

# SDH: Elementos y estructura de multiplexación

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

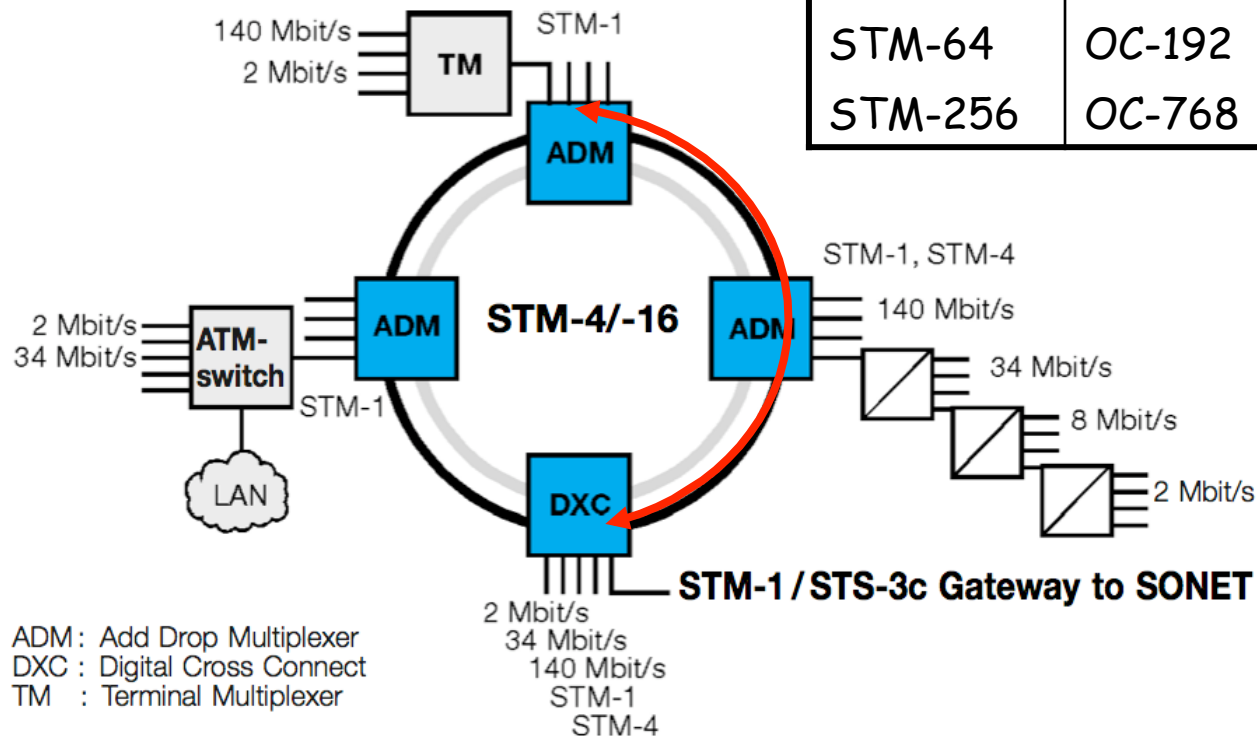
Grado en Ingeniería en Tecnologías de  
Telecomunicación, 3º

# SONET/SDH: Elementos

# SONET/SDH

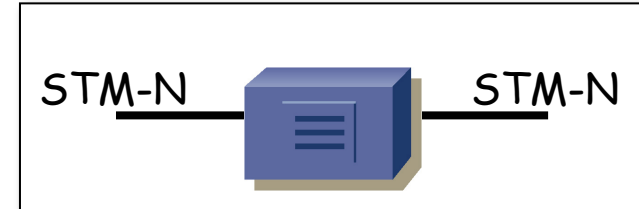
- SDH se diseñó para transportar señales de 1.5, 2, 6, 34, 45 y 140 Mbps
- Límite de velocidad impuesto por la tecnología, no por la falta de estándar

| 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         |

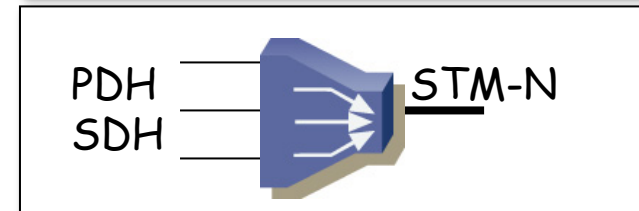


# Elementos

## Regeneradores

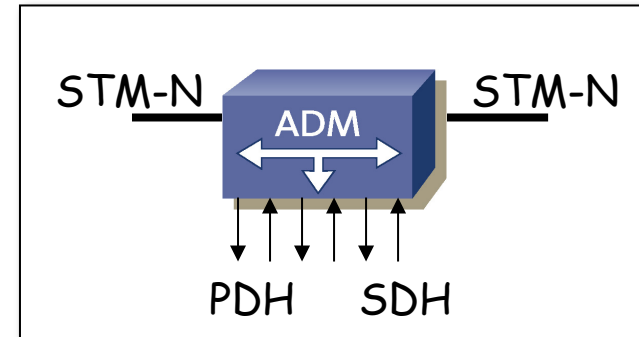


## Terminal Multiplexers (TM)



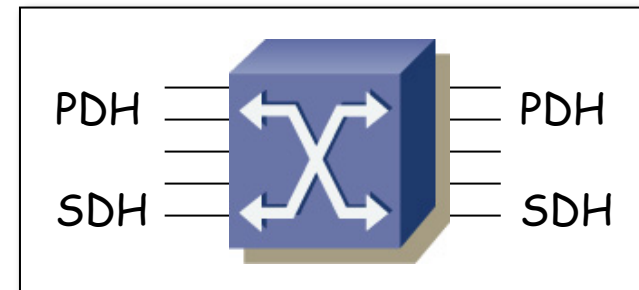
## Add-Drop Multiplexers (ADM)

- Insertan y extraen señales PDH y SDH
- Distancia entre ellos suele rondar las decenas de Km



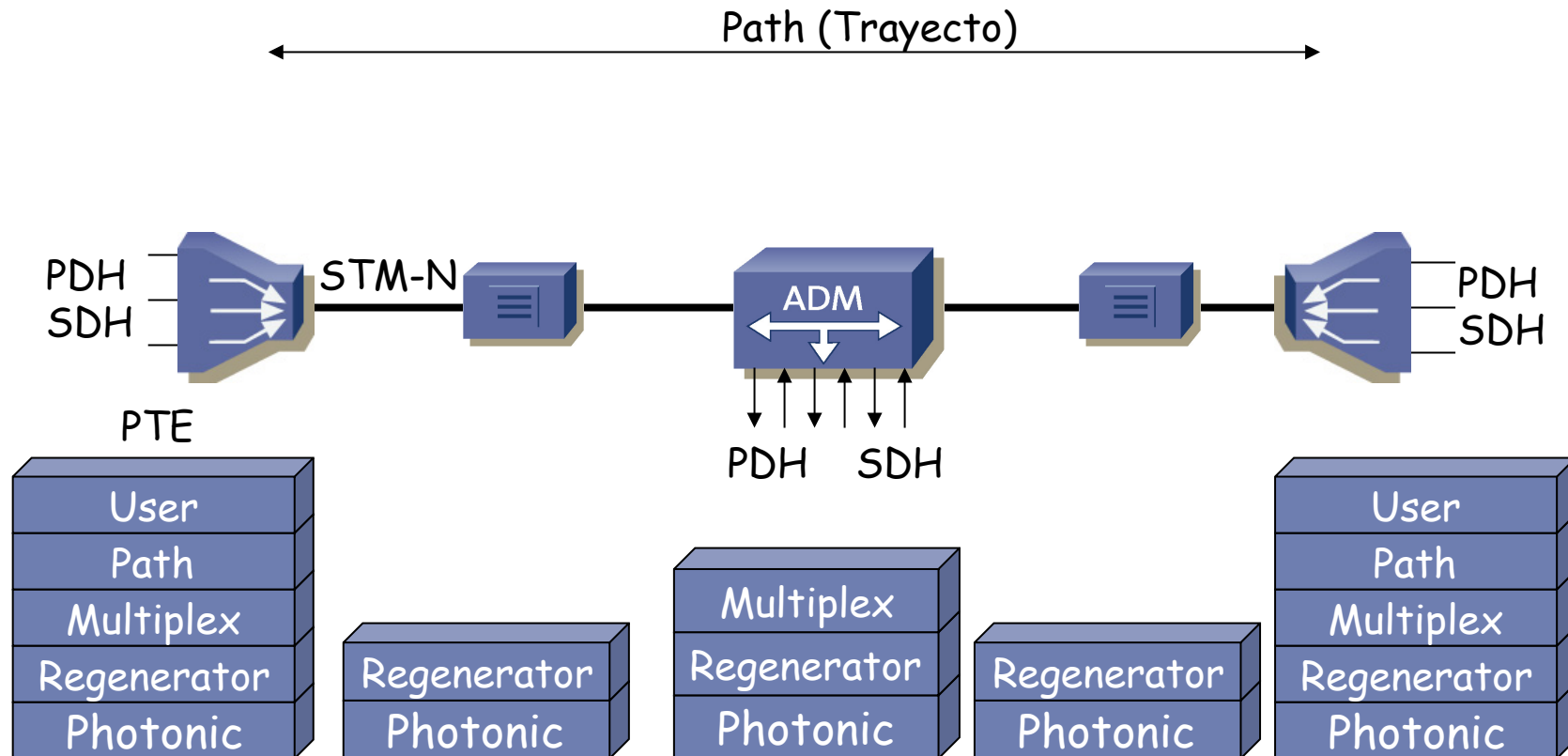
## Digital Cross-Connect (DXC)

- Conmutación, inserción y extracción de señales PDH y SDH



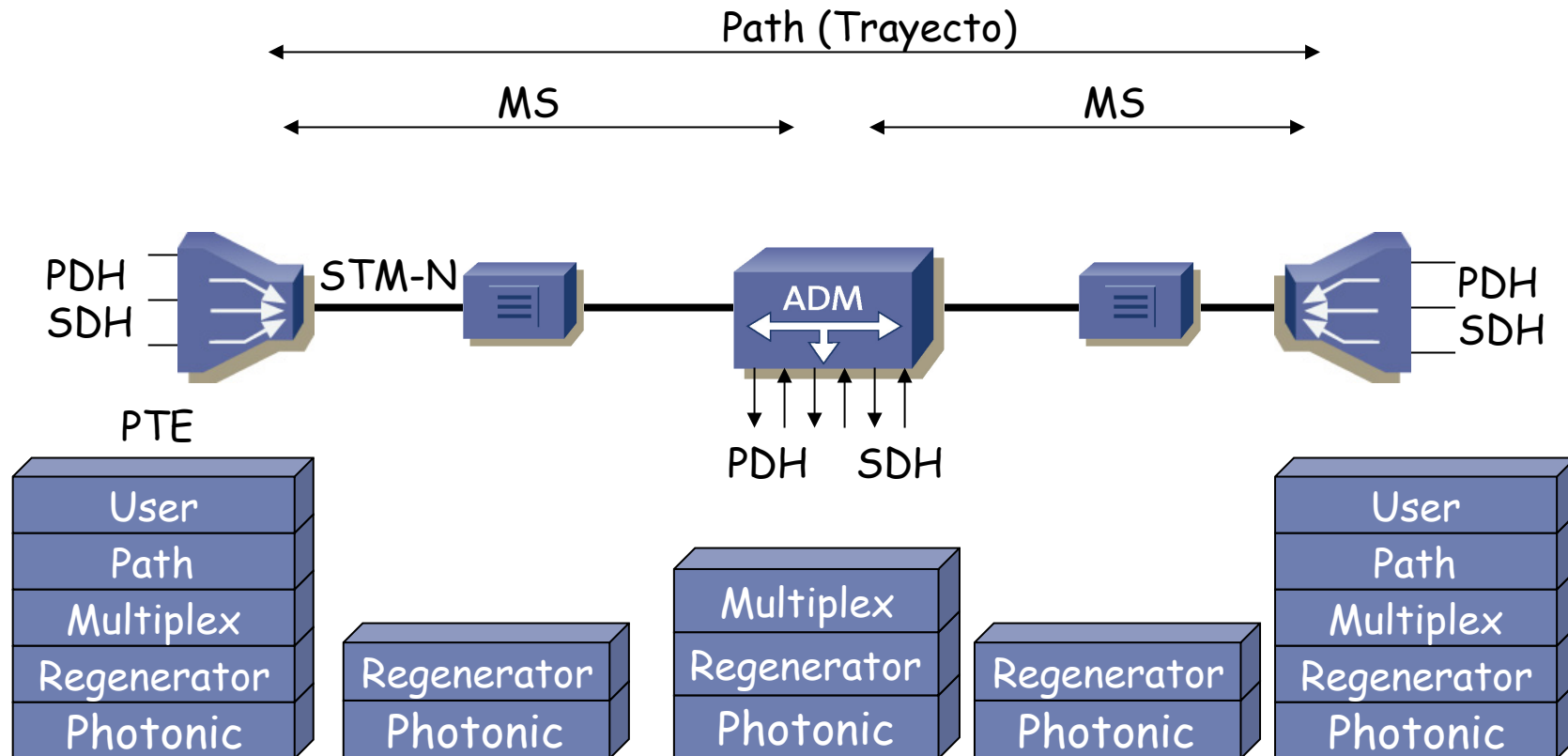
# Elementos

- **PTE** : *Path Termination Element* (Elemento de Terminación de Trayecto)
- Hay trayectos de orden inferior y superior (34Mbps+)
- Trayecto entre donde se ensambla y desensambla la trama SDH
- Incluye el *Path OverHead* (POH)



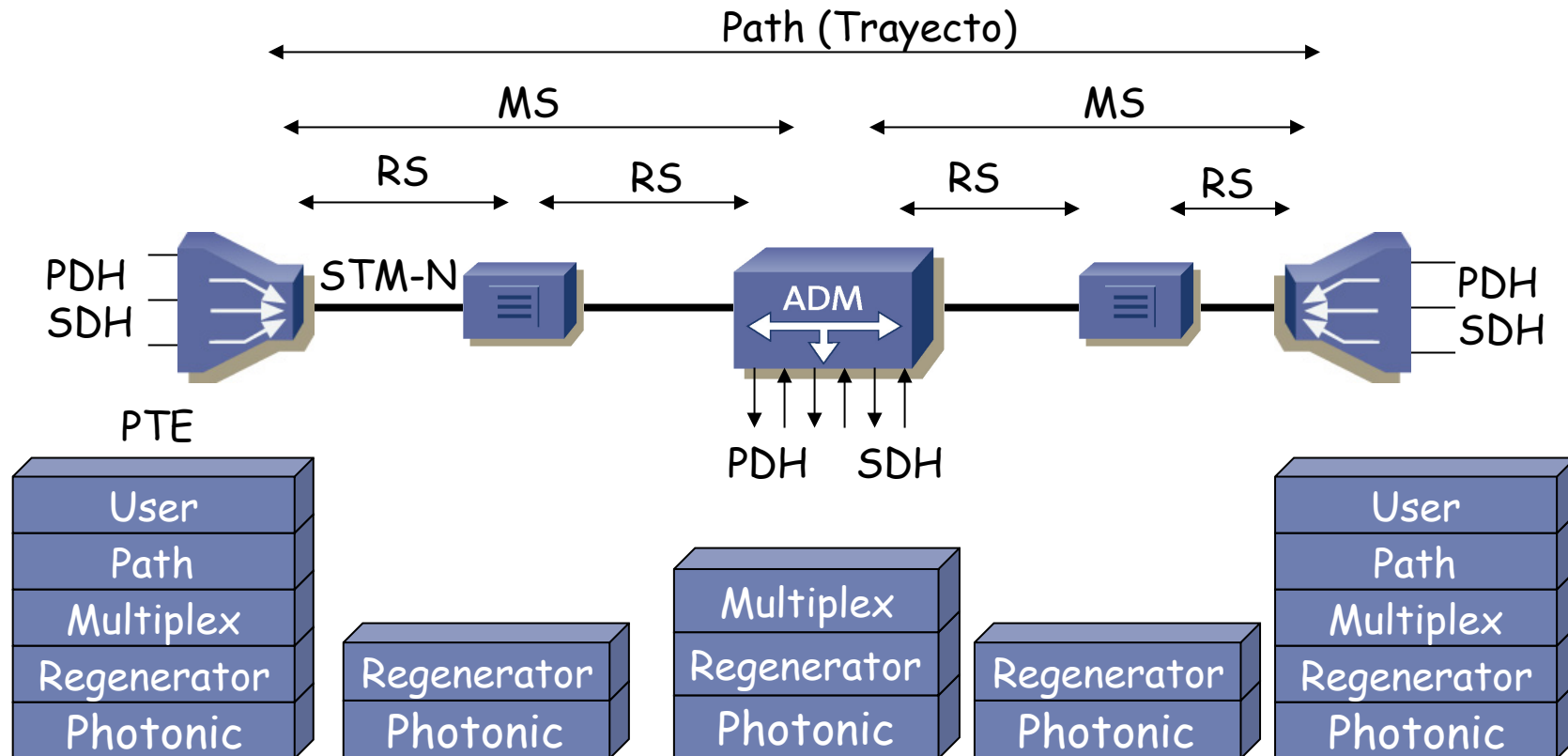
# Elementos

- **MSTE** : *Multiplex Section-Terminating Element*
- **MS** : Sección de Multiplexación
- Transporte de información entre dos elementos de red consecutivos
- Incluyen y extraen los bytes de *Multiplex Section OverHead* (MSOH)



# Elementos

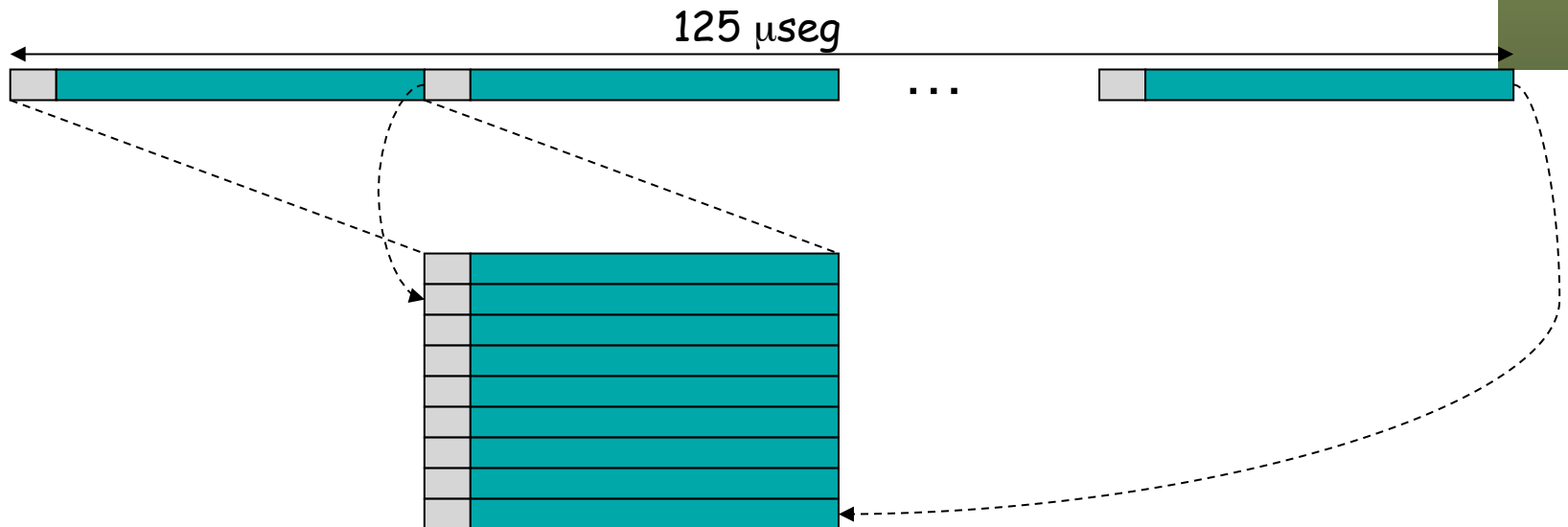
- **RSTE** : *Regenerator Section-Terminating Element*
- **RS** : *Regenerator Section* (Sección de Regeneración)
- Emplea el *Regenerator Section OverHead* (RSOH)



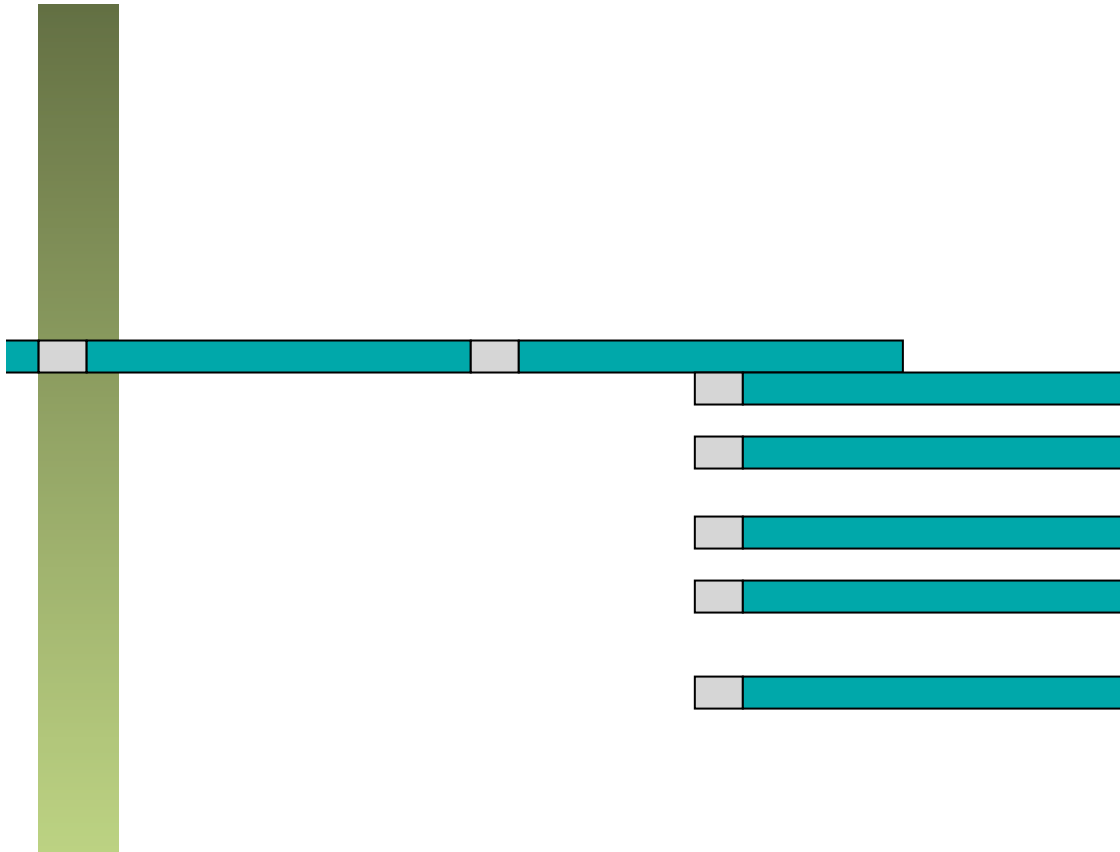
# SDH: Trama

# Transmisión de la trama

- La unidad básica es la trama STM-1
- Para cualquier velocidad (STM-N) la trama dura 125μseg
- 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 (...)

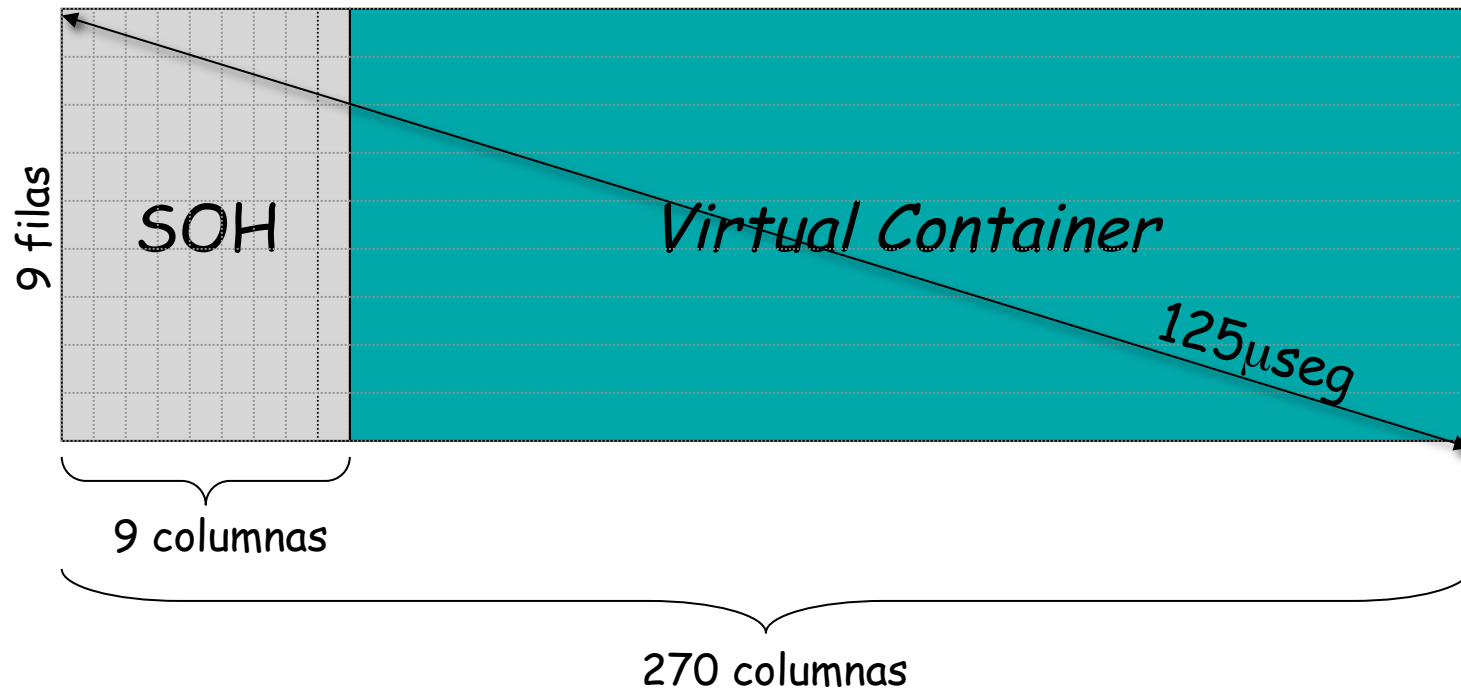


# Transmisión de la trama



# Estructura de la trama STM-1

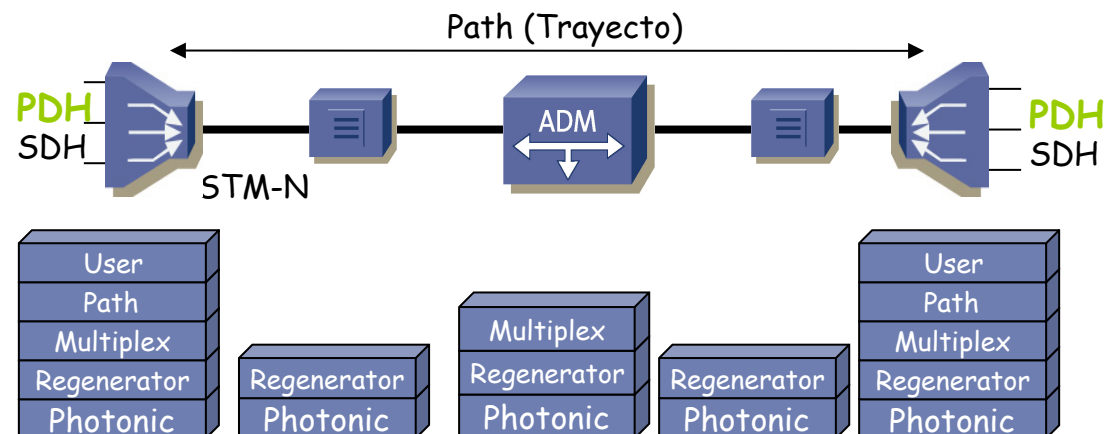
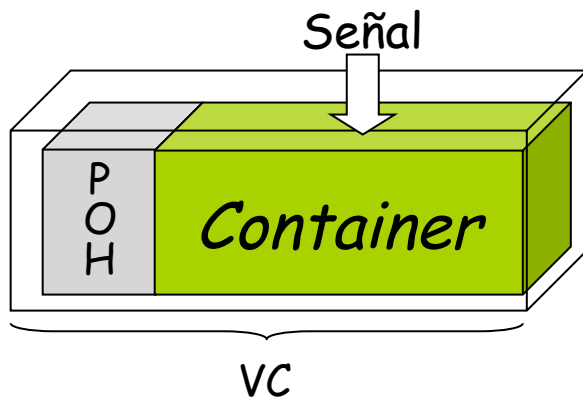
- 1 byte  $\Rightarrow$  64Kbps
- 64Kbps x 9 filas x 270 columnas = 155.52Mbps
- SOH = *Section OverHead* (9 columnas)
- STM-N: duración de 125 $\mu$ seg, 9 filas, Nx270 columnas



# 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)

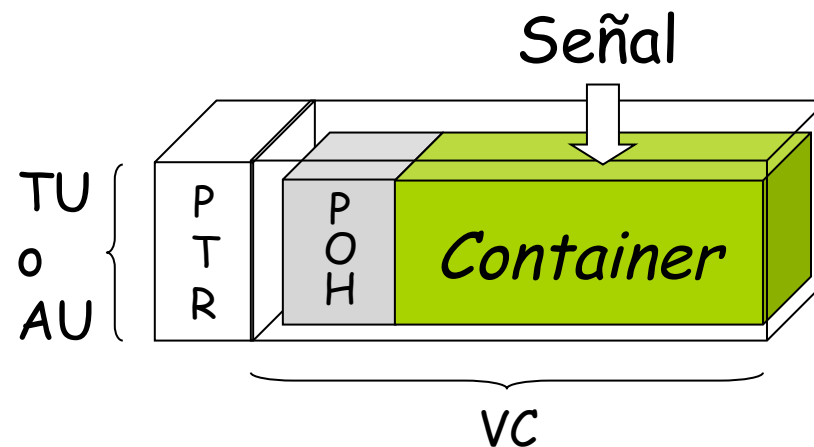
| Contenedor | Velocidad (Kbps) | Ejemplos de cargas útiles PDH |
|------------|------------------|-------------------------------|
| C-12       | 2176             | 2048Kbps (E1)                 |
| C-2        | 6912             | 6Mbps (T2)                    |
| C-3        | 49536            | 45Mbps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



# SDH: Estructura de multiplexación

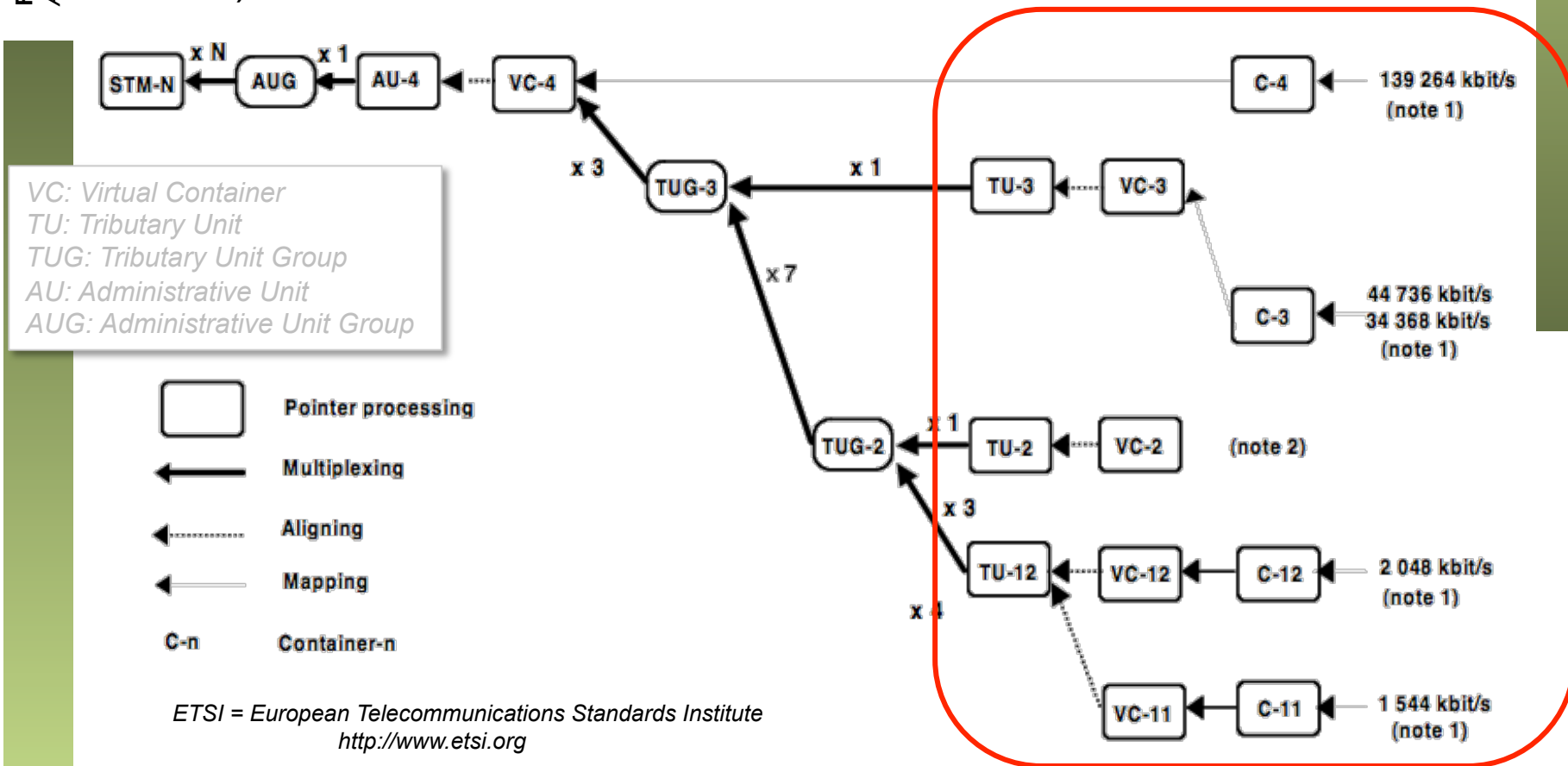
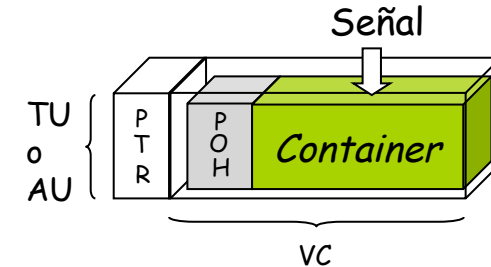
# Entramado

- 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)
- (...)



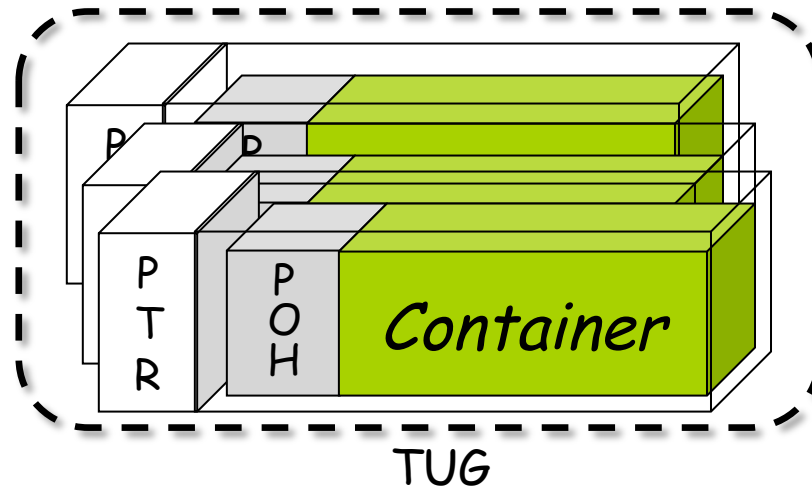
# Estructura de multiplexación

- 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):



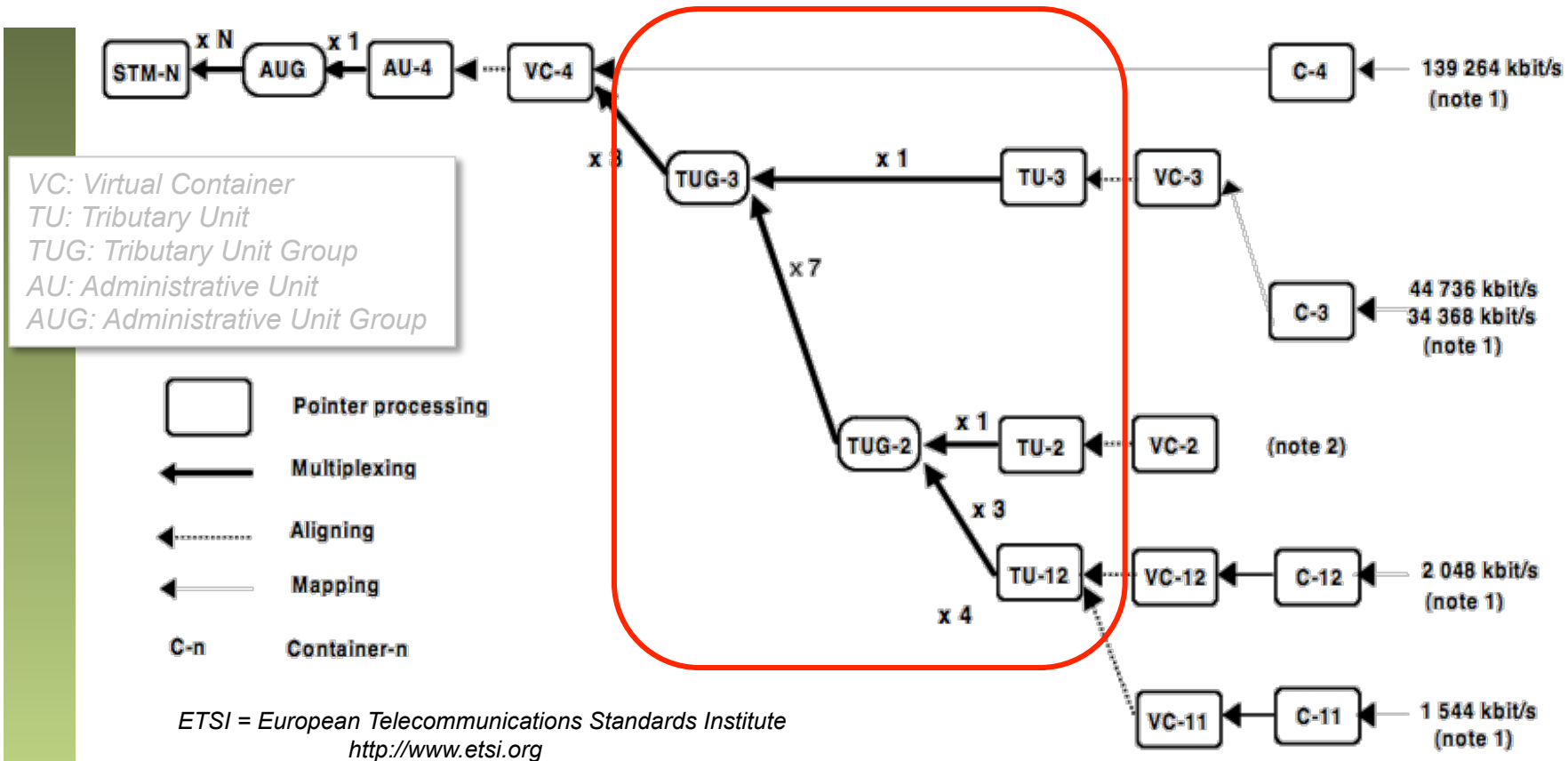
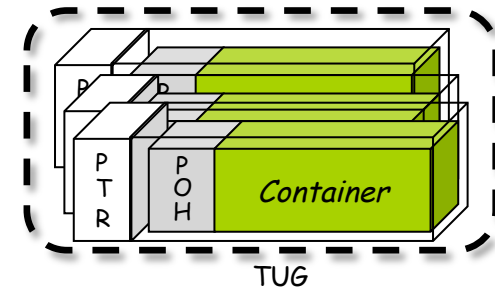
# Entramado

- 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)
- (...)



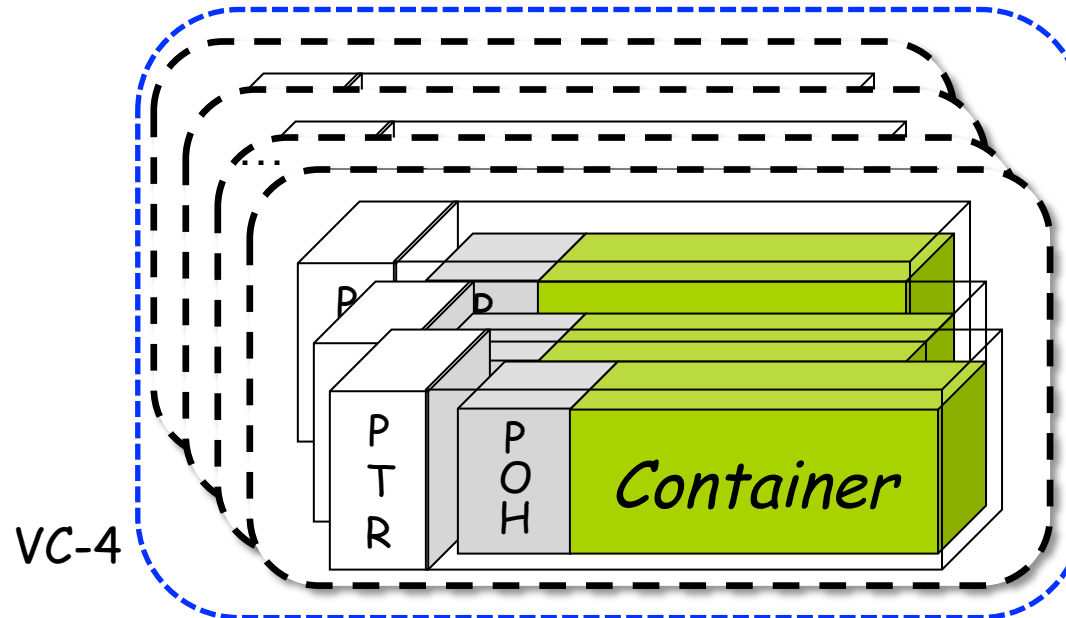
# Estructura de multiplexación

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



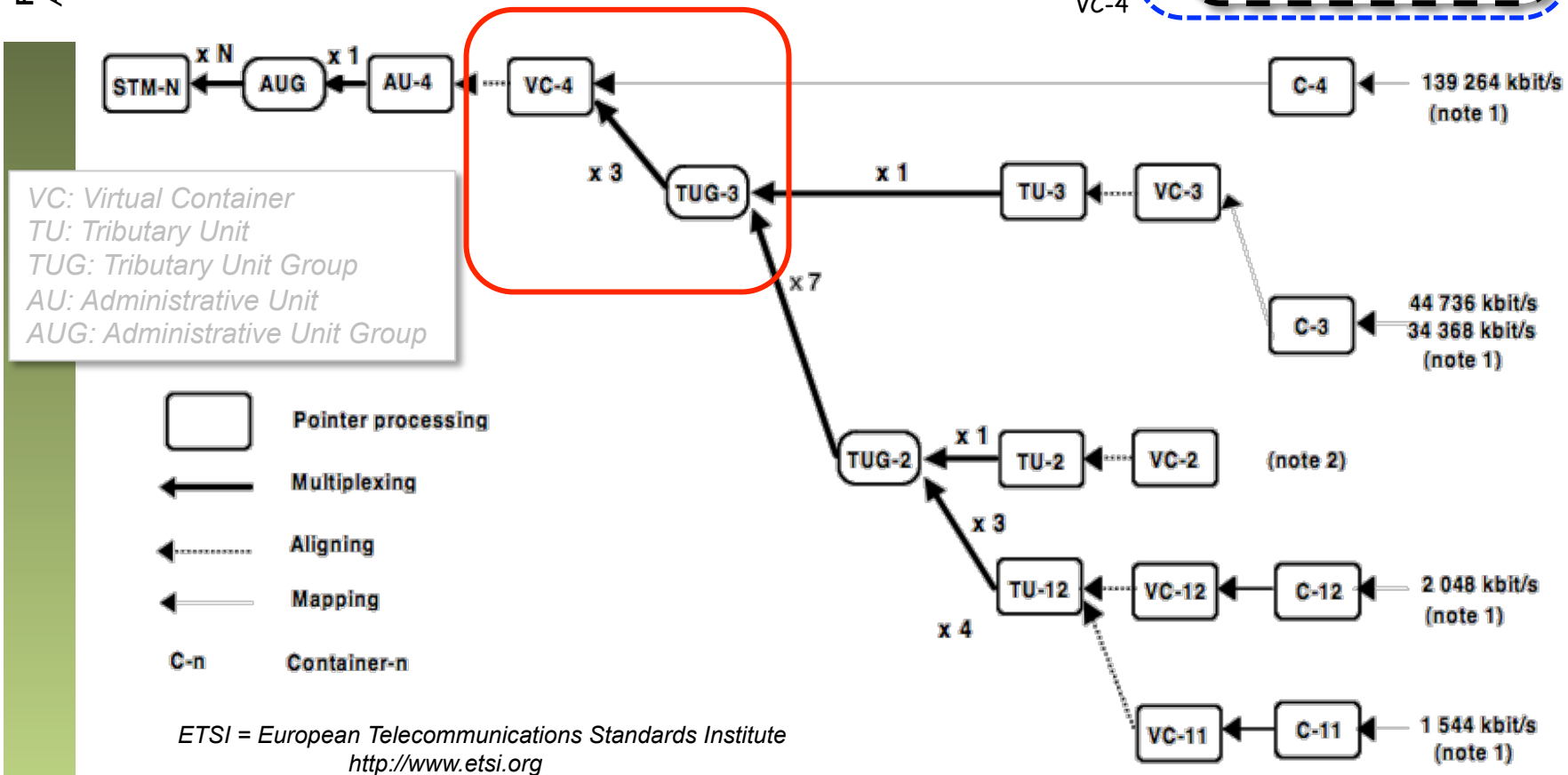
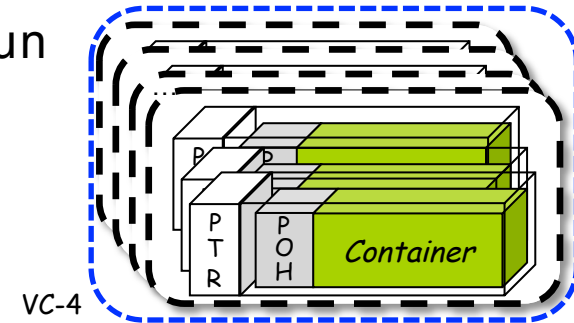
# Entramado

- 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)
- (...)



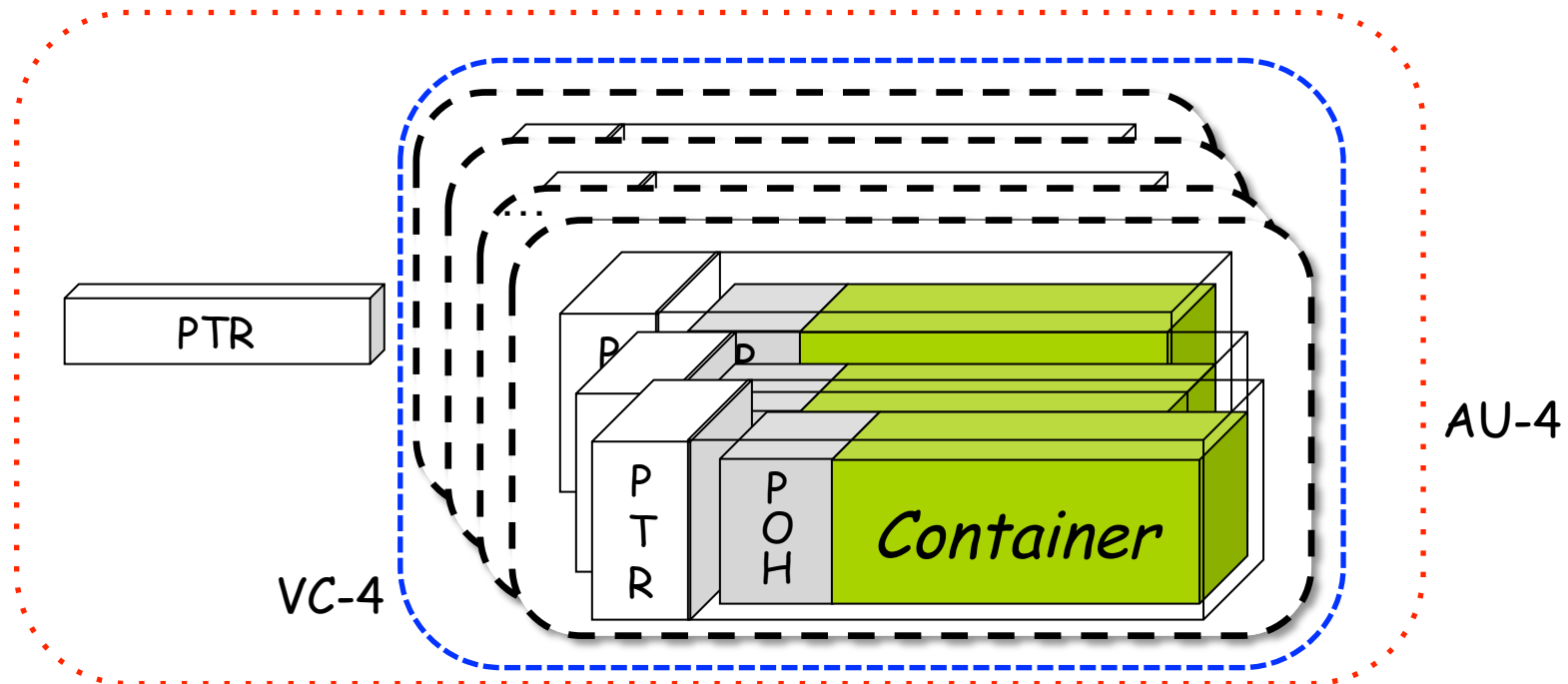
# Estructura de multiplexación

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



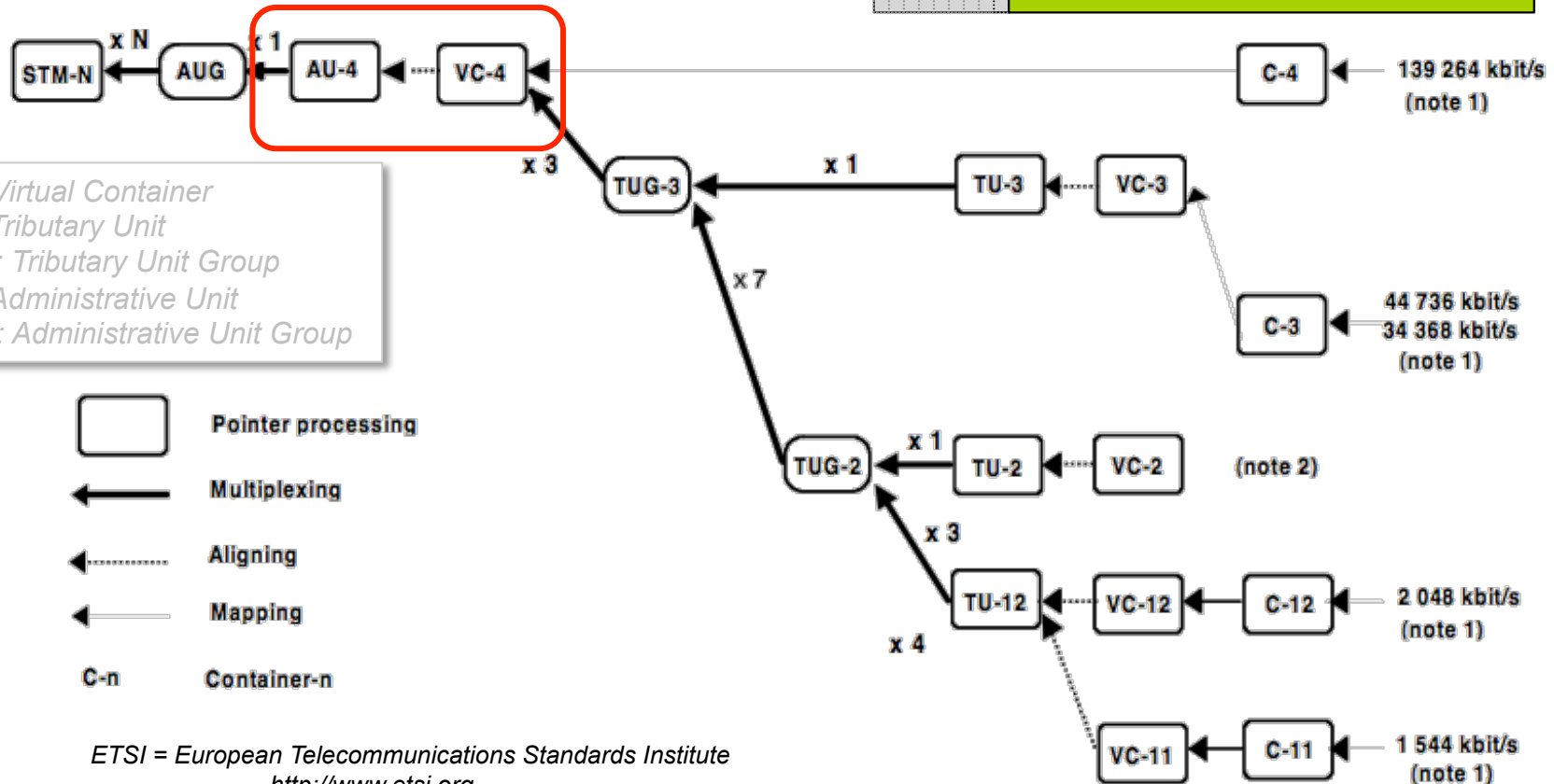
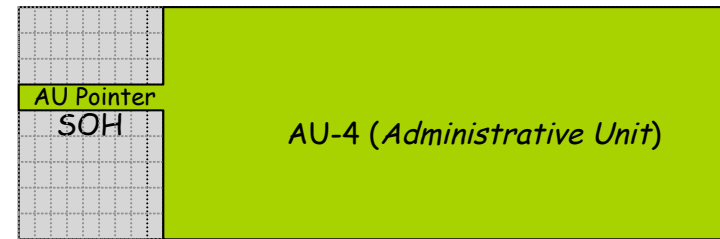
# Entramado

- 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) (...)

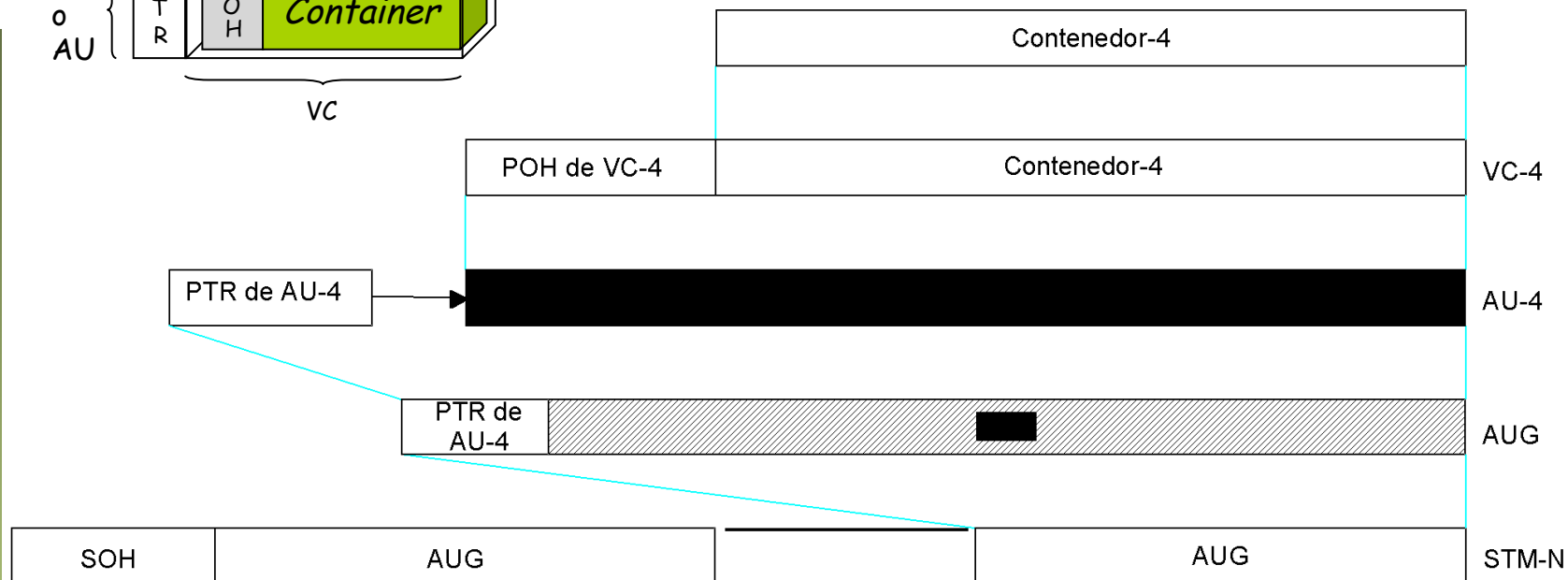
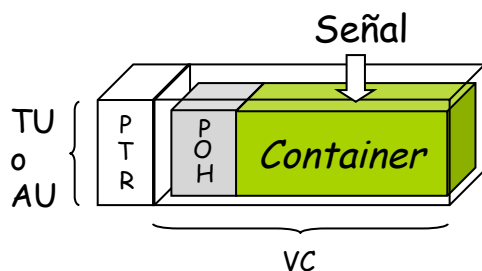


# Estructura de multiplexación

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



# Ejemplo



→ Asociación lógica  
→ Asociación física

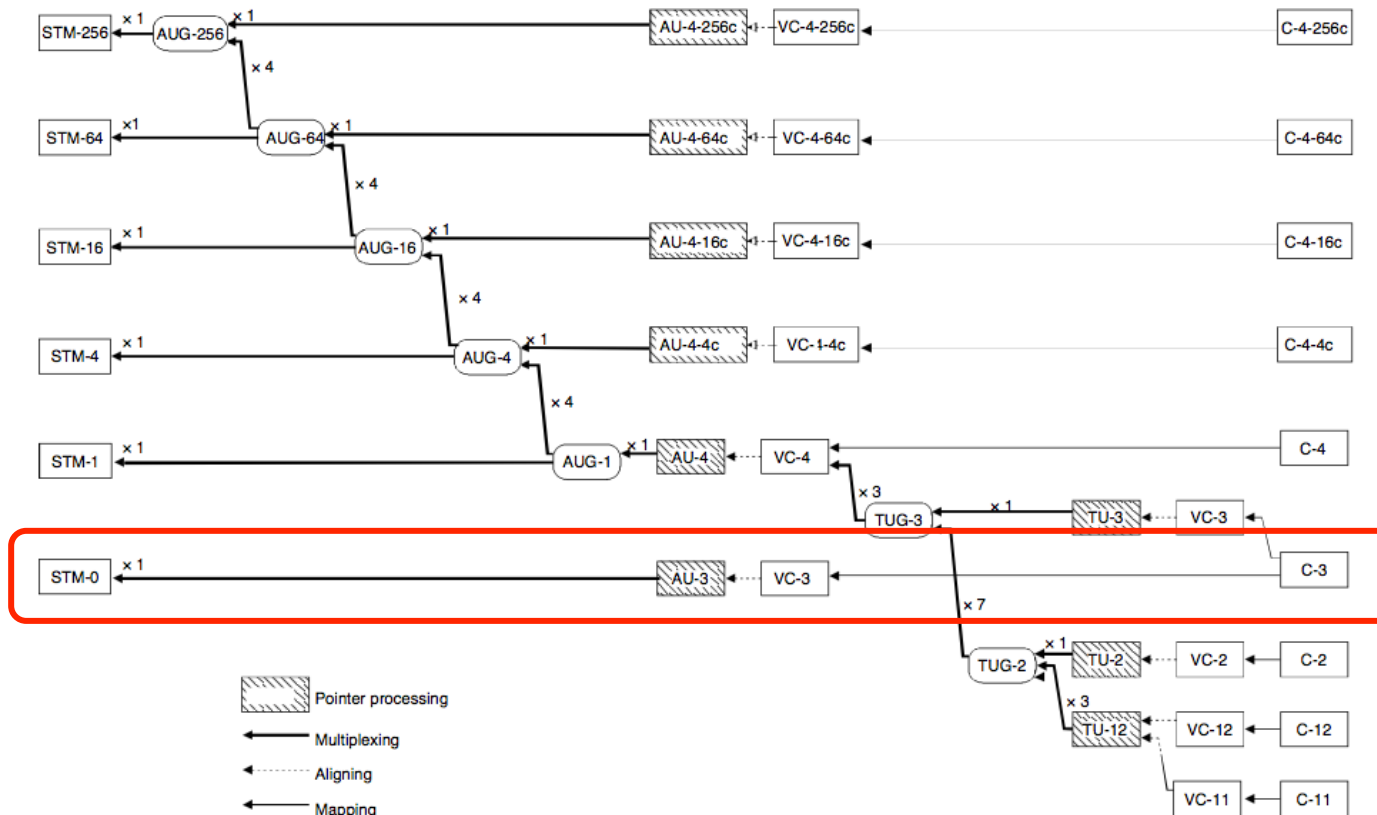
T1517990-95

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.

# SDH: Contenido posible de la trama STM-1

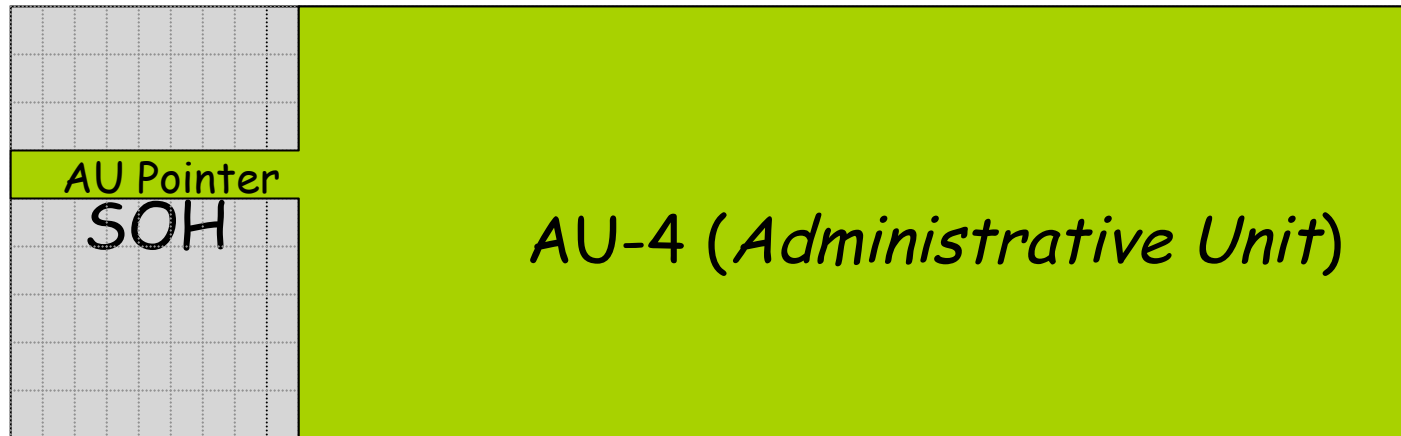
# Estructura de la trama STM-1

- 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 (¿Por qué?)



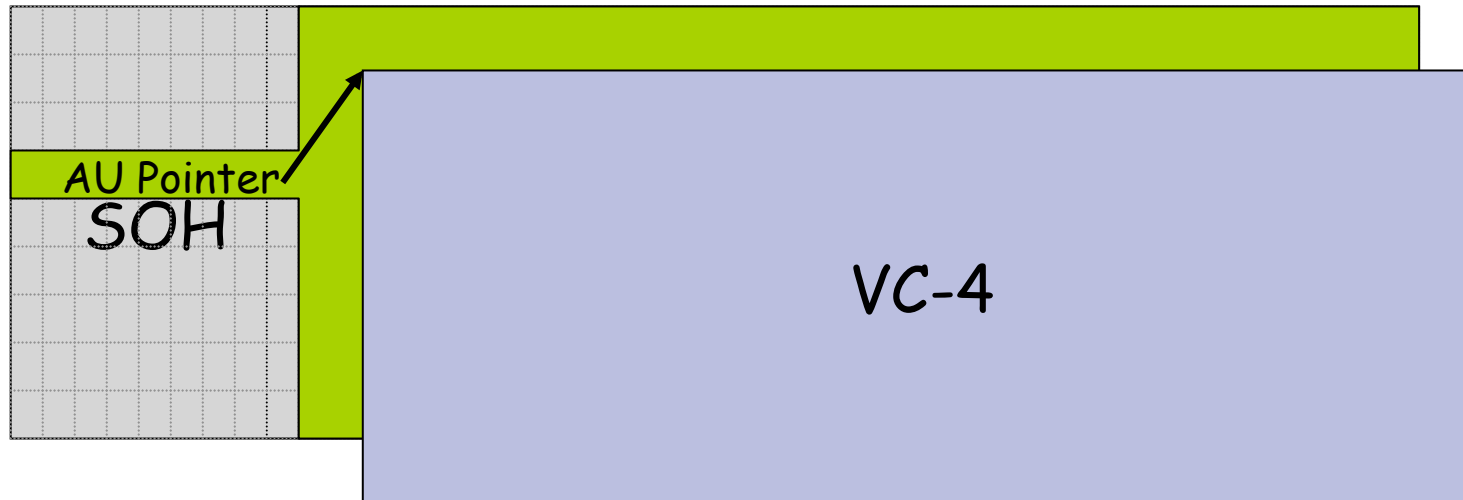
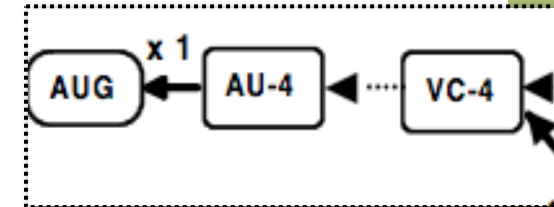
# Estructura de la trama STM-1

- 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

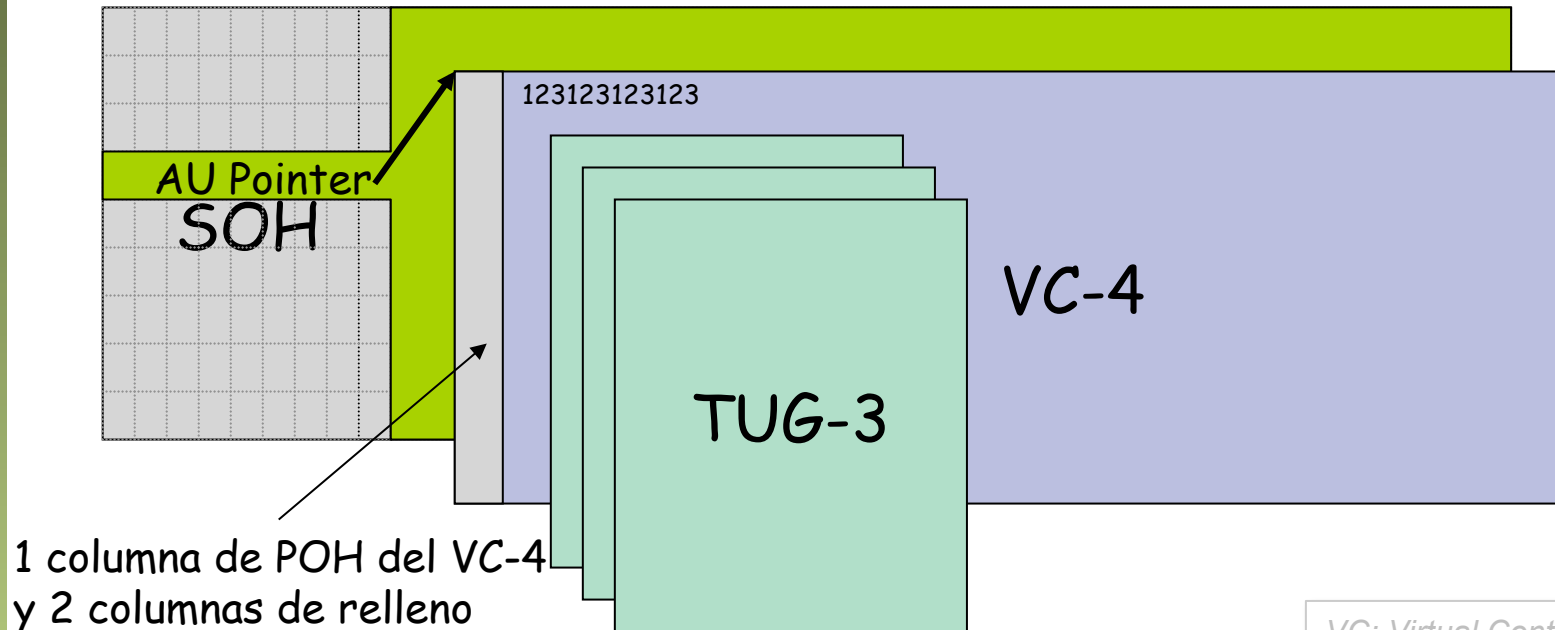
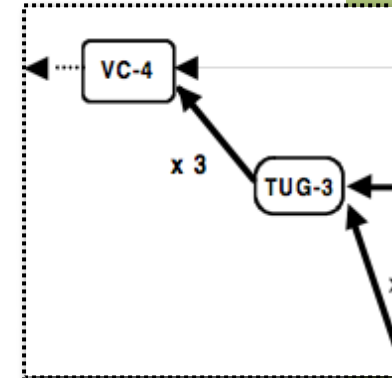
- El AU-4 transporta un VC-4
- El VC-4 asociado al AU-4 no tiene una fase fija dentro de la trama STM-1
- La ubicación del primer byte del VC-4 viene indicada por el puntero del AU-4



VC: Virtual Container  
TU: Tributary Unit  
TUG: Tributary Unit Group  
AU: Administrative Unit  
AUG: Administrative Unit Group

# Estructura de la trama STM-1

- El VC-4 puede contener un C-4 o tres TUG-3
- Un TUG-3 tiene 9 filas x 86 columnas
- Los TUG-3 están entrelazados por bytes
- Se numeran #1, #2 y #3

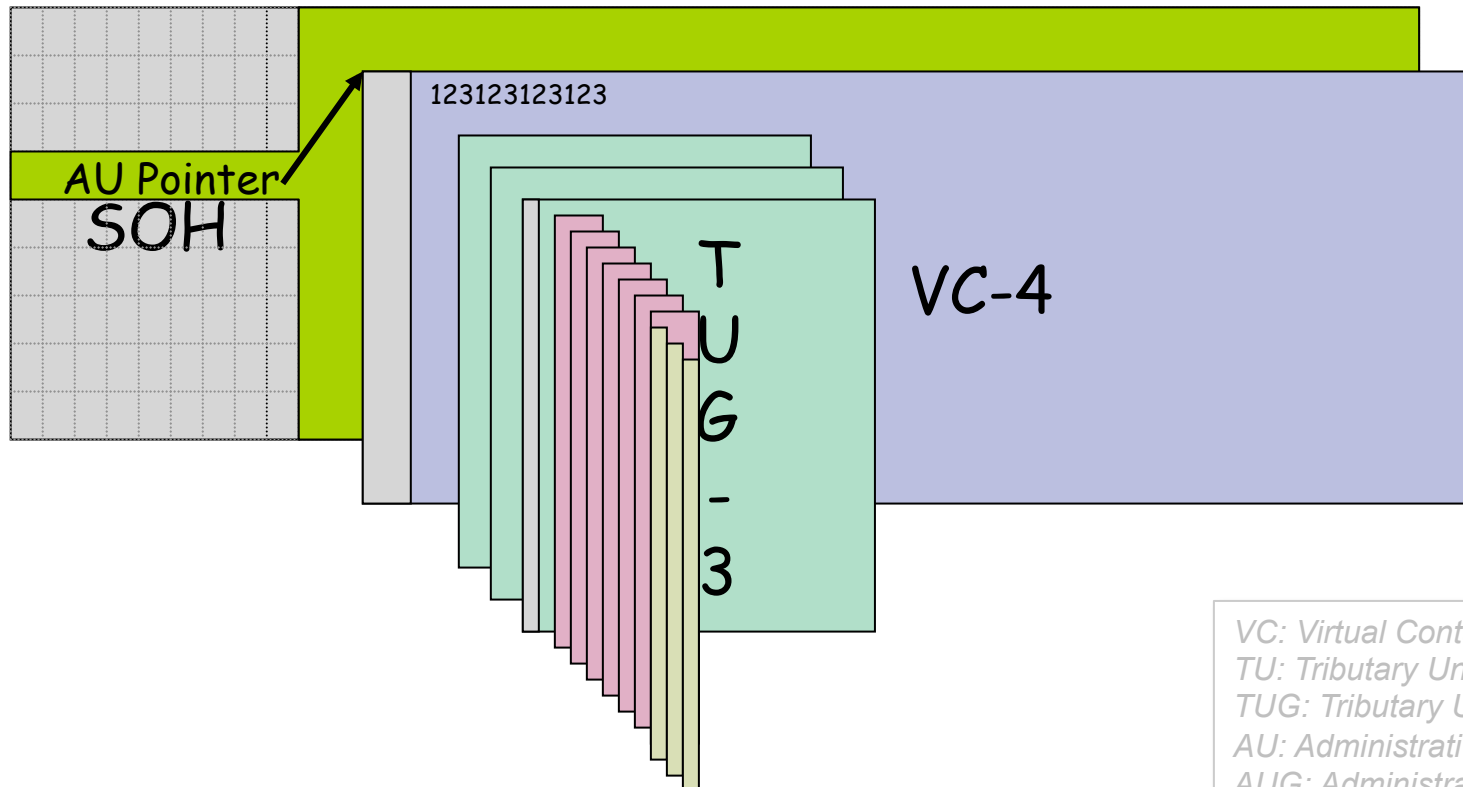
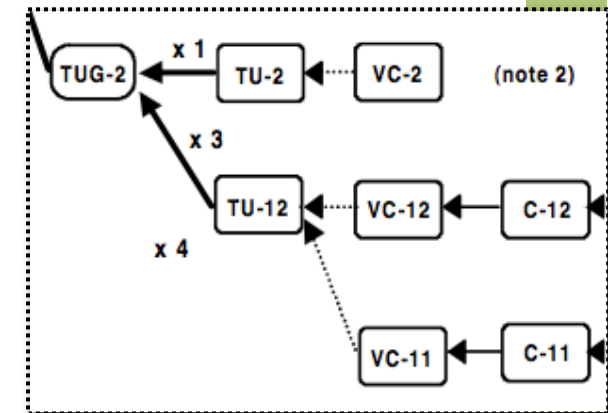


VC: Virtual Container  
TU: Tributary Unit  
TUG: Tributary Unit Group  
AU: Administrative Unit  
AUG: Administrative Unit Group

VC: Virtual Container  
TU: Tributary Unit  
TUG: Tributary Unit Group  
AU: Administrative Unit  
AUG: Administrative Unit Group

# Estructura de la trama STM-1

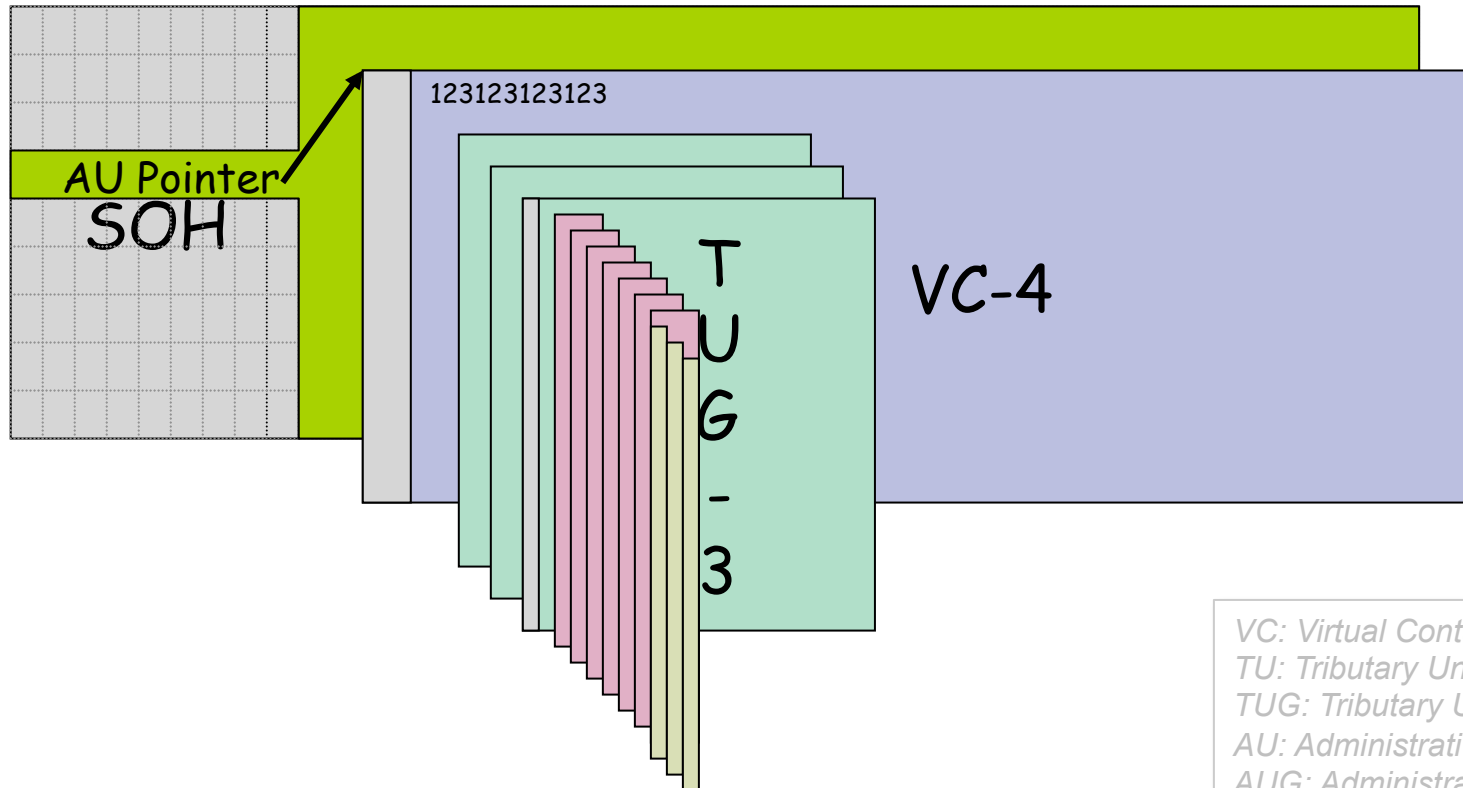
- El TUG-2 puede contener 3 TU-12
- Un TU-12 tiene 9 filas x 4 columnas
- Los TU-12 están entrelazados por bytes
- Se numeran de #1 a #3



VC: Virtual Container  
TU: Tributary Unit  
TUG: Tributary Unit Group  
AU: Administrative Unit  
AUG: Administrative Unit Group

# 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)



VC: Virtual Container  
 TU: Tributary Unit  
 TUG: Tributary Unit Group  
 AU: Administrative Unit  
 AUG: Administrative Unit Group