

upna

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

# Problema de la primera milla xDSL

Area de Ingeniería Telemática

<http://www.tlm.unavarra.es>

Grado en Ingeniería en Tecnologías de  
Telecomunicación, 3º

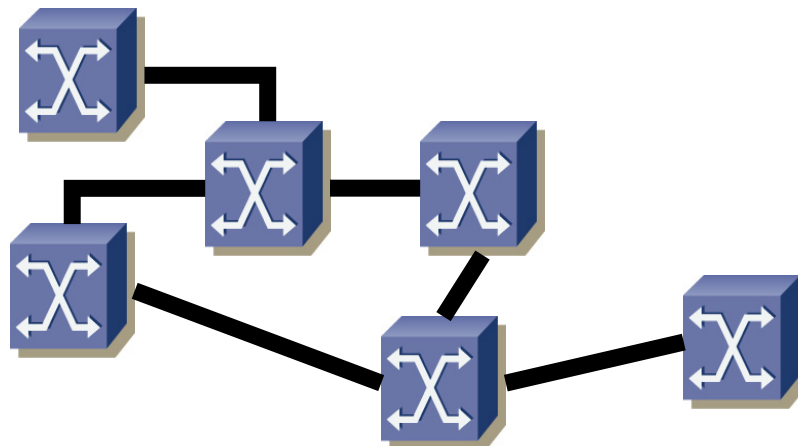
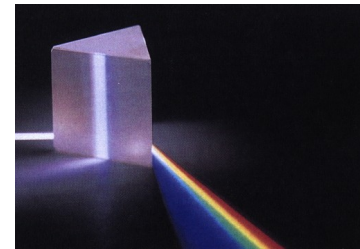
upna

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

# El problema de la primera milla

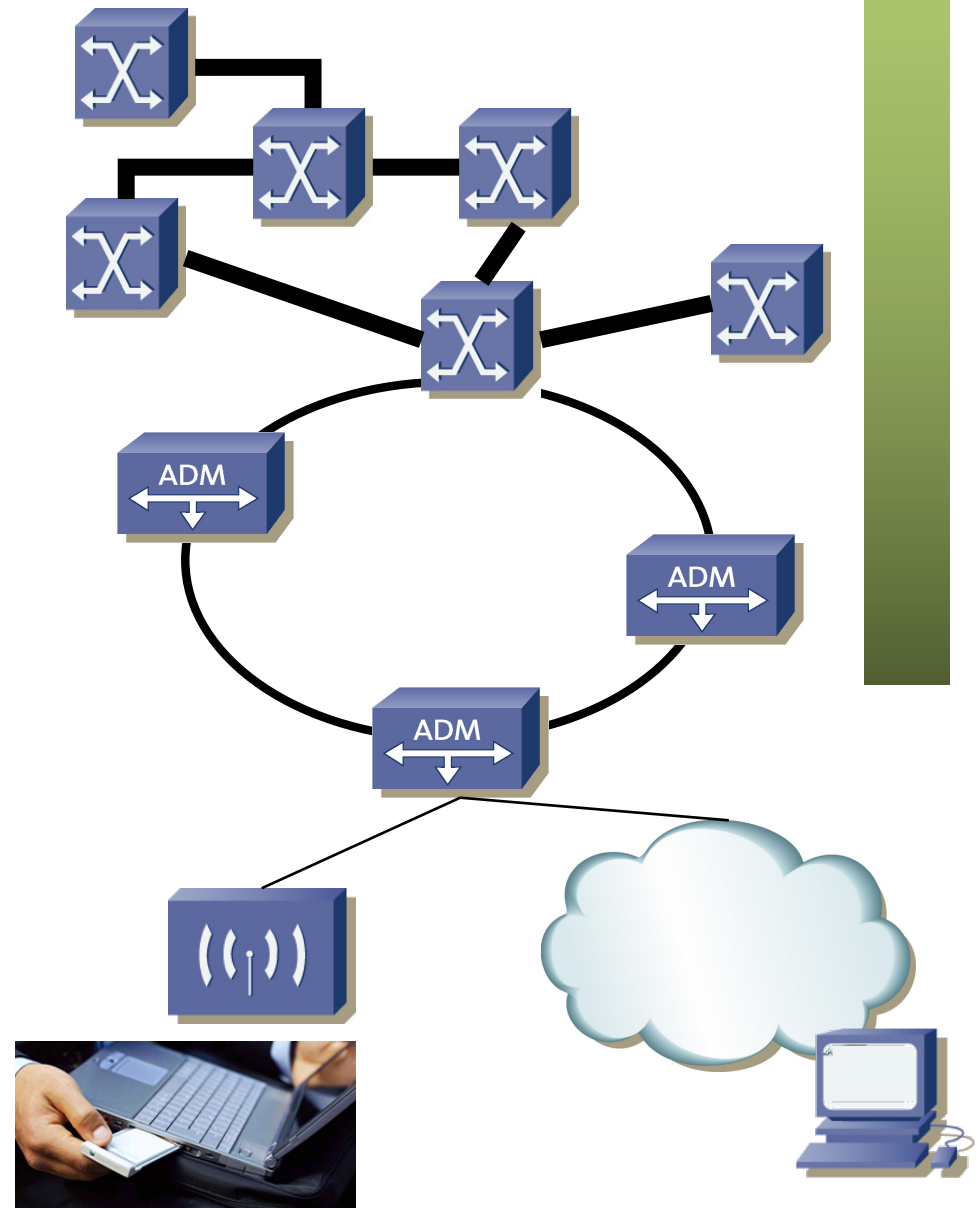
# La Red hoy en día

- *Data Networking vs Voice Transfer*
- El efecto de la World Wide Web
- Determinantes:
  - IP
  - WDM
  - Conmutación de altas prestaciones
  - PCs



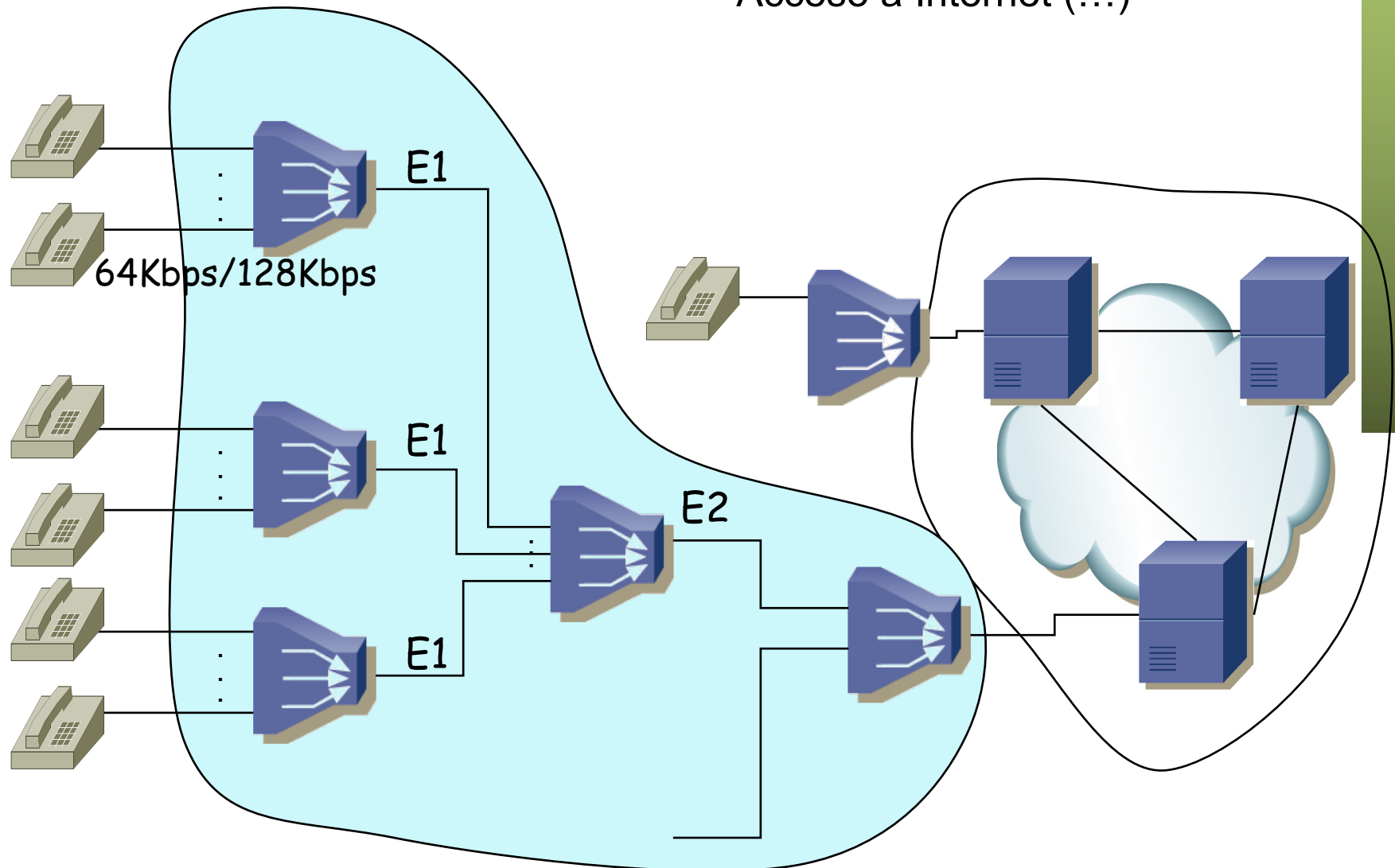
# Resultado

- *Core network*
  - Fibra
  - WDM
  - STM 256 (40Gbps)
  - Alta velocidad
- *Metro network*
  - Fibra, WDM
  - Alta velocidad
- *Usuarios*
  - PCs de gran potencia
- *Access network*
  - Cableada o inalámbrica
  - Unos pocos Mbps
- (...)



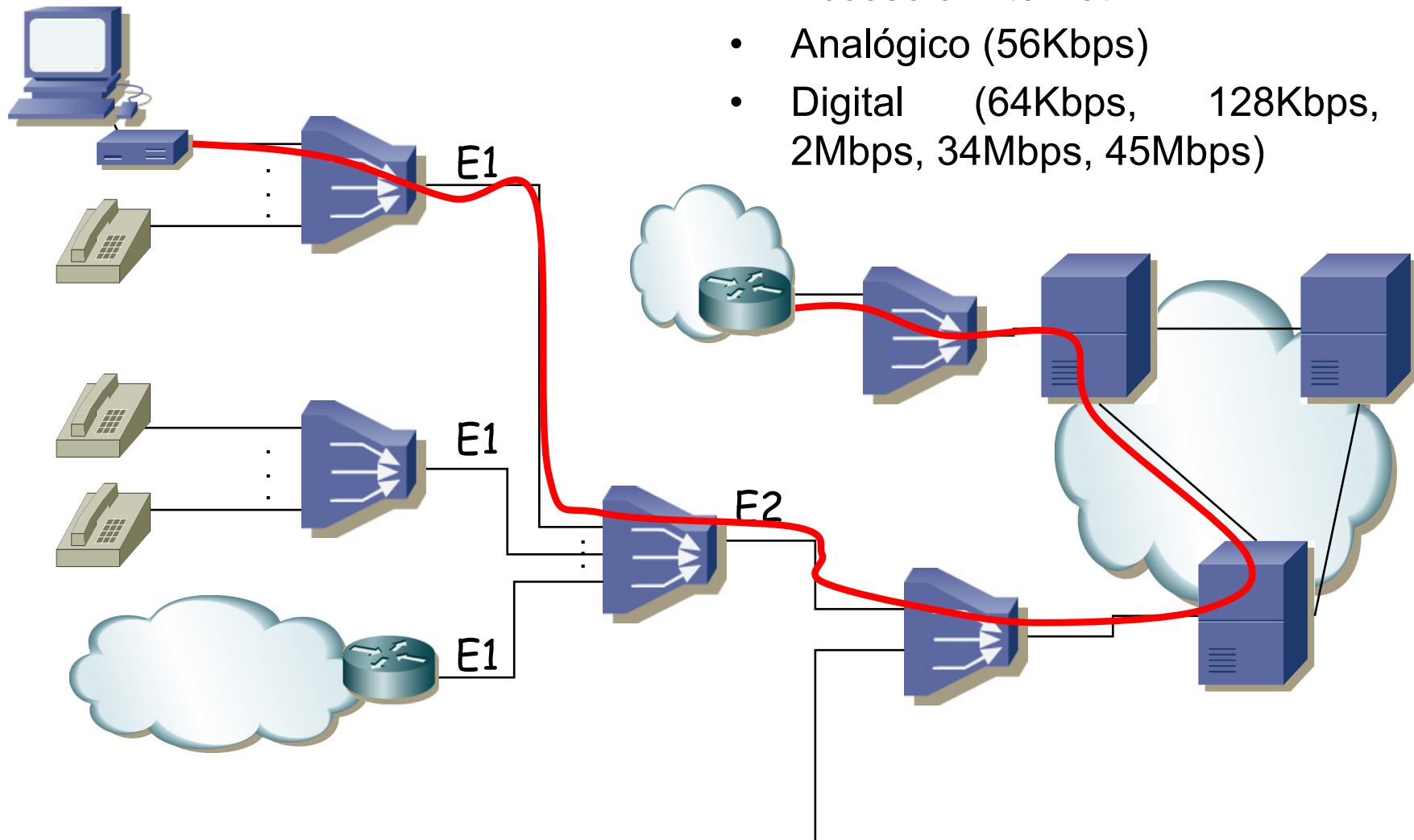
# PSTN como red de acceso

- Agregación
- Public Switched Telephone Network
- Acceso a Internet (...)



# PSTN como red de acceso

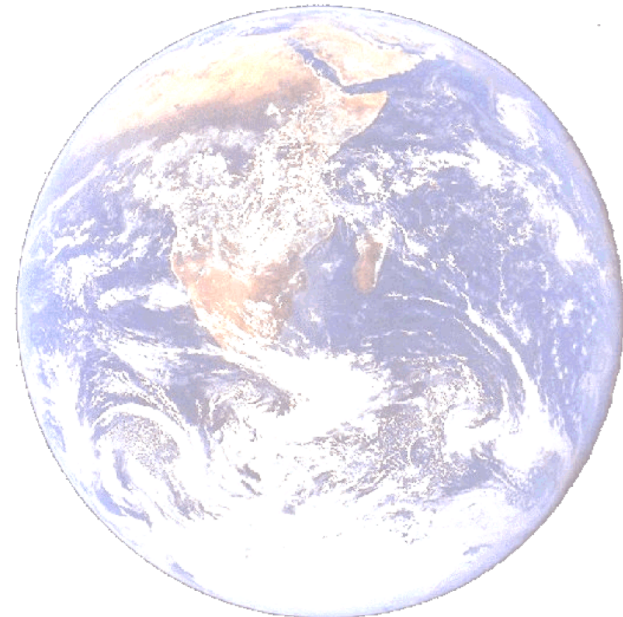
- Agregación



- Public Switched Telephone Network
- Acceso a Internet
- Analógico (56Kbps)
- Digital (64Kbps, 128Kbps, 2Mbps, 34Mbps, 45Mbps)

# ¿Actualizar la red de acceso?

- Inicialmente el tráfico con Internet era reducido (e-mail, un poco de web...)
- ¡ Llevó *décadas* desplegar el cableado telefónico actual !
- ¿Se justifica económicamente cambiarla?
- La burbuja de las dot-com no ha ayudado



# Tecnologías en el acceso

- Cableadas
  - PSTN
  - Cable coaxial
  - Fibra
  - PLC
  - xDSL
- Inalámbricas
  - Satélite
  - Fixed
  - WiFi
  - Celular
  - FSO





upna

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



# xDSL

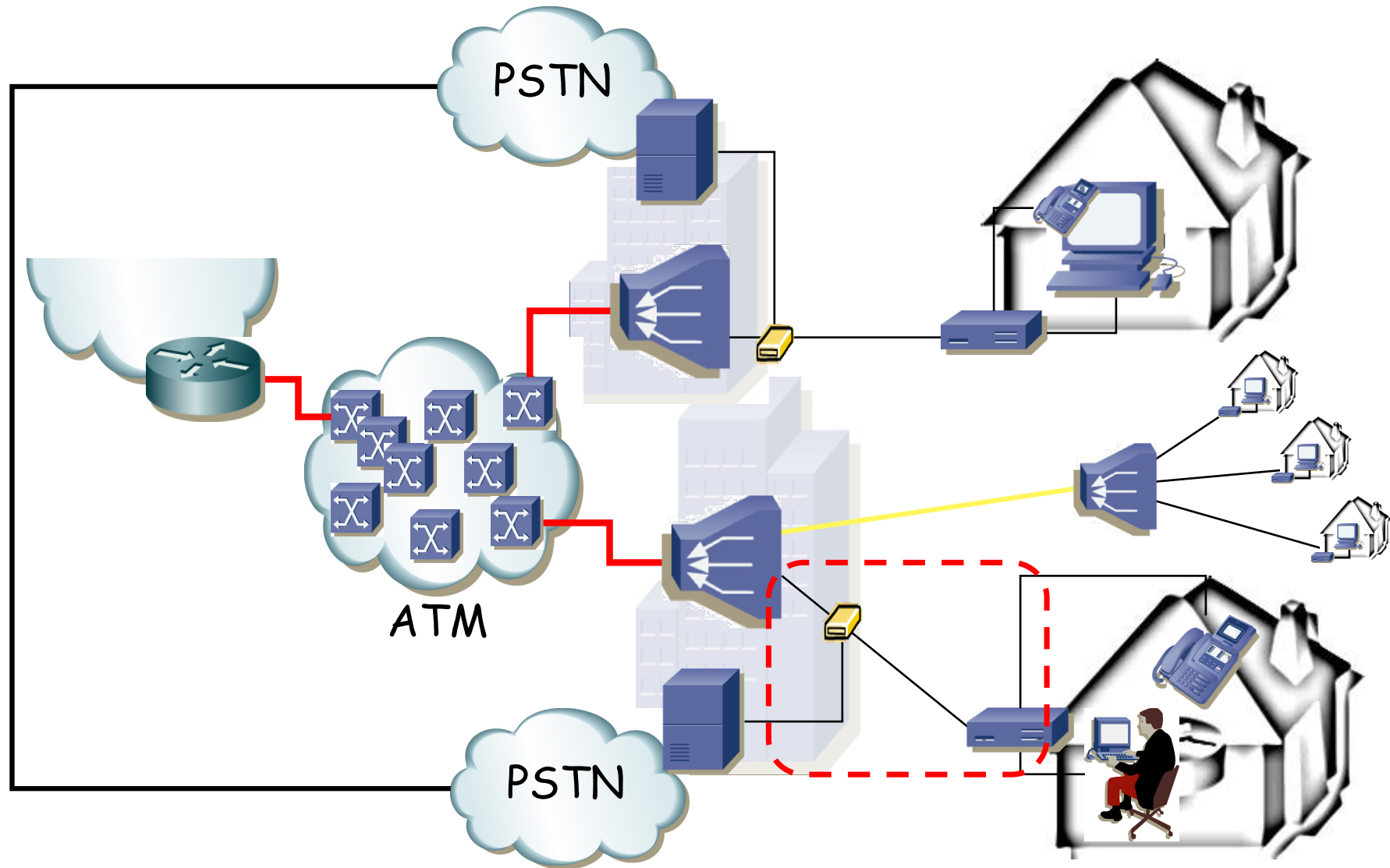


# xDSL

- xDSL: *x-type Digital Subscriber Line*
- Alta velocidad de datos
- Sobre par trenzado telefónico (*voice grade*) (*last/first mile*)
- Bucle diseñado para 4KHz
- Algunas tecnologías basadas en modems
- Cierta compatibilidad hacia atrás con telefonía vocal
- Otras emplean CSU/DSU (transmisión digital)
- No requiere un nuevo cableado al usuario (diferencia con HFC y FTTH)



# Dónde encaja



upna

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

# Tecnologías xDSL

# Tipos

**HDSL** = High bit-rate DSL G.991.1

**SHDSL** = Single-Pair HDSL = G.991.2 (similar a ETSI SDSL)

- Popular como alternativa para transporte de T1/E1
- No requiere repetidores (T1/E1 sí)
- Compatibilidad con otros DSLs en el mismo mazo
- La central puede alimentar el CSU/DSU del abonado
- Empleado también dentro de edificio con cableado telefónico

Tecnología	Máx. Velocidad	Distancia	Medio	
HDSL	T1/E1	3,66Km	2-3 pares	Digital
SHDSL	Hasta 5.6Mbps ↑↓	3,66Km	1-2 pares	Digital

# Tipos

## **ADSL** = Asymmetric DSL (G.992.1)

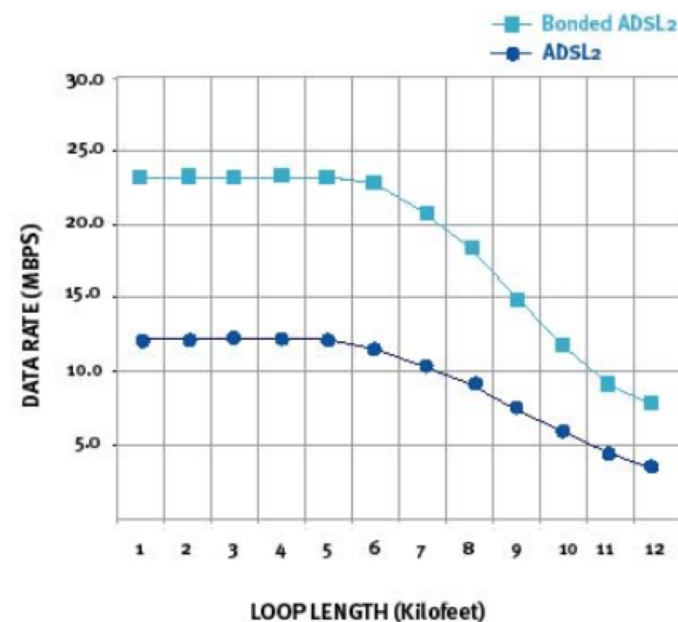
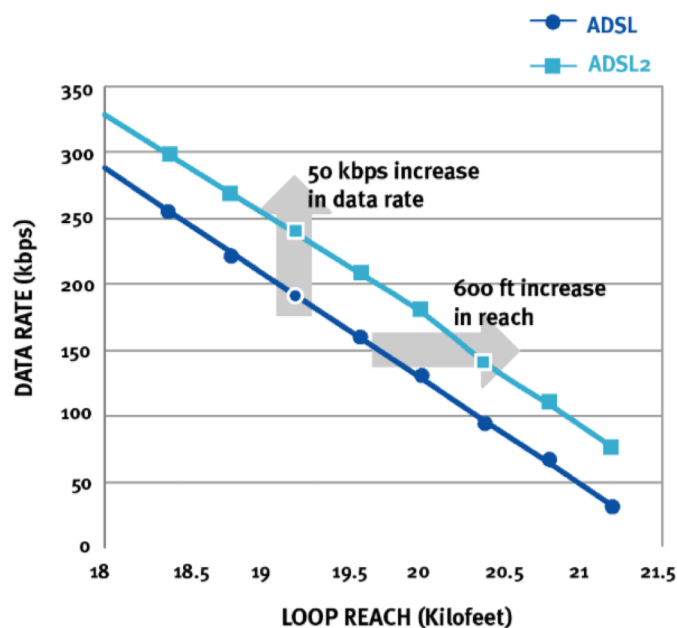
- Puede sincronizar ambos extremos con diferentes velocidades
- Máxima velocidad de bajada permite más de 1 canal de TV
- Con POTS o RDSI
- Emplea hasta 1.1MHz
- Varios *bearers* downstream y upstream

Tecnología	Máx. Velocidad	Distancia	Medio	
HDSL	T1/E1	3,66Km	2-3 pares	Digital
SHDSL	Hasta 5.6Mbps ↑↓	3,66Km	1-2 pares	Digital
ADSL	1.5-6,1Mbps ↓ 16-640Kbps ↑	5,5Km	1 par	Analog.

# Tipos

## ADSL2 = Asymmetric DSL (G.992.3, 07/2002)

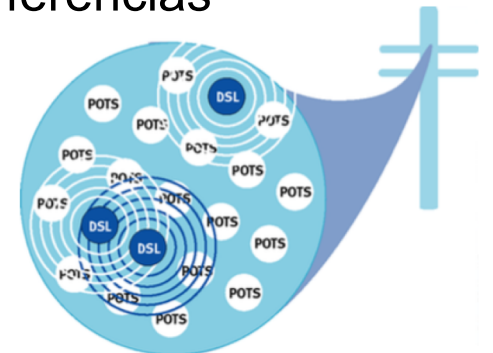
- Soporta modo digital (sin POTS/RDSI), eso añade 256Kbps al upstream
- Mejores resultados para líneas largas
- Mínimo 8Mbps downstream y 800Kbps upstream
- Hasta 12Mbps downstream y 1Mbps upstream
- Negociación inicial más rápida
- Soporta *Bonding* (8xn Mbps sobre n pares) empleando IMA



# Tipos

## **ADSL2 = Asymmetric DSL (G.992.3, 07/2002)**

- Soporta PTM:
  - Packet Transfer Mode
  - ADSL solo soportaba STM o ATM (que ADSL2 sigue soportando)
  - Encapsulado tipo HDLC o 64/65-octetos como 802.3ah
- READSL2 (Anexo L o ADSL2-RE)
  - *Reach Extended ADSL2*
  - Downstream hasta 8Mbps, Upstream hasta 1Mbps
  - A 5Km aún 1Mbps downstream
- EUADSL2 (Anexo M)
  - EU = Extended Upstream (hasta unos 3Mbps)
  - Incrementa el BW usado en el upstream a costa del downstream
- En general hay que vigilar si en el mismo mazo de cables van diferentes alternativas de ADSL2 por problemas de interferencias





# Tipos

## ADSL2+ = Asymmetric DSL 2 plus (G.992.5)

- Amplía el BW hasta 2,2MHz
- Incrementa la velocidad de bajada a más de 20Mbps (hasta 24,5Mbps)
- Mínimo de 16Mbps downstream y 800Kbps upstream
- Máxima velocidad solo en menos de 2,4Km
- También tiene anexo M que incrementa la capacidad upstream

Tecnología	Máx. Velocidad	Distancia	Medio	
HDSL	T1/E1	3,66Km	2-3 pares	Digital
SHDSL	Hasta 5.6Mbps ↑↓	3,66Km	1-2 pares	Digital
ADSL	1.5-6,1Mbps ↓ 16-640Kbps ↑	5,5Km	1 par	Analog.
ADSL2	8-12 Mbps ↓ 0,8-1Mbps ↑	2,5Km	1 par	Analog.
ADSL2+	24,5Mbps ↓ 1Mbps ↑	2,4Km	1 par	Analog.

# Tipos

**VDSL** = Very high speed DSL (G.993.1)

- Velocidades simétricas o asimétricas
- Decenas de Mbps (downstream 55Mbps, upstream 15Mbps)
- Emplea hasta 12MHz
- Soporta modo digital
- Hasta dos caminos de datos downstream y otros dos upstream
- Cada camino puede ser de baja o de alta latencia
- Soporta ATM y PTM (Packet Transfer Mode con encapsulado tipo HDLC)

Tecnología	Máx. Velocidad	Distancia	Medio	
HDSL	T1/E1	3,66Km	2-3 pares	Digital
SHDSL	Hasta 5.6Mbps ↑↓	3,66Km	1-2 pares	Digital
ADSL	1.5-6,1Mbps ↓ 16-640Kbps ↑	5,5Km	1 par	Analog.
ADSL2	8-12 Mbps ↓ 0,8-1Mbps ↑	2,5Km	1 par	Analog.
ADSL2+	24,5Mbps ↓ 1Mbps ↑	2,4Km	1 par	Analog.
VDSL	55Mbps ↓ 30Mbps ↑	300m-1,4Km	1 par	Analog.

# Tipos

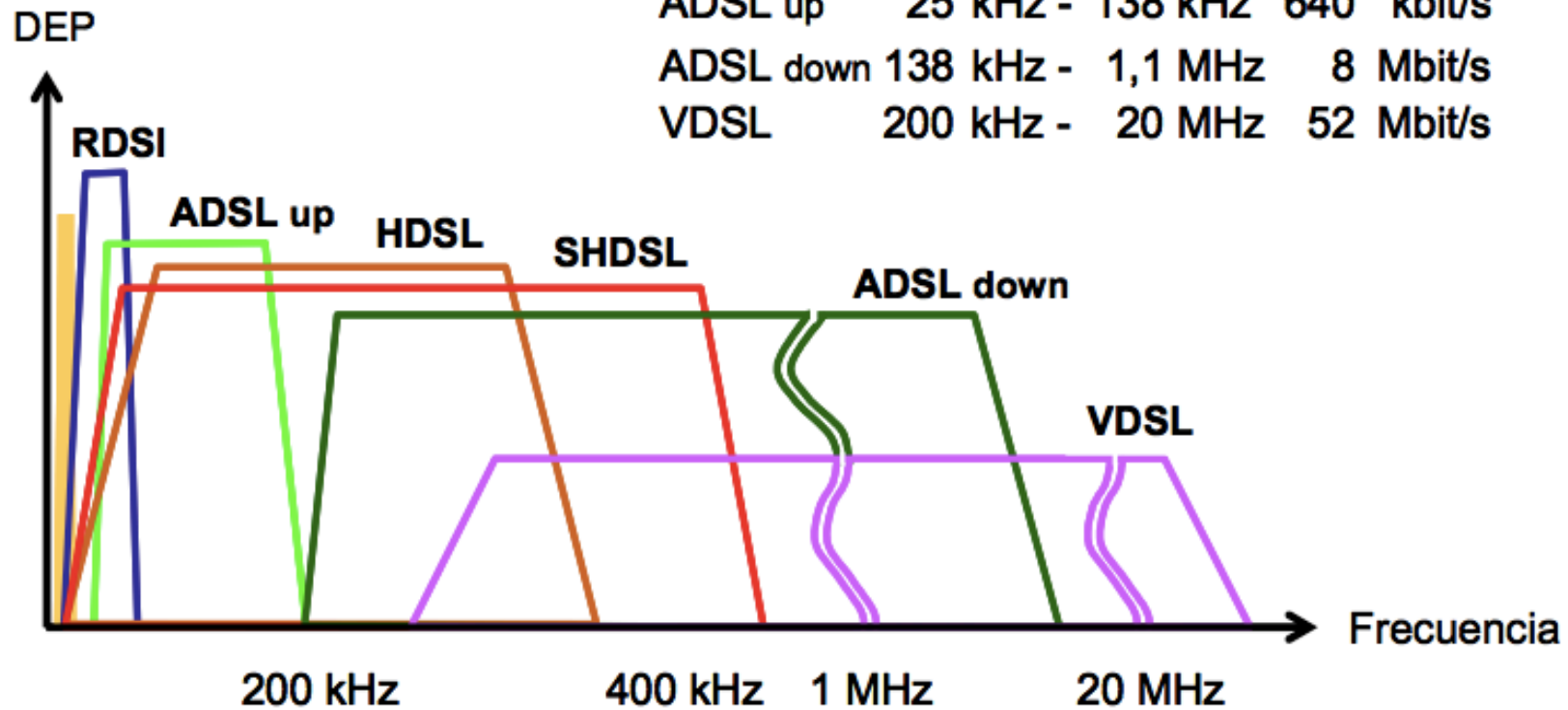
## VDSL2 = Very high speed DSL 2 (G.993.2)

- Hasta 100Mbps upstream/downstream (usa 30MHz)
- Hasta 4096 portadoras
- Máxima distancia de unos 2500m
- Transporte STM, ATM o PTM
- Channel bonding
- Interoperable con ADSL<sub>n</sub>

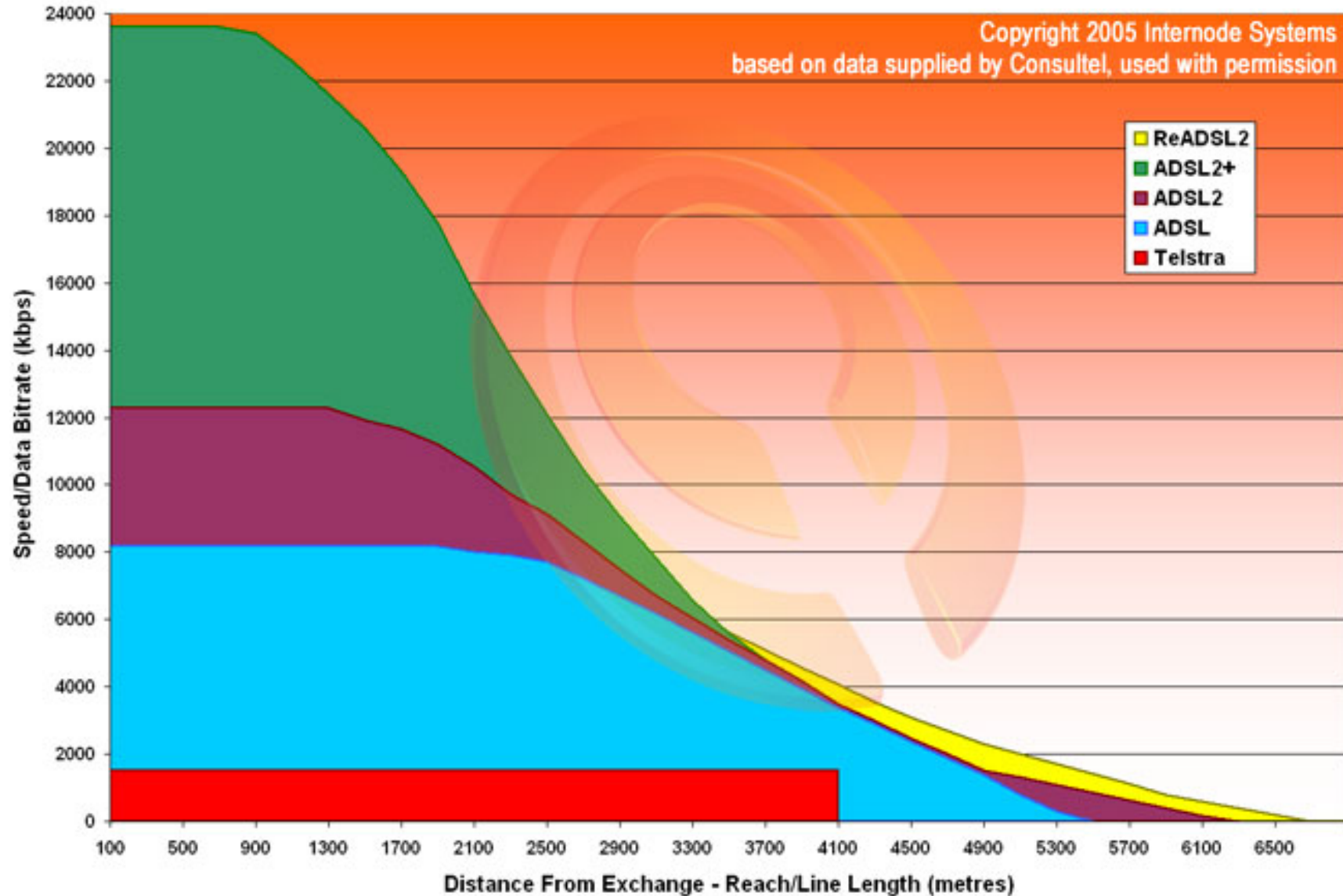
Tecnología	Máx. Velocidad	Distancia	Medio	
HDSL	T1/E1	3,66Km	2-3 pares	Digital
SHDSL	Hasta 5.6Mbps ↑↓	3,66Km	1-2 pares	Digital
ADSL	1.5-6,1Mbps ↓ 16-640Kbps ↑	5,5Km	1 par	Analog.
ADSL2	8-12 Mbps ↓ 0,8-1Mbps ↑	2,5Km	1 par	Analog.
ADSL2+	24,5Mbps ↓ 1Mbps ↑	2,4Km	1 par	Analog.
VDSL VDSL2	55Mbps ↓ 30Mbps ↑ 100Mbps ↓↑	300m-1,4Km 2,5Km	1 par	Analog.

# Espectro

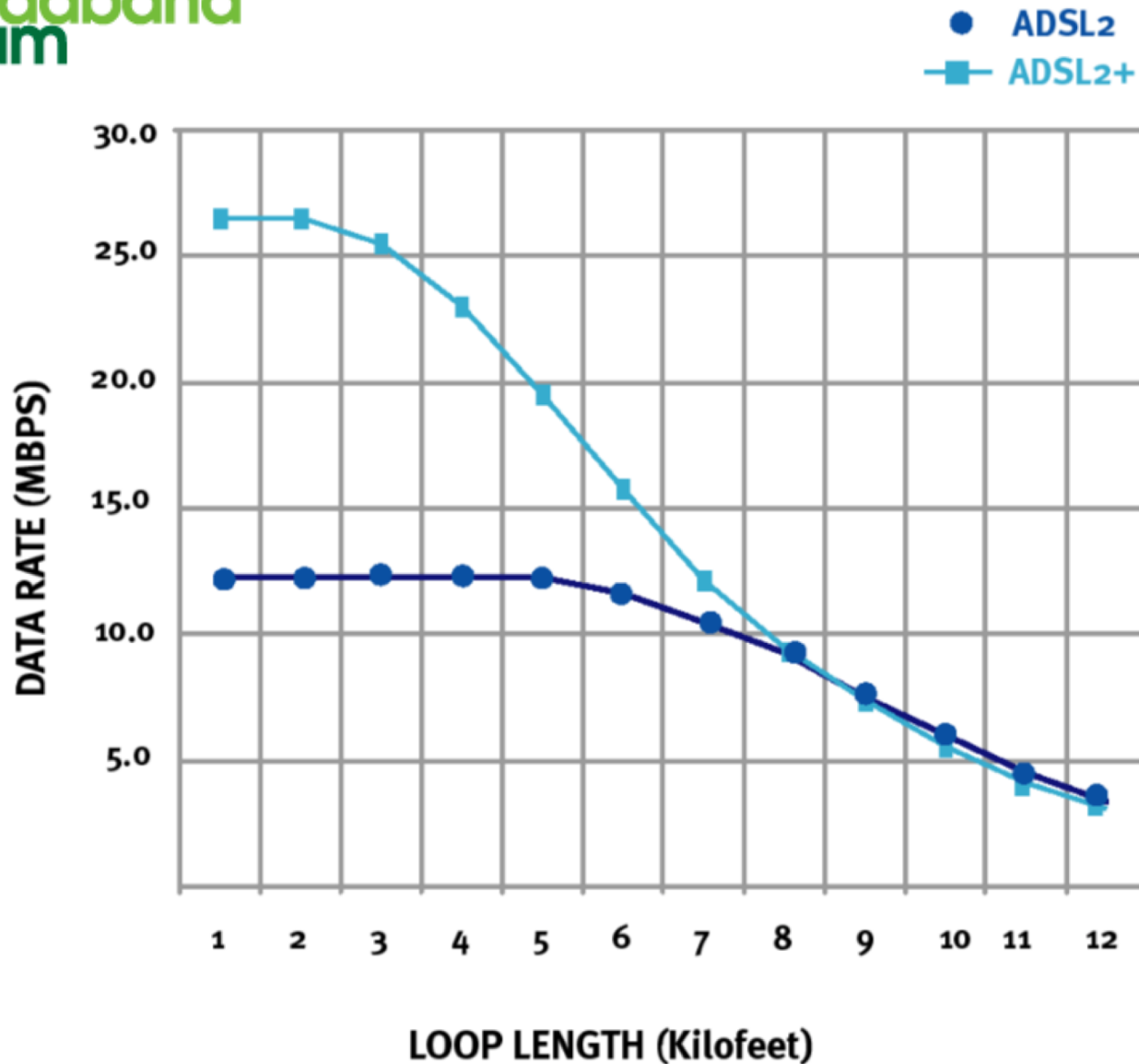
POTS	300 Hz - 3.4 kHz	56 kbit/s
RDSI	0 Hz - 50 kHz	144 kbit/s
HDSL	0 Hz - 292 kHz	2 Mbit/s
SHDSL	0 Hz - 386 kHz	2 Mbit/s
ADSL up	25 kHz - 138 kHz	640 kbit/s
ADSL down	138 kHz - 1,1 MHz	8 Mbit/s
VDSL	200 kHz - 20 MHz	52 Mbit/s



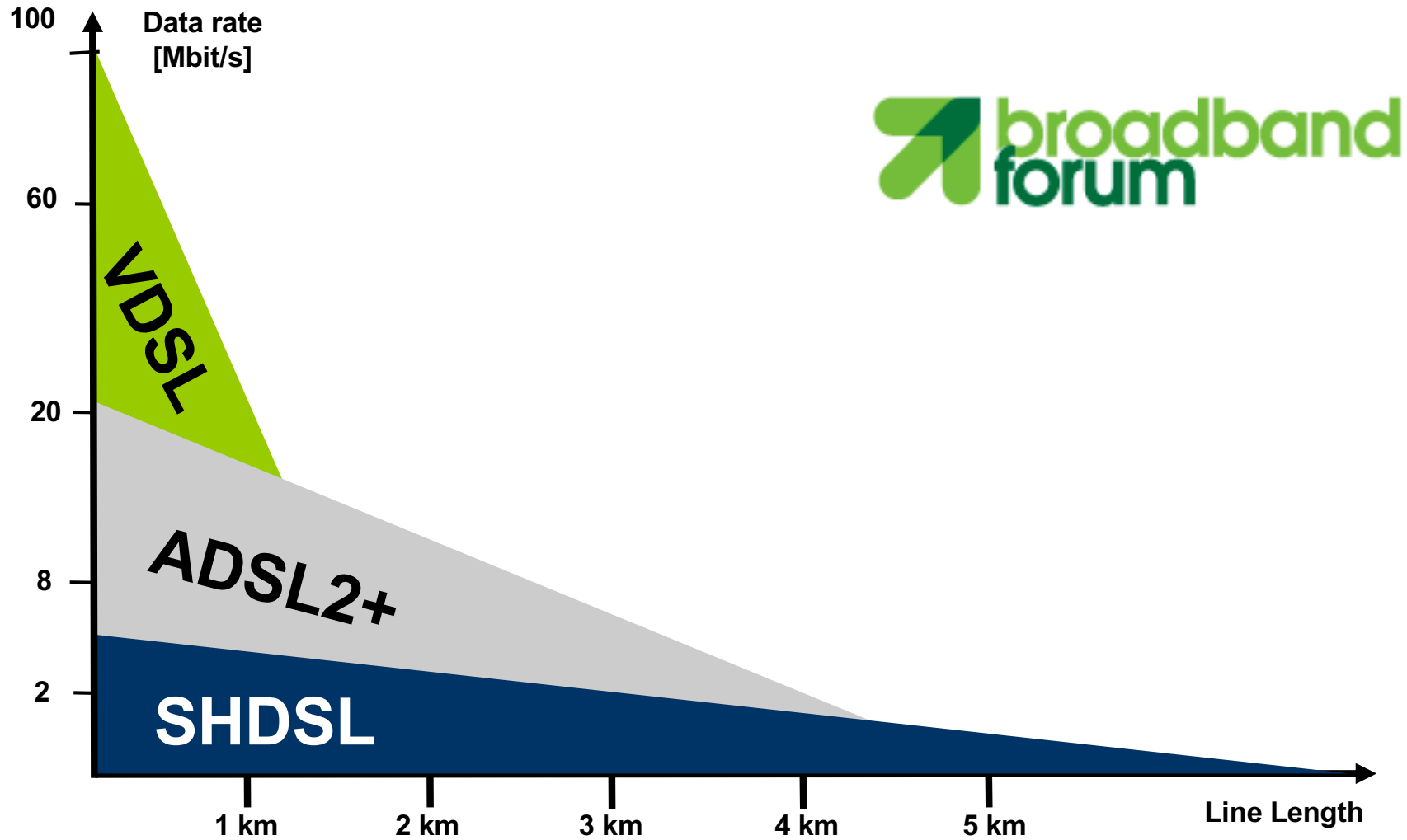
# Distancias y velocidades



# Distancias y velocidades



# Distancias y velocidades



# VDSL2 Performance

