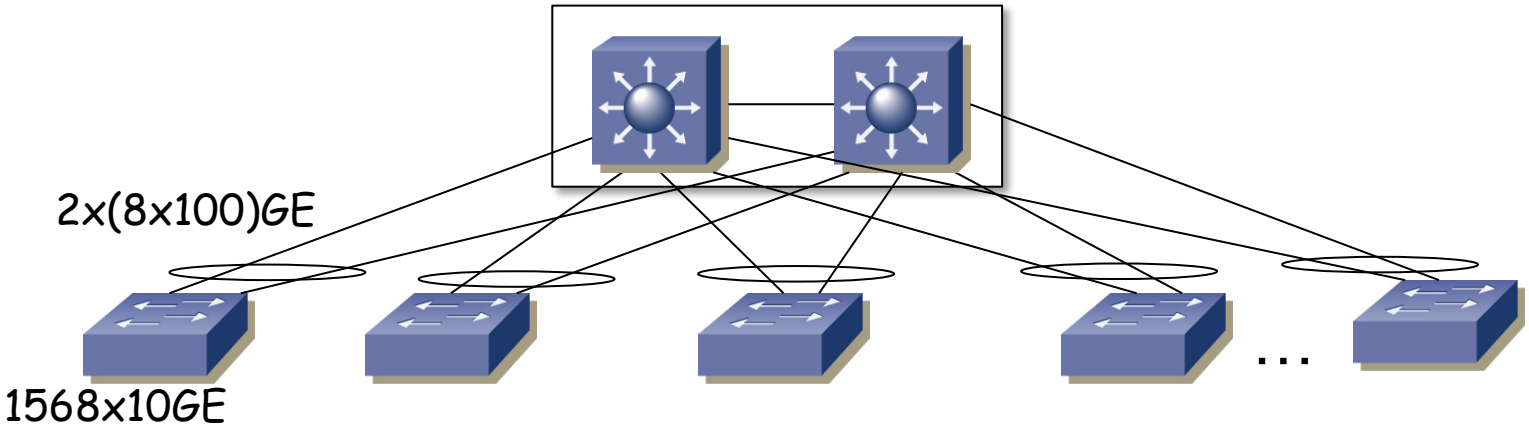


Escalabilidad con MLAG

- 84.672 puertos 10GE
- Supongamos que en cada host tenemos una máquina con 2 CPUs de 8 cores
- Y por ejemplo decidimos correr 20 VMs
- Eso son 20x84.672 o unas 1.7 millones de direcciones MAC (…)



	7500R Linecards
Latency	Under 3.5usec
MAC Table Size	768K
Maximum IPv4 Host Routes	768K
Maximum IPv6 Host Routes	768K
Maximum ACL Entries	24K
Maximum IPv4 Route Prefixes	Over 1M
Maximum IPv6 Route Prefixes	768K
Maximum Multicast Routes	768K
Maximum ECMP	128-way

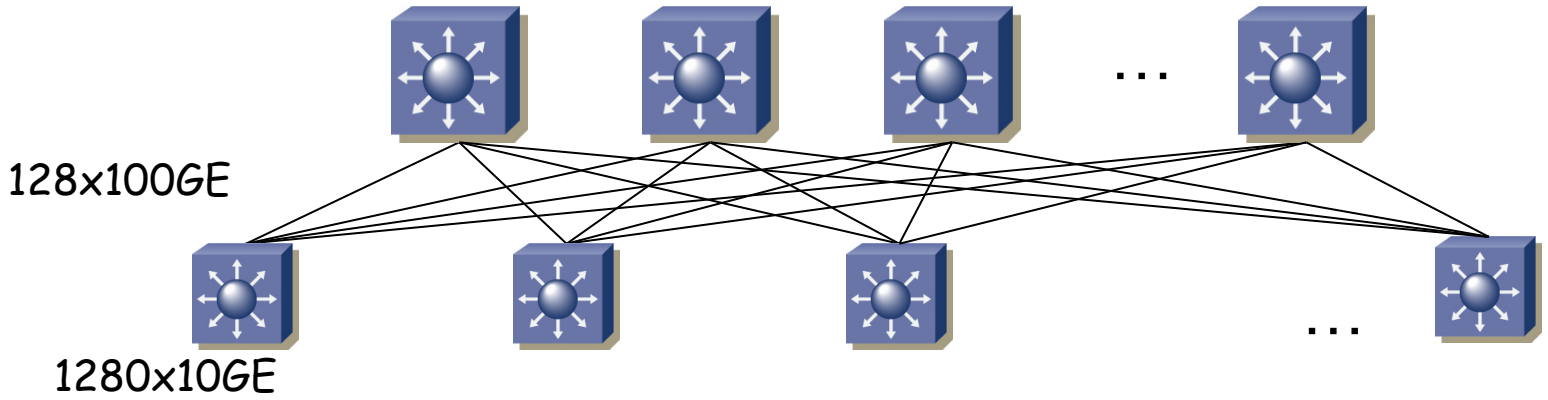


Escalabilidad con ECMP

- Conmutadores por ejemplo con soporte para 128-way ECMP
- Podemos cambiar esta topología MLAG por una ECMP
- Un enlace 100GE de cada switch de acceso a cada uno de agregación
- Siguen siendo 12.8Tbps en uplinks y sobre-subscripción 1:1
- Pero ahora cada switch de agregación puede recibir enlaces de 432 switch de acceso
- Eso son hasta 432x1280 = 552.960 hosts
- ¿Cables? 128x432 = 55.296
- Se conocen data centers con 360.000 hosts

https://youtu.be/4e97g7_qSxA

Sobre-subscripción 1:1



Problemas

- El precio de estos equipos de alto nivel de agregación es elevado
  - CAMs/TCAMs/SRAMs muy grandes
  - Alto consumo eléctrico, componentes costosos
  - Hay que pagar el coste de diseño de este hardware/software (¡no venden muchos!)
- Internamente:
  - Estos conmutadores son redes de conmutación, como hemos visto antes
  - Es decir, están construidos a partir de chips de conmutación interconectados
  - Pueden tener sobre-subscripción interna (bloqueo interno)

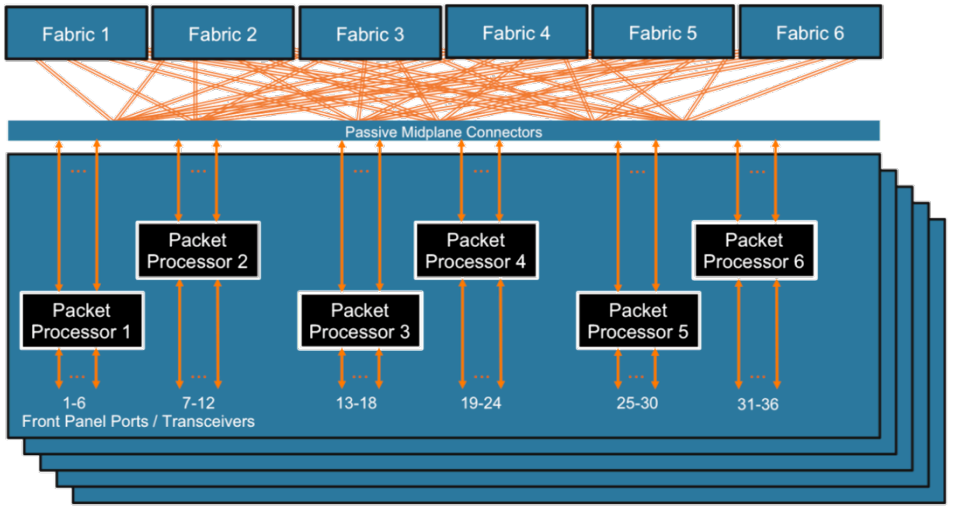
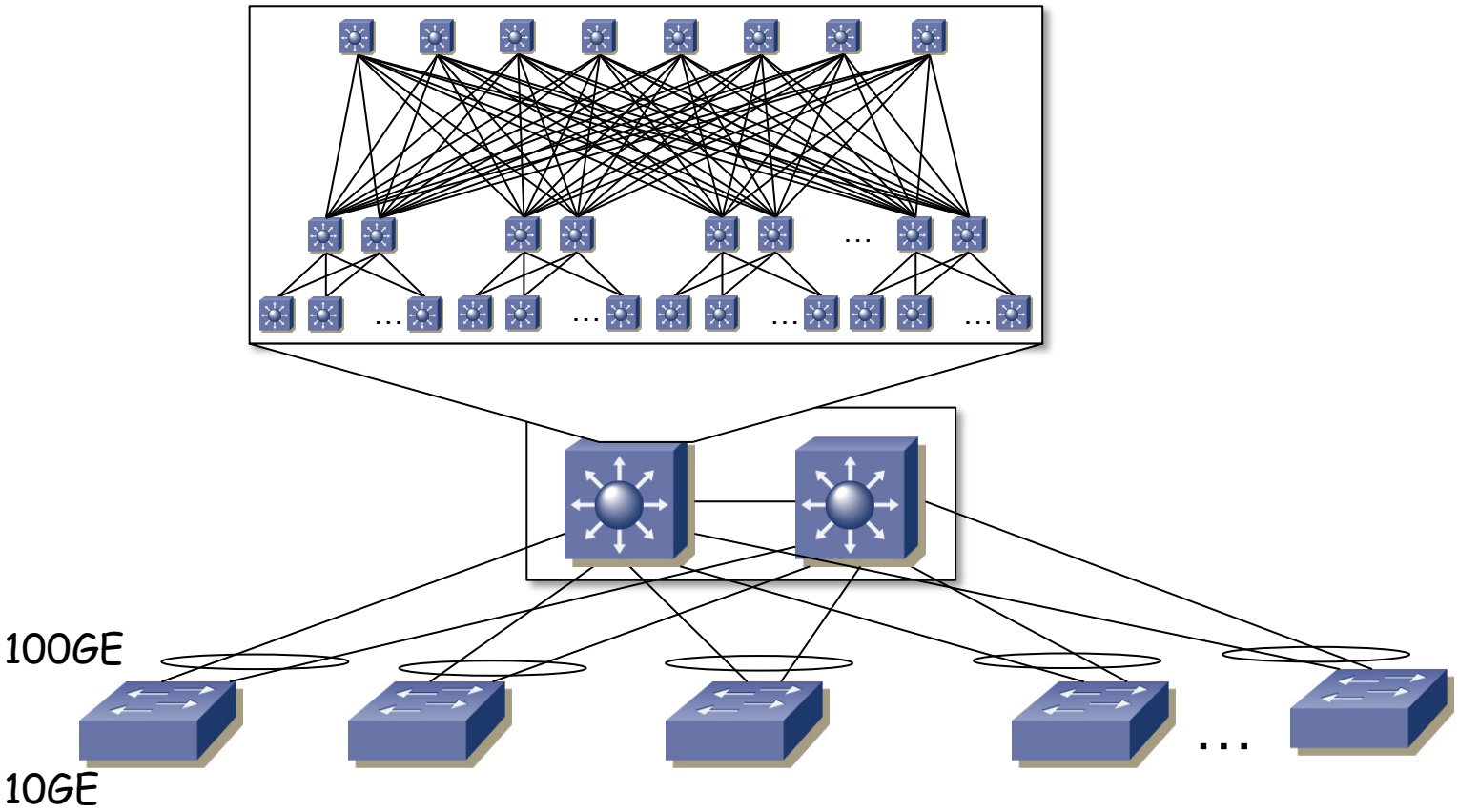


Figure 3: Distributed Forwarding within an Arista 7500R Series

http://www.arista.com/assets/data/pdf/Whitepapers/Arista7500RSwitchArchitectureWP.pdf

El mismo problema

- Creamos una red de interconexión de conmutadores
- Los de agregación son de alto coste porque internamente
- Son una red de interconexión de chips de conmutación
- (…)



¿Otra solución?

- Creamos una red de interconexión de conmutadores
- Los de agregación son de alto coste porque internamente
- Son una red de interconexión de chips de conmutación
- Otra alternativa es crear el data center con conmutadores sencillos
- Elementos