



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)

Santiago Ricci (sricci@unlu.edu.ar)

Alejandro Iglesias (aaiglesias@unlu.edu.ar)

Mauro Meloni (maurom@unlu.edu.ar)

Marcelo Fernandez (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.

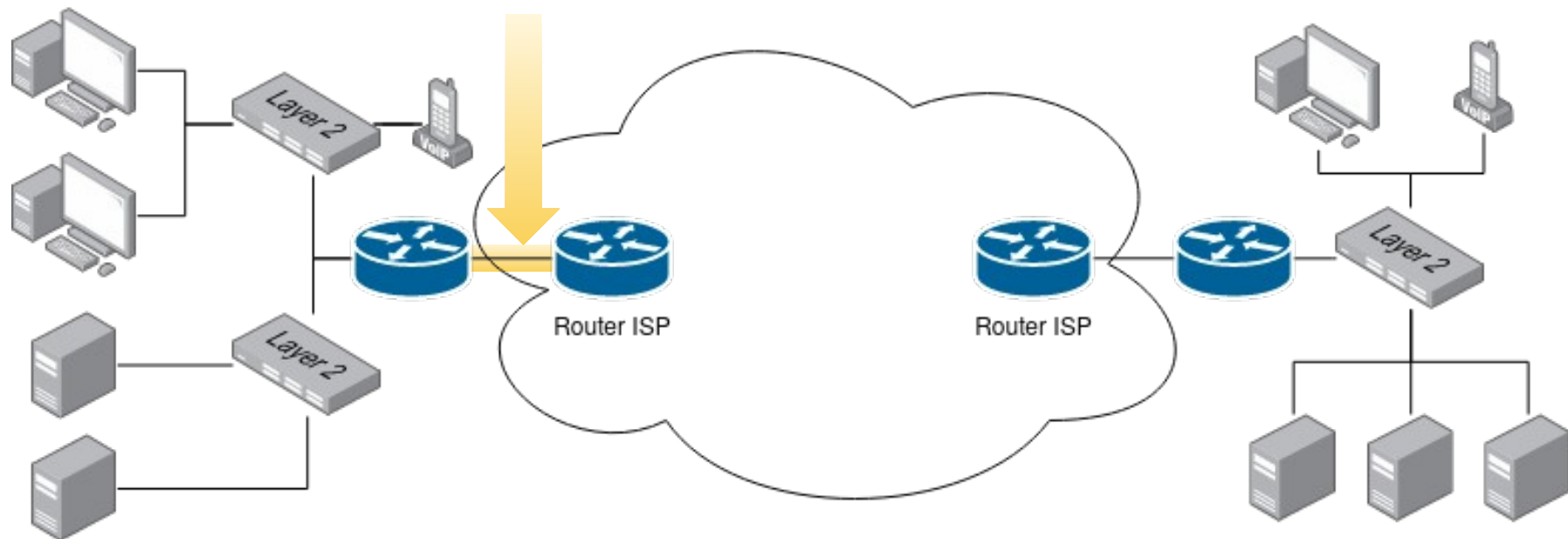
Retomando...

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

Modelo de Pliegos ETAP:

Contratación FullInternet: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/etapsv26/ETAPsV26/MP-Contr-FullInternet_ETAP-26.docx

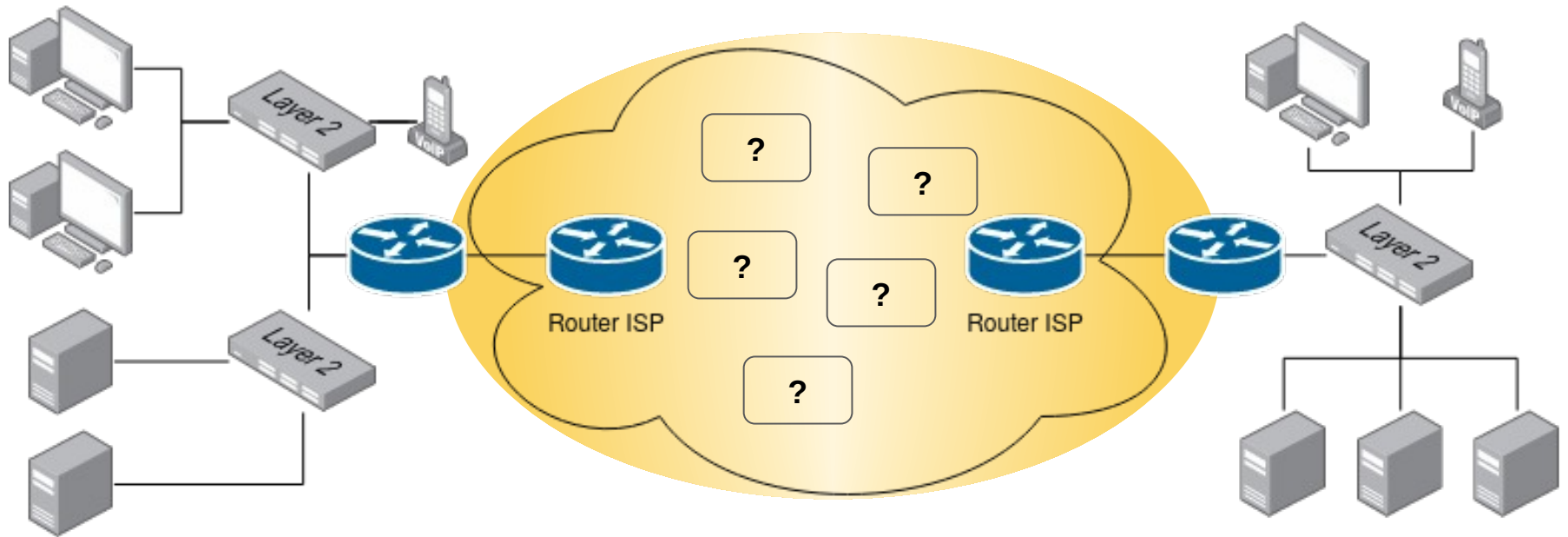
Red Centralizada TransmisionDatos:

https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/etapsv26/ETAPsV26/MP-RedCentralizada-TransmisionDatos_ETAP-26.docx

Servicio de Transmision de Datos Enlaces PuntoAPunto:

https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/etapsv26/ETAPsV26/MP-ServTransmisionDatos-EnlacesPuntoAPunto_ETAP-26.docx

¿Cómo se hace QoS en grandes redes?



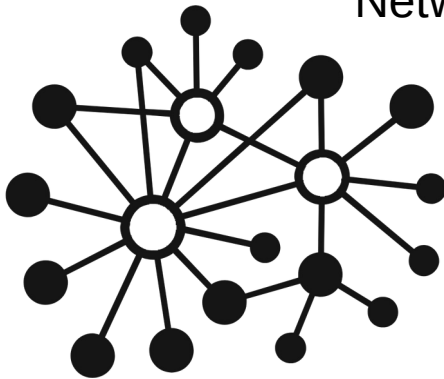
QoS a distintos niveles

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)

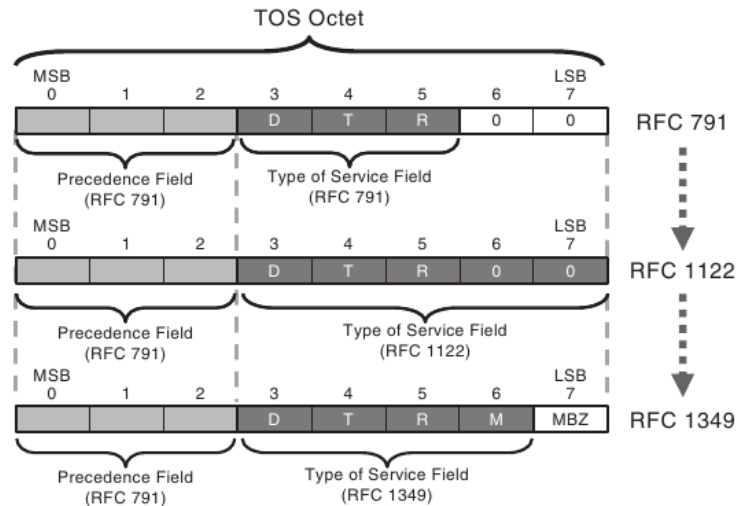
IP Type of Service (ToS) Octet

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

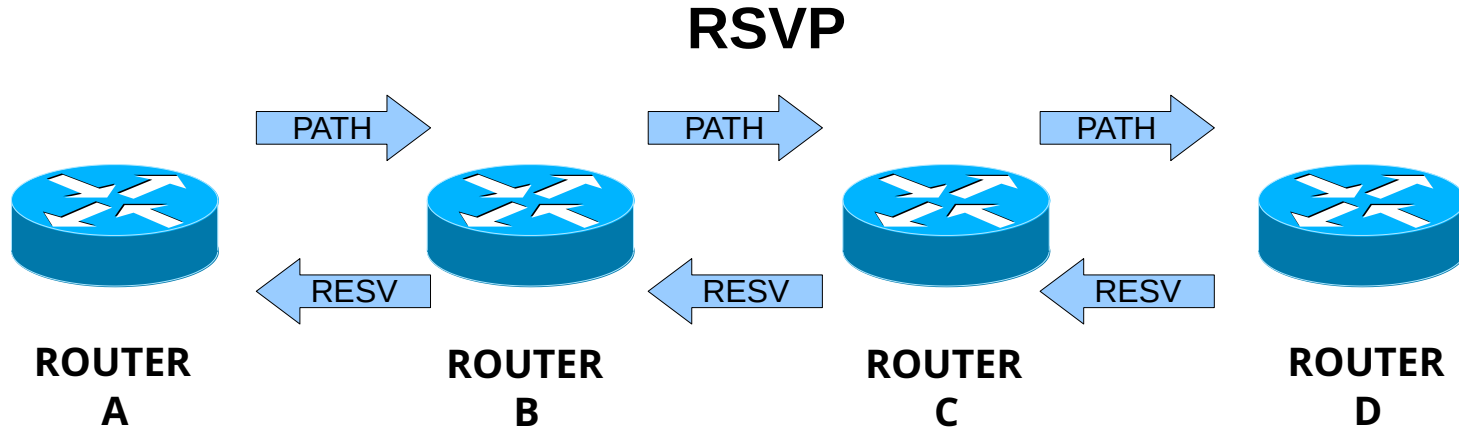
Aplicaciones elásticas
con requerimientos de
tasa de transferencia.

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

Best effort

Para aquellos flujos
sin QoS

RSVP



El ruteador de origen envía un mensaje PATH al destino para especificar los requerimientos de reservación de un flujo de datos.

El destino envía un mensaje RESV al origen para reservar los recursos.

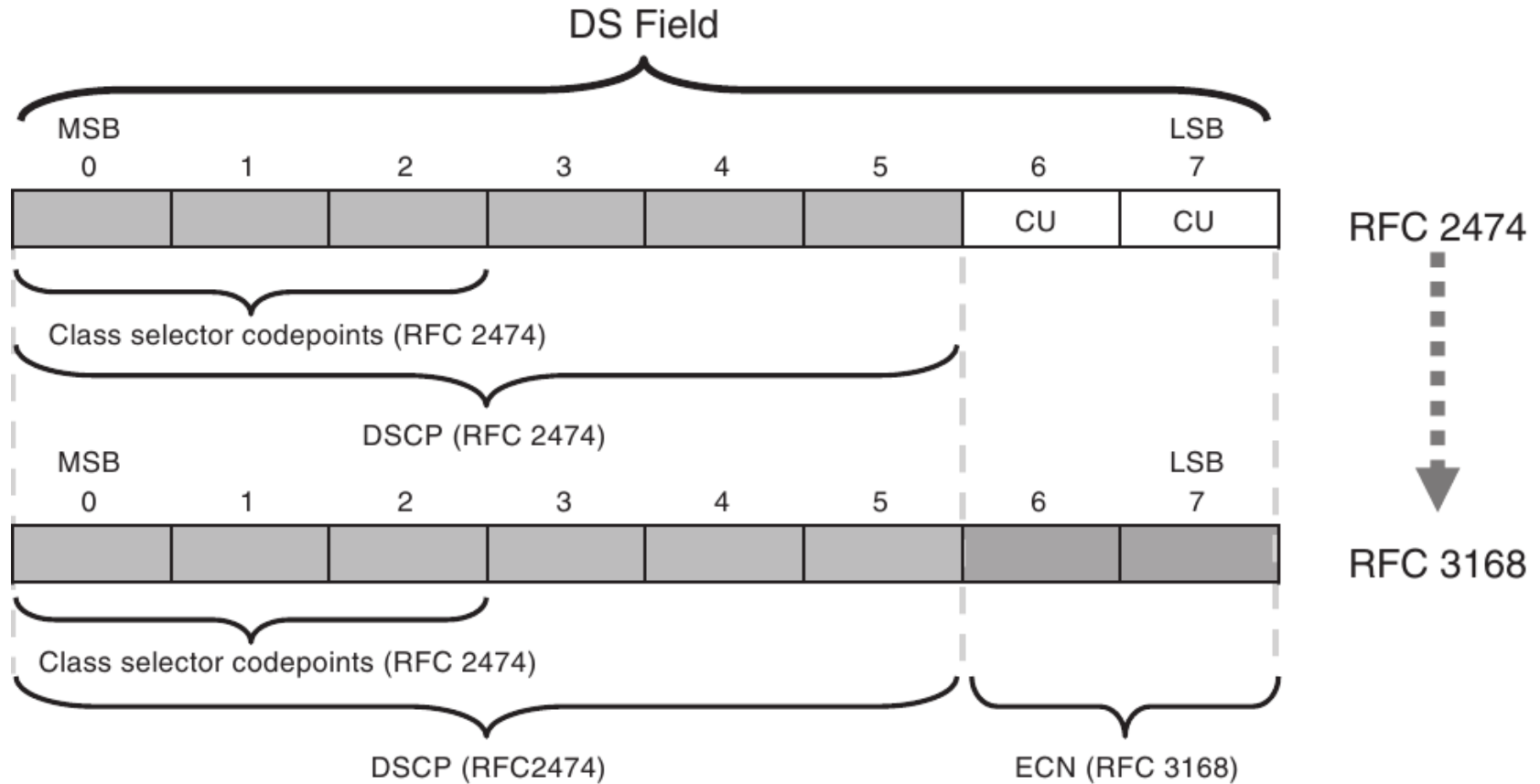


DiffServ

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.

DiffServ



Per Hop Behaviors

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

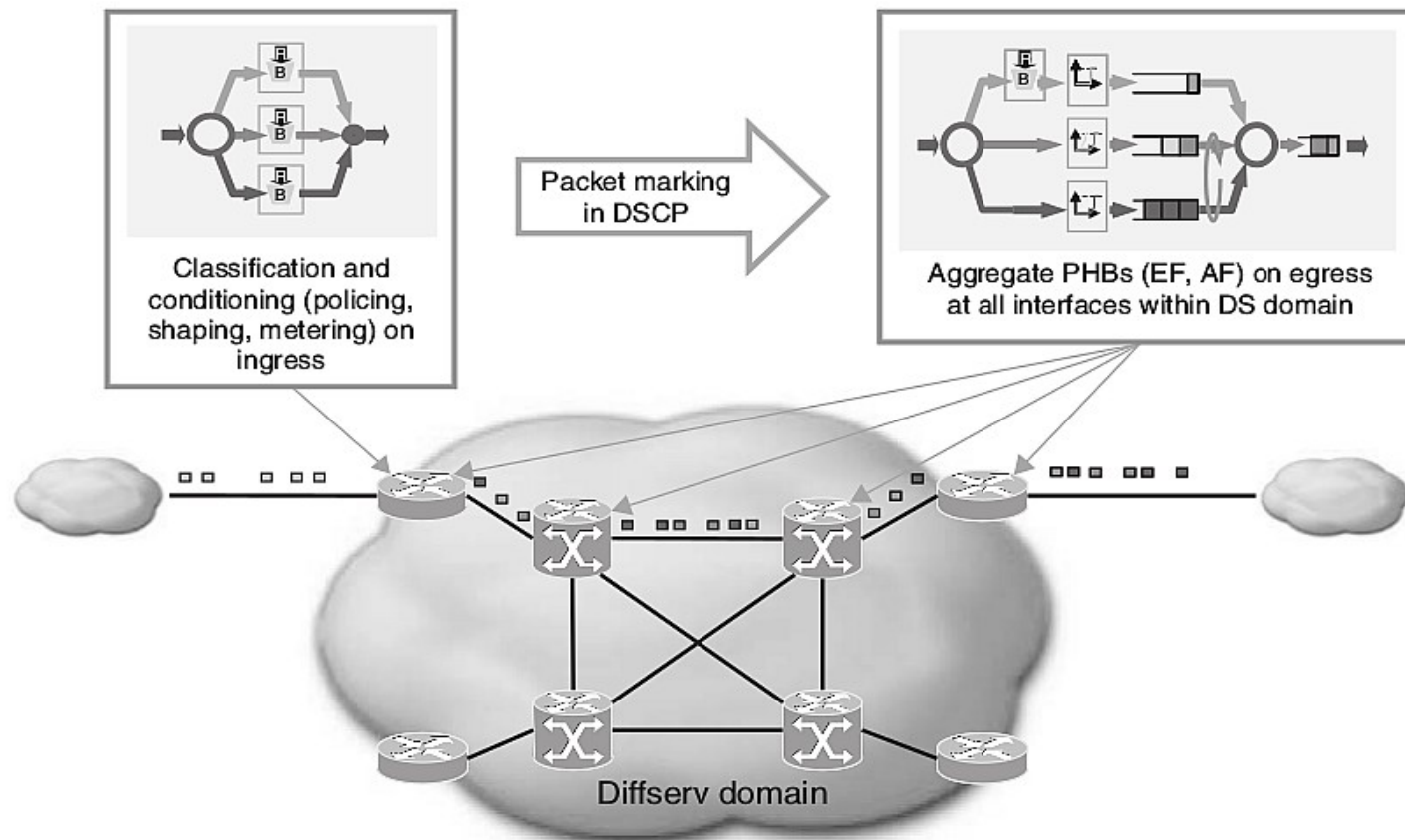
- Expedited Forwarding (EF) DSCP 46
low loss, low latency, low-jitter, assured bandwidth
- Assured Forwarding: AF1x-AF4x:
4 clases, donde x representa preferencia de descarte: 1 Low, 2 medium, 3 High.
- Default (También llamado Best-effort) DSCP 0
- Class Selector. CS1-CS7
(3 primeros bits, como IP precedence)

DiffServ

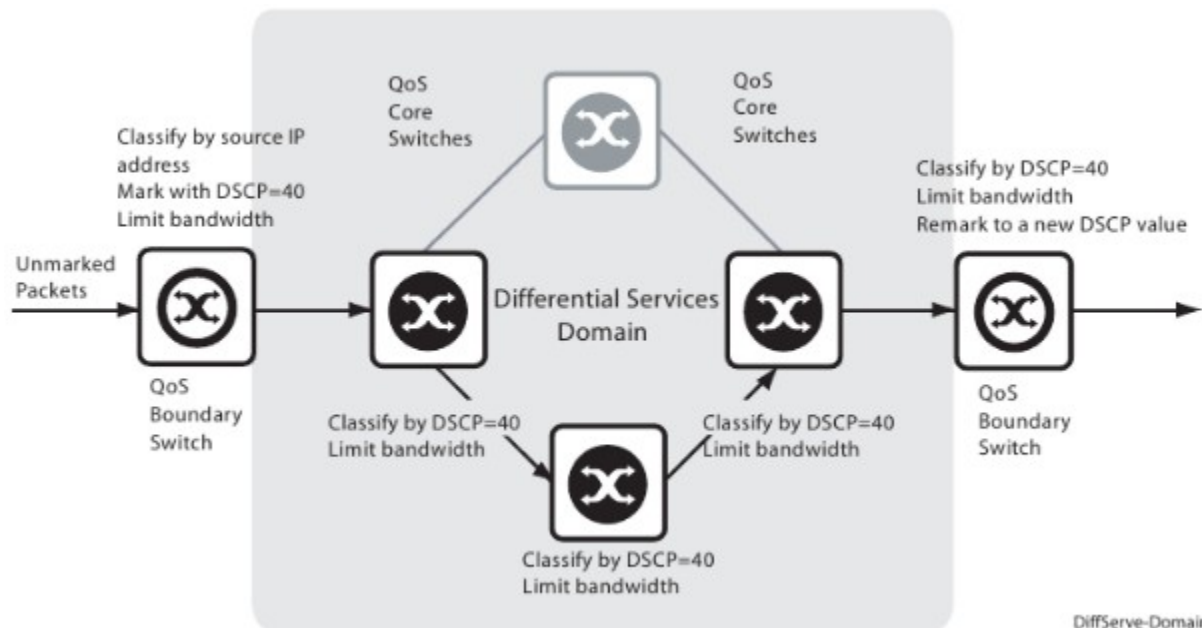
Codepoint	DSCP		
Default/CS0	000000		
EF PHB	101110		
CS1	001000		
CS2	010000		
CS3	011000		
CS4	100000		
CS5	101000		
CS6	110000		
CS7	111000		
AF PHB Group	Drop Precedence		
AF Class	Low (AFx1)	Medium (AFx2)	High (AFx3)
AF1x	AF11 = 001001	AF12 = 001010	AF13 = 001011
AF2x	AF21 = 010001	AF22 = 010010	AF23 = 010011
AF3x	AF31 = 011001	AF32 = 011010	AF33 = 011011
AF4x	AF41 = 100001	AF42 = 100010	AF43 = 100011

ECN Field		Meaning
0	0	Not ECT
0	1	ECT(0): not defined in [RFC 2481]
1	0	ECT(1)
1	1	CE

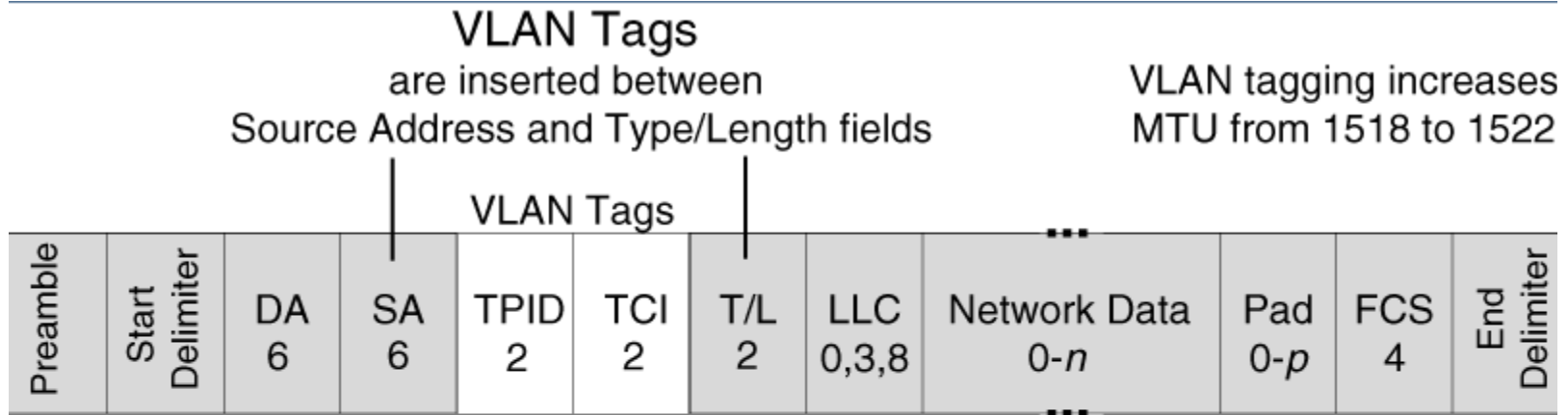
DiffServ



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

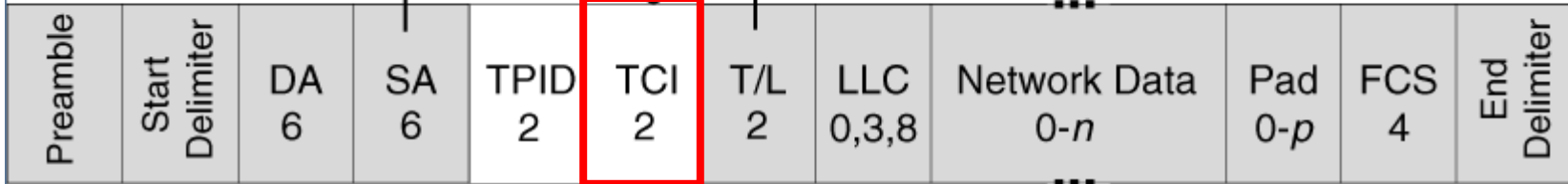
CFI 1 bit (always = 0)

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”