

# Introducción a tecnologías WAN y redes de acceso

Area de Ingeniería Telemática  
<http://www.tlm.unavarra.es>

Grado en Ingeniería en Tecnologías de  
Telecomunicación, 3º

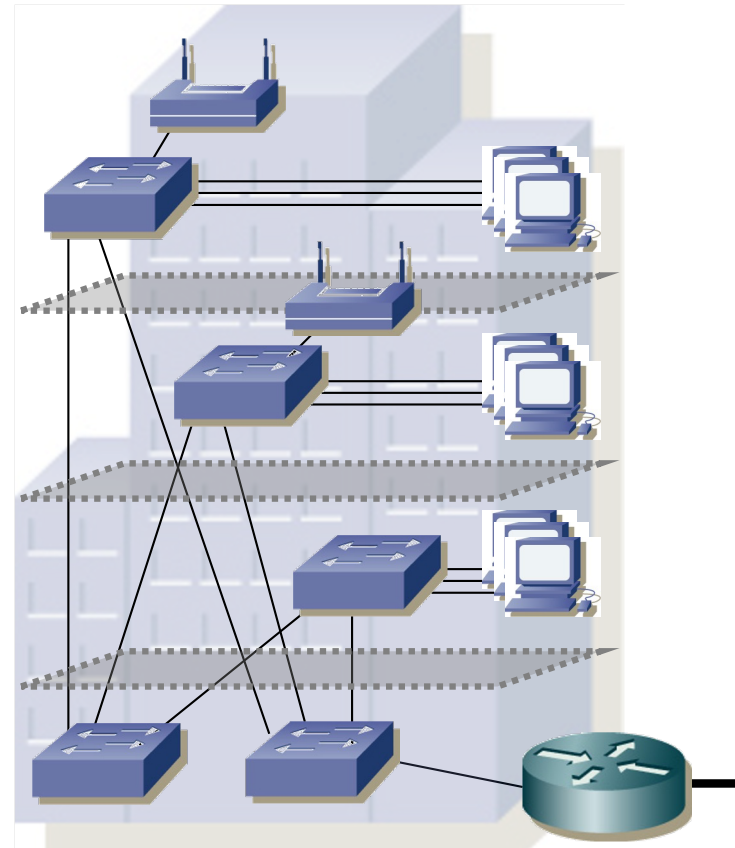
# Redes de Área Local

## Hemos visto:

- Conceptos básicos
- Ethernet
- Wi-Fi

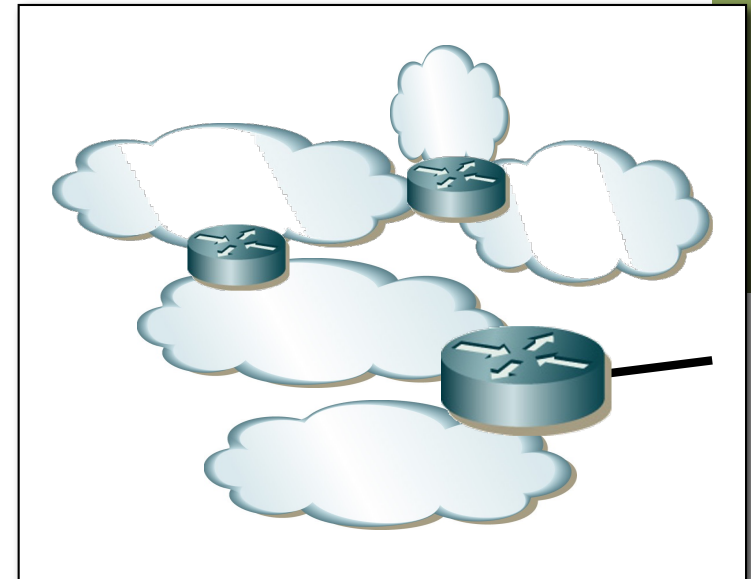
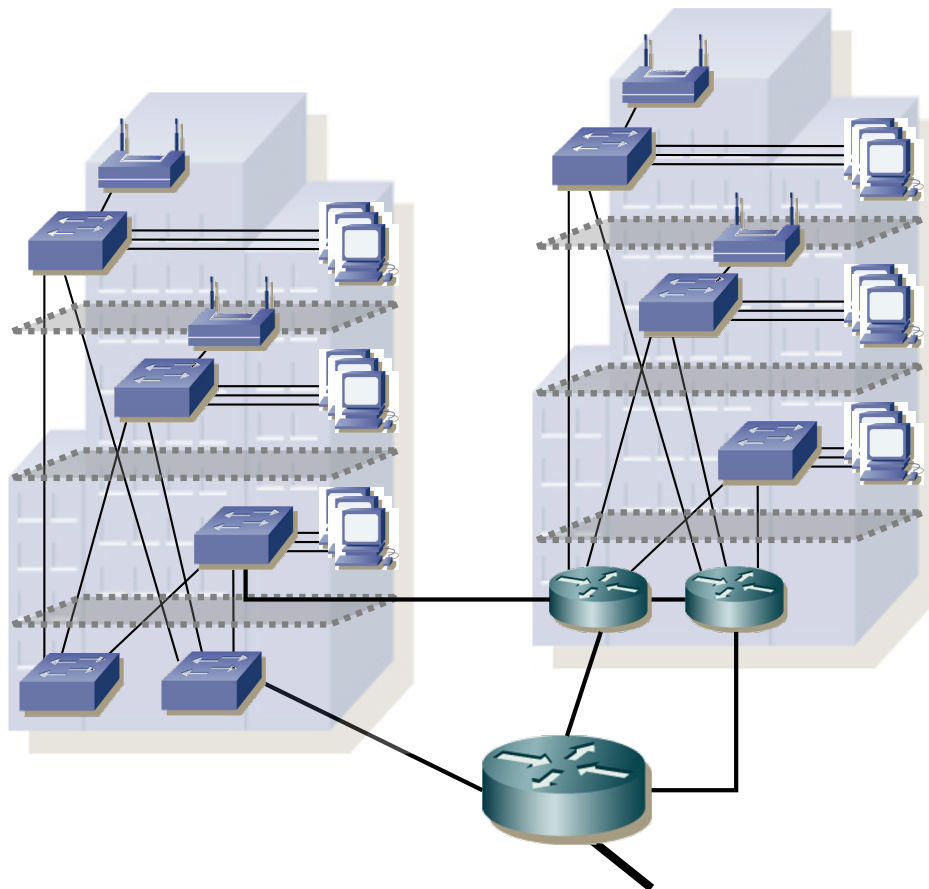
## Tienen limitaciones:

- Distancia
- Número de hosts
- Capacidad
- QoS
- Supervivencia



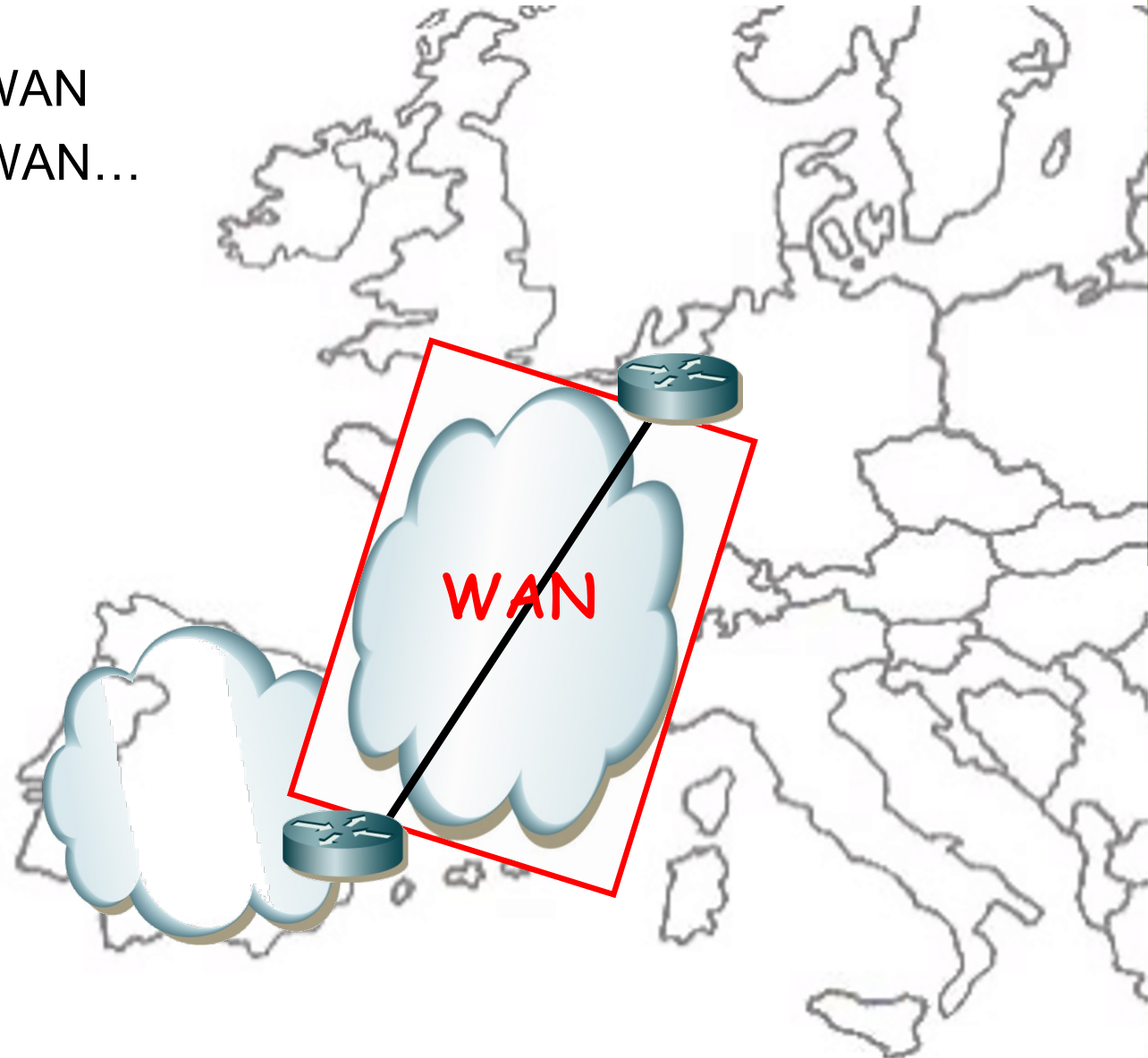
# Grandes redes locales

- Pueden unirse varias LANs con routers IP
- Siguen limitados por las características de las tecnologías LAN (distancia, supervivencia, QoS...)



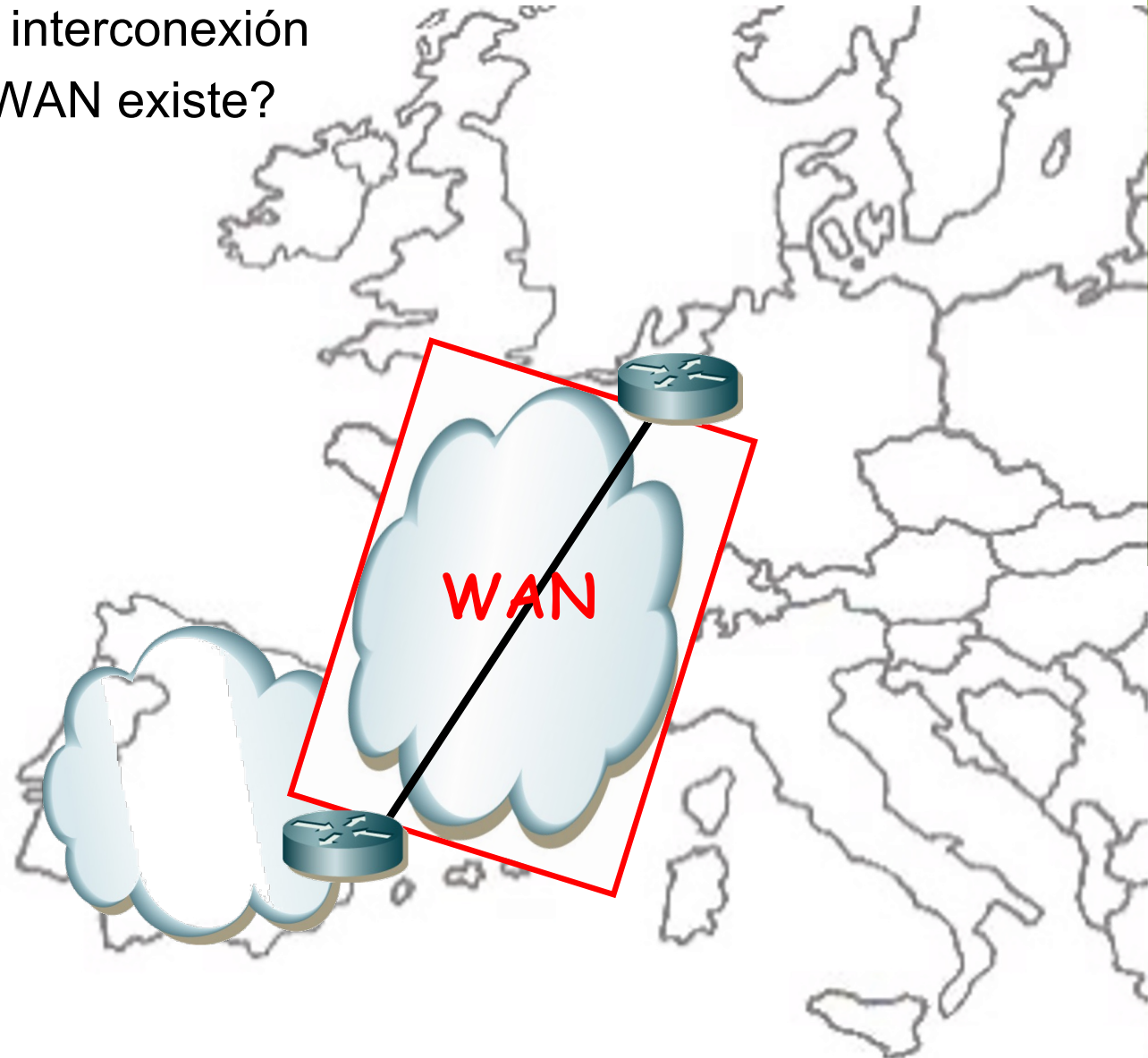
# Redes de Área Extensa

- Enlaces a través de un país o continente
- Emplean una WAN
- Origen de las WAN...



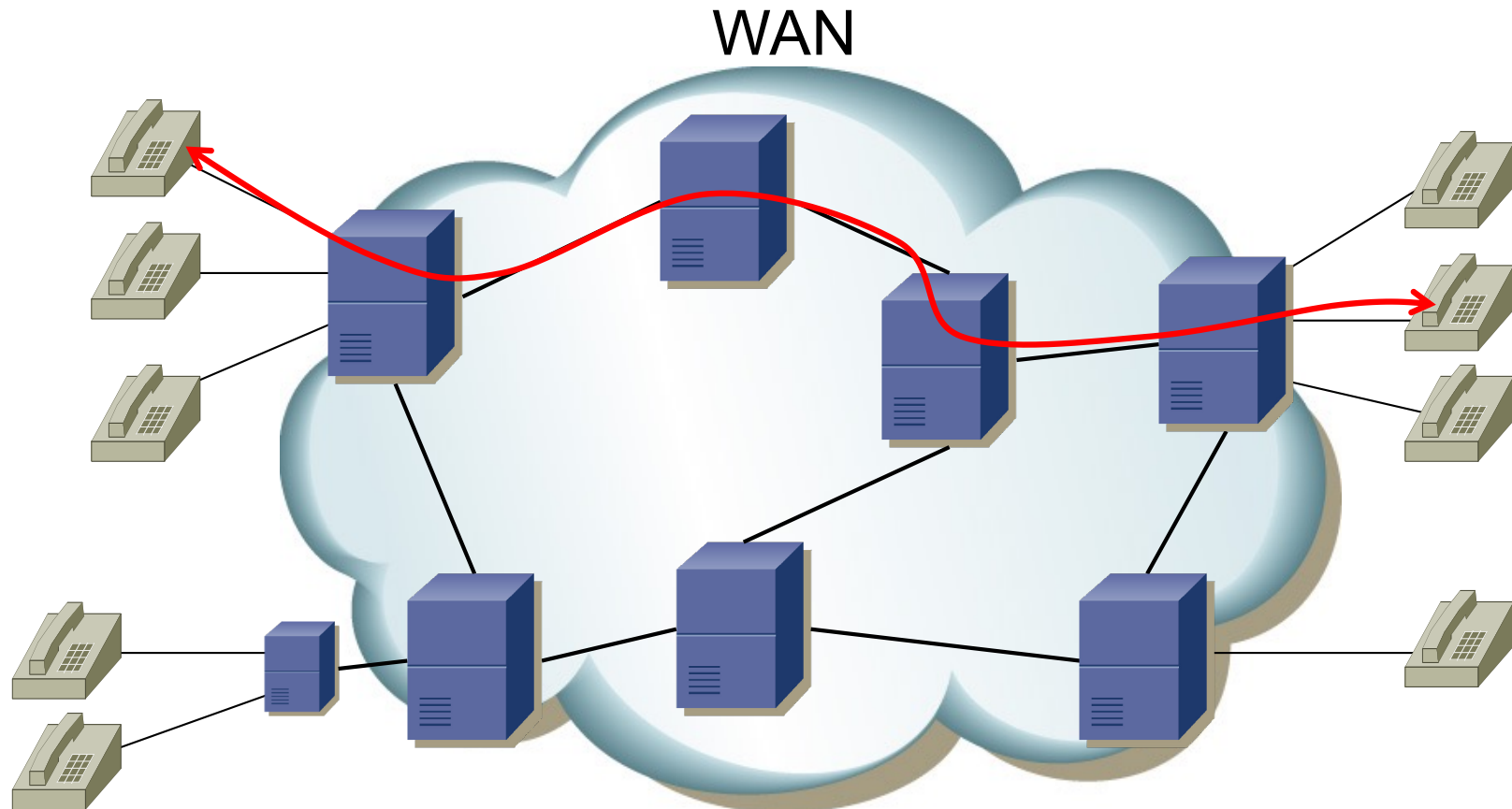
# Redes de Área Extensa

- Inicialmente no existen LANs
- O no requieren interconexión
- ¿Qué servicio WAN existe?



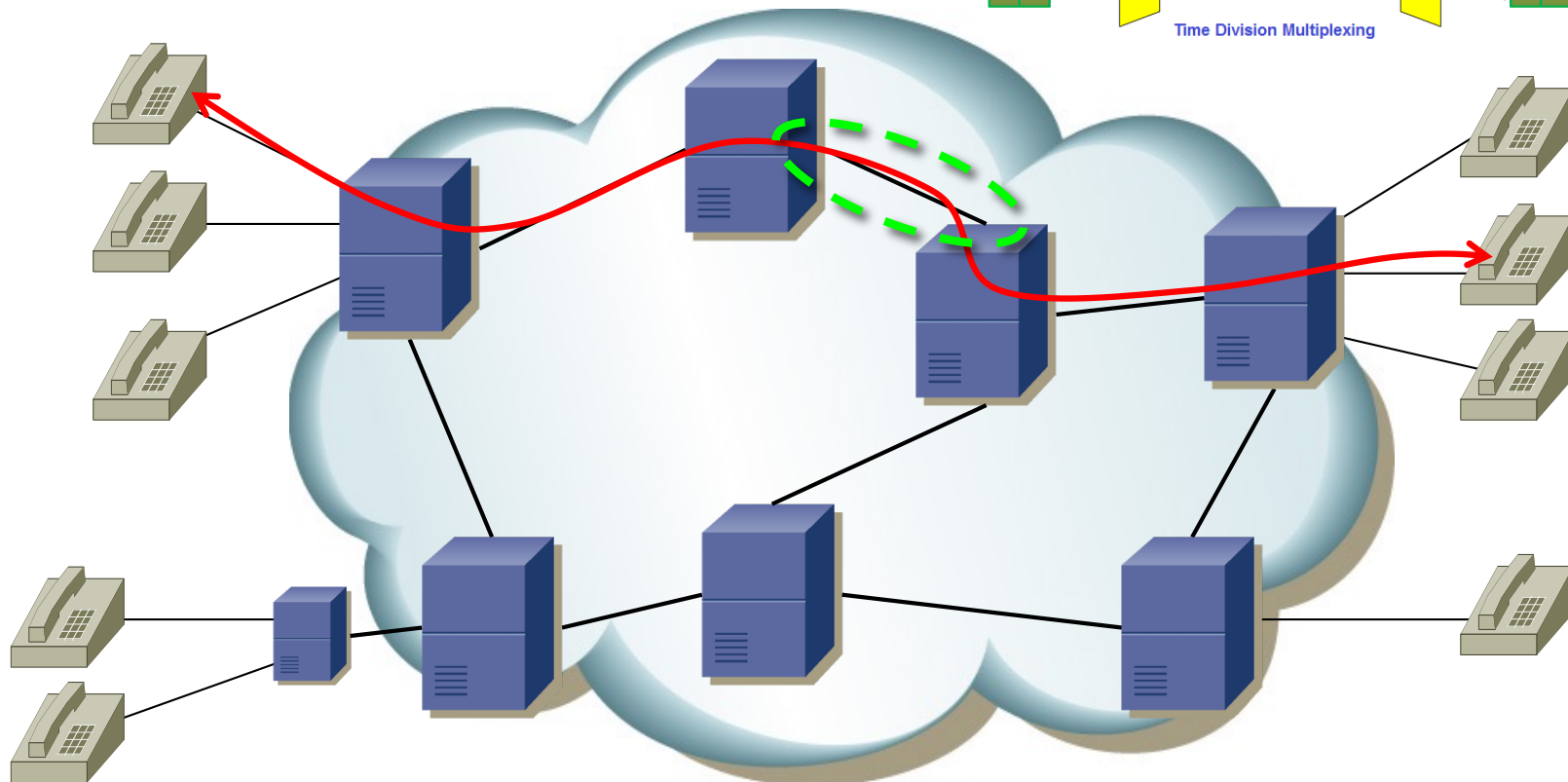
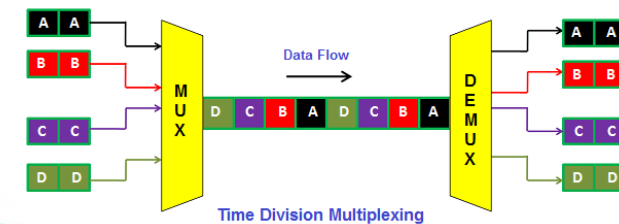
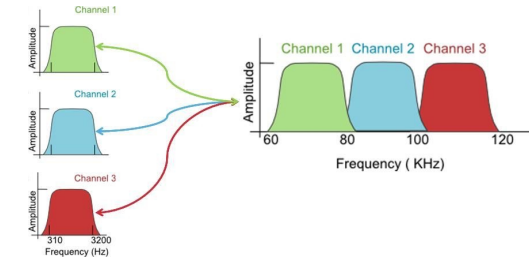
# Servicio telefónico

- *PSTN = Public Switched Telephone Network*
- Conmutación de Circuitos (...)



# Servicio telefónico

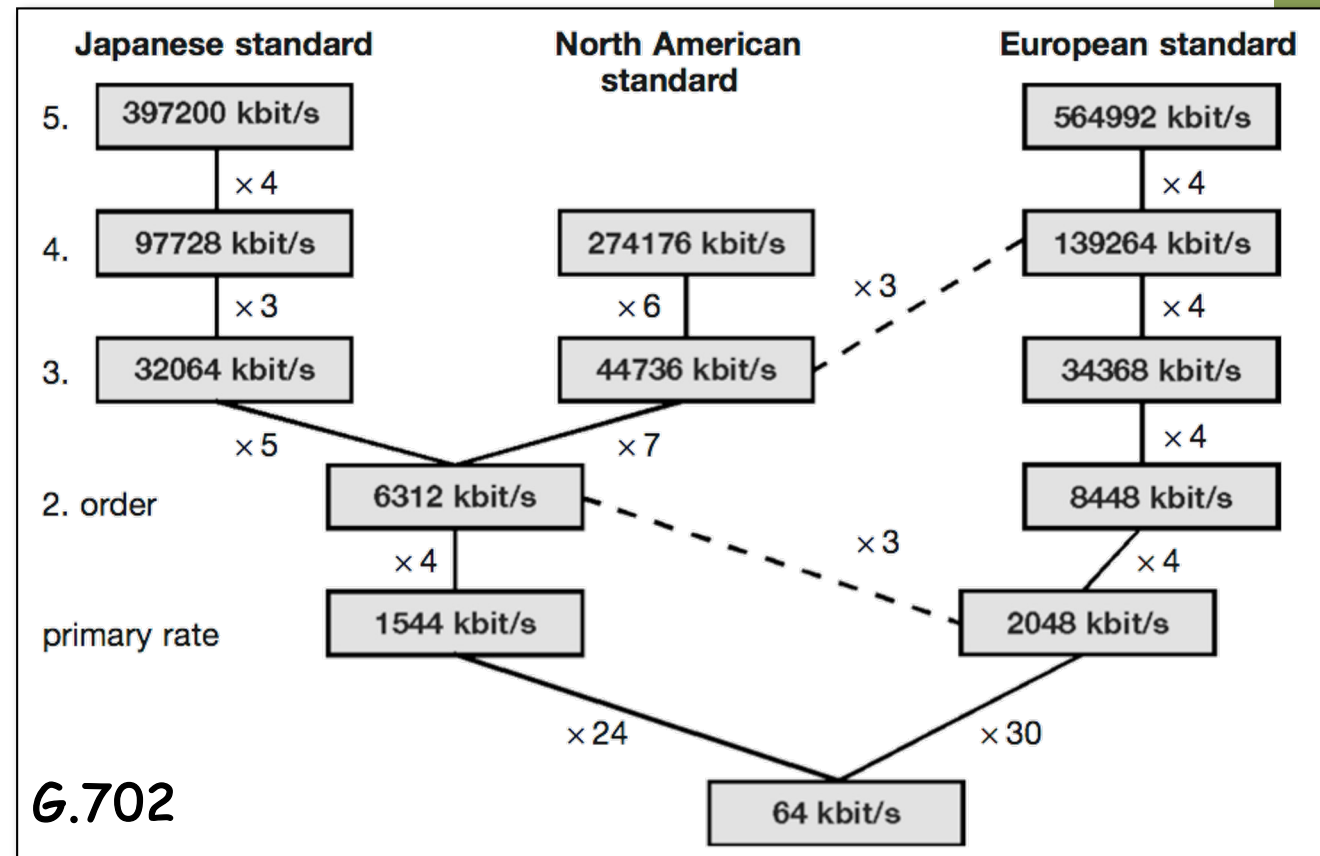
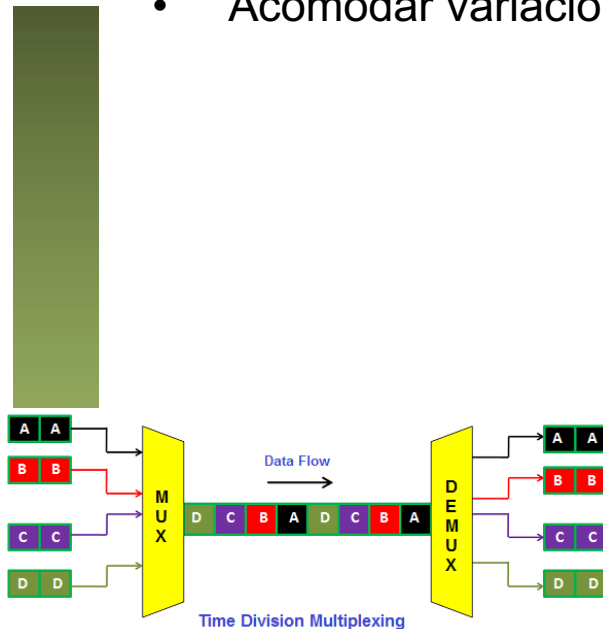
- Red de conmutación de circuitos
- Multiplexación de llamadas en las líneas troncales entre centrales (conmutadores telefónicos)
  - FDM
  - TDM : red digital



# PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy)

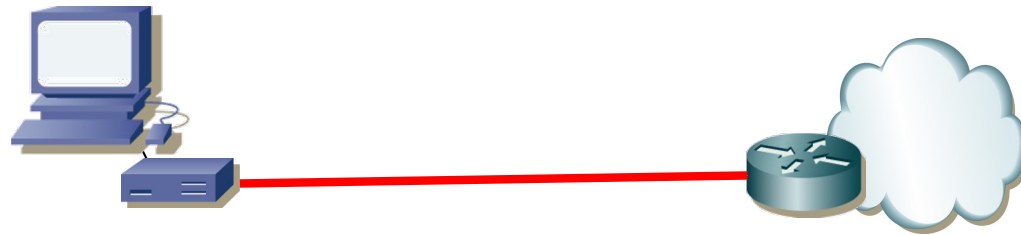
## Multiplexación TDM

- $E1 (2048\text{Kbps}) = 32 \times E0$      $E2 = 4 \times E1$ ,  $E3 = 4 \times E2$ ,  $E4 = 4 \times E3$
- $T1 (\text{DS1}, 1.54\text{Mbps}) = 24 \times \text{DS0}$      $T2 = 4 \times T1$ ,  $T3 = 7 \times T2$
- ITU-T G.701-703
- Multiplexación bit a bit
- Acomodar variaciones en frecuencia insertando bits (“justificación”)

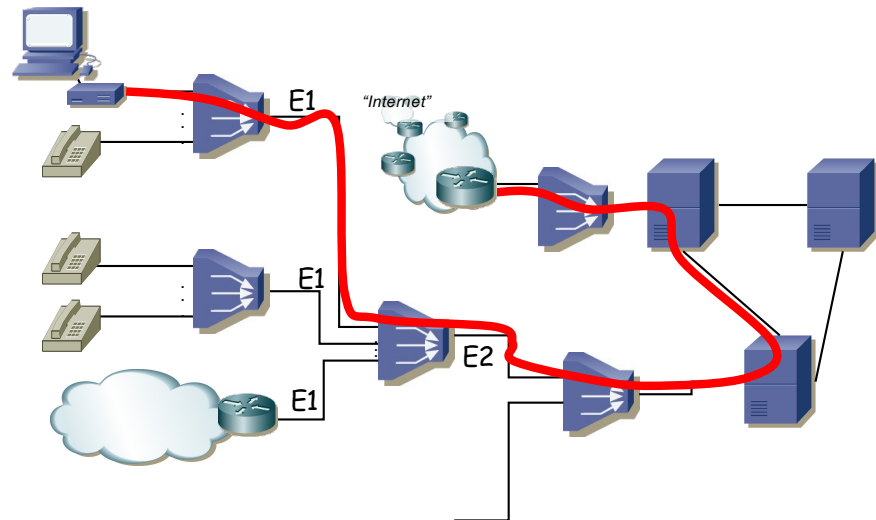


# PSTN como red de acceso

- El circuito actúa como tal, los bits que se envían llegan al otro extremo
- Los extremos no “ven” la WAN

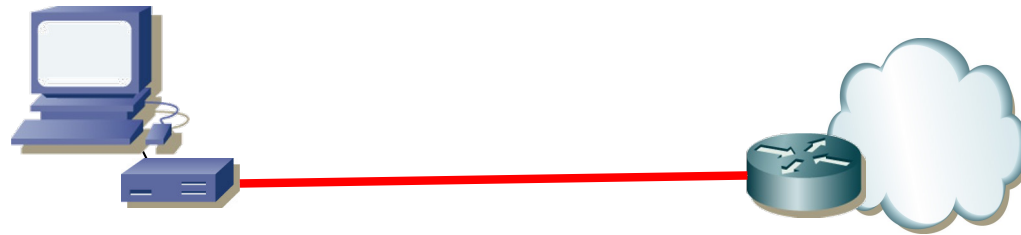


- ¿Cómo se vería desde un protocolo como IP? (...)

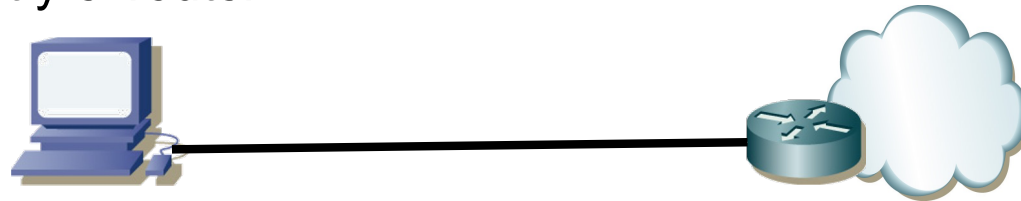


# PSTN como red de acceso

- El circuito actúa como tal, los bits que se envían llegan al otro extremo
- Los extremos no “ven” la WAN



- ¿Cómo se vería desde un protocolo como IP?
- Varias opciones pero lo más común sería un enlace punto-a-punto entre el host y el router



- Eso es una pequeña subred IP con solo el host y el interfaz del router

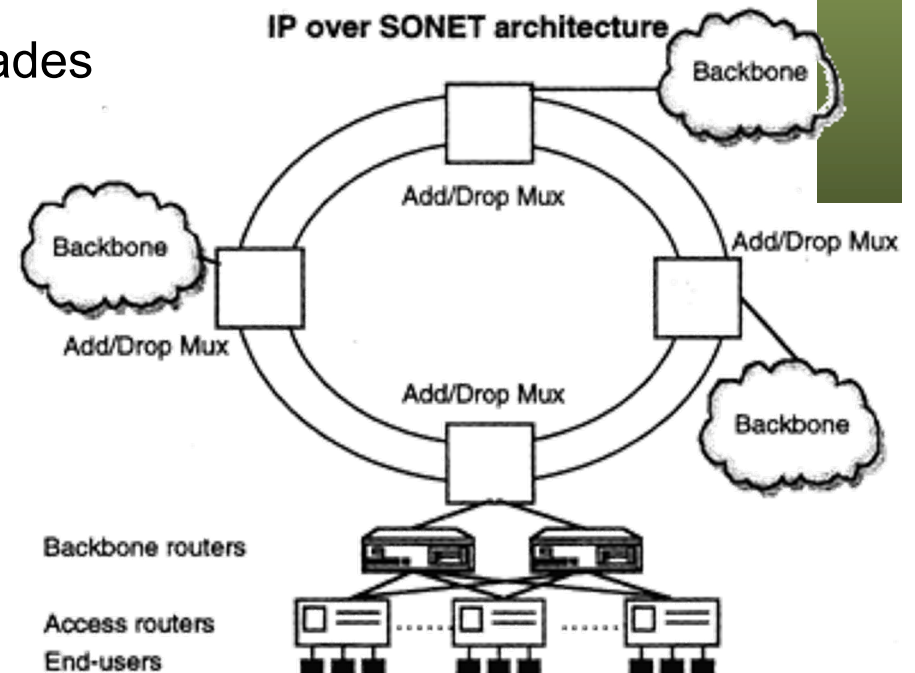


# SONET/SDH

# SONET/SDH: Introducción

# SONET/SDH

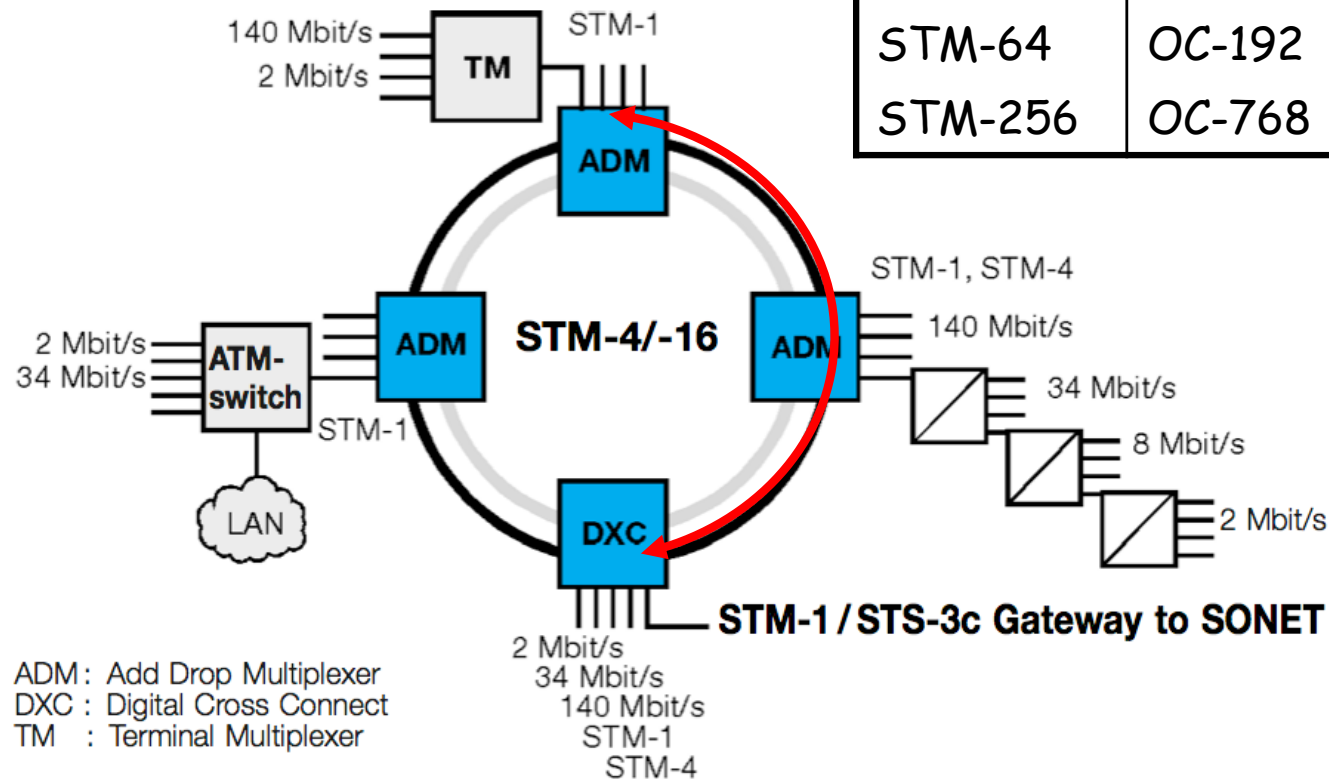
- Especificaciones de *Network Node Interface* (NNI)
- Tecnología de transporte. Originalmente para transportar señales PDH
- Permite velocidades elevadas
- Los relojes de los equipos están sincronizados en toda la red
- La sincronización reduce la necesidad de buffering
- Simplifica la inserción y extracción de señales de más baja velocidad sin demultiplexar
- Fácil de extender a mayores velocidades
- Compatible entre fabricantes
- Funcionalidades de recuperación ante fallos en los enlaces/nodos
- Funcionalidades de gestión
- Hay tres redes: Transmisión, Sincronización y Gestión



# SONET/SDH

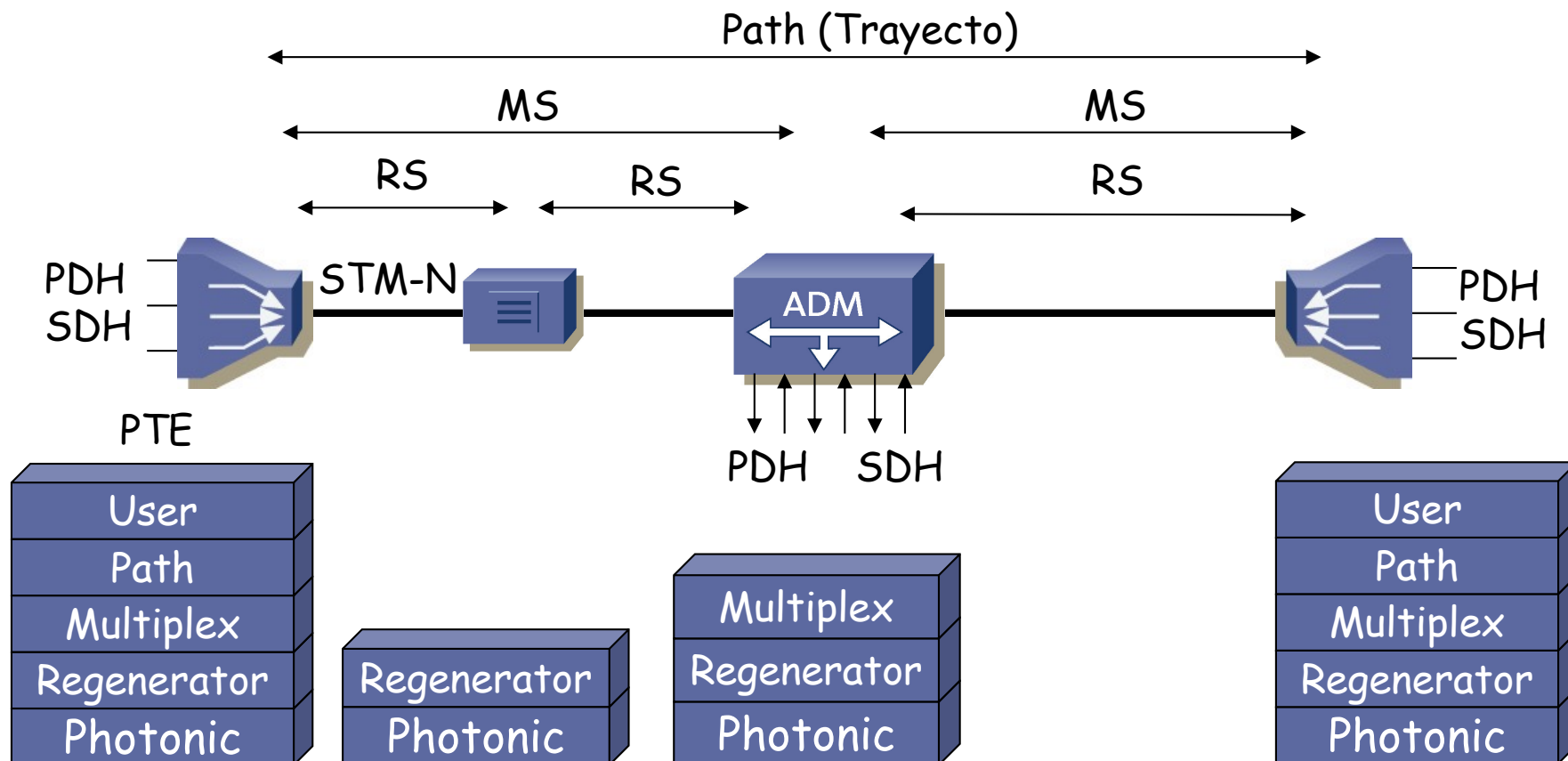
- SDH se diseñó para transportar señales (PDH) de 1.5, 2, 6, 34, 45 y 140 Mbps
- Límite de velocidad impuesto por la tecnología, no por la falta de estándar

| SDH     | OC Level | Line Rate (Mbps) |
|---------|----------|------------------|
|         | OC-1     | 51.84            |
| STM-1   | OC-3     | 155.52           |
| STM-4   | OC-12    | 622.08           |
| STM-16  | OC-48    | 2488.32          |
| STM-64  | OC-192   | 9953.28          |
| STM-256 | OC-768   | 39813.12         |



# Elementos

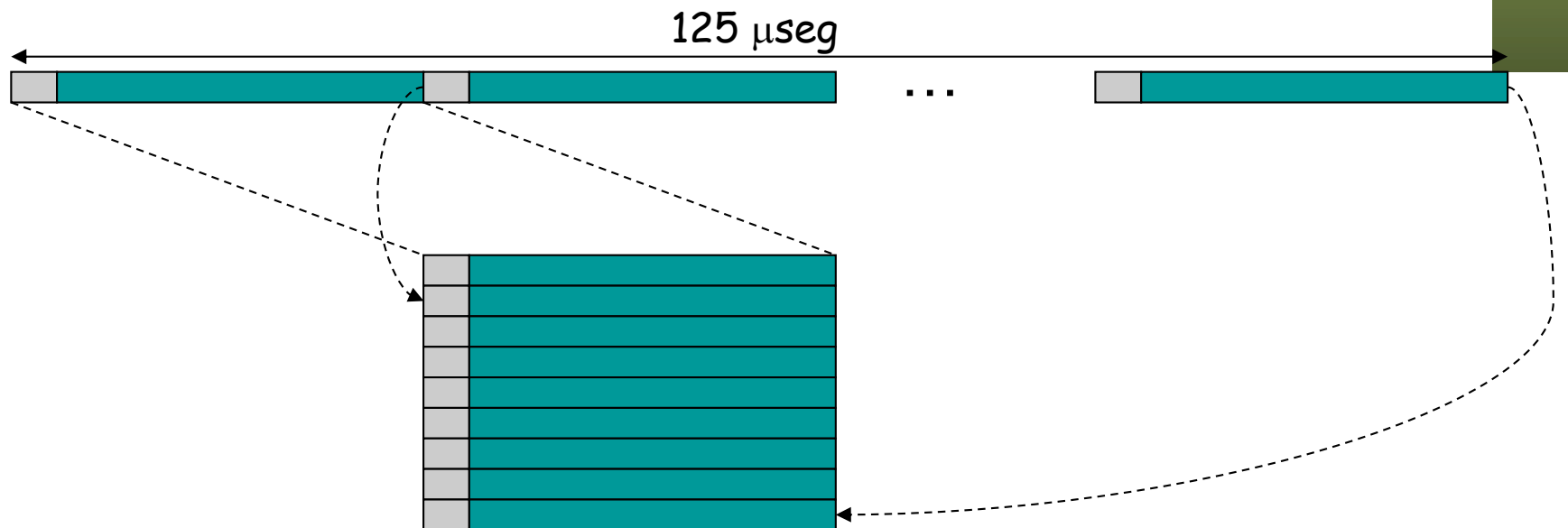
- **MS** : *Multiplex Section* (Sección de Multiplexación)
- **RS** : *Regenerator Section* (Sección de Regeneración)



# SDH: Trama

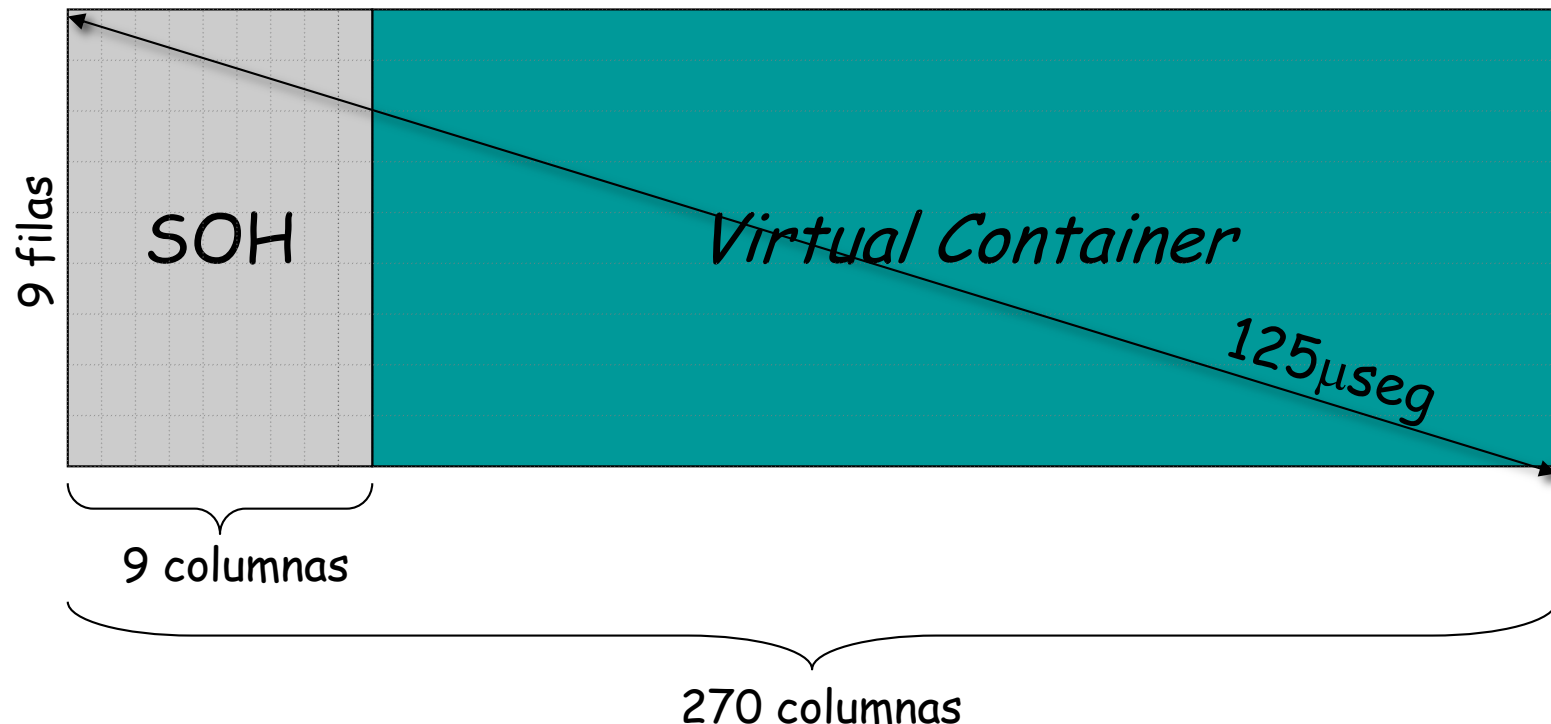
# Transmisión de la trama

- La unidad básica es la trama STM-1
- Para cualquier velocidad (STM-N) la trama dura  $125\mu\text{seg}$
- 8.000 tramas/seg
- La menor unidad es un byte
- A 155.52 Mbps la trama de 2430 Bytes
- Hay 9 secciones con 9 bytes de sobrecarga
- Se suele representar la trama en forma matricial o rectangular (...)



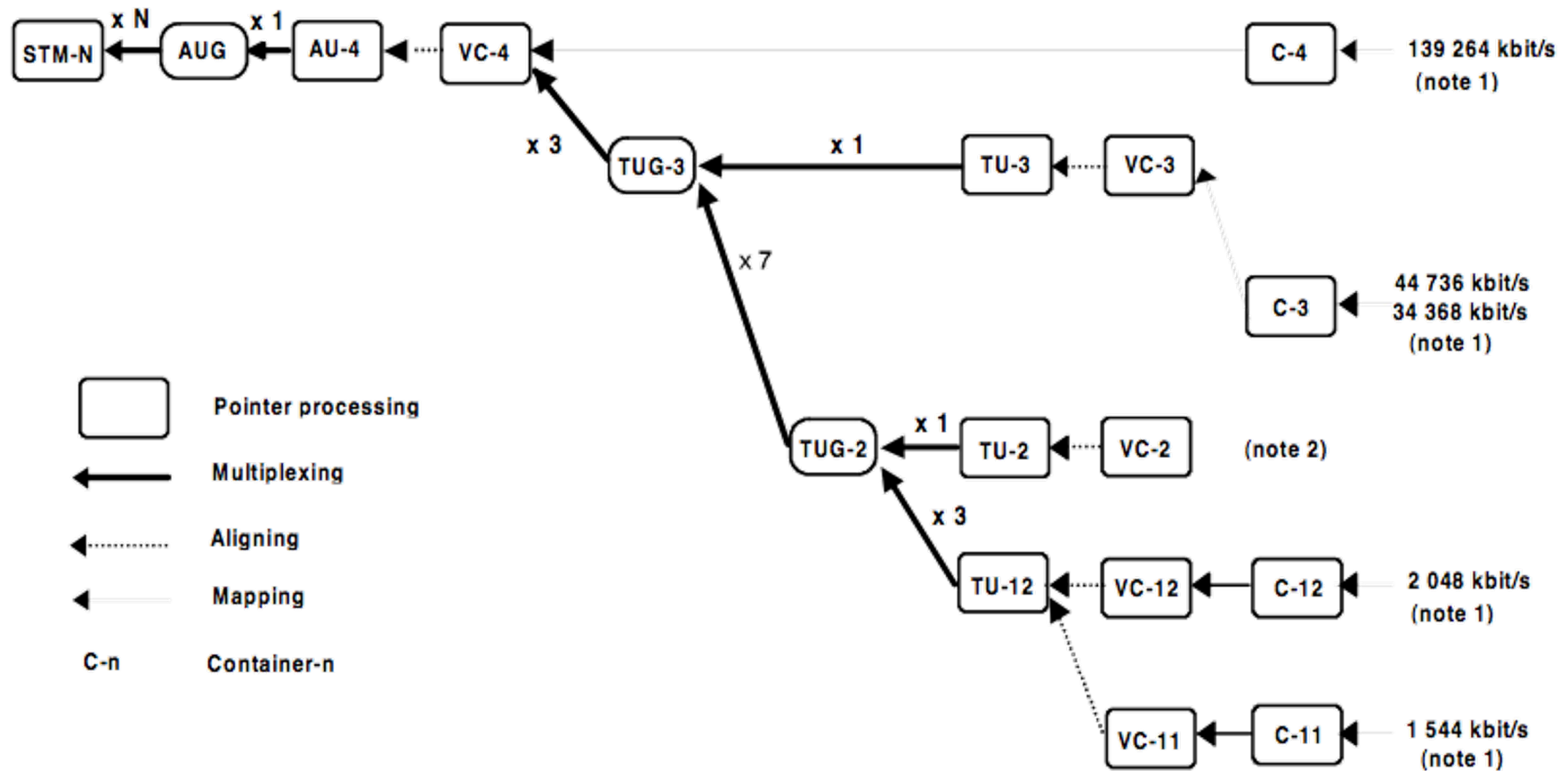
# Estructura de la trama STM-1

- 1 byte cada  $125\mu\text{s} \Rightarrow 64\text{Kbps}$
- $64\text{Kbps} \times 9 \text{ filas} \times 270 \text{ columnas} = 155.52\text{Mbps}$
- SOH = *Section OverHead* (9 columnas)
- STM-N: duración de  $125\mu\text{seg}$ , 9 filas,  $N \times 270$  columnas



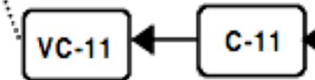
# SDH: Estructura de multiplexación

# Multiplexación



| Contenedor | Velocidad (Kbps) | Ejemplos de cargas útiles PDH |
|------------|------------------|-------------------------------|
| C-12       | 2176             | 2048Kbps (E1)                 |
| C-2        | 6912             | 6Mbps (T2)                    |
| C-3        | 49536            | 45Mbps (T3) ó 34Mbps (E3)     |
| C-4        | 149760           | 140Mbps (E4)                  |

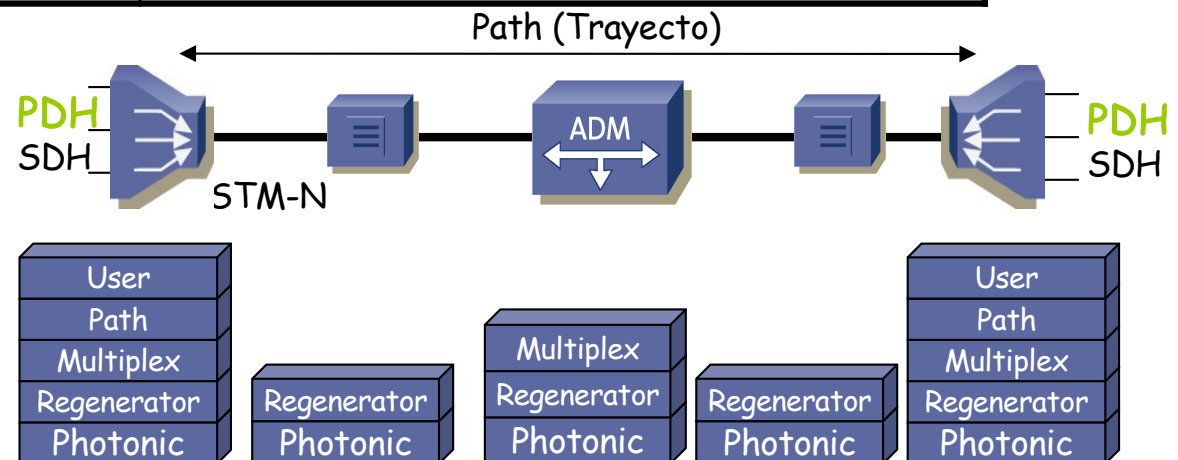
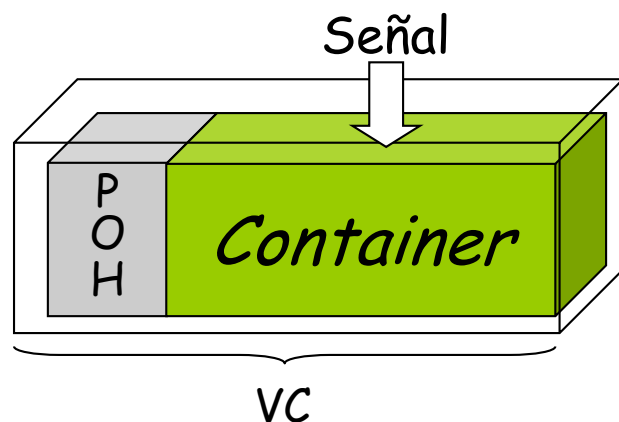
+Puntero  
+POH



# Entramado

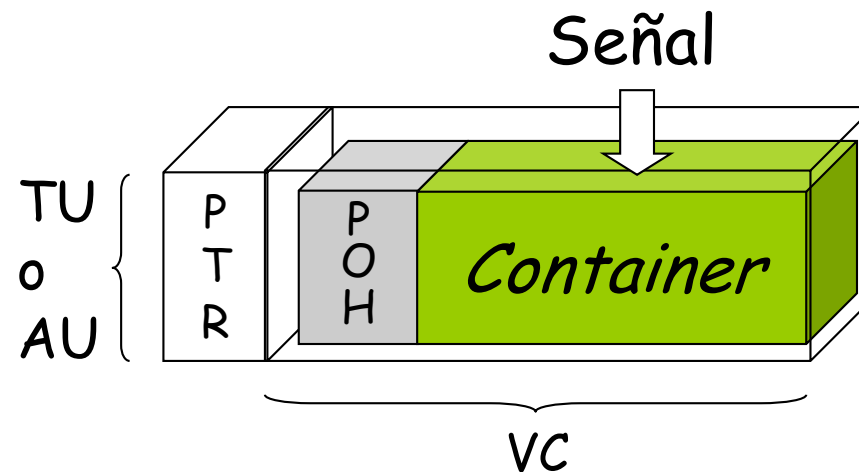
- Las señales PDH se introducen dentro de un *Container SDH* de capacidad suficiente  $\Rightarrow$  Contenedor + *Path OverHead (POH)* = *Virtual Container (VC)*
- La señal PDH se inserta de manera *asíncrona* (modo flotante)
- Se permite que la velocidad binaria fluctúe dentro de unos márgenes (recordad que la P es de Plesiócrono)

| Contenedor | Velocidad (Kbps) | Ejemplos de cargas útiles PDH |
|------------|------------------|-------------------------------|
| C-12       | 2176             | 2048Kbps (E1)                 |
| C-2        | 6912             | 6Mbps (T2)                    |
| C-3        | 49536            | 45Mbps (T3) ó 34Mbps (E3)     |
| C-4        | 149760           | 140Mbps (E4)                  |



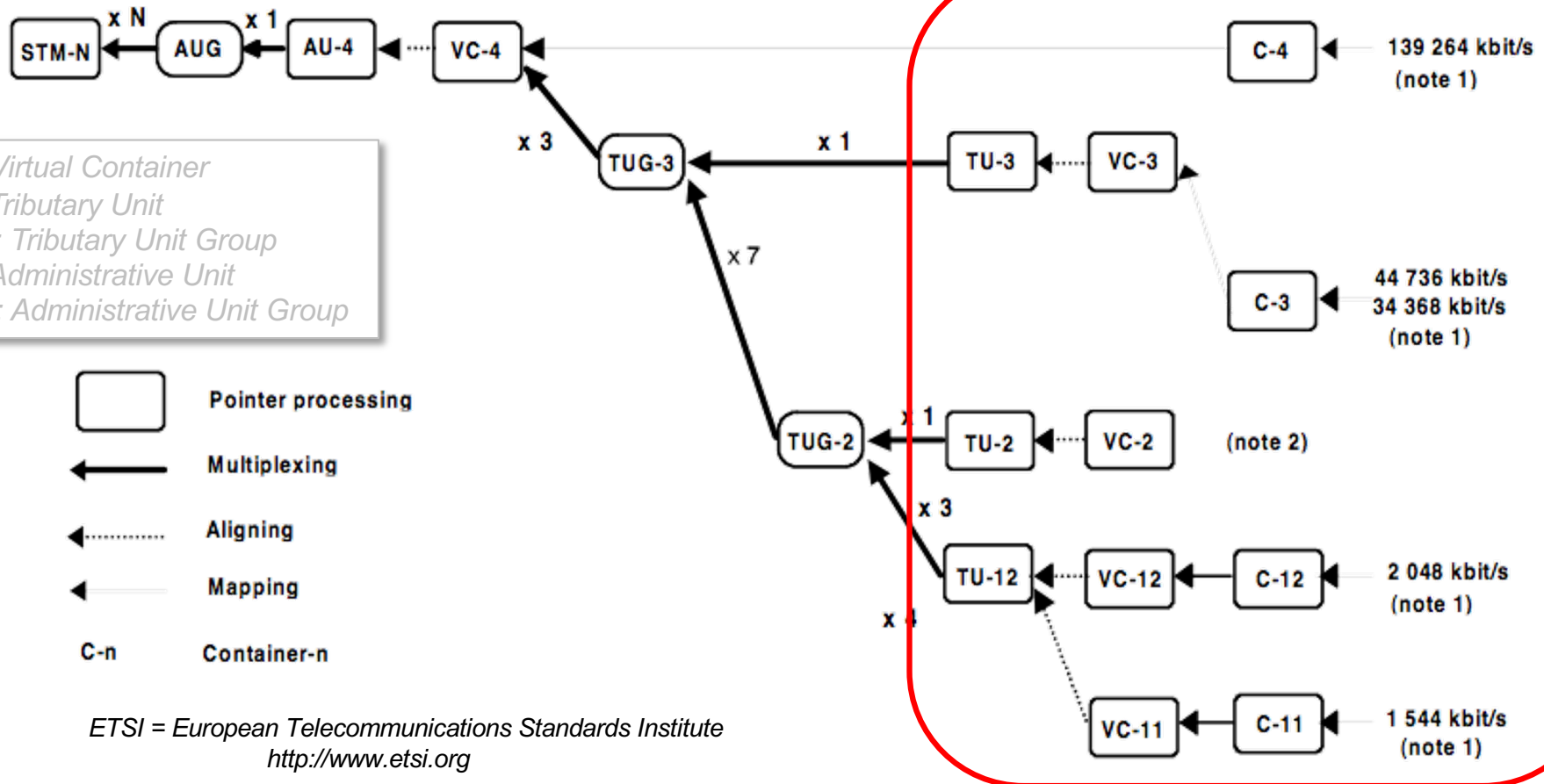
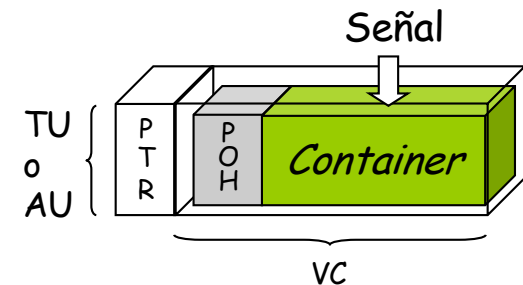
# Entramado

- Un VC (*Virtual Container*) de orden inferior puede transportarse dentro de uno de orden superior pero la asincronía puede ser un problema
- Se localiza un VC dentro de otro gracias a un Puntero
- VC + Puntero = *Tributary Unit* (TU)
- (...)



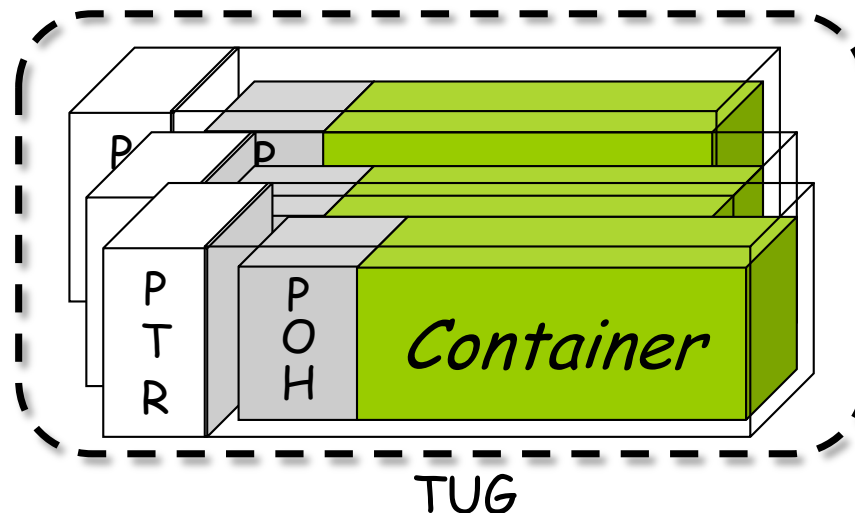
# Estructura de multiplexación

- La trama STM-1 puede transportar diferentes combinaciones de *Virtual Containers (VC)*
- Estructura de multiplexación generalizada de ETSI (subconjunto de la estandarizada en G.707):



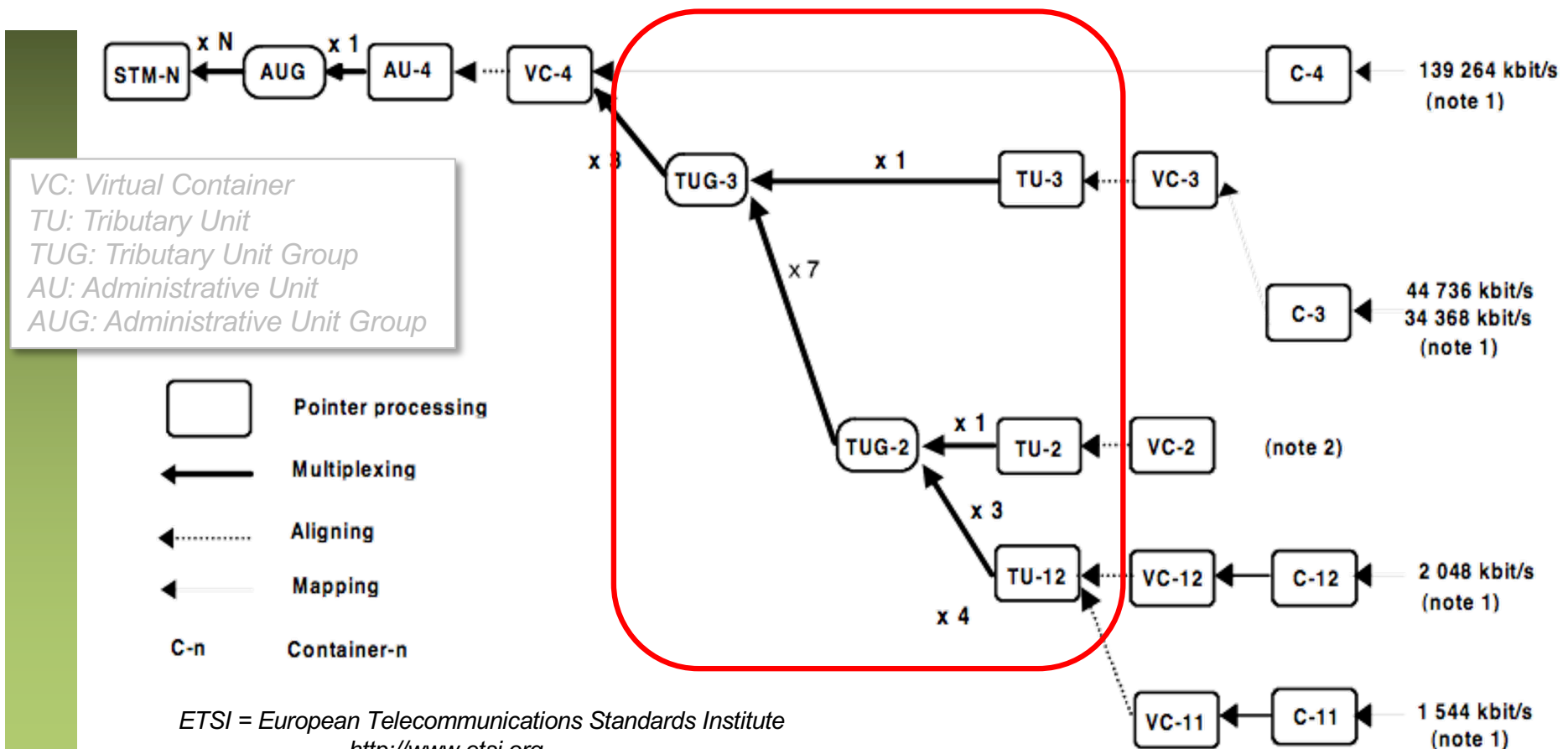
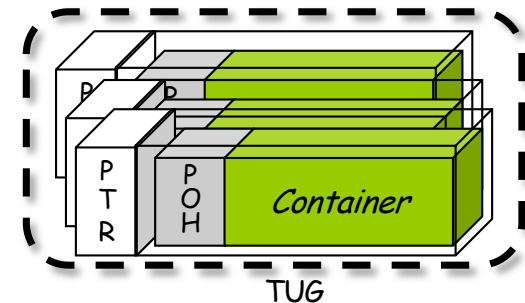
# Entramado

- Un VC (*Virtual Container*) de orden inferior puede transportarse dentro de uno de orden superior pero la asincronía puede ser un problema
- Se localiza un VC dentro de otro gracias a un Puntero
- VC + Puntero = *Tributary Unit* (TU)
- Varios TUs pueden agruparse en un *Tributary Unit Group* (TUG) sin mayor sobrecarga (es una agrupación solo en gestión)
- (...)



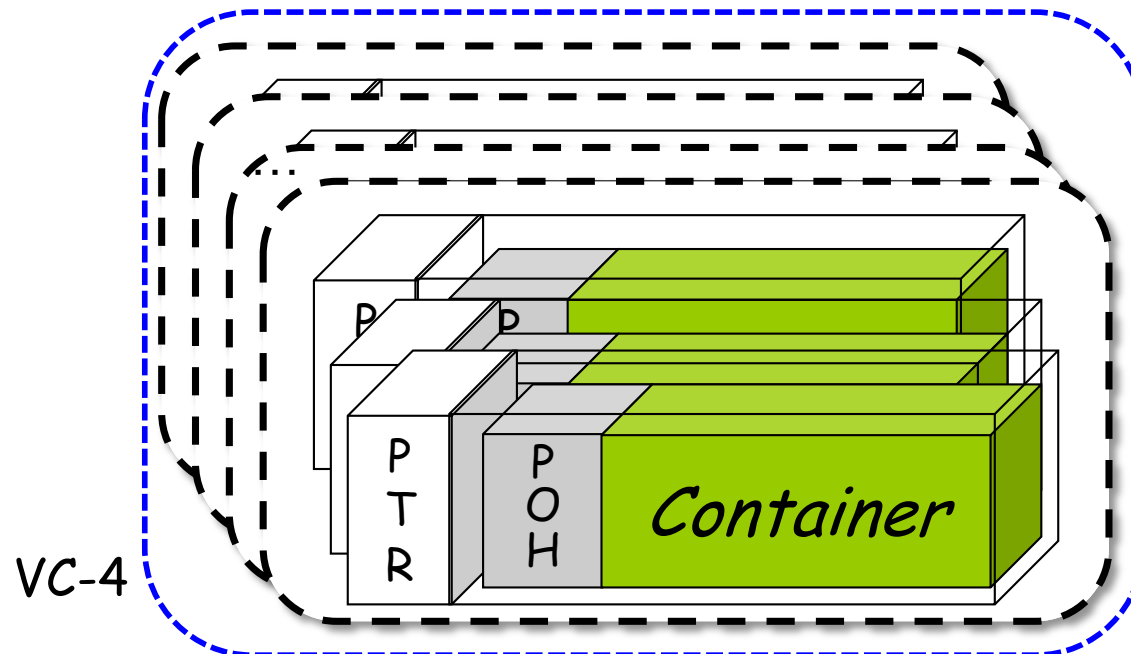
# Estructura de multiplexación

- Varios TUs pueden agruparse en un *Tributary Unit Group* (TUG) sin mayor sobrecarga (es una agrupación solo en gestión)



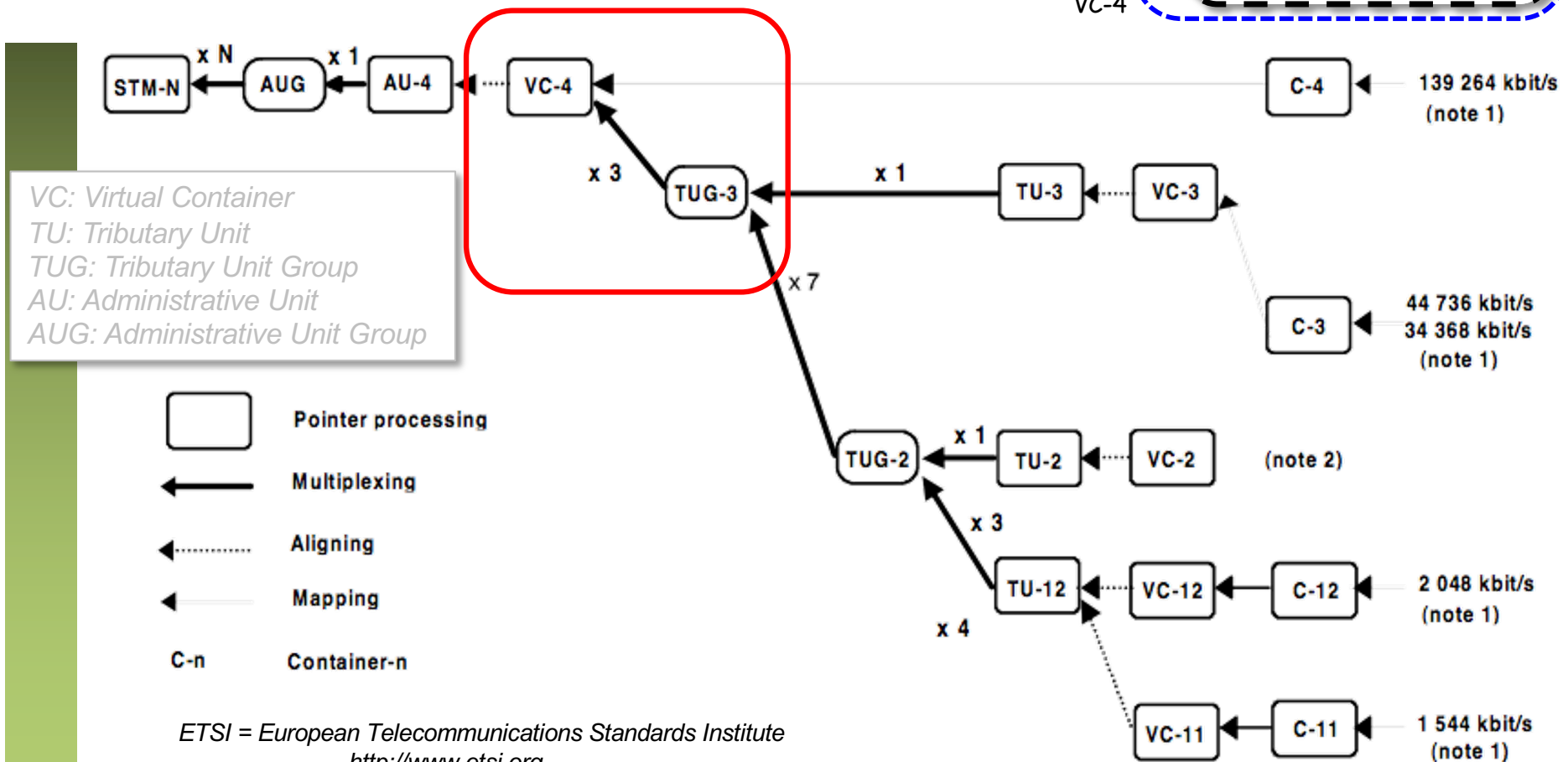
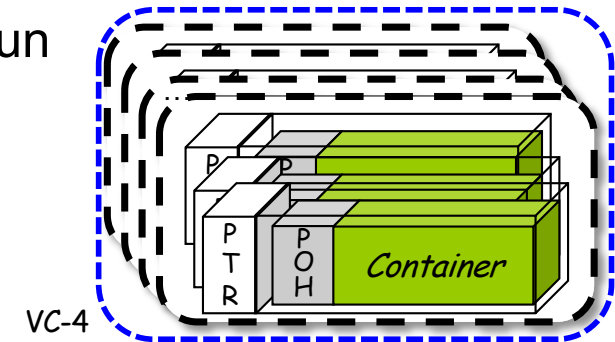
# Entramado

- Un VC (*Virtual Container*) de orden inferior puede transportarse dentro de uno de orden superior pero la asincronía puede ser un problema
- Se localiza un VC dentro de otro gracias a un Puntero
- VC + Puntero = *Tributary Unit* (TU)
- Varios TUs pueden agruparse en un *Tributary Unit Group* (TUG) sin mayor sobrecarga (es una agrupación solo en gestión)
- Agrupando TUGs se llega a formar un Contenedor de orden superior (VC-4)
- (...)



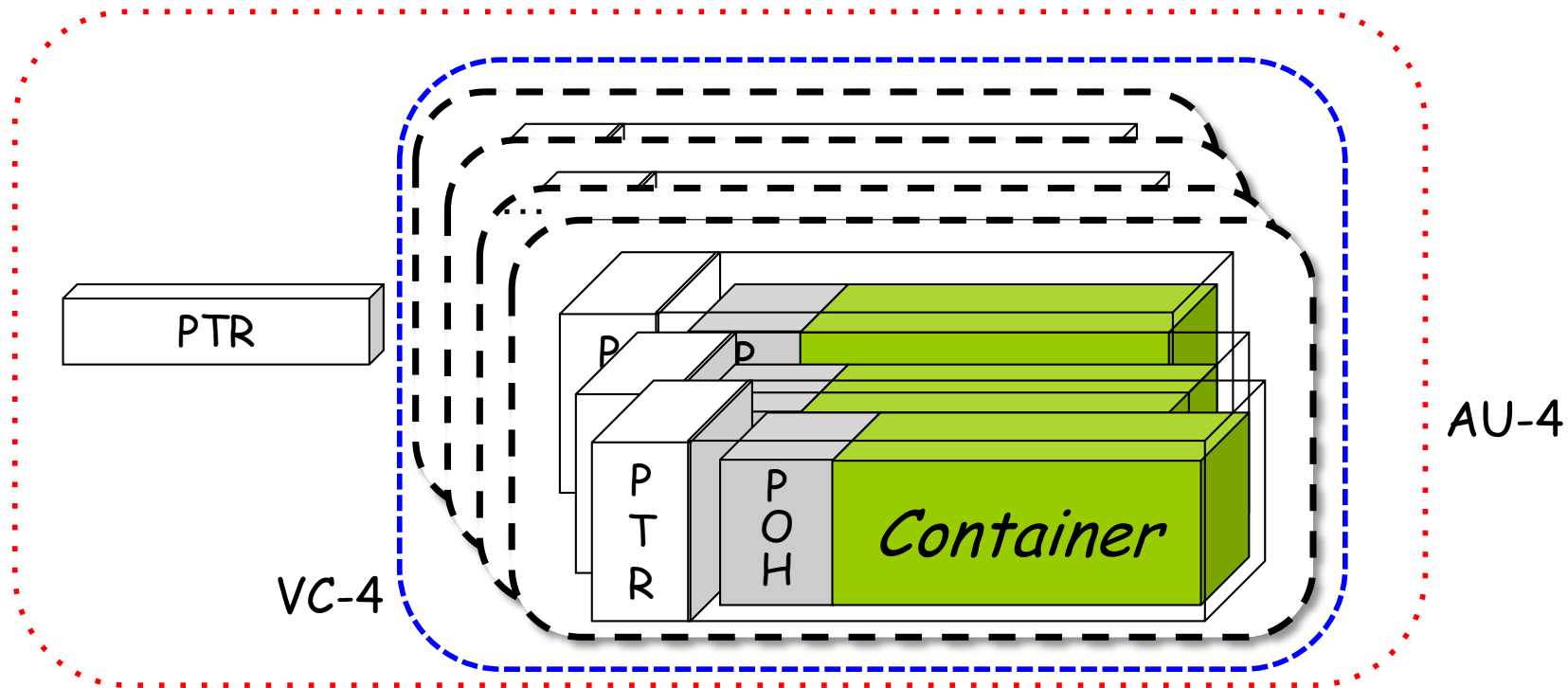
# Estructura de multiplexación

- Agrupando TUGs se llega a formar un Contenedor de orden superior (VC-4)



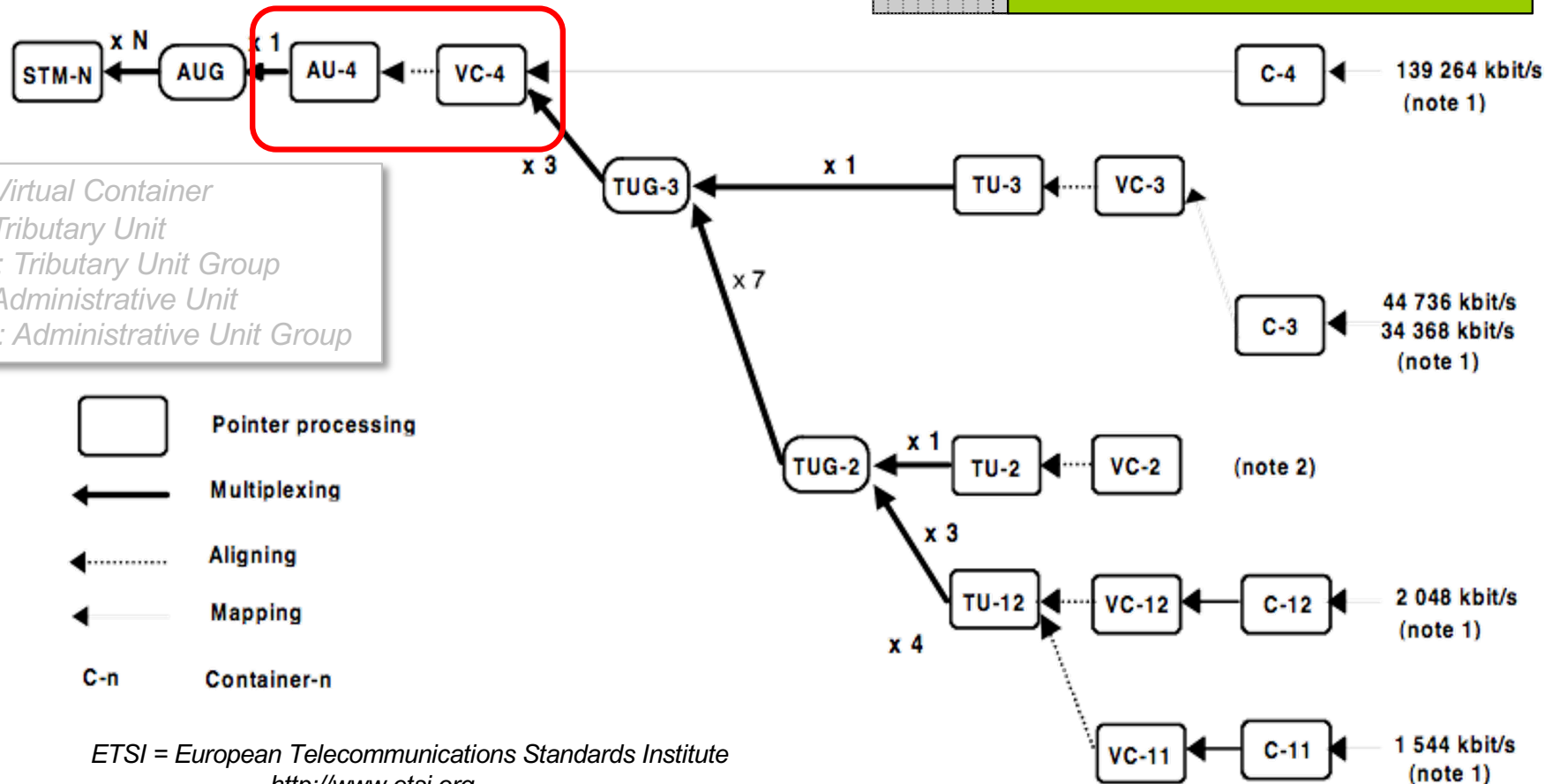
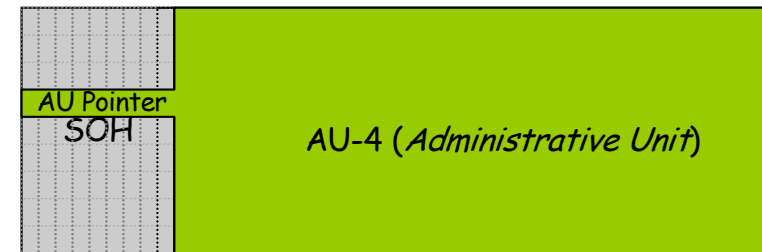
# Entramado

- Un VC (*Virtual Container*) de orden inferior puede transportarse dentro de uno de orden superior pero la asincronía puede ser un problema
- Se localiza un VC dentro de otro gracias a un Puntero
- VC + Puntero = *Tributary Unit* (TU)
- Varios TUs pueden agruparse en un *Tributary Unit Group* (TUG) sin mayor sobrecarga (es una agrupación solo en gestión)
- Agrupando TUGs se llega a formar un Contenedor de orden superior (VC-4)
- El VC-4 junto con un puntero forma la *Administrative Unit* (AU-4) (...)

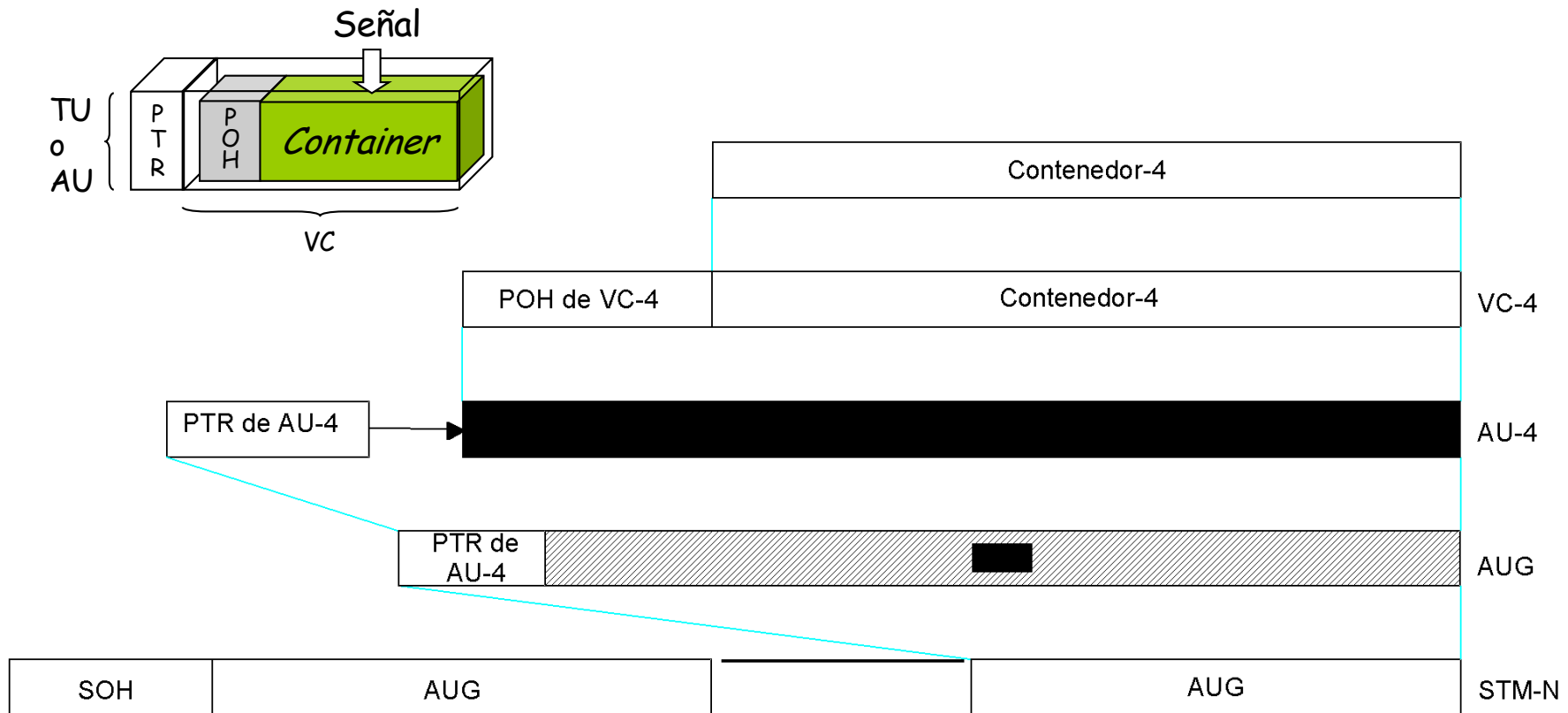


# Estructura de multiplexación

- El VC-4 junto con un puntero forma la *Administrative Unit (AU-4)*



# Ejemplo



→ Asociación lógica

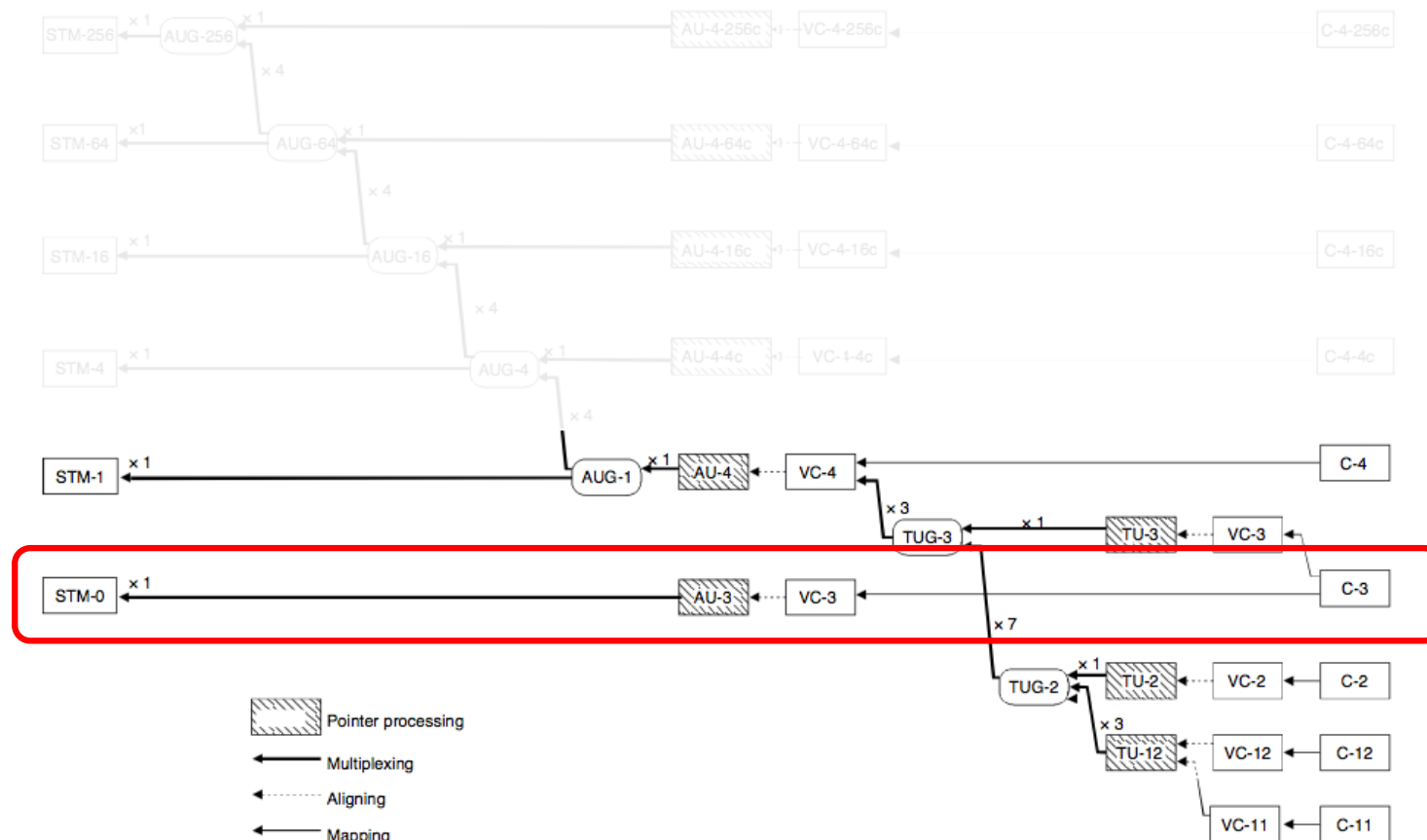
— Asociación física

T1517990-95

NOTA – Las zonas no sombreadas están alineadas en fase. La alineación de fase entre las zonas no sombreadas y las sombreadas se define por el puntero (PTR) y se señala con la flecha.

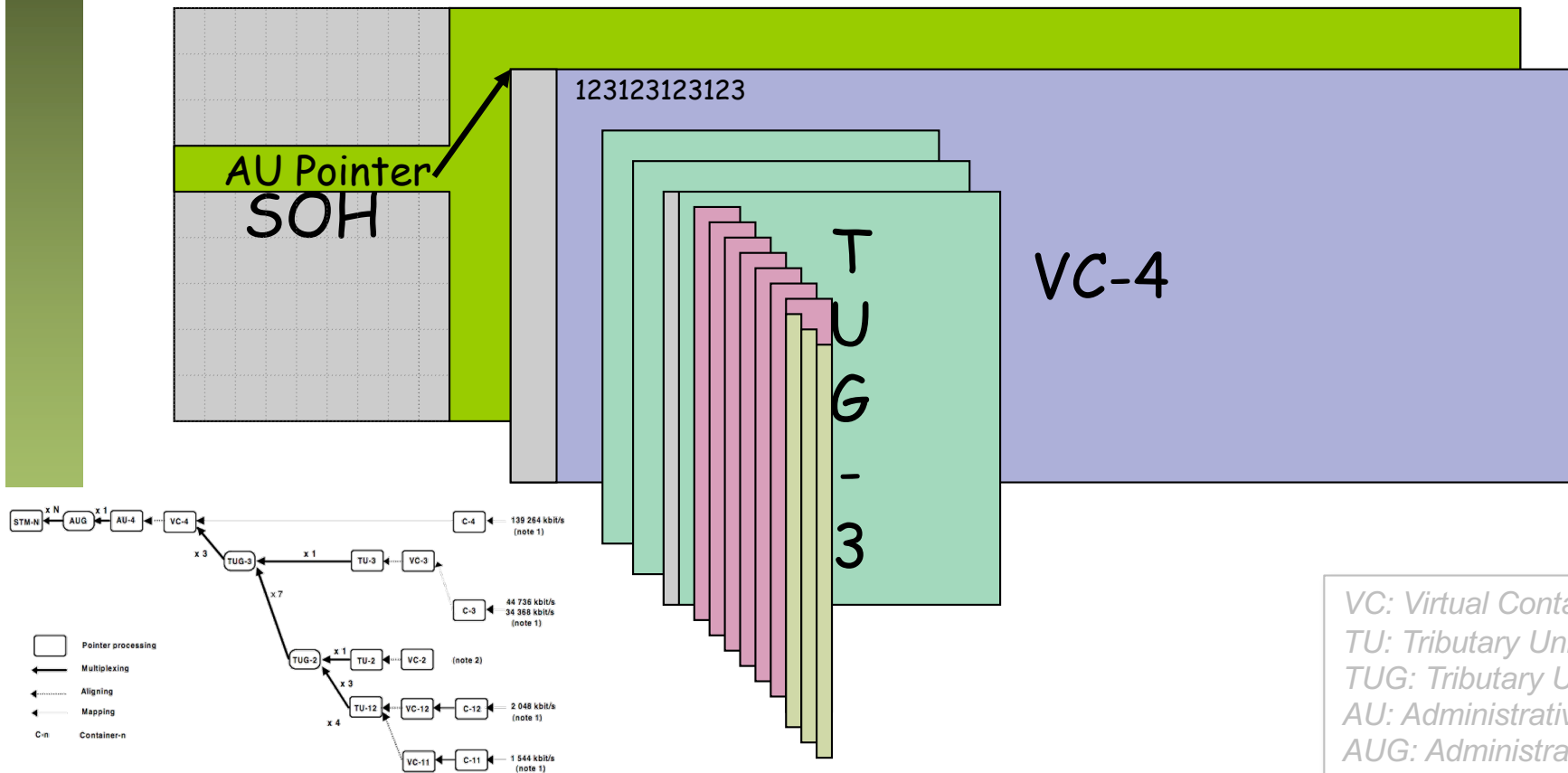
# Estructura de la trama STM-1

- Un STM-1 transporta un AUG (*Administrative Units Group*)
- Según G.707 un AUG puede transportar
  - Un AU-4 ó
  - Tres AU-3
- ETSI recomienda solo la primera alternativa



# Estructura de la trama STM-1

- En 1 STM-1:
  - 1 señal de 140Mbps (E4) ó
  - 3 señales de 34/45 Mbps (E3/T3)
- Cada VC-3 puede sustituirse por 21 señales de 2Mbps (E1)



# Estructura de la trama STM-1

- En 1 STM-1:
  - 1 señal de 140Mbps (E4) ó
  - 3 señales de 34/45 Mbps (E3/T3)
- Cada VC-3 puede sustituirse por 21 señales de 2Mbps (E1)

