



Administración y Gestión de Redes  
Lic. Sistemas de información



Laboratorio de Redes,  
Recuperación de Información  
y Estudios de la Web

# Calidad de Servicio

*Segunda parte*

## Equipo docente:

Fernando Lorge ([florge@unlu.edu.ar](mailto:florge@unlu.edu.ar))

Santiago Ricci ([sricci@unlu.edu.ar](mailto:sricci@unlu.edu.ar))

Alejandro Iglesias ([aaiglesias@unlu.edu.ar](mailto:aaiglesias@unlu.edu.ar))

Mauro Meloni ([maurom@unlu.edu.ar](mailto:maurom@unlu.edu.ar))

Marcelo Fernandez ([fernandezm@unlu.edu.ar](mailto:fernandezm@unlu.edu.ar))

# Repasando QoS

**QoS** capacidad de la red para garantizar los recursos necesarios para un servicio.  
(Delay, pérdida, jitter, preservación del flujo, tasa de transferencia)

- Clasificar los flujos/streams/clases del tráfico
  - Implícita, simple, compleja, inspección profunda de paquetes.
- Acondicionar el tráfico
  - Aplicar controles y acciones sobre los flujos de datos.
  - Para limitar la tasa de transferencia:
    - Policing (y marcado): descartar paquetes. *Token Bucket, Three Color Marker...*
    - Shaping: demorar paquetes, *Token Bucket, Leaky Bucket...*
  - Encolamiento y planificadores: FIFO, SPQ, WBS, WFQ, DRR...
  - Técnicas para descartar paquetes: Tail Drop, RED, WRED.

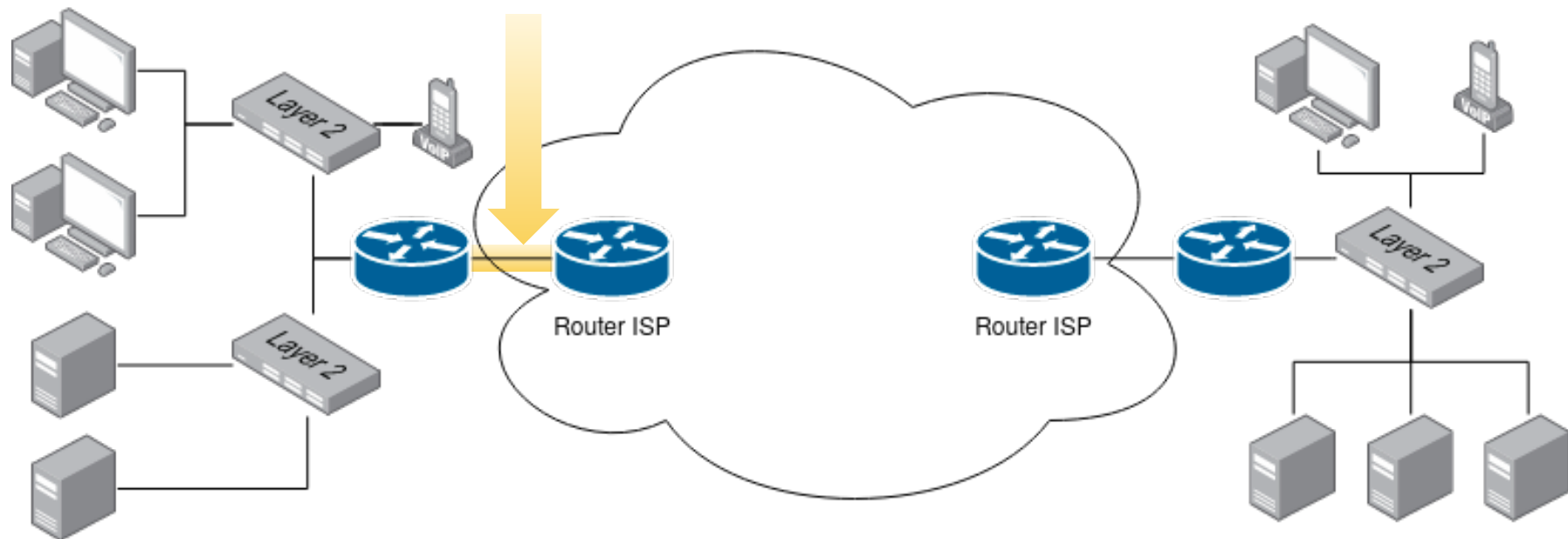
# Retomando...

En la red de una organización tendremos flujos de tráfico con diferentes requerimientos en cuanto a delay, pérdidas, jitter.

¿Cómo tratarlos?

- Aplicar prioridades según requerimiento.
  - Sobre todo ante congestión. Y así hasta crear las restantes clases...
- Asegurar nivel de performance.
- Establecer Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA)

# Service Level Agreements



# Service Level Agreements (SLA)

- Son contratos / acuerdos formales por la prestación de un servicio:
  - de conectividad hacia Internet,
  - de transporte de datos extremo a extremo (ej, casa central a sucursal),
  - o de ambos a la vez.
- Especifica el servicio de reenvío o “transporte” que prestará el proveedor y las condiciones del mismo (capacidad, disponibilidad, pérdidas).
- Especifica cómo se controlará ese servicio y qué penalidades se aplican cuando el proveedor no cumple con lo pactado.
- ¿Cómo se definen los requerimientos?  
Analizando las características del tráfico vistas previamente...

# Características del tráfico IP

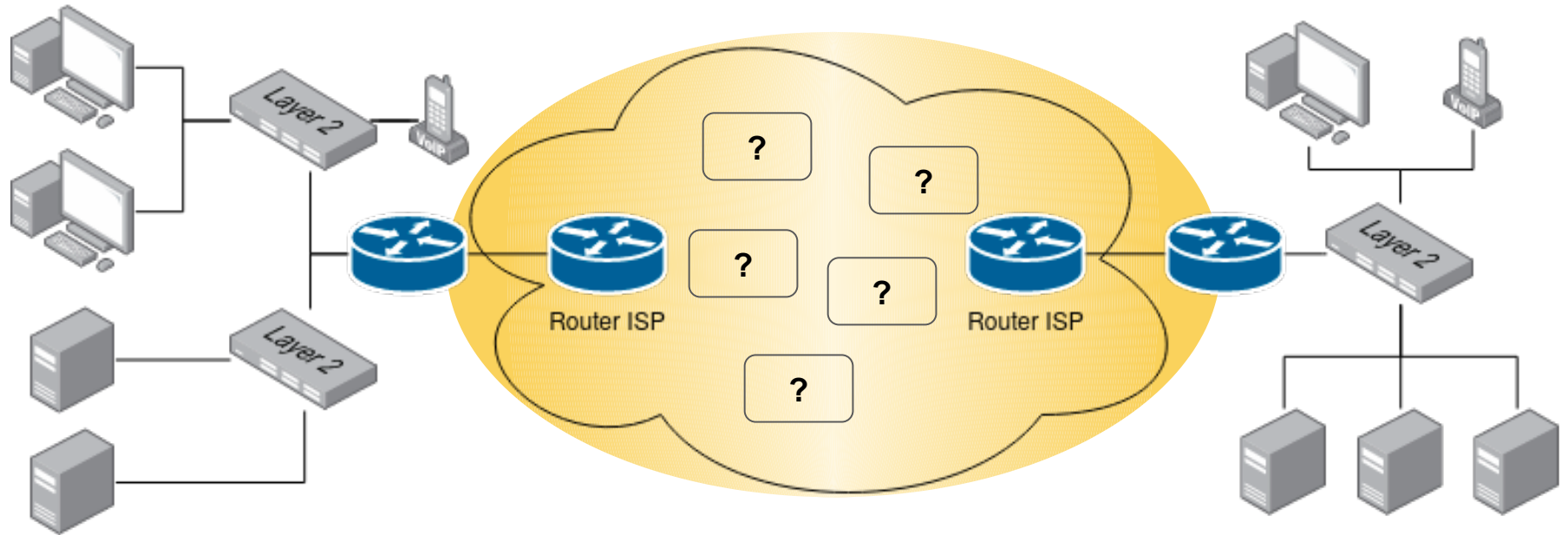


- **Delay:** retraso de tiempo de entrega del paquete (one-way delay) o de la recepción de la respuesta (RTT).
- **Jitter:** variación del delay entre dos o más paq. consecutivos.
- **Pérdida de paquetes.**
- **Tasa de transferencia.**
- **Disponibilidad** (de la red o del servicio).
- **Preservación de la secuencia del flujo:** que los paquetes lleguen en orden.
- **Calidad de la experiencia** - Se evalúa la percepción del usuario.
  - Subjetiva: Mean Opinion Score (MOS), Recomendación ITU-T P.800
  - Objetiva: Infieren MOS, Recomendación ITU-T P.862Ambas son usualmente utilizadas como evaluación de VoIP

# Service Level Agreements (SLA)

Ejemplos de Acuerdos de Nivel de Servicio

# ¿Cómo se hace QoS en grandes redes?





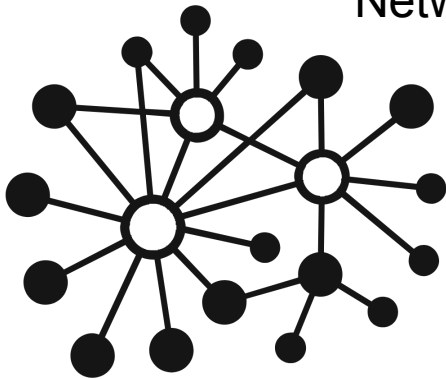
# QoS a distintos niveles

## Link-level:



- ATM (parte integral)
- Ethernet 802.1p (Class of Service CoS)
- MPLS (Entre nivel 2 y 3)

## Network-level :



- ToS (Original IPV4)
- Integrated Services (IntServ) – RSVP
- Differentiated Services (DiffServ)

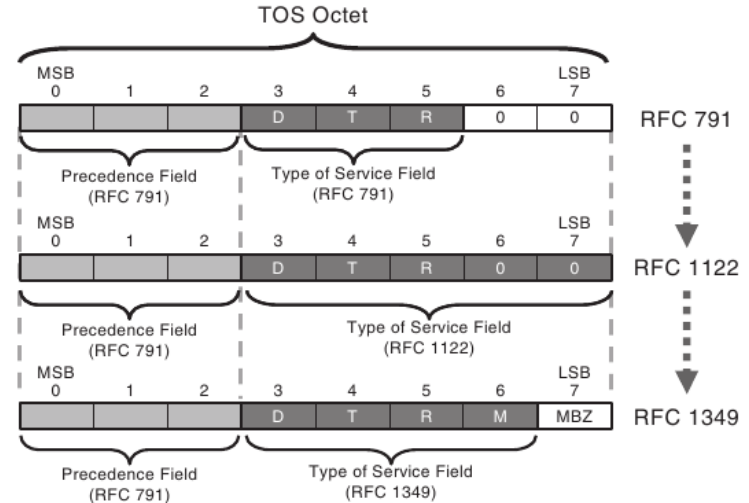
# IP Type of Service (ToS) Octet

Definido en las RFC 791 y 1349: “Type of Service in the Internet Protocol Suite”

Analizando el valor del campo **Precedence** en cada paquete IP, un router puede determinar en qué cola incorporarlo (si hubiera múltiples).

Analizando el valor del campo **Type of Service**, un router puede determinar por qué ruta enviarlo (si hubiera múltiples).

La RFC 2474 (DiffServ, que veremos luego) modifica su interpretación.



Binary	Decimal	Name
111	7	Network Control
110	6	Internet work Control
101	5	Critical and Emergency Call Processing (ECP)
100	4	Flash Override
011	3	Flash
010	2	Immediate
001	1	Priority
000	0	Routine

Bit	Meaning
3	Minimize Delay (D)
4	Maximize Throughput (T)
5	Maximize Reliability (R)
6	Minimize Monetary Cost (M)

# Arquitecturas para QoS en IP

## **Mejor esfuerzo**

- Por defecto, en IP no hay calidad de servicio definida ni entrega garantizada.

## **Integrated Services o IntServ**

- Diseñado para dar servicio a aplicaciones de tiempo real (VoIP, video, etc).
- Se crean caminos virtuales y se mantiene información de estado en los routers (reserva de buffers y capacidad del canal, mantenimiento del orden de paquetes, delay estable y jitter mínimo). Requiere de un protocolo para la reserva de recursos (RSVP).

## **Differentiated Services o DiffServ**

- Define el campo DS (antes ToS del header IPv4 y “Traffic Class” de IPv6).
- Los routers de ingreso utilizan clasificación simple o compleja y “marcan” los paquetes de acuerdo a la clase a la que pertenece según los requerimientos o el SLA; los routers intermedios utilizan clasificación simple (campo DS) para dar el tratamiento requerido.

Se encuentra definido en la RFC 1633, y su objetivo es brindar calidad de servicio para flujos de datos a través de redes IP reservando recursos en **todos** los nodos intervinientes.

- Se basa en flujos de datos (y así se organizan las colas)
- Gestión y manejo de los recursos en todos los routers de la red.
- Control de admisión, debe haber suficientes recursos para el flujo.
- Requiere del protocolo RSVP (RFC 2205) para señalización de extremo a extremo.
- Todos los routers deben soportarlo y es difícil de escalar en redes medianas y grandes.

Con la combinación IntServ-RSVP (RFC 2210) se pueden especificar tres tipos de reserva de extremo a extremo.

## **Servicio Garantizado**

Aplicaciones no elásticas  
baja latencia, jitter, pérdida,  
tasa de transferencia

*Ej Aplicaciones de tiempo real:  
VoIP, VC (SIP, H323, RTP)*

## **Carga Controlada**

Aplicaciones elásticas  
con requerimientos de  
tasa de transferencia.

*Ej: Aplicaciones elásticas:  
ráfagas interactivas (Telnet,  
NFS, HTTP), transferencias  
interactivas masivas (FTP,  
HTTP), transferencias  
masivas asíncronas (SMTP)*

## **Best effort**

Para aquellos flujos  
sin QoS

# DiffServ

Se encuentra definido en la RFC 2475, y su objetivo es brindar calidad de servicio, sin reserva de recursos, donde se aplica clasificación de paquetes (compleja y simple). Escala fácilmente a diferencia de IntServ.

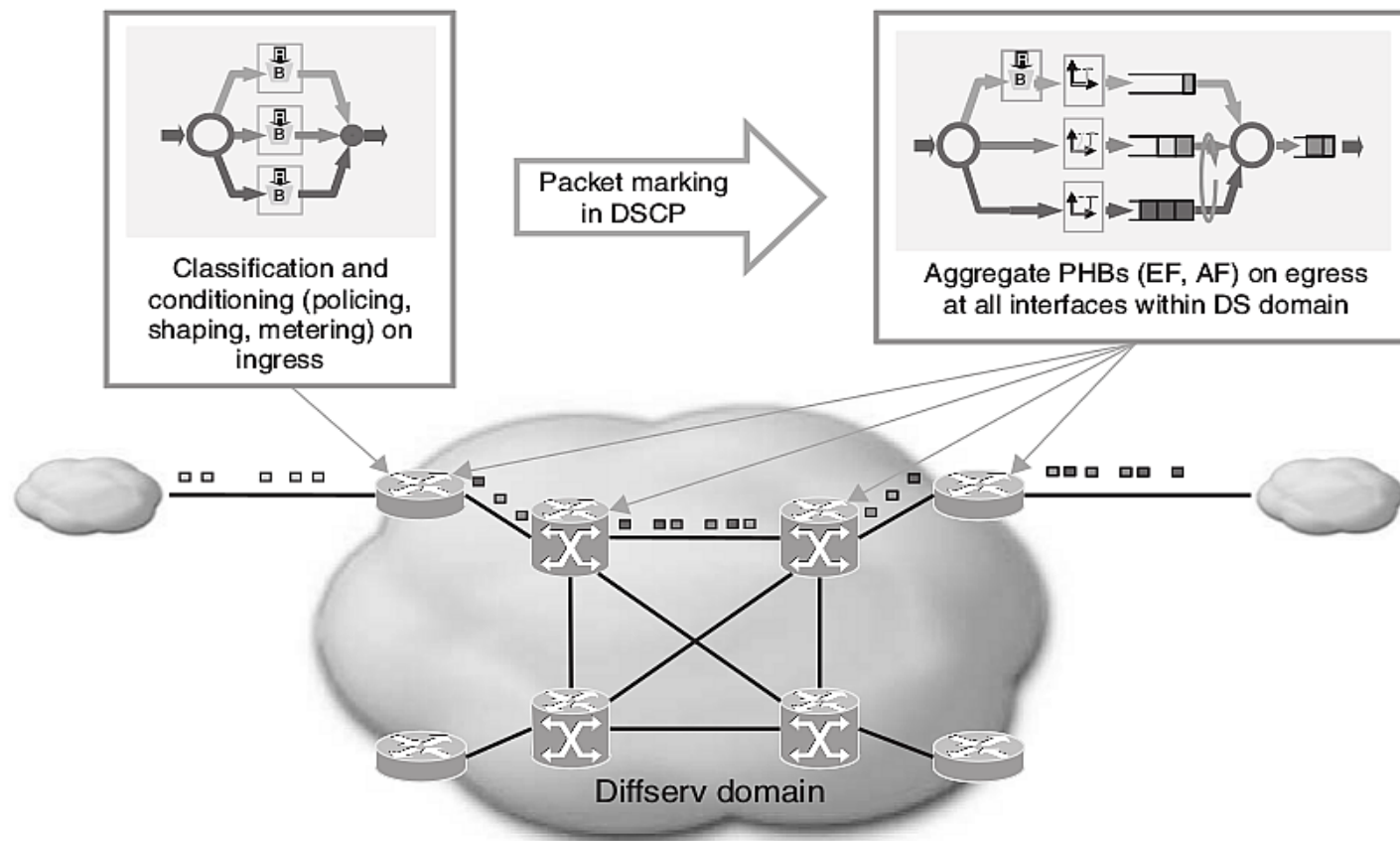
- Clasificación y acondicionamiento (según SLA y TCA: Traffic Conditioning Agreements)
- Utilización del campo DS de IP (IPv4 e IPv6) para el marcado y la clasificación.
- Existen dominios de Diffserv, donde los routers de borde tienen un comportamiento diferente a los routers internos, y los códigos DSCP definen el tratamiento a aplicar al tráfico.
- Cada nodo es independiente y tiene su propio comportamiento, que respeta los TCA, en distintos perfiles de Per-hop Behavior (PHB), según el valor DSCP.

## Per Hop Behaviors

Caracteriza de manera abstracta el comportamiento de forwarding visible externamente a cada nodo del dominio:

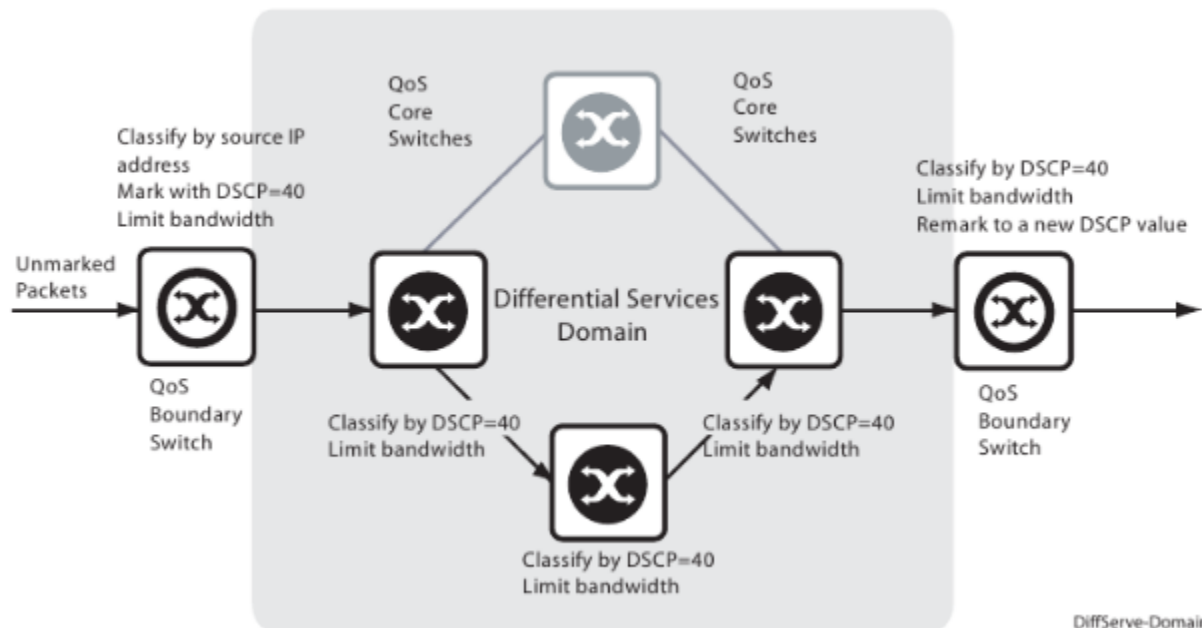
- Expedited Forwarding (EF) DSCP 46  
low loss, low latency, low-jitter, assured bandwidth
- Assured Forwarding: AF1x-AF4x:  
4 clases, donde x representa preferencia de descarte: 1 Low, 2 medium, 3 High.
- Default (También llamado Best-effort) DSCP 0
- Class Selector. CS1-CS7  
(3 primeros bits, como IP precedence)

# DiffServ

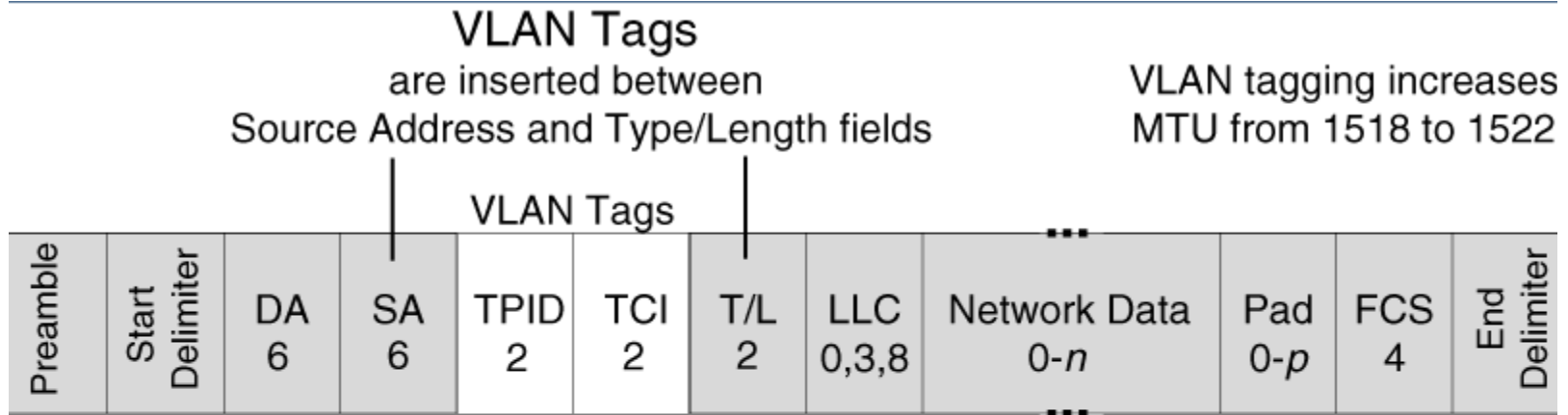




# DiffServ



# Ethernet 802.1p VLAN Tags



## **802.3ac** VLAN Tagged Header

TPID (2 bytes) = Tag Protocol Identifier (always = 0x8100)

TCI (2 bytes) = Tag Control Information:

Priority 3 bits

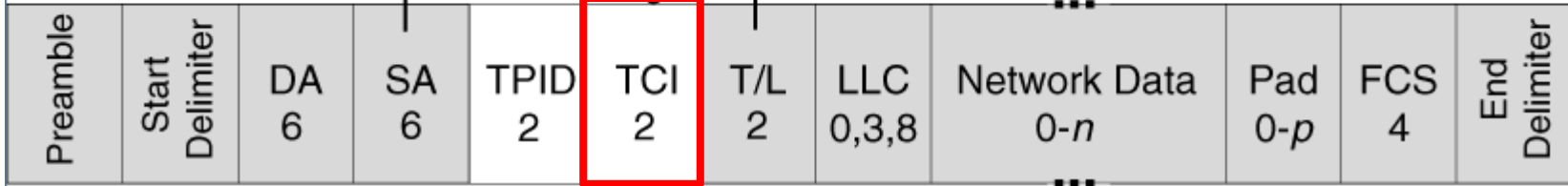
CFI 1 bit (always = 0)

VLAN ID 12 bits

# Ethernet 802.1p VLAN Tags

VLAN Tags  
are inserted between  
Source Address and Type/Length fields

VLAN tagging increases  
MTU from 1518 to 1522



## 802.3ac VLAN Tagged Header

TPID (2 bytes) = Tag Protocol Identifier (always = 0x8100)

TCI (2 bytes) = Tag Control Information:

Priority	3 bits
CFI	1 bit (always = 0)
VLAN ID	12 bits

Prioridad de la trama según IEEE 802.1p

CFI redefinido como DEI:

Drop Eligible Indicator → Tramas que pueden descartarse si hay congestión

# IEEE 802.1p Class of Service (CoS)

Prioridad	Tipo de tráfico
0 (default)	Best Effort
1	Background
2	Excellent effort
3	Critical Applications
4	Video (< 100ms latency and jitter)
5	Voice (<10 ms latency and jitter)
6	Internetwork Control
7	Network Control

El estándar no especifica la forma de tratar el tráfico clasificado. Eso queda para el implementador.

# Bibliografía

- EVANS, J., FILSFILS, C., 2007, Deploying IP and MPLS QoS for Multiservice Networks: Theory & Practice. Morgan Kaufmann.
  - Capítulo 1. “QOS Requirements and Service Level Agreements”
  - Capítulo 2. “Introduction to QOS Mechanics and Architectures”
- .MEDHI, D., RAMASAMY, K., 2007, Network Routing Algorithms Protocols and Architectures. Morgan Kaufmann
  - Capítulo 23. “Traffic Conditioning”