

# MetroEthernet

- Seminario Técnico
- IEEE- Abril 2009

## Agenda

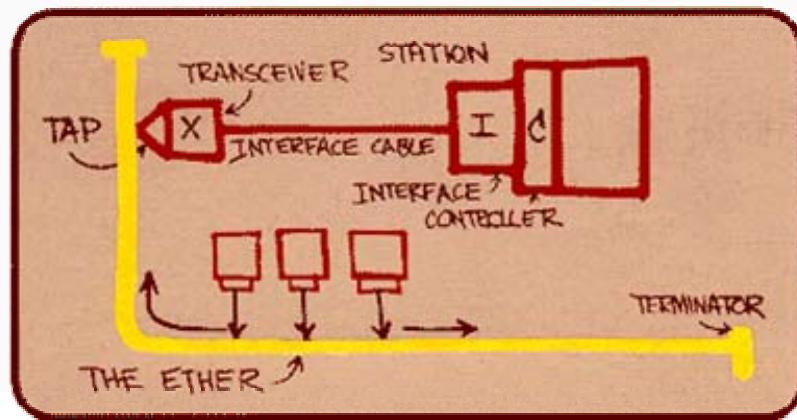
- Ethernet: historia y estándares.
- Servicios. Descripción y aplicaciones.
- Metro Ethernet Forum: **MEF**
  - Misión y objetivos and objectives
  - Definición y tipos de servicio
  - Actividad de estandarización
- Metro Ethernet y tecnologías de transporte
  - EoW
  - EoS
  - EoMPLS, etc
- Conclusiones.

# Ethernet

## Historia y estándares

# Qué es ethernet?

- Conjunto de estándares para la capa física y la capa MAC, para la transmisión de datos
- Inventado por **Robert M. Metcalfe** en 1973 cuando trabajaba en Xerox.

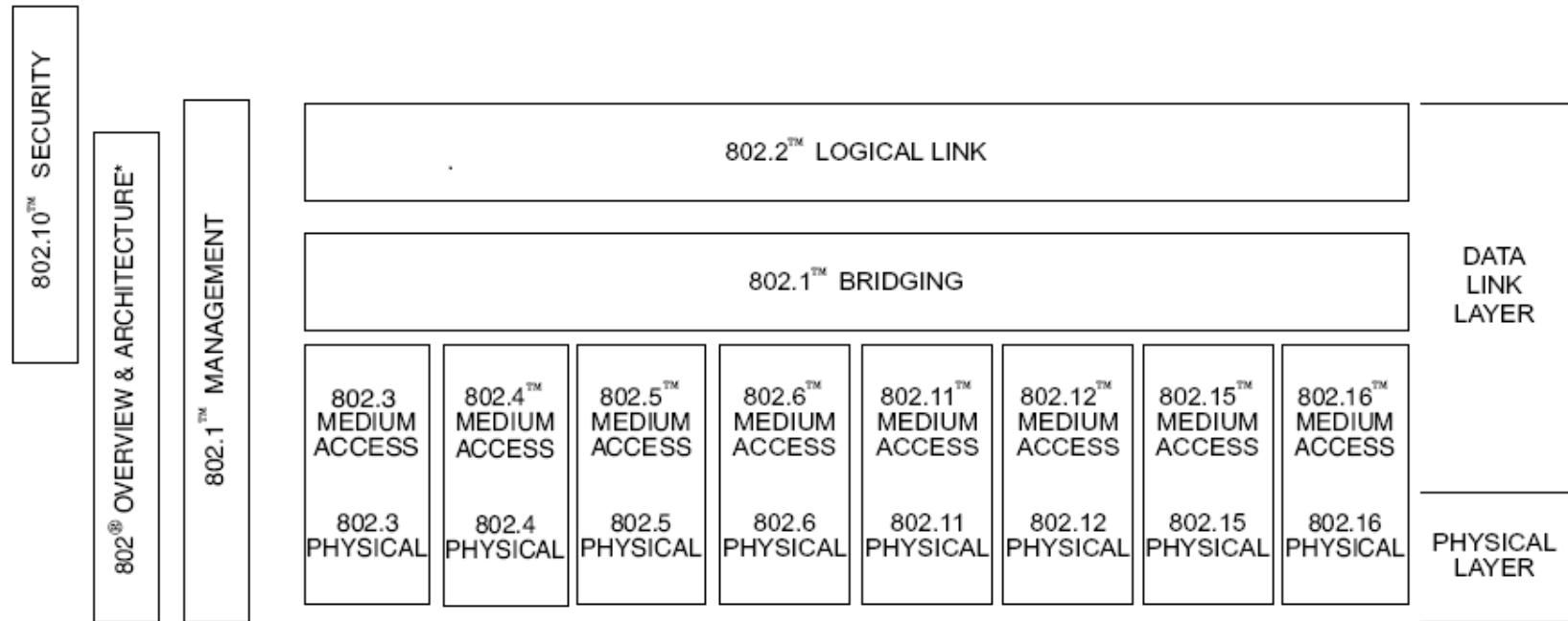


- Consorcio DIX y despues se estandarizó por el IEEE
- <http://www.ethermanage.com/>

# Se basa en los estándares 802.3 de IEEE

suplemento	año	descripción
802.3a	1985	Original 802.3: 10BASE-5 10BASE-2 10BROAD-36
802.3c	1986	Especificaciones de repetidores
802.3d	1987	FOIRL (enlace de fibra)
802.3i	1990	10Base-T Ethernet sobre par trenzado de cobre
802.3j	1993	10Base-F Ethernet sobre fibra
802.3u	1995	100Mbps Ethernet
802.3x e 802.3y	1997	operación full duplex
802.3z	1998	1000Base-X (Gigabit Ethernet)
802.3ab	1999	1000Base-T (GE sobre par trenzado)
802.3ac	1998	Extensiones de trama (hasta 1522 bytes) para VLANs
802.3ad	2000	link aggregation
802.3ae	2002	10 GE
802.3af	2003	PoE (Power over Ethernet). Hasta 15W
802.3ah	2004	Ethernet in First Mile
802.3an		10 Gbase-T (en draft)  Bridging en 802.1D
802.1w		Cambios y mejoras en el spanning tree
802.1s		Múltiples spanning trees

- Ethernet.



\* Formerly IEEE Std 802.1A™

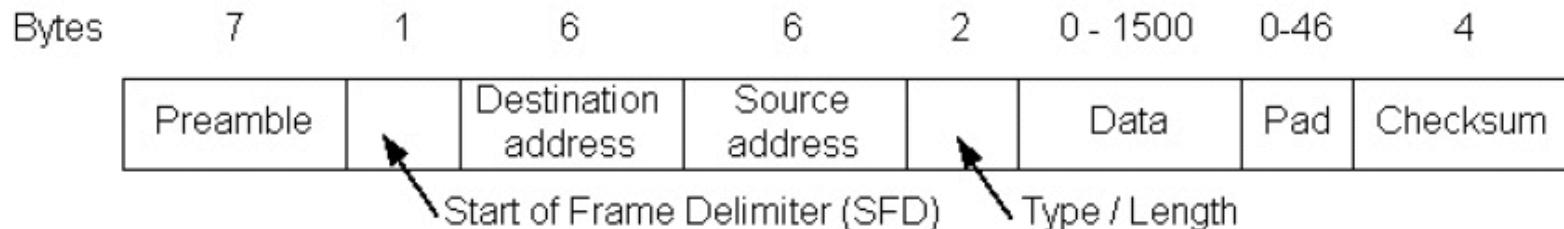
# Estándares de ethernet sobre optico

- ITU-T G.7041 Generic Framing Procedure (**GFP**)
- ITU-T X.86 Link Access Protocol (**LAPS**)
- ITU-T H.707 Virtual Concatenation (**VCAT**)
- ITU-T G.7042 Link Capacity Adjustment Scheme (**LCAS**)
- Otros:
- IEEE 802.1X Port Based Network Access Control
- IEEE 802.1D Ethernet switching
- IEEE 802.1Q Virtual LAN (VLAN)
- IEEE 802.1P Priorización de tráfico a nivel 2
- IETF: MPLS Multi-Protocol Label Switching
- IEEE 802.17 Resilient Packet Ring (RPR)
- Ver:
  - <http://grouper.ieee.org/groups/802/3/>
  - <http://grouper.ieee.org/groups/802/1/>



# Trama ethernet

- Los datos trasmítidos se encapsulan en un contenedor, que se llama *trama*
- Este formato de trama DEFINE Ethernet
  - Históricamente, existen dos tipos de tramas:
    - »802.3 Framing usa en campo de longitud de trama (Length) después del campo de Source Address
    - »Ethernet II (DIX) Framing usa(ba) el campo de tipo de trama (type) después del campo Source Address
  - Ambos tipos de tramas están definidos y soportados dentro de IEEE 802.3

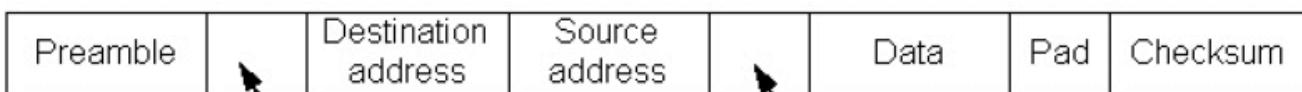


# Trama ethernet

- **El tamaño de trama varía desde 64 a 1518 Bytes, excepto cuando se usa el identificador (tag) de VLAN o se usa jumboframes.**

64 - 1518 Bytes

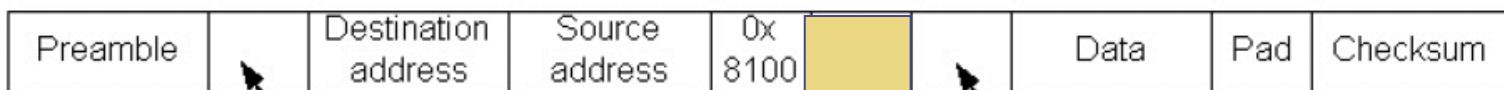
Bytes 7 1 6 6 2 0 - 1500 0-46 4



Start of Frame Delimiter (SFD) Type / Length

68 - 1522 Bytes

Bytes 7 1 6 6 2 2 2 0 - 1500 0-46 4



Start of Frame Delimiter (SFD) VLAN Tag Type / Length



# 802.1Q/P

3	1	12
User Priority	CFI	Bits of VLAN ID (VID) to identify possible VLANs

- **User Priority**- Defines user priority, giving eight ( $2^3$ ) priority levels. **IEEE 802.1P** defines the operation for these 3 user priority bits.
- **CFI**- Canonical Format Indicator is always set to zero for Ethernet switches. CFI is used for compatibility reason between Ethernet type network and Token Ring type network. If a frame received at an Ethernet port has a CFI set to 1, then that frame should not be forwarded as it is to an untagged port.
- **VID**- VLAN ID is the identification of the VLAN, which is basically used by the standard **802.1Q**. It has 12 bits and allow the identification of 4096 ( $2^{12}$ ) VLANs. Of the 4096 possible VIDs, a VID of 0 is used to identify priority frames and value 4095 (FFF) is reserved, so the maximum possible VLAN configurations are **4,094**.
- **Length/Type**- 2 bytes. This field indicates either the number of MAC-client data bytes that are contained in the data field of the frame, or the frame type ID if the frame is assembled using an optional format.
- **Data**- Is a sequence of nbytes ( $48 \leq n \leq 1500$ ) of any value. The total frame minimum is 64bytes.
- **Frame check sequence (FCS)**- 4 bytes. This sequence contains a 32-bit cyclic redundancy check (CRC) value, which is created by the sending MAC and is recalculated by the receiving MAC to check for damaged frames.

- MAN y MEN. Definiciones.
  - Metropolitan Area Network.
  - Metro Ethernet Network.
- 
- Por que usar Ethernet en redes Metropolitanas.
  - Hoy el 98% del tráfico corporativo y PYMES se inicia y termina en un puerto Ethernet. Ya que las empresas buscan conectividad de sus LANs hacia fuera , Metro Ethernet aparece como una elección obvia sea por costos como por performance técnica.

## **Ethernet SLA.**

- Dos basicas: Bandwidth profile y clases de servicio.
- **Bandwith profile.**
  - Especificación similar a FR.
  - CIR. Siempre disponible AB minimo. PIR.Máximo bit rate a la cual el cliente puede mandar trafico.
  - Para cualquier aplicación el trafico es tratado igual. No sirve para servicios customizados.
- **Clases de Servicio.**
  - Diferentes aplicaciones tienen diferentes requerimientos de transporte.
  - Contrato similar al CIR. Pero enfocado a servicios mas que al ancho de banda.
  - Ejemplos : trafico de voz, trafico optimizado a la latencia, optimizado al throughput.
- El Operador ve distintos tipos de trafico pasar por su red.

- **ARQUITECTURA.**
- Después de definidos los servicios y sus SLA asociados, el próximo paso es asociar los roles de la arquitectura de red.
- La arquitectura de red especifica los elementos de red y sus roles y relaciones.
- Define también tecnologías y protocolos asociados, las topologías y mecanismos de transporte que conectan los distintos objetos/elementos.
- Objetos de red y roles.
  - 4 Capas.
  - CPE layer
  - Aggregation Layer.
  - Service Layer.
  - Intelligent core.
  - Network Management service layer.NMS

- **CPE Layer.** Usualmente manejada por el proveedor. Este equipo es responsable de seguridad de acceso, control de admisión, políticas de seguridad reforzadas, clasificación de tráfico, marcado. Creación de servicios comienza aquí. Ej ERS o EMS.
- **Aggregation layer.** Agrega tráfico al CPE en una relación costo/prestación y la aplica a la capa de servicios.
- **Capa de Servicios.** Service layer. Distribución de la contención y seguridad. Intrusion detection system. Firewall, hosted telephony, interconexión de servicios nivel 2.
- **Núcleo Inteligente.** Transporta tráfico eficientemente entre los distintos service layer elements. Forwarding, traffic engineering, manejo de congestiones.
- Network Management Service Layer. NMS. Monitoreo, configuración y detección de fallas.

# Foros involucrados

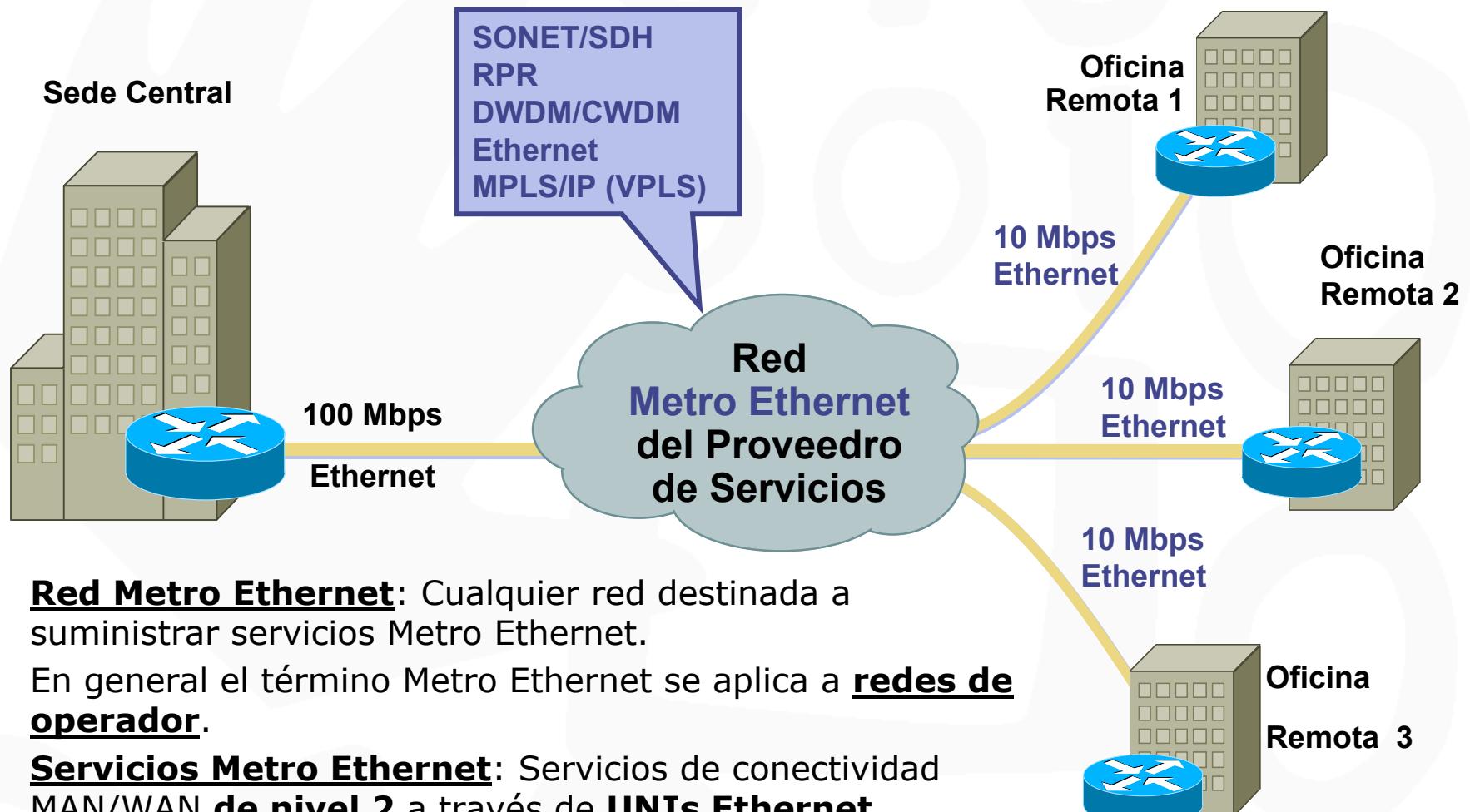
- IEEE
  - <http://grouper.ieee.org/groups/802/3/index.html>
- ITU-T (Study Group 15)
  - Adaptar ethernet a redes de transporte SDH y MPLS
  - <http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com15/index.asp>
- IETF
  - Emulación de enlaces ethernet y LAN´s sobre redes de commutación de paquetes
  - <http://www.ietf.org/html.charters/mpls-charter.html>
- Metro Ethernet Forum (MEF)
  - Definir los servicios ethernet así como sus atributos y parámetros
  - <http://www.metroethernetforum.org>

# Servicios

# Servicios Metropolitanos

- Algunos servicios son:
  - Conectividad Internet
  - Transparent LAN service (punto a punto LAN to LAN)
  - L2VPN (punto a punto o multipunto a multipunto LAN to LAN)
  - Extranet
  - LAN a Frame Relay/ATM VPN
  - Conectividad a centro de backup
  - Storage area networks (SANs)
  - Metro transport (backhaul)
  - VoIP
- Algunos se están ofreciendo desde hace años. La diferencia está en que ahora se ofrecen usando *conectividad Ethernet !!*

# Qué es Metro Ethernet?



# Qué ofrece Ethernet como tecnología de transporte LAN/WAN/MAN?

- Ethernet se ha convertido en una **tecnología única** para LAN, MAN y WAN
- Arquitectura eficiente para redes de paquetes, punto a punto, punto multipunto y multipunto a multipunto
- Interfaz con coste ventajoso que ofrece **flexibilidad de ancho de banda**: 10/100/1000/10000 Mbps
- Originalmente para entornos LAN, pero hoy ofrece **independencia geográfica**: Ethernet óptico, sobre IP o MPLS
  - Un precedente antiguo ELAN: emulation LAN (sobre ATM)

# Metro Ethernet y L2 VPN

- FR y ATM son las L2 VPNs tradicionales:
  - Cada CE (o CPE) dispone de 'n' circuitos, cada uno de ellos conectándole a otro CE, en topología *partial mesh*.
  - En la red del proveedor, los nodos comutan los paquetes de cliente basándose en información de nivel 2 (FR DLCI, ATM VC)
- Metro Ethernet es otra L2 VPN, en la que la red del proveedor transporta tramas Ethernet (las direcciones MAC son usadas para determinar el encaminamiento)
  - Se puede asimilar una VLAN a un DLCI ó un PVC

# Clasificación de tecnologías y servicios Metro Ethernet

## Servicios

PTP

Multipunto

EVC

E-Line

E-LAN

EPL

ERS

LAN Extension

VPWS

PW

VPLS

TLS

EWS

L2VPN

EMS

ERMS

Internet

Retail

Wholesale

Transporte

## Tecnologías

Optical  
Ethernet

EoMPLS

VPLS

RPR

EoS

CWDM/DWDM

SDH

EFM

E-PON

Fibra

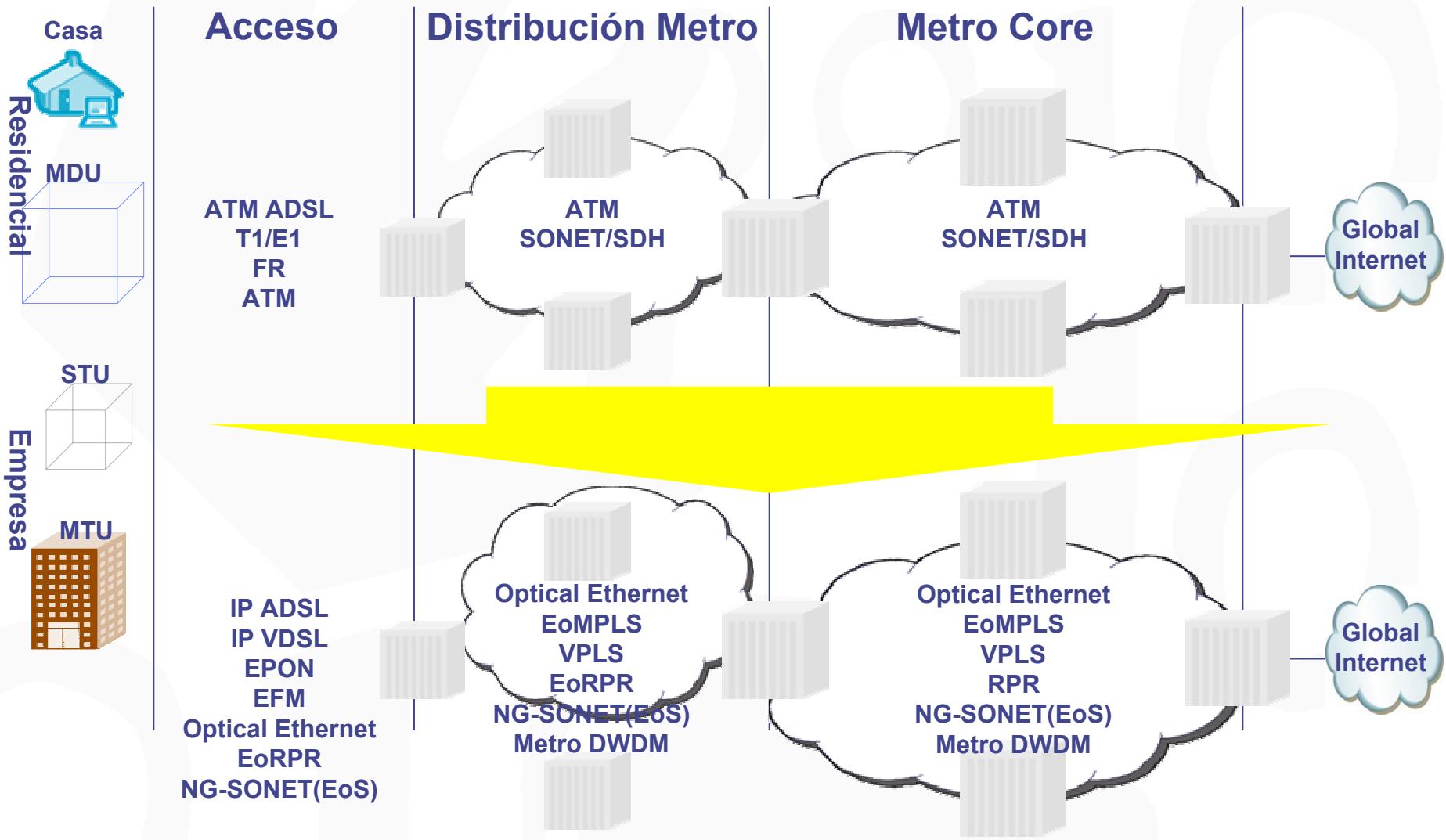
UTP

Línea de cobre

# Algunas aclaraciones

- Ethernet sobre “wavelengths” (EoW)
- Ethernet sobre SONET/SDH (EoS)
- Optical Ethernet (native Ethernet nativo sobre fibra óptica)
- Ethernet en “first mile” (EFM) sobre cobre ó fibra: IEEE 802.3ah

# Evolución de Ethernet





*Metro Ethernet Forum  
Overview & Activity*

# Metro Ethernet Forum

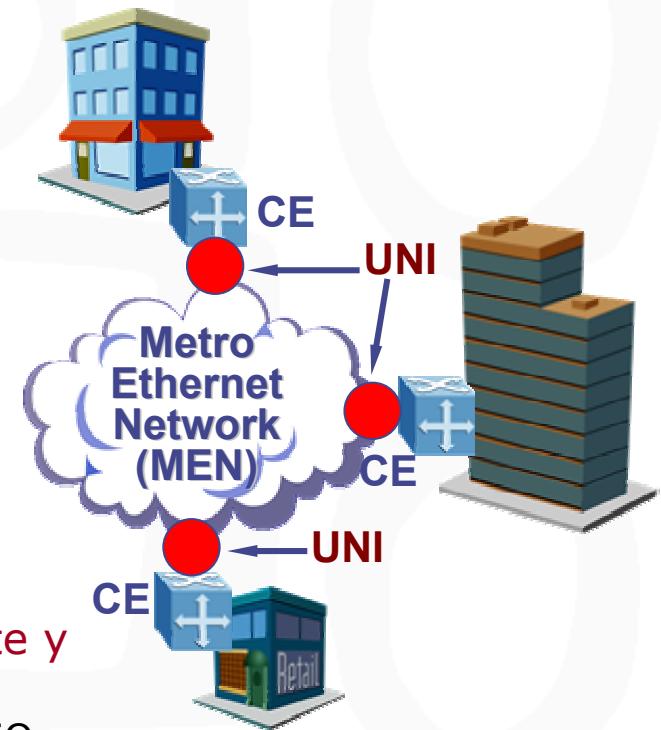
- **Misión**
  - **Acelerar la adopción de la tecnología y servicios Ethernet a nivel de operador**
- **Objetivos**
  1. Build ***consensus*** and unite service providers, equipment vendors and end customers on Ethernet service definition, technical specifications and interoperability.
  2. Facilitate implementation of existing and new ***standards***, Ethernet ***service definition, test*** procedures and ***technical specifications*** of the MEF to allow delivery of Ethernet services and make Ethernet-based metro networks ***carrier class***.
  3. Enhance worldwide awareness of the benefits of Ethernet services and Ethernet based metro transport networks.

# Competencias del MEF y prioridades

- Las principales competencias del MEF son definir:
  - **Servicios Ethernet** para las redes de transporte metropolitanas
    - Dichos servicio deberán ser suministrados sobre redes Metro de Ethernet nativo y podrán estar soportadas por otras tecnologías de transporte
  - **Tecnologías de transporte** de ethernet para áreas metro “carrier-class”, especificando arquitecturas, protocolos y gestión
- Con menor prioridad el MEF también se encarga de definir:
  - El trabajo que deben hacer otras organizaciones sobre otras tecnologías de transporte (actividad de enlace y coordinación)
  - Interfaces no-ethernet, si no están definidas por otras organizaciones

# Servicio Ethernet – Modelo de referencia

- Customer Equipment (CE) se conecta a través de UNI
- **CE** puede ser un
  - router
  - Bridge IEEE 802.1Q (switch)
- **UNI** (User Network Interface)
  - Standard IEEE 802.3 Ethernet PHY and MAC
  - 10Mbps, 100Mbps, 1Gbps or 10Gbps
  - Soporte de varias clases de servicio (QoS)
- Metro Ethernet Network (**MEN**)
  - Puede usar distintas tecnologías de transporte y de provisión de servicio
    - SONET/SDH, WDM, PON, RPR, MAC-in-MAC, QiQ (VLAN stack), MPLS
- **NNI** en un futuro



# Servicio Ethernet – Modelo (2)

- Sobre el anterior modelo, se añade un cuarto ingrediente: una **Ethernet Virtual Connection (EVC)**
- **EVC**: es una asociación entre dos o más UNI
  - Es creada por el proveedor del servicio para un cliente
  - Una trama enviada en un EVC puede ser enviada a uno o más UNIs del EVC:
    - Nunca será enviada de vuelta al UNI de entrada.
    - Nunca será enviada a un UNI que no pertenezca al EVC.
- Las EVC's pueden ser:
  - Punto a punto (**E-Line**)
  - Multipunto a multipunto (**E-LAN**)
- Cada tipo de servicio ethernet tiene un conjunto de **atributos** de servicio y sus correspondientes **parámetros** que definen las capacidades del servicio.

# Servicio Ethernet – Modelo (3)

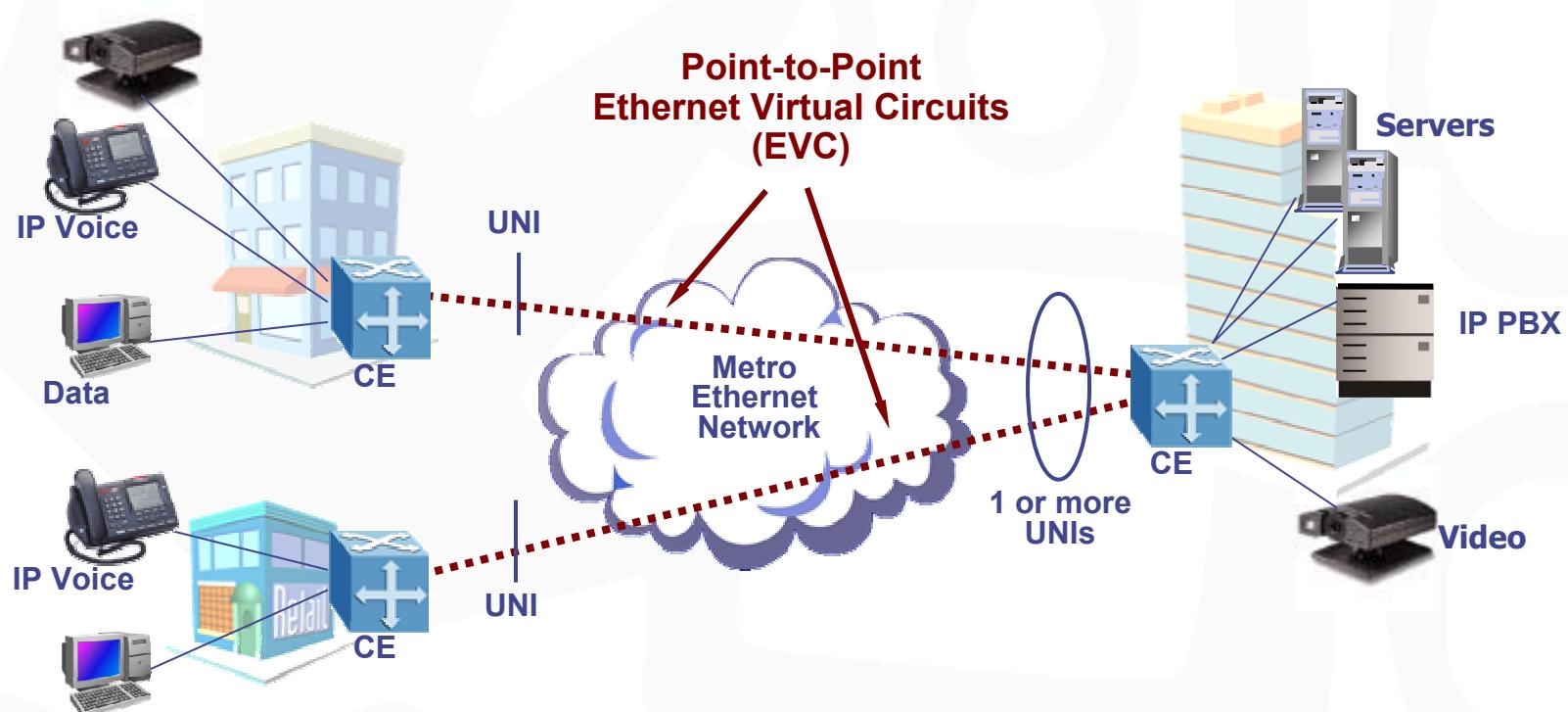
Atributos de un servicio en particular:

- Multiplexación de servicios
  - Asocia una UNI con varias EVC. Puede ser:
    - Hay varios clientes en una sola puerta (ej. En un POP UNI)
    - Hay varias conexiones de servicios distintos para un solo cliente
- Transparencia de VLAN
  - Significa que proveedor del servicio no cambia el identificador de la VLAN ( el MEN aparece como un gran switch)
  - En el servicio de acceso a Internet tiene poco importancia
- “Bundling”
  - Más de una VLAN de cliente está asociada al EVC en una UNI
- Etc.

# Atributos

- Atributos de UNI: (
  - identificador, tipo de medio, velocidad, duplex, etc)
  - Atributo de soporte de VLAN tag
  - Atributo de multiplexación de servicio
  - Bundling attribute
  - Security filters attribute
  - etc)
- Atributos de EVC:
  - Parámetros de tráfico (CIR, PIR, in, out, etc)
  - Parámetros de prestaciones (delay, jitter, etc)
  - Parámetros de Clase de Servicio (VLAN-ID, valor de .1p, etc)
  - Atributo de Service frame delivery
  - Unicast frame delivery
  - Multicast frame delivery
  - etc

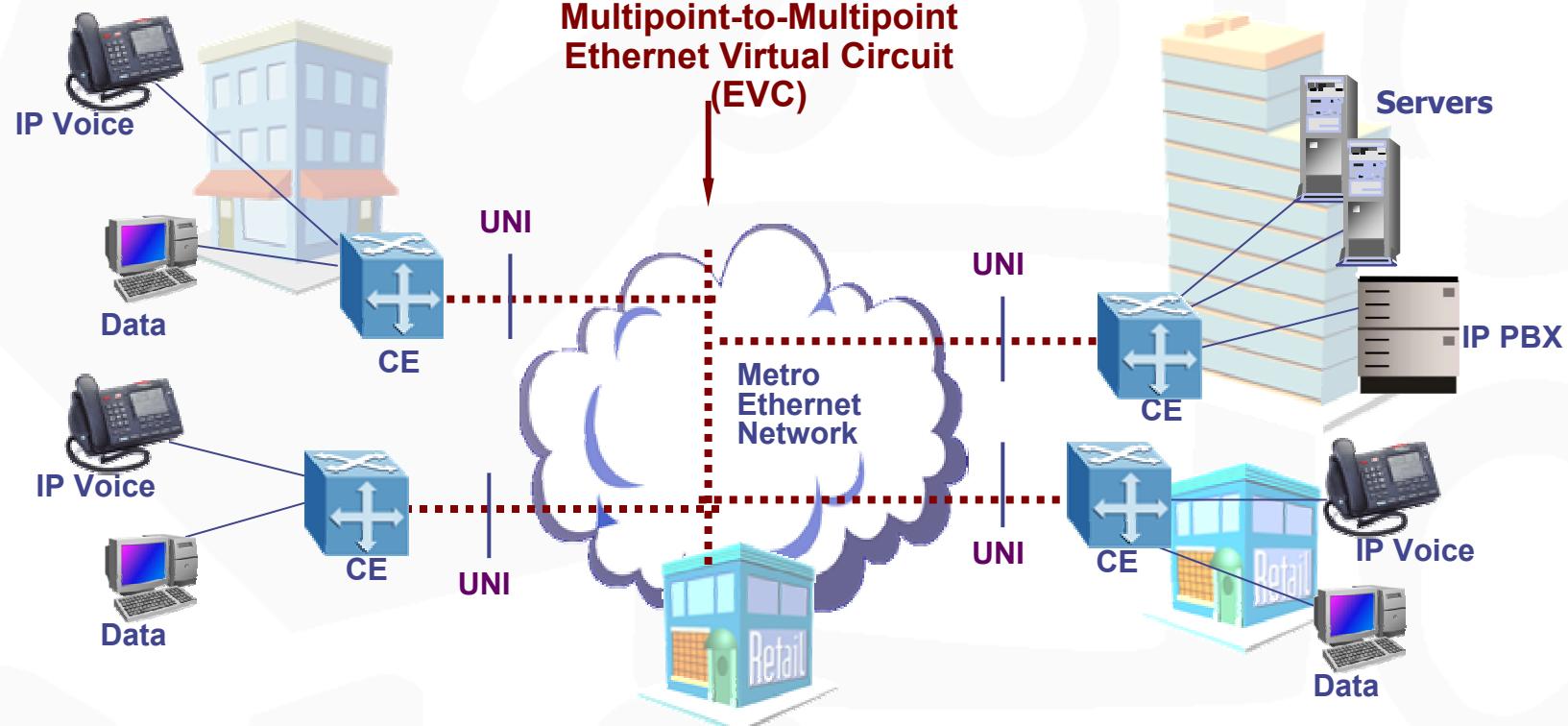
# Servicio Ethernet Line (E-Line)



# Servicio Ethernet Line (E-Line)

- Una E-Line puede operar con ancho de banda dedicado ó con un ancho de banda compartido.
- **EPL**: Ethernet Private Line
  - Es un servicio EVC punto a punto con un ancho de banda dedicado
  - El cliente siempre dispone del CIR
  - Normalmente en canales SDH (en NGN) ó en redes MPLS
  - Es como una línea en TDM, pero con una interfaz ethernet
- **EVPL**:Ethernet Virtual Private Line
  - En este caso hay un CIR y un EIR y una métrica para el soporte de SLA's
  - Es similar al FR
  - Se suele implementar con canales TDM compartidos ó con redes de conmutación de paquetes usando SW's y/o routers

# Servicio Ethernet LAN (E-LAN)



# Servicio Ethernet LAN (E-LAN)

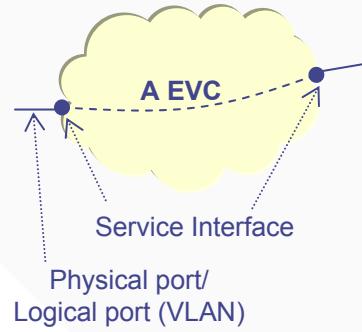
- Una E-LAN puede operar con ancho de banda dedicado ó con un ancho de banda compartido.
- **EPLan:** Ethernet Private LAN
  - Suministra una conectividad multipunto entre dos o más UNI's, con un ancho de banda dedicado.
- **EVPLan:** Ethernet Virtual Private LAN
  - Otros nombres:
    - VPLS: Virtual Private Lan Service
    - TLS: Transparent Lan Service
    - VPSN: Virtual Private Switched Network
  - La separación de clientes vía encapsulación: las etiquetas de VLAN's del proveedor no son suficientes (4096)
  - Es el servicio más rentable desde el punto de vista del proveedor.

# Clasificación de Metro Ethernet Services

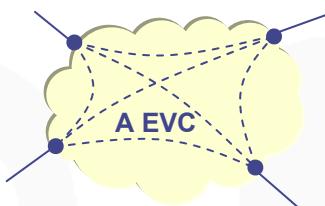
## Metro Ethernet Service

### Conectividad dentro de MEN

PtP EVC  
(VPWS, PW, ELS, VLL)



MPtMP EVC  
(VPLS, E-LAN Service, TLS)



EPL  
(EWS)

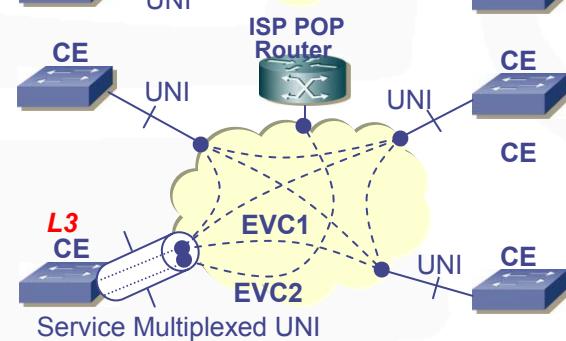
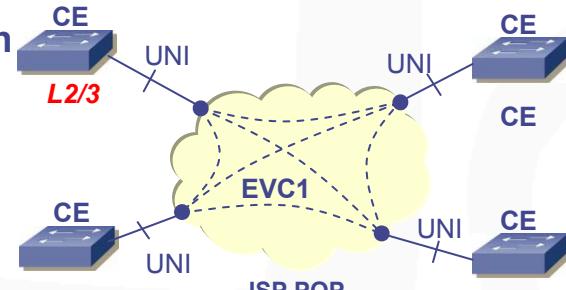
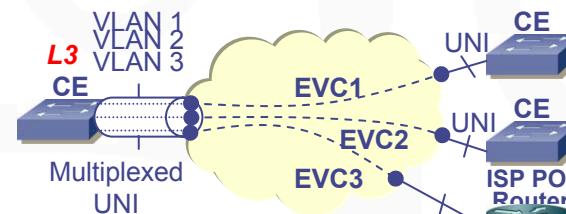
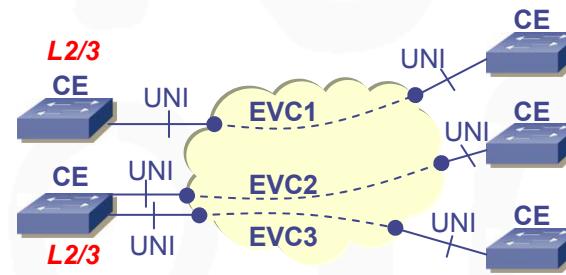
Private Line Service

ERS  
(ERS)

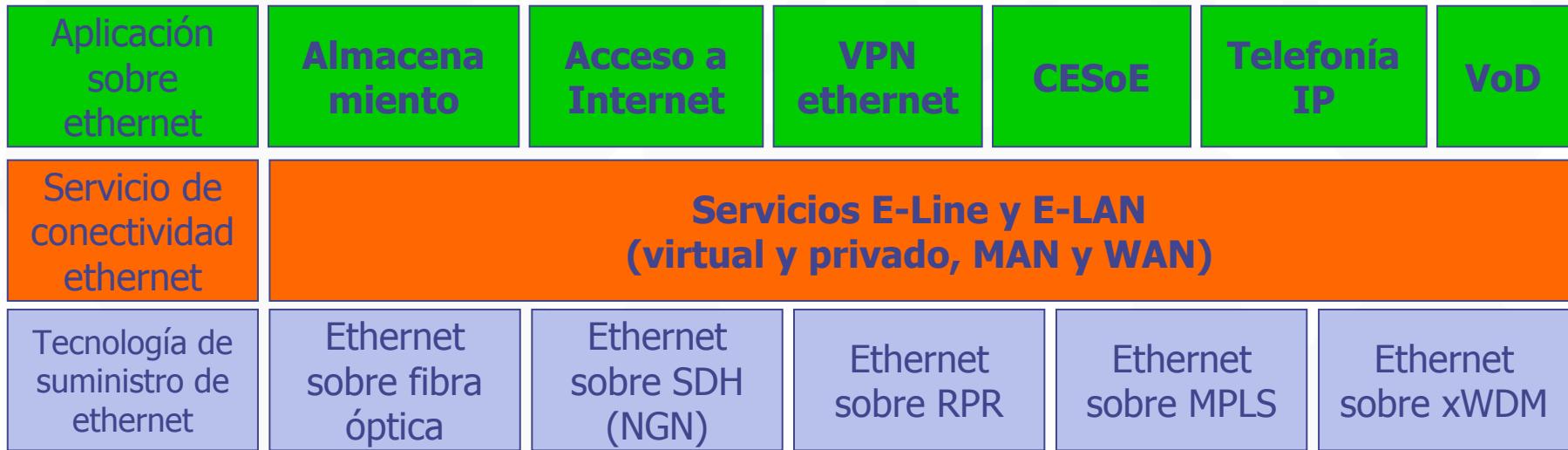
FR

LAN Extension  
(EMS)

ERMS  
(ERMS)



# Servicios metro-ethernet



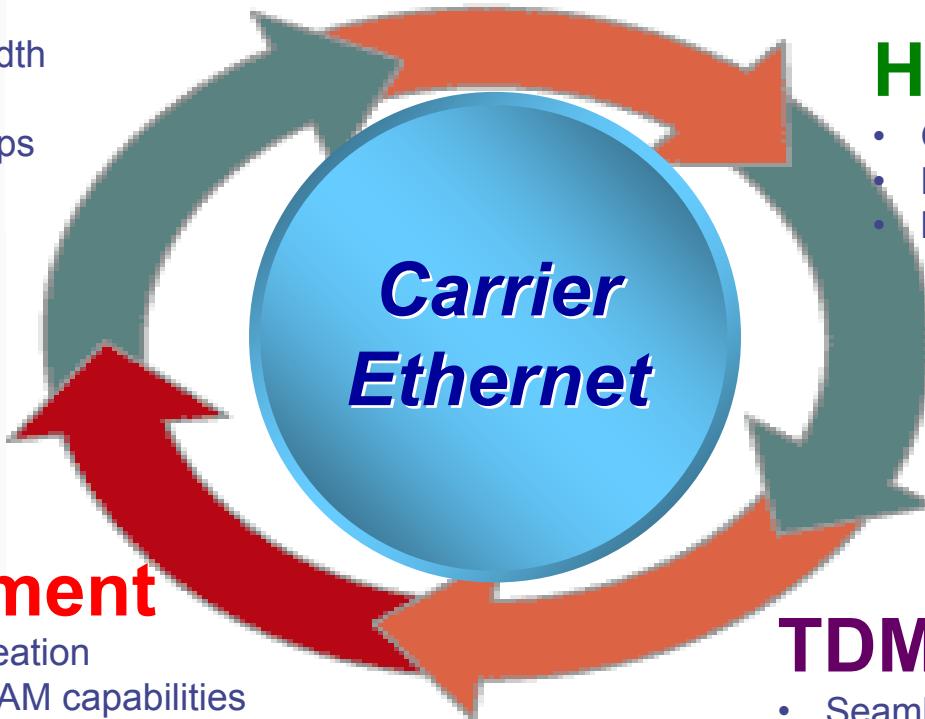
# What's Carrier Ethernet

## Scalability

- Services and Bandwidth
- 100,000's of EVC's
- From Mbps to x10Gbps

## Protection

- 50ms Protection
- End to End Path Protection
- Aggregated Line & Node Protection



## Service Management

- Fast service creation
- Carrier class OAM capabilities
- Customer Network Management (CNM)

## Hard QoS

- Guaranteed end to end SLA
- End to End CIR and EIR
- Business, Mobile, Residential

## TDM Support

- Seamless integration of TDM
- Circuit Emulation Services
- Support existing voice applications

# Carrier Ethernet Standards

## Scalability

- MEF 9 – UNI Testing
- MEF 11 – UNI Framework
- MEF UNI I IA
- MEF UNI Type II
- MEF Ethernet Aggregation
- IEEE 802.1

## Protection

- MEF 2 – Ethernet Protection
- MEF 4 – Architecture Framework
- IETF – MPLS Fast Reroute

## Hard QoS

- MEF 6 – Service Definition
- MEF 10 – Service Attributes
- MEF Service Attributes II
- MEF Service Attributes Testing
- MEF Service Definition II

## Service Management

- MEF 7 – EMS and NMS Info Model
- MEF OAM Framework & Requirements
- MEF Performance Monitoring
- MEF NE Management Requirements
- IEEE 802.1, ITU

## TDM Support

- MEF 3 – CES Framework
- MEF 8 – CES Implementation
- MEF TDM Testing

**Naranja** – estándar ratificado por el MEF; **Verde** – en desarrollo por el MEF; **Gris** – en desarrollo por otros organismos de estandarización

# Especificaciones del MEF

- **MEF 1** (*Obsoleted by MEF 10*) Ethernet Services Model, Phase 1
- **MEF 2** Requirements and Framework for Ethernet Service Protection
- **MEF 3** Circuit Emulation Service Definitions, Framework and Requirements
- **MEF 4** MEN Architecture Framework - Part 1: Generic Framework
- **MEF 5** (*Obsoleted by MEF 10*) Traffic Management Specification: Phase I
- **MEF 6** Ethernet Services Definitions - Phase I
- **MEF 7** EMS-NMS Information Model
- **MEF 8** Implementation Agreement for the Emulation of PDH Circuits
- **MEF 9** Abstract Test Suite for Ethernet Services at the UNI
- **MEF 10** (*Obsoletes MEF 1 and MEF 5*) Ethernet Services Attributes Phase 1
- **MEF 11** User Network Interface (UNI) Requirements and Framework
- **MEF 12** MEN Architecture Framework Part 2: Ethernet Services Layer

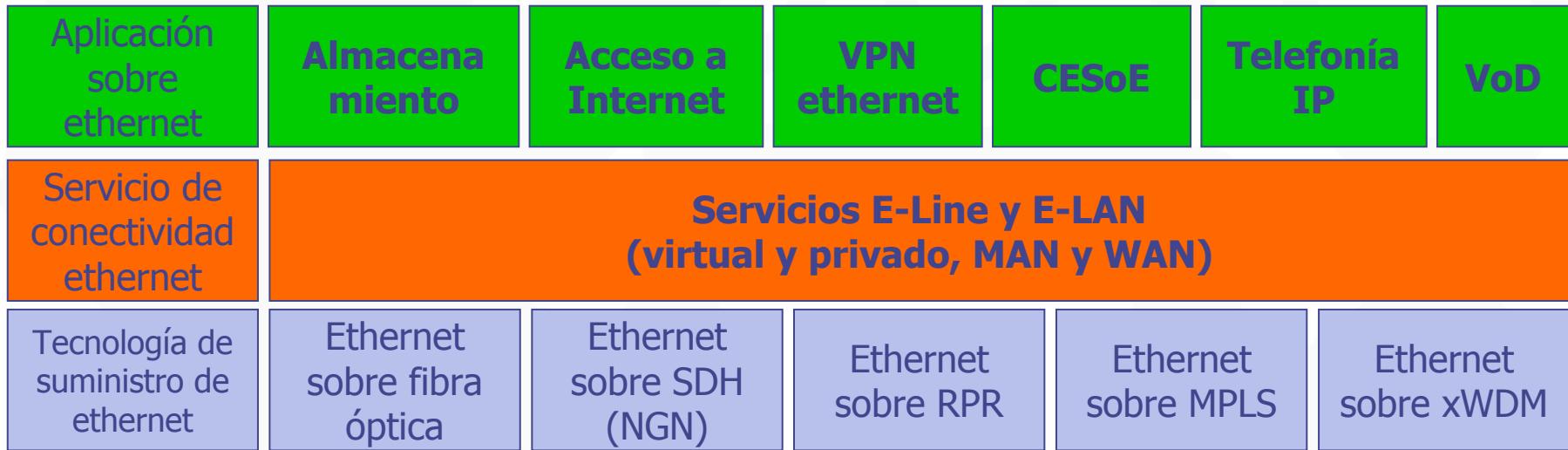


# **MetroEthernet**

## **y tecnologías de transporte**

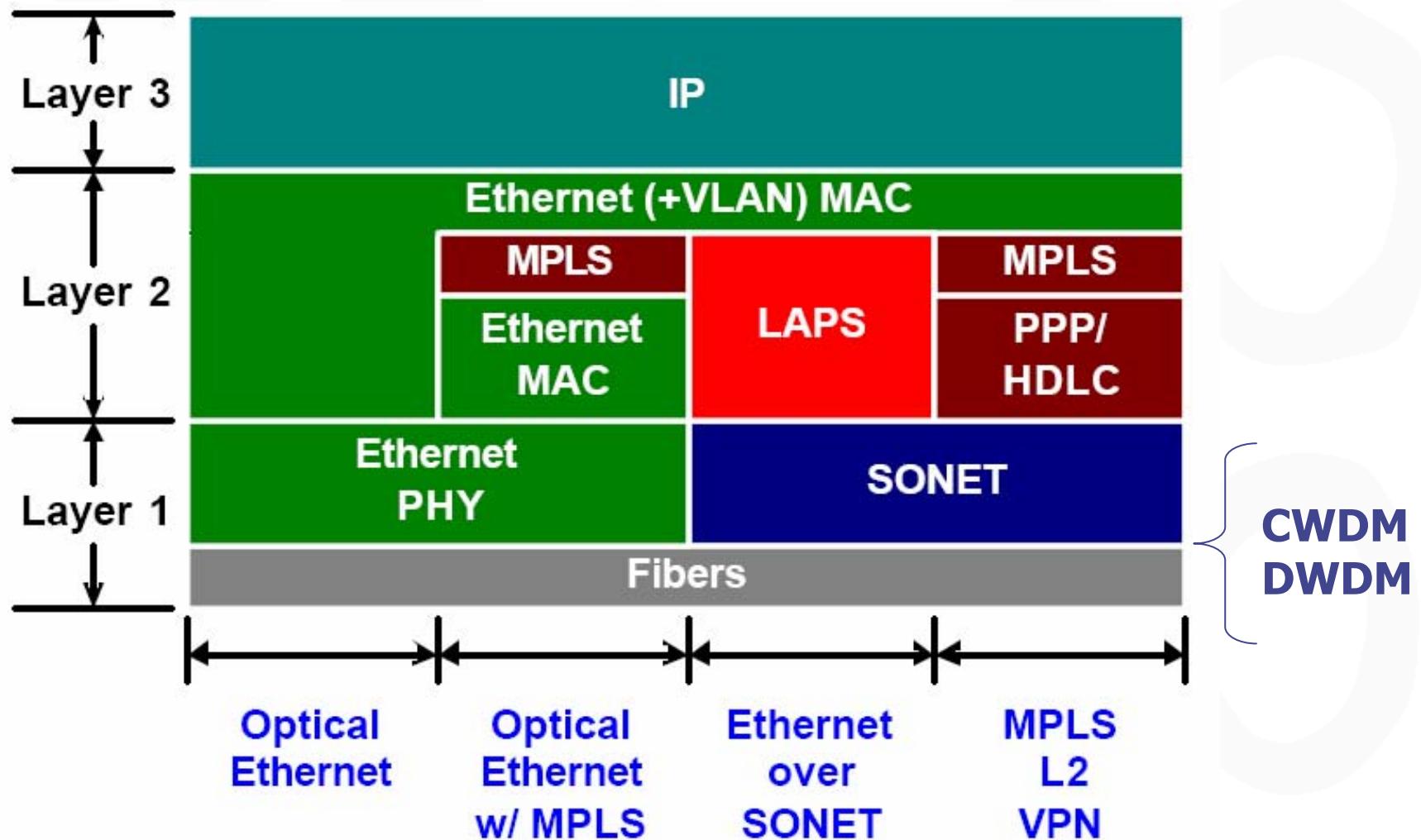
Desarrollo

# Tecnologías para transporte los servicios ethernet



- Nota: Ethernet puede tomar distintas velocidades, 10/100/1000/10000, etc.

# Opciones para la capa 1 y 2 en agregación y BB



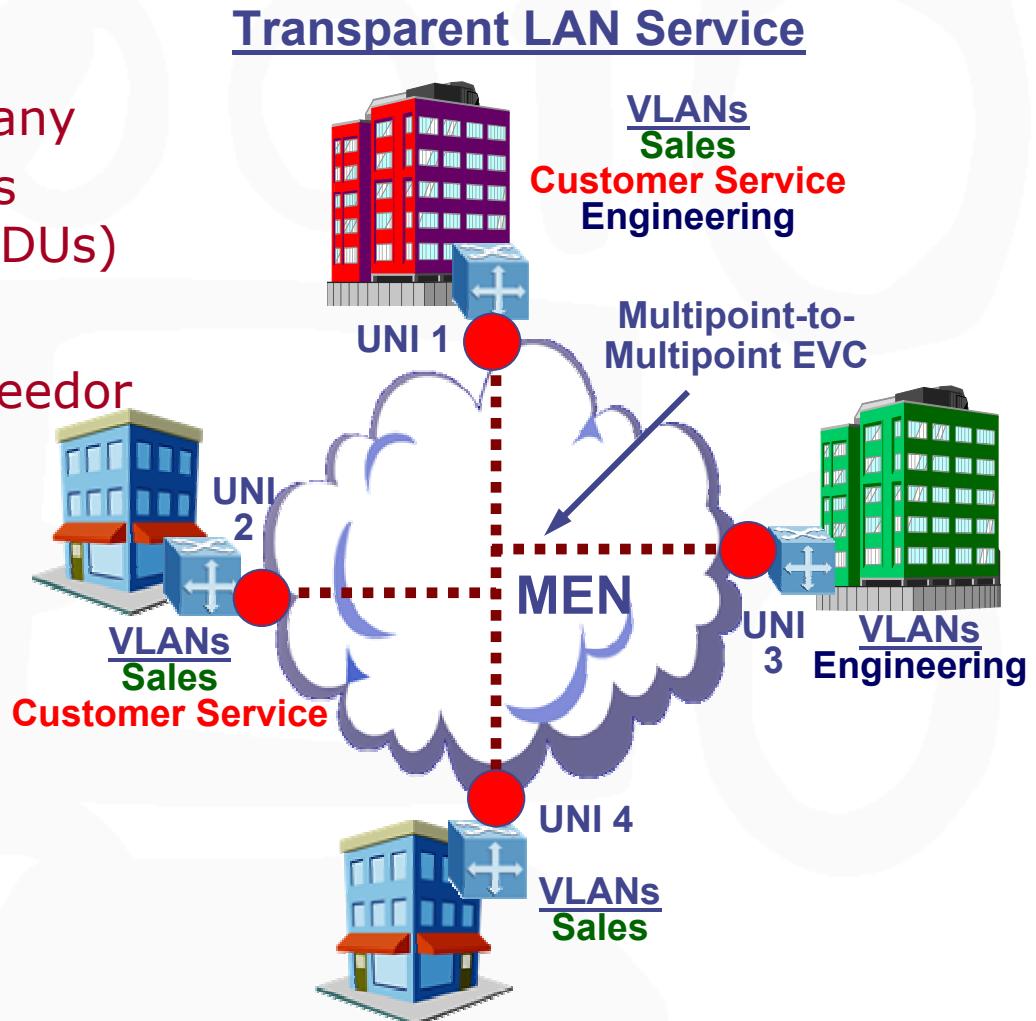
# Servicio Ethernet LAN (E-LAN)

- Red de SW's interconectados por fibra ó WDM:
  - Bueno para "best efforts"
  - Redundancia por STP, FSTP ó EAPS. No hay protección sub-50 ms.
- También se puede implementar sobre SDH (NGN) (ITU-T)
- También se puede implementar sobre una red de paquetes usando MPLS (IETF), L2TP ó Q-in-Q

# Ejemplo de Transparent LAN Service usando el tipo de servicio E-LAN

- El servicio suministra
  - Conectividad Intra-company
  - Total transparencia de los protocolos de control (BPDUs)
- Se pueden añadir VLANs
  - Sin intervención del proveedor

El servicio hace que la MEN parezca una LAN



# Metro tecnologías...

- Los servicios Metro Ethernet services no necesitan que toda la red de nivel 2 sea ethernet; tambien puede ser:
- Ethernet over SONET/SDH (EOS)
- Resilient Packet Ring (RPR)
- Ethernet Transport
- Ethernet sobre MPLS

# Q-in-Q

- Con Q-in-Q, el VLAN ID del operador es el indicador del EVC, mientras que el VLAN ID del cliente (CE-VLAN) tiene significado en la red interna del cliente y es oculto a la red del operador.
- El encapsulado Q-in-Q no está estandarizado, y muchos fabricantes tienen sus propias variaciones.
- Tiene un limitado número de servicios (4094)
- A veces es posible VLAN Tag Translation or Swapping

# EoS

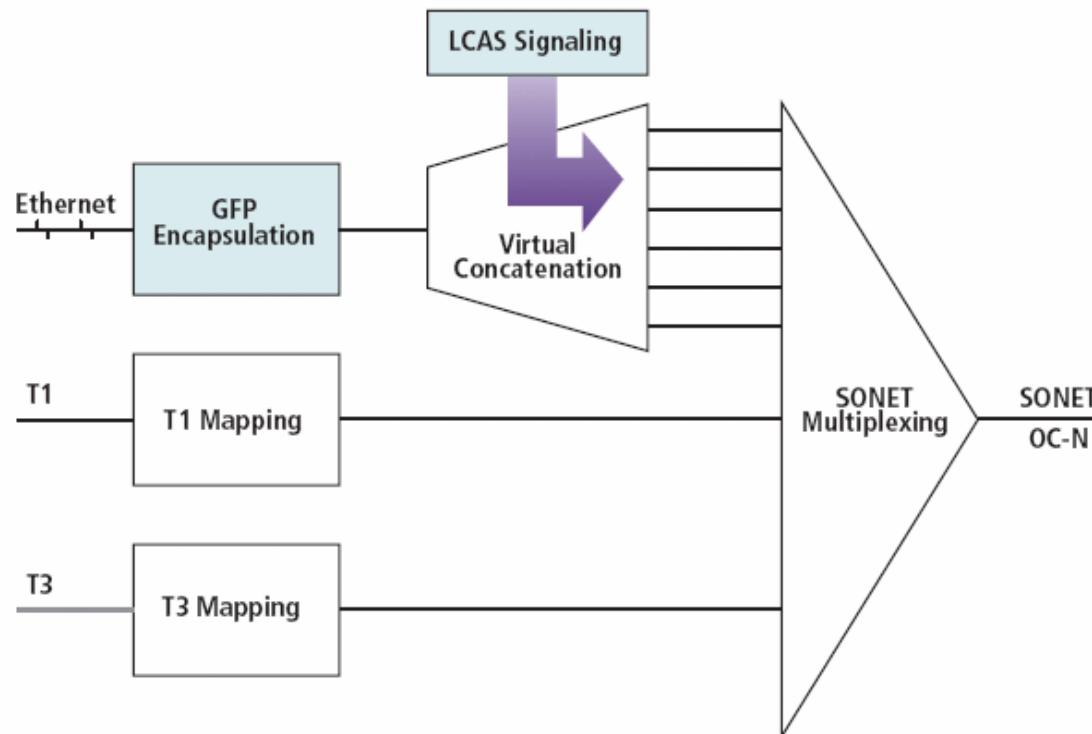
- EoS es un conjunto de estándares de la industria que han sido desarrollados para el transporte óptimo de Ethernet sobre topologías de comutación de circuitos (SDH/Sonet)
- Hay técnicas de encapsulación disponibles:
  - Las técnicas *virtual concatenation* (**VCAT**) y el *link capacity adjustment scheme* (**LCAS**), que definen el método de transporte,
  - Las técnicas *generic framing procedure* (**GFP**) y *link access procedure for SDH* (**LAPS**), que son protocolos de adaptación de capa 1 de transporte.

## EoS: VCAT

- La concatenación de tributarios puede ser :
  - Contigua (basada en punteros)
  - Virtual (VCAT) : no necesita que los tributarios sean contiguos. Pueden viajar por distintos caminos entre los extremos.
- Al contrario que la concatenación contigua, que requiere que la funcionalidad la tengan todos los nodos intermedios en la red además de los nodos extremos, VCAT sólo requiere que **la funcionalidad la tengan los extremos**.

## EoS: LCAS

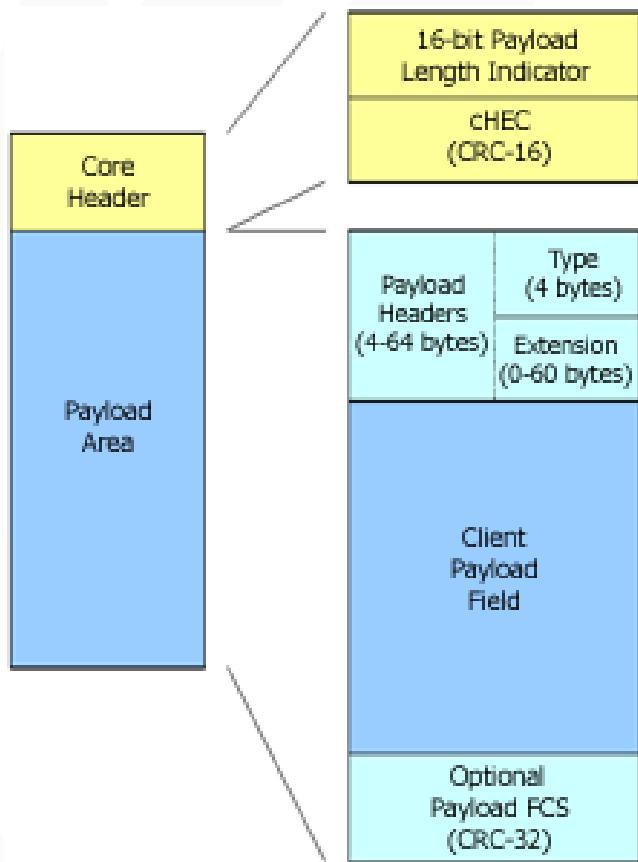
- LCAS [ITU-T: Rec. G.7042] es un mecanismo de señalización para que los extremos se sincronizan cuando añaden o eliminan algún miembro del VCG (virtual concatenation group). Permite cambiar el ancho de banda, bajo demanda.



# EoS: encapsulado

- **GFP** [G.7041] : Generic Frame Procedure. Es un mecanismo genérico de encapsulado que soporta en “mapping” directo de varios tipos de tráfico en contenedores de Sonet/SDH virtual. Dos tipos:
  - Frame-GFP
  - Transparent-GFP
- El ethernet **LAPS** es un protocolo *connection-less* del tipo High-Level Data Link Control (HDLC) para usar en el *payload* de SDH. Tiene secuencias “prohibidas” que deben ser sustituidas.
  - ITU-T X.85 Define IP sobre LAPS
  - ITU-T X.86 Define Ethernet sobre LAPS

# EoS: GFP



Formato de trama de GFP

- No hay secuencias prohibidas (como HDLC)
- En **frame-mapped GFP (GFP-F)**, una trama de datos de cliente (como un paquete IP o una trama de Ethernet MAC) se encapsula en una sola trama GFP . La longitud del payload es, por tanto, variable en frame-mapped GFP. Además, la trama de cliente debe estar antes en un buffer para poder determinar su longitud.
- En **GFP transparente (GFP-T)**, un número fijo de caracteres de cliente se encapsulan en una trama GFP de longitud predeterminada. Esto hace que la longitud del payload del GFP transparente sea estática. (Mejor para protocolos SAN)

# EoS: Ethernet over SDH

- EOS es una tecnología de "packet mapping", no una tecnología de "packet switching"
- Podemos distinguir tres tipos:



Tipo 1: Funciones de EOS dentro del ADM



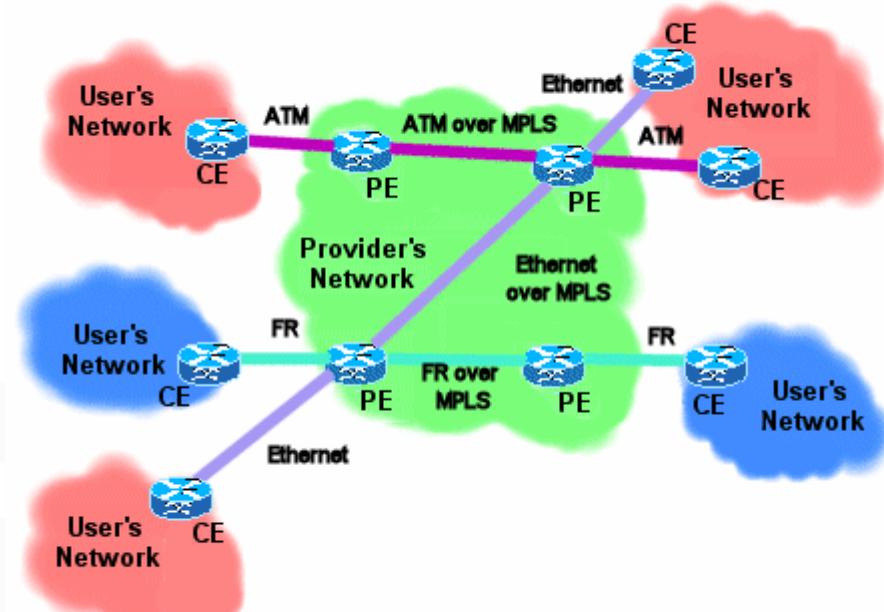
Tipo 2: Funciones de EOS dentro del conmutador de ethernet



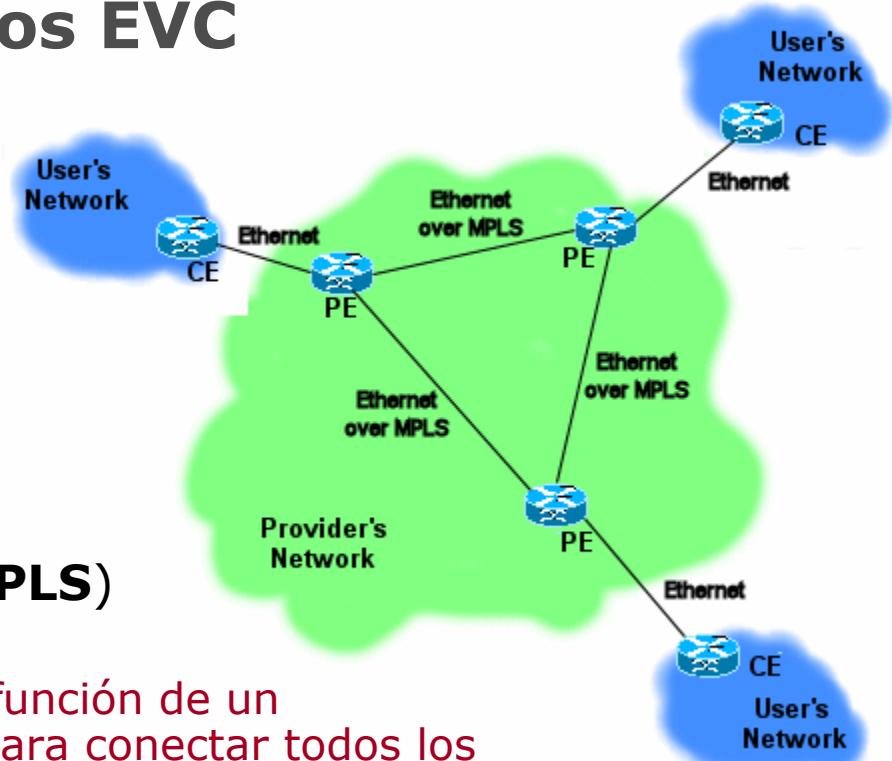
Tipo 3: Funciones de EOS y de conmutación dentro del ADM

# IETF implementaciones de los EVC

- “pseudowire”: Virtual Private Wire Service (**VPWS**)
  - Tambien se llama Pseudo Wire Emulation Edge to Edge (**PWE3**: “pee wee three”)
  - Es un servicio punto a punto de nivel 2 en el que se emula un “hilo” en un túnel MPLS: sólo puede proveer E-Line
  - Originalmente, basado en Martini-draft
- Cada *virtual circuit* (o *virtual private wire*) se señaliza usando extensiones del protocolo LDP. Se han definido distintos tipos de circuito para transportar distintos servicios de nivel 2 , incluyendo ATM, Frame Relay y Ethernet.
- Permite SLA's: bw distinto a los de las puertas



# Implementaciones de los EVC



- Virtual Private LAN Services (**VPLS**)
  - Es un tipo de VPN de nivel 2
  - La red del proveedor emula la función de un commutador de LAN ó bridge, para conectar todos los UNI del cliente, para formar una única VLAN
  - Los requerimientos en el CE son distintos a los de antes
  - Cada PE debe actuar como un bridge de ethernet
  - Se puede implementar poniendo ethernet en **MPLS** ó bien, haciendo stack de VLAN usando **Q-in-Q**
  - **Ver <http://vpls.org>**

## VPLS (cont.)

- Cuando una VPLS se implementa con MPLS, es una VPN de nivel 2. La diferencia con una VPN de nivel 3 de MPLS es:
  - **VPN L3:** las tablas FIB (forwarding information base) se llaman VRF (virtual route forwarding) y almacenan las rutas de una determinada VPN
  - **VPN L2:** las tablas FIB se llaman **VSI** (Virtual Switch Interfaces) y contienen direcciones MAC
- Hay dos “draft” del IETF:
  - VPLS-LDP: es una extensión del Martini-draft para circuitos ethernet multipunto
  - VPLS-BGP

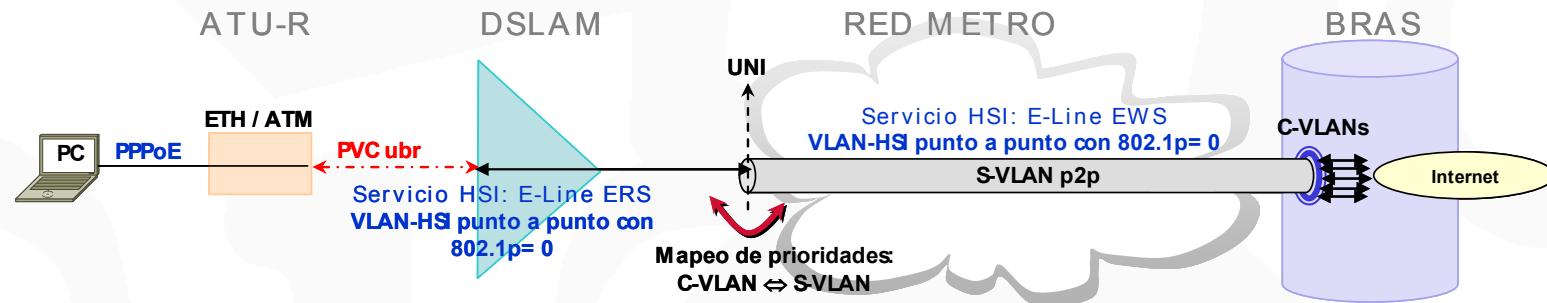
# MPLS

- **MPLS define un método de conmutar paquetes cambiando etiquetas en cada salto**
- **Un router en el contexto de MPLS se llama un LSR (Label Switching Router)**
  - Routers P y PE
- **Un túnel MPLS es una serie de saltos de cambio de etiquetas (label switched hops: LSH) que en conjunto de llama un LSP (Label Switched Path)**
- **El túnel lo construye el LSR de entrada (Ingress LSR)**
- **Los LSPs creados con el Label Distribution Protocol (LDP) están delimitados por un par de LSR's**

# VPLS-MPLS

- Qué es una VPLS-MPLS ?
  - VPLS (Virtual Private LAN Service) es una clase de VPN que permite la interconexión de varios sitios con un dominio de “bridge” sobre una red MPLS de proveedor (carrier).
- Cómo funciona ?
  - Los routers PE, con capacidad de bridging, están interconectados por un red de túneles MPLS LSP completamente conexa.
  - Las etiquetas VC se negocian usando draft-Martini
  - Replica el tráfico “unknown/broadcast” en el dominio de un servicio
  - El aprendizaje de las MAC se hace a través de los túneles y las puertas de acceso.
  - FIB separadas por VPLS
- Basado en IETF draft-lasserre-vkompella-vpls-ppvpn-04.txt
- Vendedores: Cisco, Cosine, Force10, Foundry, Juniper, Laurel, Nortel, Riverstone, Timetra (Alcatel)

- servicio HSI se utiliza para brindar servicios de acceso a Internet de alta velocidad a clientes residenciales.
- **Desde el punto de vista de red Metro Ethernet, la VLAN HSI es un túnel Q-in-Q E-Line EWS punto a punto por subtending de DSLAM, originado en el DSLAM y terminado en el BRAS.**
- **En el DSLAM, cada cliente utiliza una Customer VLAN dedicada E-Line ERS.**



<b>EQUIPO</b>	<b>ITEM</b>	<b>FUNCIO-NALIDAD</b>	<b>VALOR</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>ACCESO DSLAM</b>	<b>CONECTIVI-DAD LÓGICA</b>	PVC ATM	UBR	PVC ATM Best Effort
		VLAN	E-Line - ERS, CoS=0	VLAN punto a punto Best Effort
	<b>SEGURIDAD</b>	ACL	permit EtherType PPPoE (0x8863 y 0x8864)	A implementar sobre en sentido entrante (no por puerto)
	<b>SERVICIO</b>	PPPoE	Asignación de IPs públicas desde pools configurados estáticamente en el BRAS	Utilizada para validación de acceso a la red, el Radius server mayorista valida el dominio, y el minorista valida la dupla user / password.
	<b>USER ID</b>	S-VLAN/C-VLAN/BRAS	-	Identificación del cliente por la tripla VLAN, VLAN stacking y BRAS
	<b>ESCALABILI-DAD</b>	VLAN y MACs	4K clientes por subtending	Limitado por los 12 bits del inner tag
<b>MEN / SDH- NG</b>	<b>CONECTIVI-DAD LÓGICA</b>	VLAN	E-Line - EWS, CoS=0	VLAN QinQ punto a punto Best Effort
	<b>CALIDAD DE SERVICIO</b>	802.1P	Mapeo del CoS desde el inner tag al outer tag	Respeta el CoS impuesto por el DSLAM (dispositivo confiable)

- Servicio de Telefonía.
- Se trata del servicio Clase 5 (telefonía) que es brindado mediante dispositivos, llamados en forma genérica “media gateways”, los cuales son controlados desde un Softswitch vía H.248.
- **En la red Metro Ethernet, el transporte del servicio PSTNoIP debe resolverse utilizando una VLAN 802.1Q multipunto (E-LAN ERMS) con el “MAC learning” habilitada. La VLAN PSTNoIP NO debe ser del tipo QinQ.**

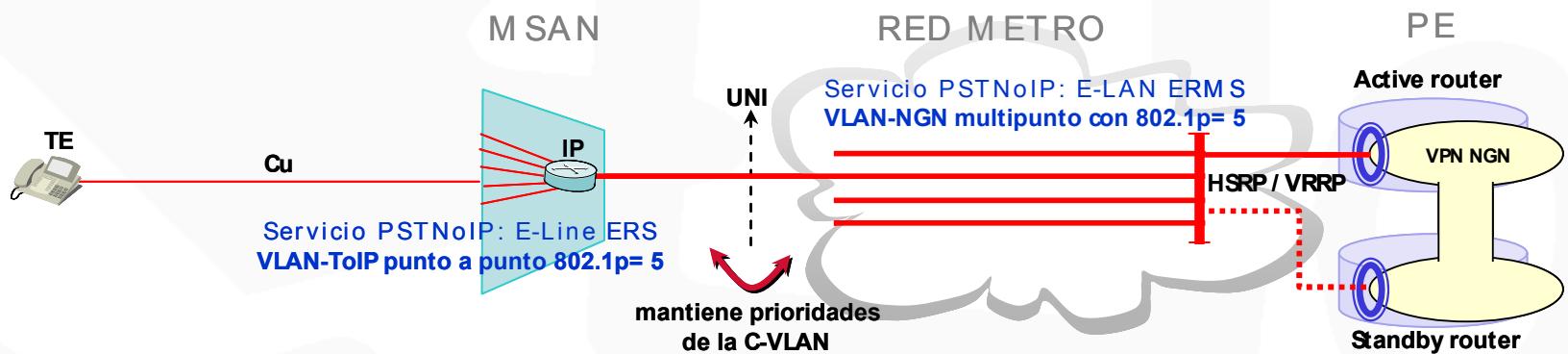
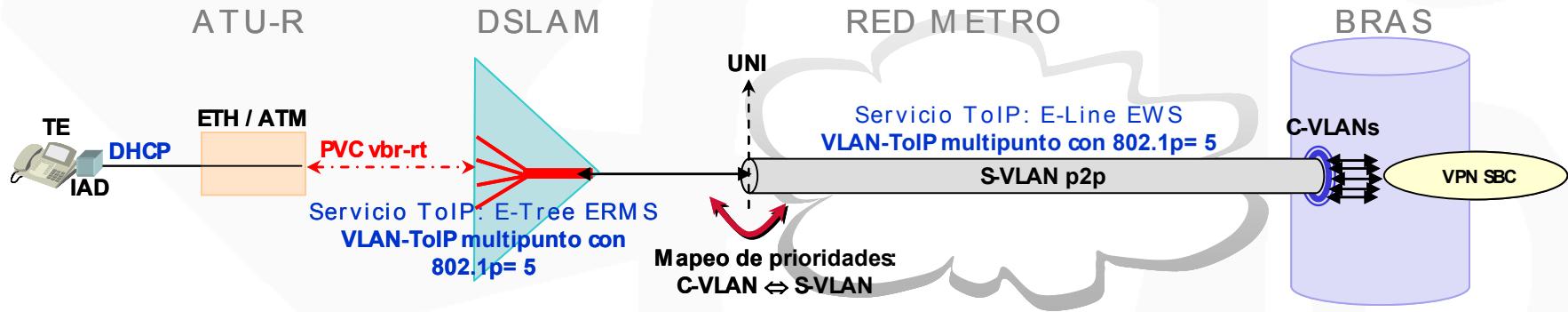




Tabla ..Características del servicio Telefonía oIP

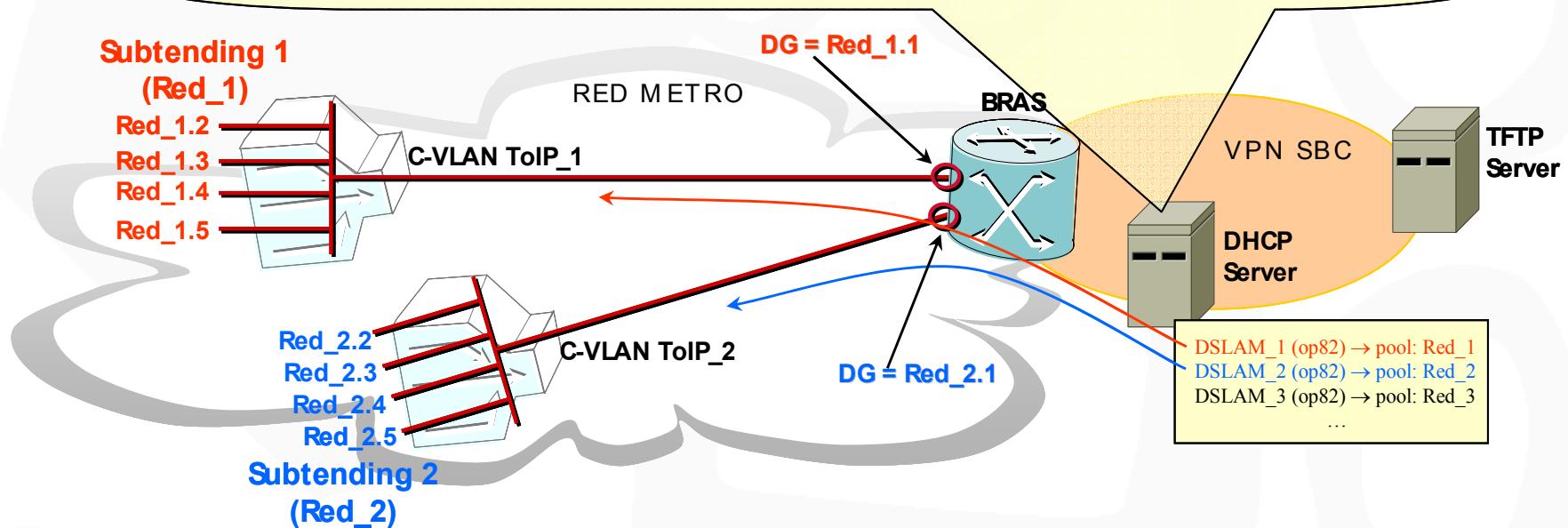
EQUIPO	ITEM	FUNCIO-NALIDAD	VALOR	DESCRIPCIÓN
ACCESO MSAN / AMG	CONECTIVI-DAD LÓGICA	VLAN	E-Line - ERS, CoS=5	VLAN punto a punto con tráfico asociado a la cola de SP
	SEGURIDAD	POLICING	Para control de broadcast	A implementar sobre en sentido saliente MSAN → MEN
	SERVICIO	IP FIJA	Cada MSAN / AMG debe disponer de una dirección IP fija privada perteneciente a la red definida para	Todos los clientes del MSAN / AMG utilizan una única IP para iniciar y terminar sus llamadas PSTNoIP.
	USER ID	IP / port	Relacionado con el número telefónico en el SSW	Identificación del cliente por la dupla IP MSAN / AMG y el port de conexión al cliente
MEN / SDH-NG	CONECTIVI-DAD LÓGICA	VLAN	E-Line - ERMS, CoS=5	VLAN multipunto con tráfico asociado a la cola de SP
	CALIDAD DE SERVICIO	802.1P	Mapeo del CoS desde el inner tag al outer tag	Respeta el CoS impuesto por el MSAN / AMG (dispositivo confiable)

- **SERVICIO TOIP.** Simulación del servicio POTS a través de un acceso broadband ADSL. En casa de cliente se instala un dispositivo denominado IAD - Integrated Access Device - que realiza el interworking entre el terminal telefónico analógico POTS y la red IP .
- En el DSLAM, la VLAN ToIP debe ser multipunto del tipo E-TREE ERMS, de manera de solo utilizar una VLAN para todo el subtending de DSLAM.



- Servicio Telefonía IP.

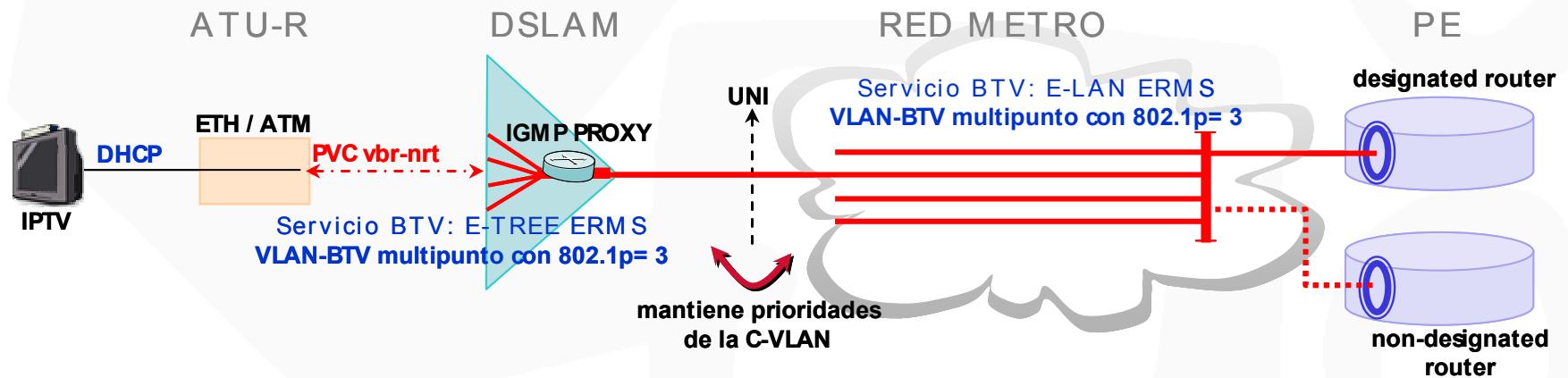
Las direcciones privadas para el servicio ToIP deben ser asignadas desde pools dedicados por “subtending de DSLAM”. El DHCP server debe reconocer el “subtending” de procedencia a través de la opción 82 (codifica el DSLAM\_ID de acceso y el puerto donde el cliente se encuentra conectado). El DG debe corresponder a la dirección IP en la subinterfaz ToIP del BRAS (un DG por subtending)



EQUIPO	ITEM	FUNCIO-NALIDAD	VALOR	DESCRIPCIÓN
ACCESO MSAN / AMG	CONECTIVI-DAD LÓGICA	VLAN	E-TREE - ERMS, CoS=5	VLAN multipunto asociada a la cola de SP
	SEGURIDAD	RATE-LIMIT	Para control de broadcast	A implementar sobre en sentido saliente MSAN → MEN
	SERVICIO	DHCP	Asignación de direccionamiento IP privado → pool por subtending sumarizados en BRAS	El DHCP server debe reconocer el subtending desde donde procede el requerimiento a través de la opción 82, y el servicio al cual pertenece (a través de la opción 61 por dispositivo, o por si la misma se encuentra contenida en la opción 82) y asignar las IPs en función del mismo. En el BRAS la subinterfaz donde termine debe ser configurada con la misma red a asignar por el DHCP server (el DG es de en el BRAS).
	USER ID	IAD ID	-	Identificación del cliente por origen de conexión mediante la opción 82 DHCP (DSLAM_ID / Port)
	ESCALABILI-DAD	VLAN y MACs	4K clientes por subtending	Limitado por los 12 bits del inner tag
MEN / SDH-NG	CONECTIVI-DAD LÓGICA	VLAN	E-Line - EWS, CoS=0	VLAN QinQ punto a punto Best Effort
	CALIDAD DE SERVICIO	802.1P	Mapeo del CoS desde el inner tag al outer tag	Respeta el CoS impuesto por el DSLAM (dispositivo confiable)

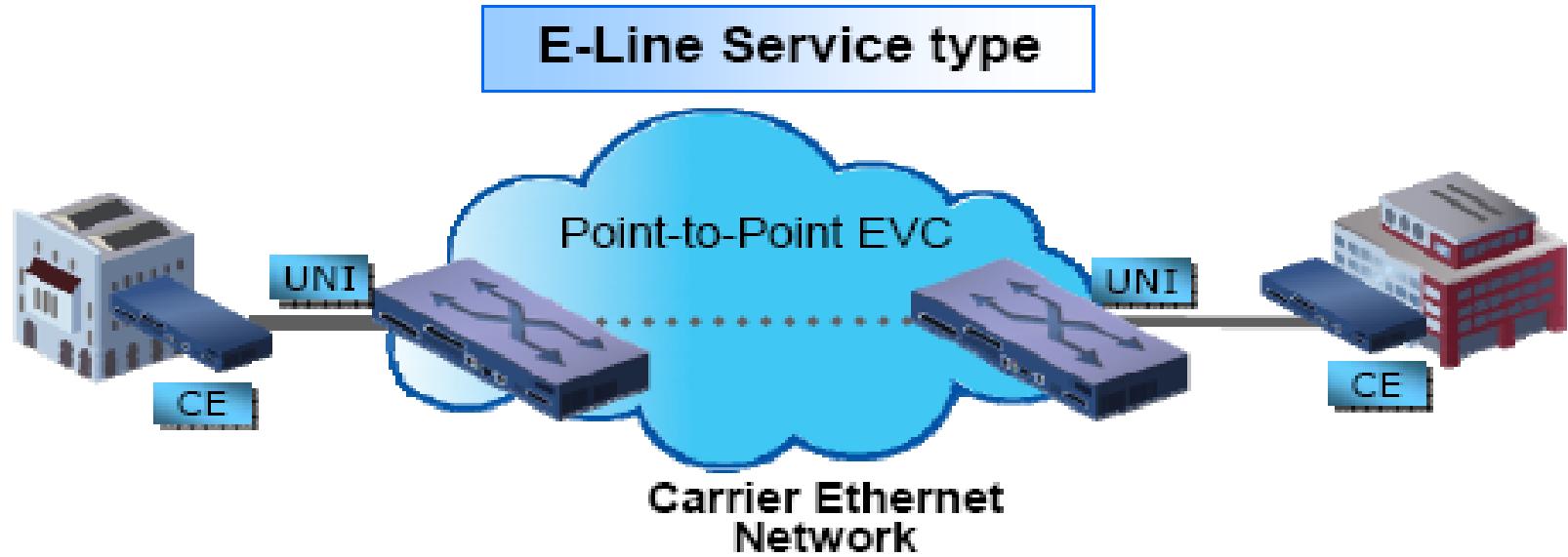
- **Servicio de video.** El servicio de distribución de contenido en formato visual (video) posee dos modalidades de implementación de acuerdo a las características del contenido, estos modelos son: contenido broadcast (online), o a demanda (por requerimiento explícito del usuario).
- **BTV:** es el equivalente al modelo analógico de distribución por aire o cable se implementa transportando el contenido sobre grupos multicast (tráfico dirigido a un grupo en particular). La replicación realizada por el multicast en los equipos de red eficientiza la utilización de recursos de ancho de banda. Este tráfico multicast debe ser multipunto del tipo E-LAN ERMS. **Considerando que las direcciones MAC destino de multicast no son aprendidas por los equipos, la VLAN multipunto de BTV no aprende direcciones MACs.**
- **VoD:** nuevo modelo de servicio donde el cliente requiere un contenido que le es enviado utilizando recursos de red dedicados por cliente. En este servicio si dos clientes requieren el mismo contenido e forma simultánea no es posible optimizar recursos de BW y debe servir el contenido en forma duplicada
- Desde la óptica de la red de transporte, se pueden utilizar dos VLANs de red, una para el transporte del contenido multicast (VLAN multipunto), y otra para el transporte on-demand (VLAN punto a punto).

- Servicio **VoD** genera tráfico dedicado por cliente, esto requiere que cada VoD server tenga visibilidad en capa 2 contra cada STB conectado de manera de poder direccionarle tráfico, esto genera una inundación de direcciones MACs sobre la red Metro agotando las tablas MAC. Para evitar esto se utilizan VLANs punto a punto de manera que la red Metro no requiera aprender direcciones de capa 2 (MACs).



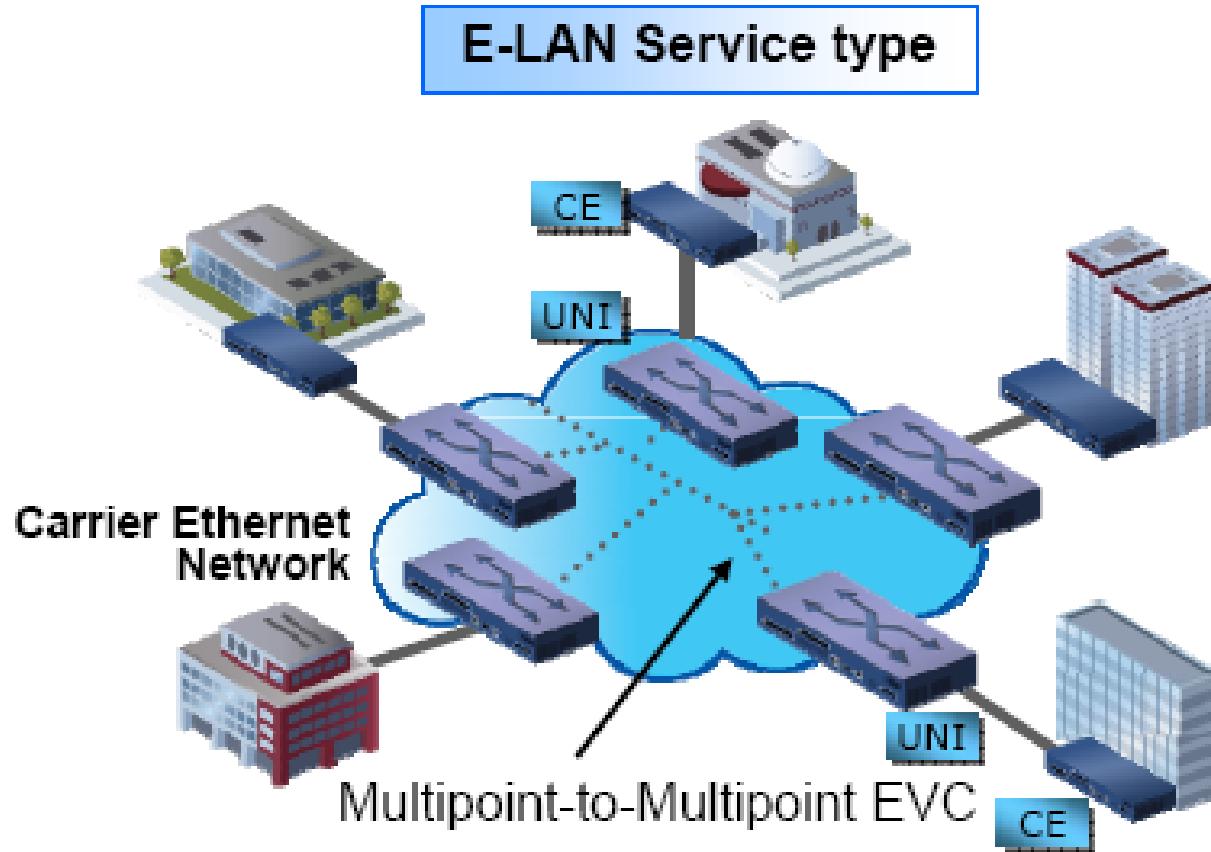
- Servicios MEF ( Entre UNIs)

Service Type	Port-Based (EVC en un puerto dedicado)	VLAN-Based (EVC identificado por VLAN ID)
E-Line (P2P EVC)	<b>EPL</b> (Ethernet Private Line)	<b>EVPL</b> (Ethernet Virtual Private Line)
E-LAN (MP2MP EVC)	<b>EP-LAN</b> (Ethernet Private LAN)	<b>EVP-LAN</b> (Ethernet Private LAN )
E-TREE (Rooted MP EVC)	<b>EP-TREE</b> (Ethernet Private TREE)	<b>EVP-TREE</b> (Ethernet Virtual Private Tree)



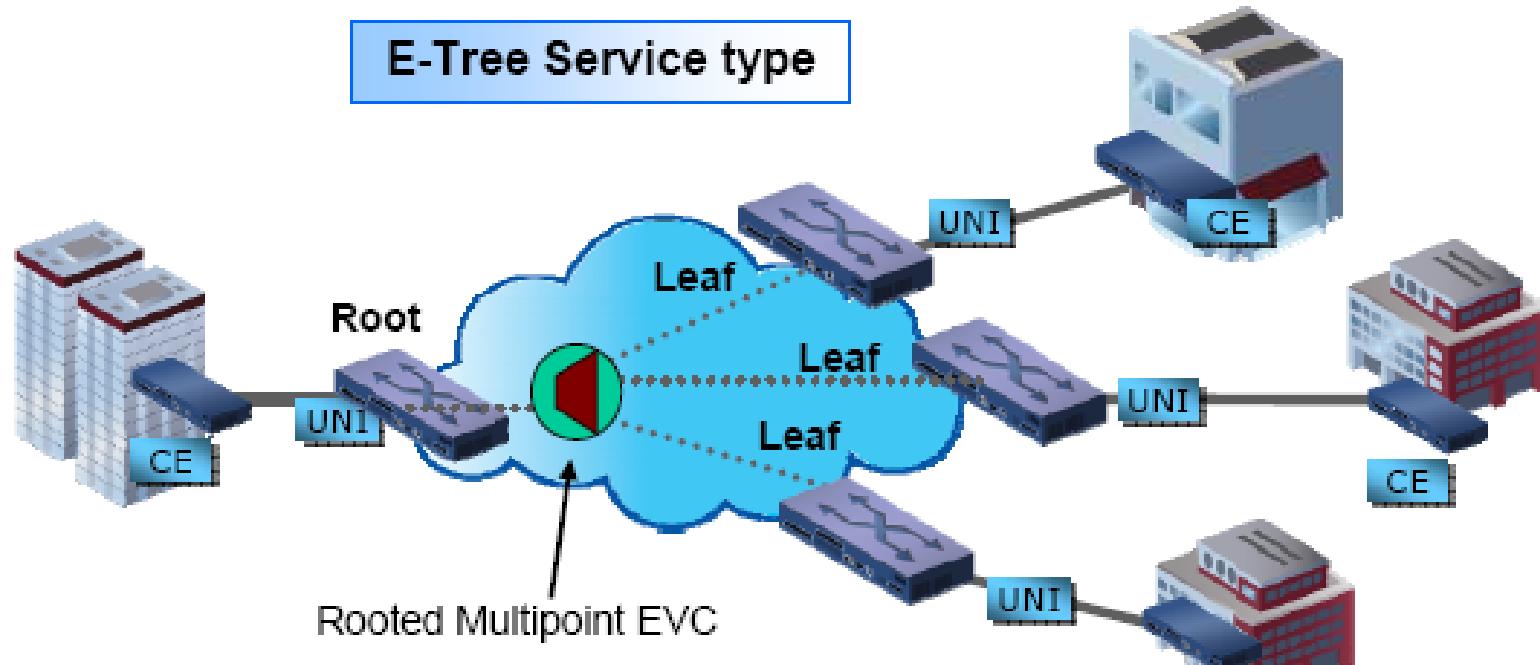
conexión logica de dos Ethernet UNI (desde 10Mbps a 10Ge) a través de P2P  
EVC provisionados como servicios EPL y/o EVPL sobre estas UNIs, brindando conectividad  
p2p entre los dos CE conectados a las UNI's.

- Sevicios MEF (2)
- E-LAN service: conexión lógica de “N” Ethernet UNI (desde 10Mbps a 10Ge) a traves de MP2MP EVC provisionados como EP-LAN y/o EVP-LAN sobre estas UNIs,brindando conectividad MP2MP entre los CE conectados a estas UNIs



## **Sevicio E-Tree.**

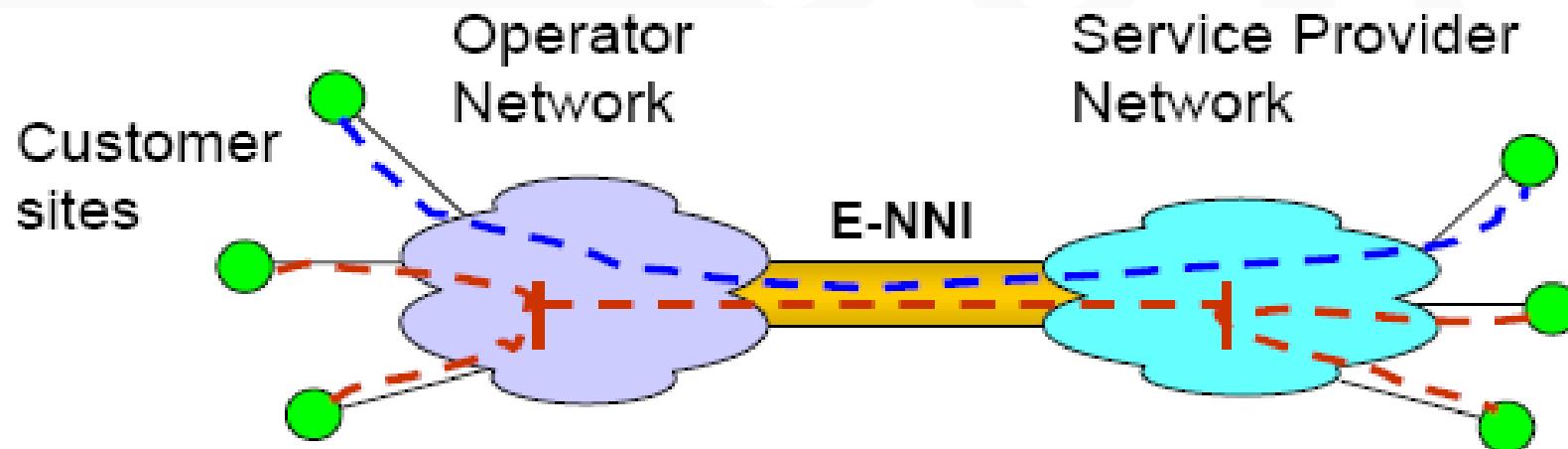
conexión lógica de "N" Ethernet UNI (desde 10Mbps a 10Ge); donde debe existir un root UNI y al menos uno o varias UNI Leaf; a través de EVC MP ruteados provisionados como EP-TREE y/o EVP-TREE sobre estas UNIs, brindando conectividad entre los CE conectados a cada una de las leaf UNI y el root UNI, entre root UNI, pero no entre los CE conectados entre los CE conectados a los leaf UNI.



# SERVICIOS MEF (ENTRE E-NNIS)

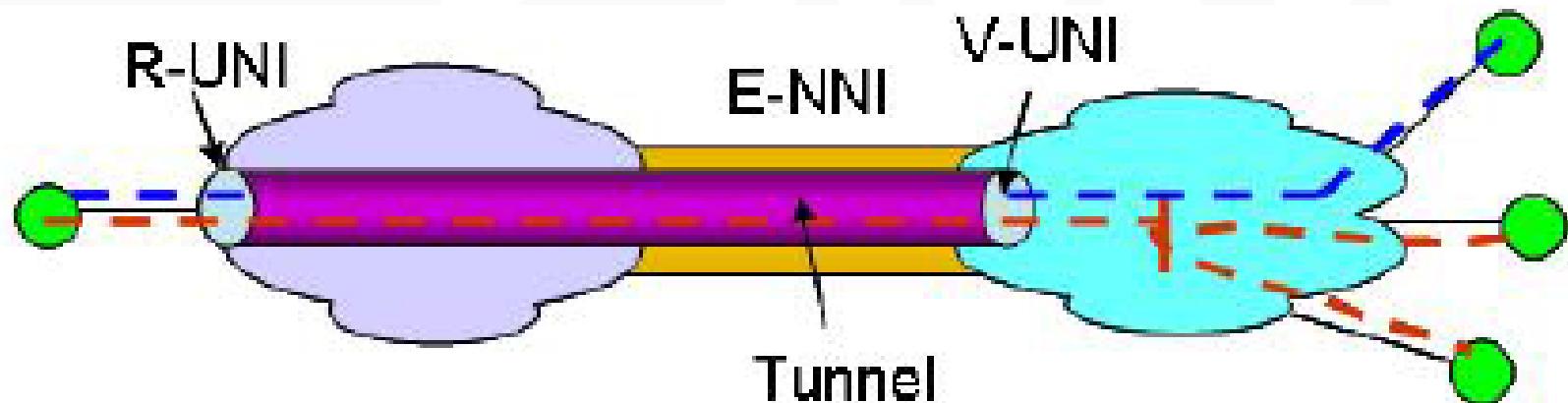
## . 1. SIMPLE INTER-CARRIER MODEL

Caracterizado por la conexión lógica de UNIs que transportan servicios E-Line o E-LAN pero pertenecientes a distintos operadores.



## TÚNEL ACCESS MODE

Caracterizado por la conexión lógica de UNIs que transportan servicios E-Line o E-LAN pero pertenecientes a distintos operadores y que atraviesan transparentemente a uno o mas operadores



Los tipos de túneles que se pueden definir básicamente dentro de este modo son:

- Transit Tunnel:** Permite asociar dos interfaces E-NNI.
- Terminating Tunnels:** Asocia una interfaz VUNI (Virtual UNI) con una interfaz RUNI (Remote UNI).

# Conclusión



- Ethernet es Simple y es Internet “friendly”.
- Ethernet es barato y fácil.
- Ethernet se puede ir más lejos.
- Ethernet se puede dar Cos/QoS.
- EFM and RPR resuelven el último trayecto.
- Es posible End-to-End Ethernet por fin!

# **Combining Synchronous Ethernet and IEEE-1588™ for use in Telecom**

# AGENDA



- Background
- The Basic Problem
- Definition of Synchronous Ethernet
- Combining Synchronous Ethernet with 1588
- Summary

IEEE-1588™ is trademark of its respective owner

# Background



- Next Generation Networks (NGN) are migrating to a packet-based network
- Service providers worldwide are faced with major challenges:
  - Increasing service revenue
  - Lowering network costs and
  - Delivering QoS (quality of service)
- Service providers are moving from voice services to networked services and solutions
  - TDM transport continues to represent significant revenue for carriers
  - TDM must be supported in this new model

# Background cont'd

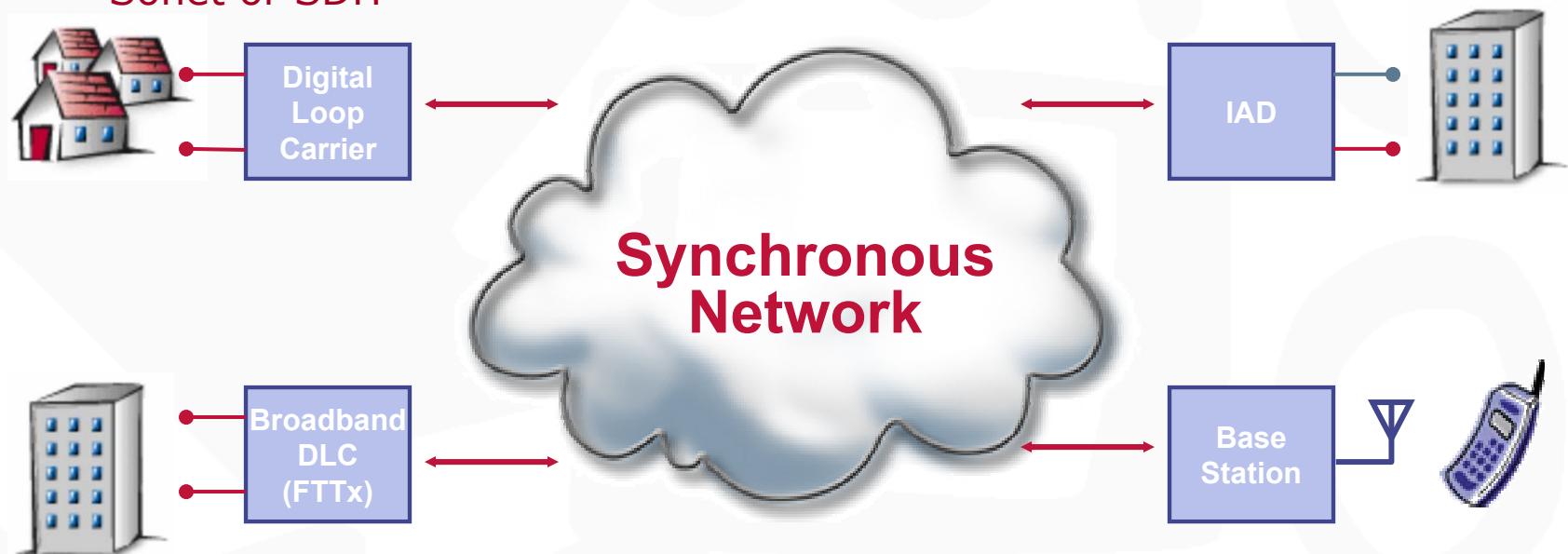


- There are applications that still require synchronization in a PSN (packet switched network)
  - **Cellular base station**
    - Synchronization allows smooth call hand-off between base stations, it minimizes dropped calls, it reduces customer churn
  - **Legacy services: E1, fax, modem**
  - Increases bandwidth utilization
  - Improves QoS
- Synchronization is essential for wireless and wireline carriers to move to NGN

# Synchronous Networks



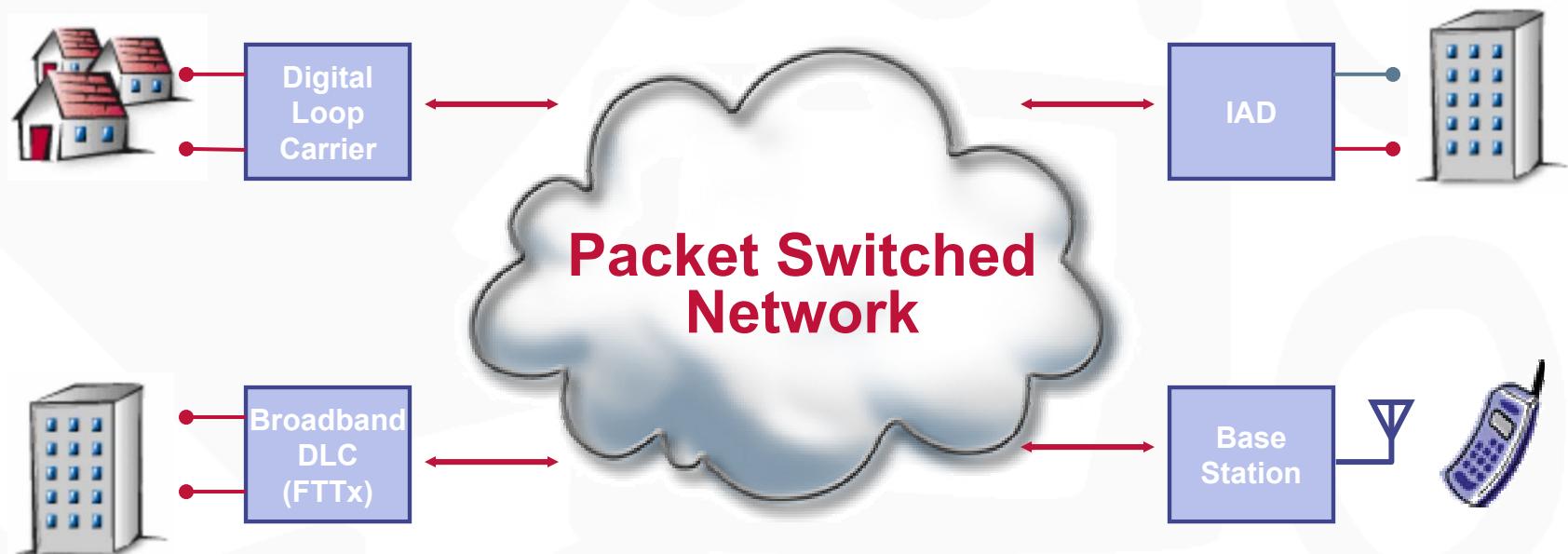
- No problem with synchronous network...
- Current synchronization distribution in circuit switched networks
  - T1/DS1 or E1
  - Sonet or SDH



# Packet Switched Networks Problem

The Basic IEEE

- In the PSN the synchronization chain is broken...
- But... there is still a need for synchronization to support time-sensitive services over PSN

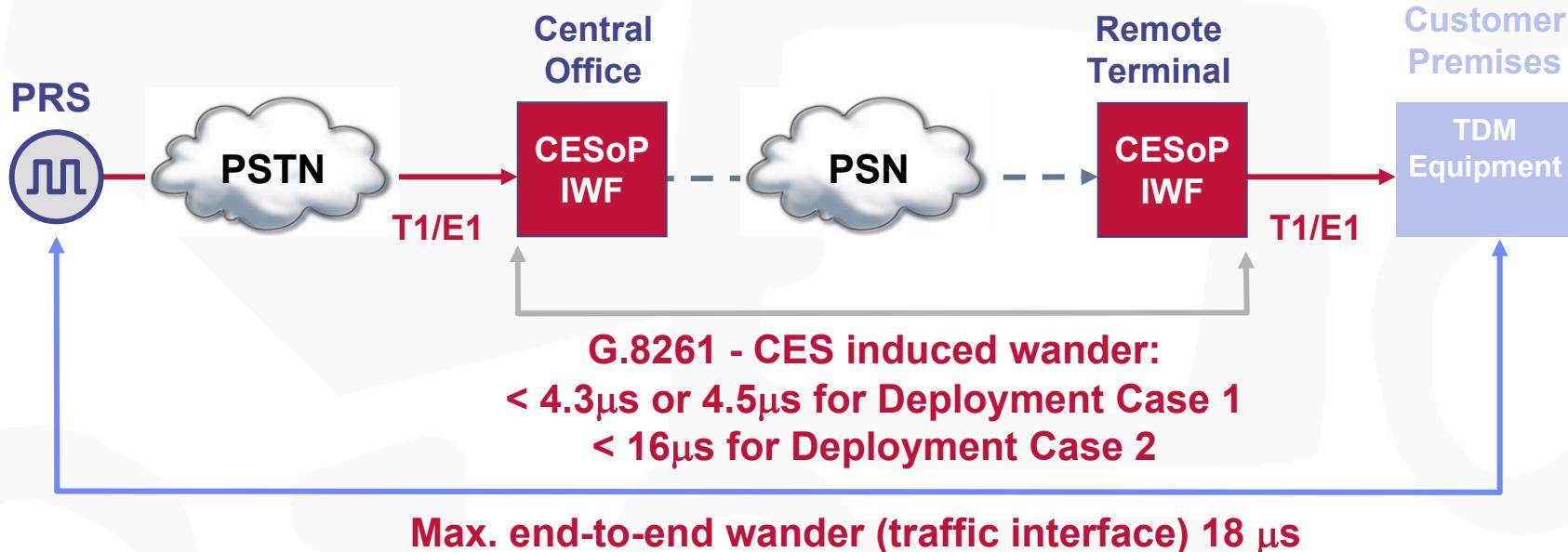


- Recommendation published in May 2006
- Defines timing and synchronization elements of packet networks
- Specifies the minimum equipment tolerance to jitter and wander at the boundary of the packet networks at TDM interfaces
- Outlines the minimum requirements for the synchronization function of network elements
- Two methods for clocking distribution
  - **Plesiochronous and network synchronous methods**
    - Synchronous Ethernet
  - **Packet based methods**
    - IEEE-1588 is an example of this method, but ITU does not refer to it
- Four clocking methods
  - **Network - synchronous operation**
  - **Differential methods**
  - **Adaptive methods**
  - **Reference clock available at the TDM end systems**

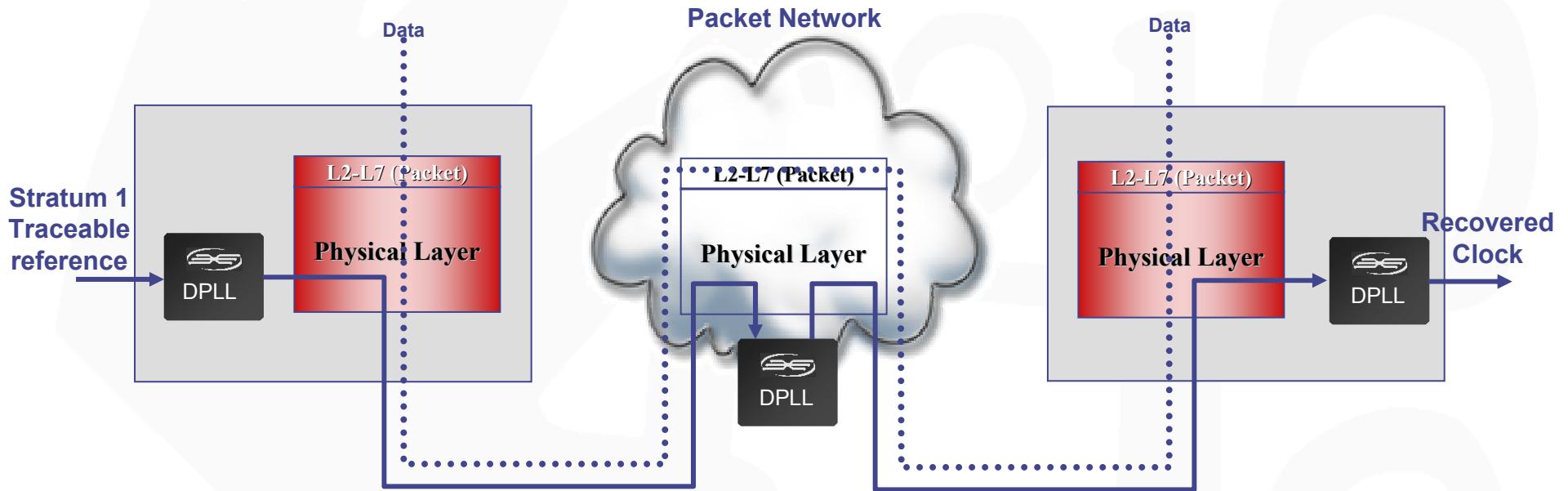
# Standards for Synchronization



- E1 standards (2.048 Mbps)
- Traffic interface (G.823, Table 2)
  - 18  $\mu$ s over 1000s
- T1 standards (1.544 Mbps)
- Traffic interface (G.824, Table 2)
  - 18  $\mu$ s over 24 hours



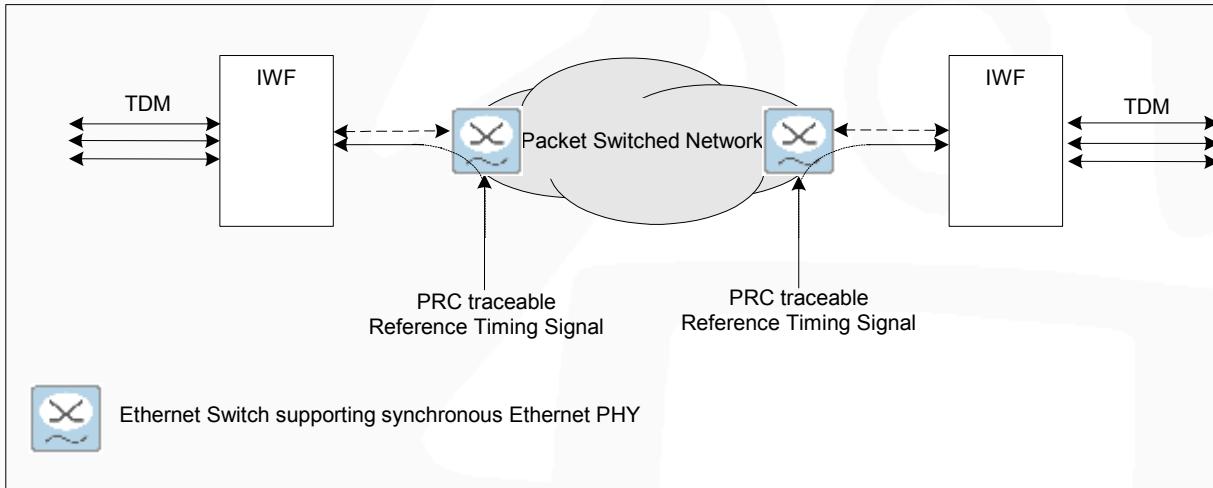
# Synchronous Ethernet Concept



- Uses the PHY clock
  - Generates the clock signal from “bit stream”
  - Similar to traditional SONET/SDH/PDH PLLs
- Each node in the Packet Network recovers the clock
- Performance is independent of network loading

→ Timing Flow      → Data Flow

# G.8261 – Synchronous Ethernet



**Figure 4/G.8261 - Timing to Ethernet IWF provided over Ethernet PHY**

- A reference timing signal traceable to a PRC is injected into the Ethernet switch using an external clock port

- Synchronous Ethernet clocking distribution can be considered an extension of the current synchronization distribution network
- It does not impact any existing IEEE 802.3 specifications such as frequency tolerance, but refers to the new additional network element clock functionality
- Uses the OAMPDUs (protocol data units) to pass SSM (synchronization status message)
- ITU is working on a new recommendation G.paclock
  - Outlines requirements such as clock bandwidth, frequency accuracy, holdover and noise generation
  - Proposal is to model Synchronous Ethernet as an SDH equipment slave clock (as defined in recommendation G.813)

# G.8261 – Architecture for Synchronous Ethernet

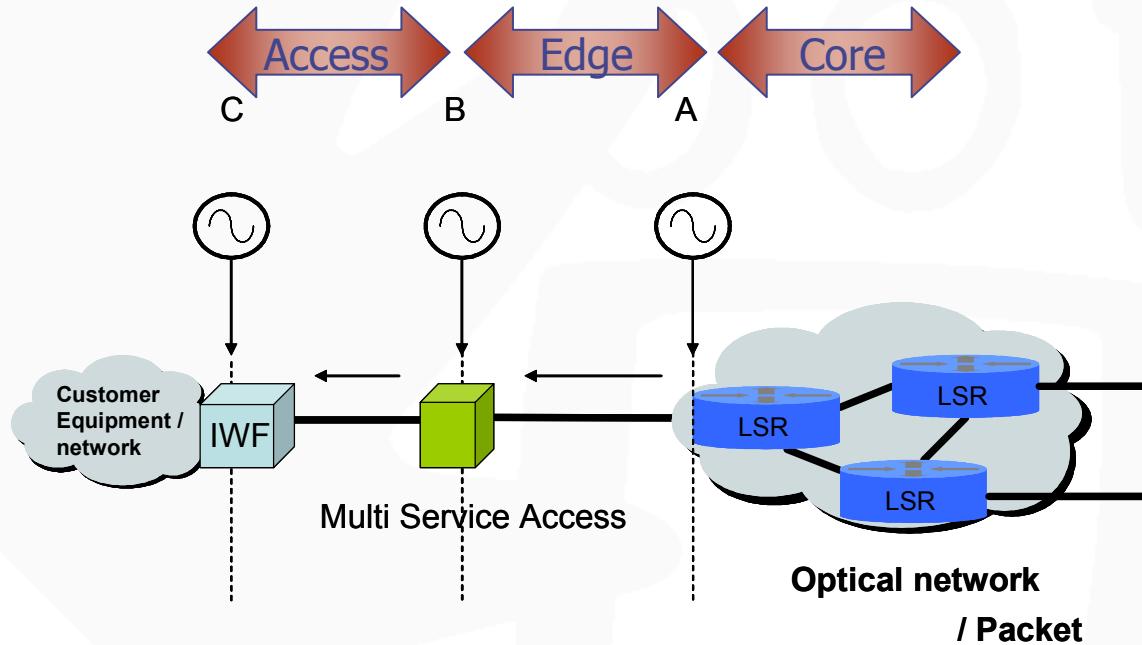
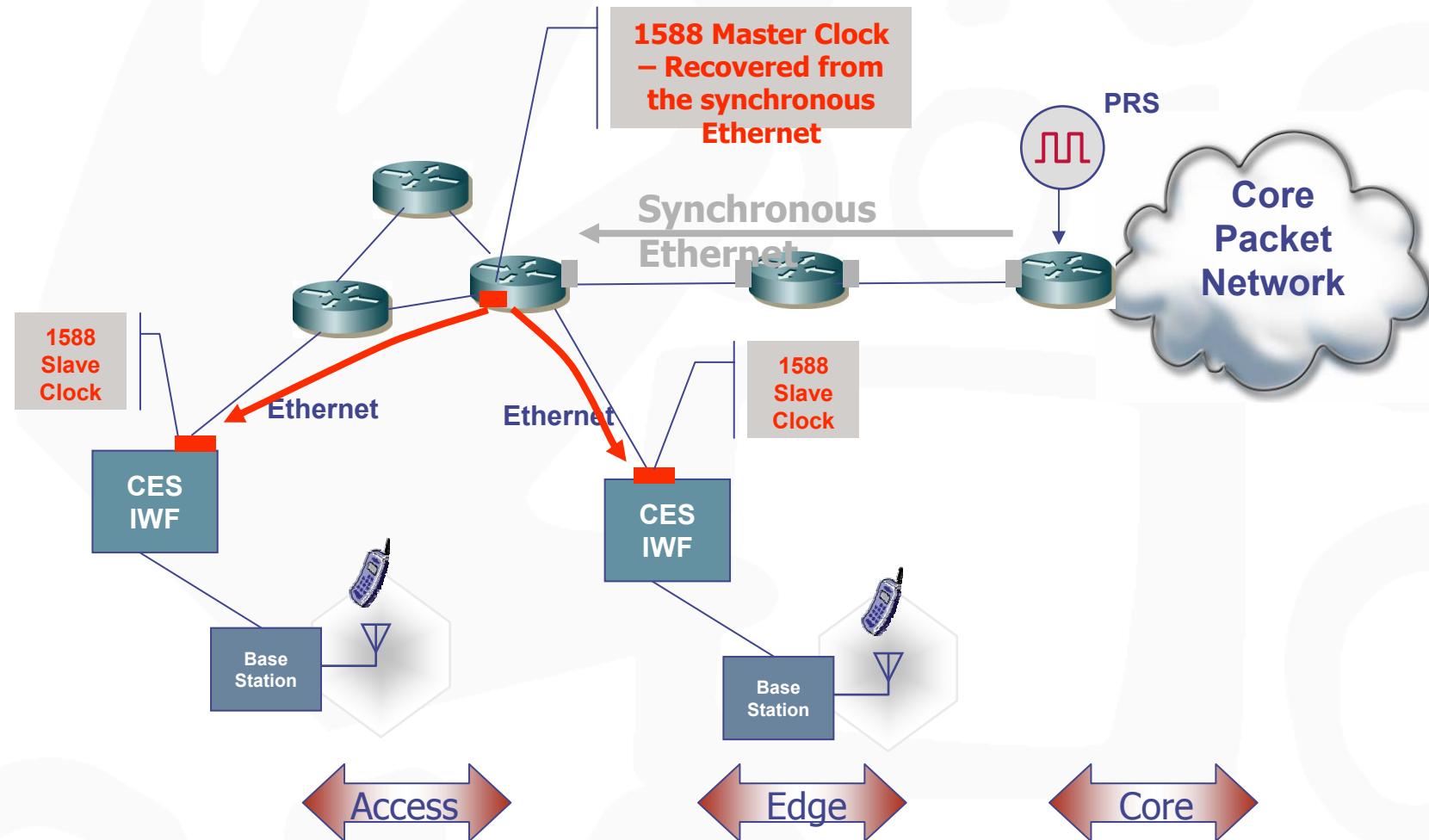


Figure A.1/G.8261 – Reference Clock Location

# Example of IEEE-1588 and Synchronous Ethernet



- IEEE-1588
  - Independent of the physical layer
  - Can distribute time of the day and frequency
  - Can be affected by impairments of the telecom network such as packet delay variation
- Applications like billing and SLA (service level agreements) can benefit from a network that is aware of the time of the day
- Some networks are very noisy and there is a need to have carrier class synchronization
- In these conditions Synchronous Ethernet can be used to deliver frequency and IEEE-1588 can be used to deliver time of the day
- Synchronous Ethernet
  - Uses the physical layer of Ethernet
  - Can only distribute frequency, it can not distribute time of the day
  - It is not affected by impairments introduced by the higher levels of the network

# Summary



- Work done at ITU-T is complementary to the work done at IEEE-1588 standards committees
- There are new technologies being proposed at ITU that will complement the use of IEEE-1588
  - Synchronous Ethernet
- There is a lot of interest in IEEE1588 in the Telecom Industry
- The work in IEEE-1588 to support Telecom is going well
  - Committee is reviewing version 2 draft that includes key features for telecom

# Referencias.

- 1.- Sícronismo. ITU-T G.8261.
- 2.- Full Service Access Network [www.fsam.org](http://www.fsam.org)
- 3.- IEEE: <http://grouper.ieee.org/groups/802/3/index.html>
- 4.- ITU-T (Study Group 15)  
Adaptar ethernet a redes de transporte SDH y MPLS  
<http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com15/index.asp>
- 5.- IETF  
Emulación de enlaces ethernet y LAN's sobre redes de conmutación de paquetes  
<http://www.ietf.org/html.charters/mpls-charter.html>
- 6.- Metro Ethernet Forum (MEF)  
Definir los servicios ethernet así como sus atributos y parámetros  
<http://www.metroethernetforum.org>
- 7.- RFC 2544

[eschmidberg@fibertel.com.ar](mailto:eschmidberg@fibertel.com.ar)  
[eschmidberg@copitec.org.ar](mailto:eschmidberg@copitec.org.ar)