



Qualità di Servizio

- Tutorial -

Mauro Campanella
INFN-GARR
Mauro.Campanella@garr.it



Agenda

- Introduzione alla Qualità di Servizio
- Definizione quantitativa della QoS
- Architetture di QoS
- QoS : compiti e strumenti
- Esempio 1 - CAR
- Esempio 2 - Premium IP su GÉANT
- La QoS nei sistemi operativi
- Per approfondire



Terminologia

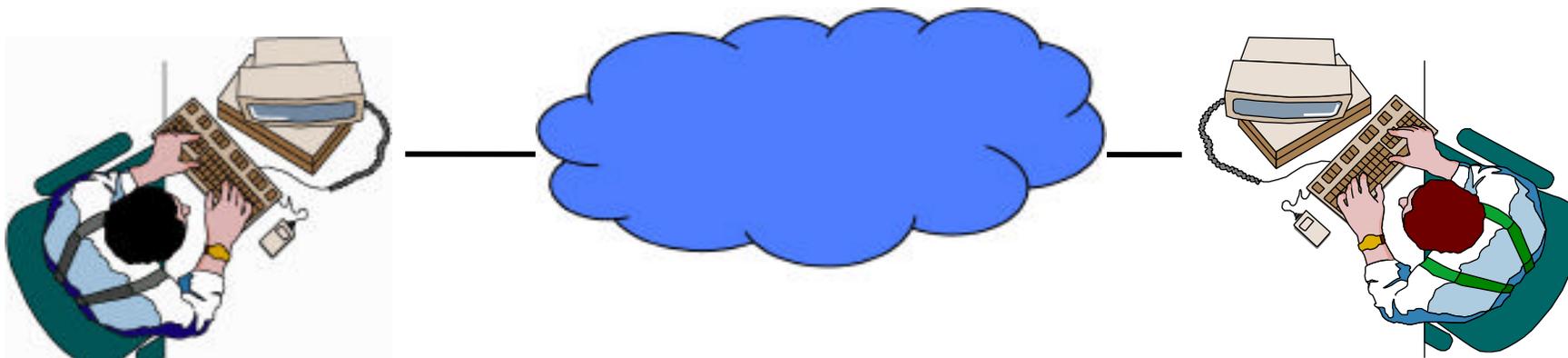
Alcuni termini nel tutorial sono volutamente lasciati in inglese perché “intraducibili”.

- sono usati coerentemente nella letteratura
- non esiste traduzione in italiano ragionevole

Per altri si è scelto di tradurli, riportando comunque, almeno una volta il termine originale

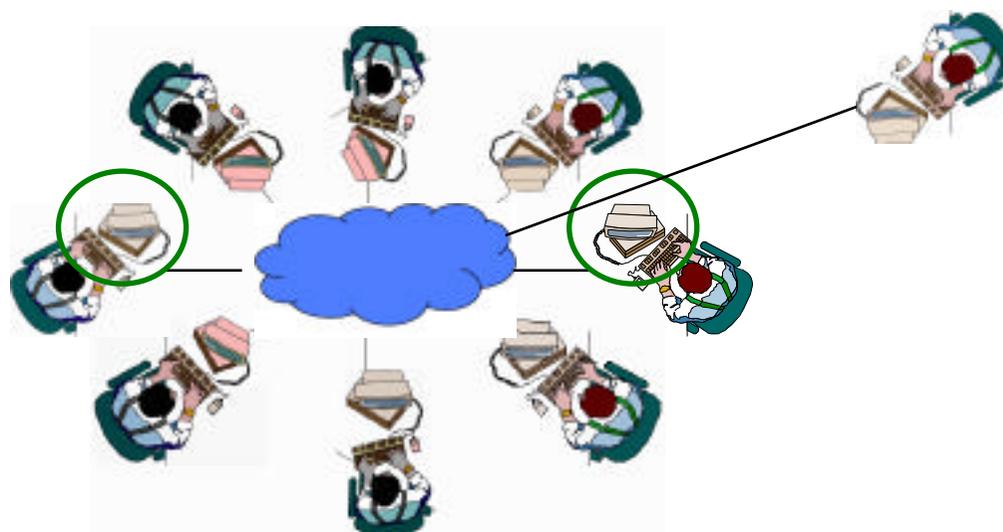


Qualità di Servizio



Il tutorial vuole fornire una introduzione alla QoS nelle reti di trasmissione dati, con traffico che usi il protocollo IP.

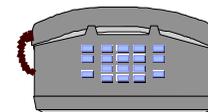
Il servizio classico Best Effort



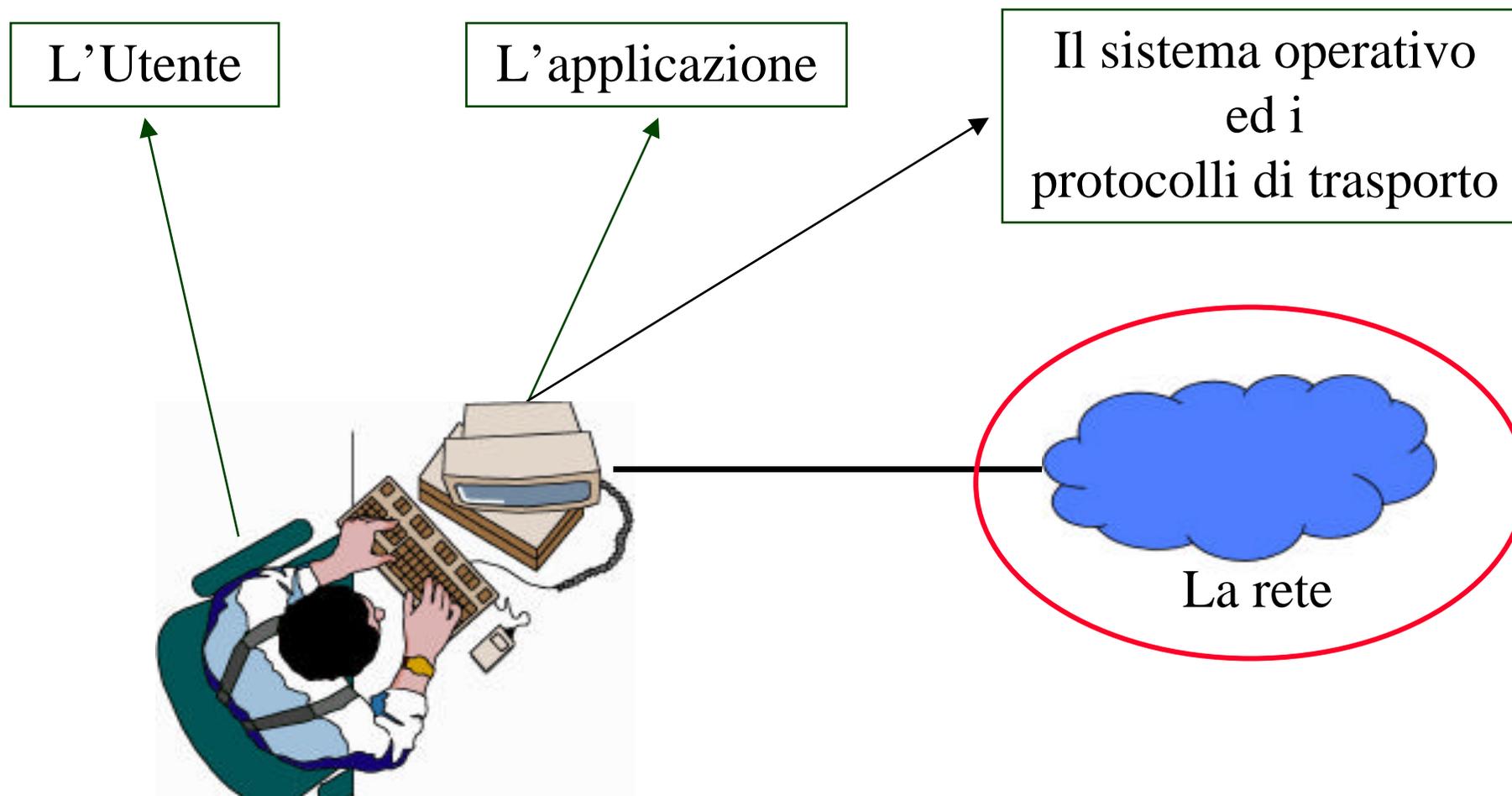
- ⇒ Complessità nei sistemi, rete semplice (modello end-to-end)
- ⇒ E' in grado di crescere bene
- ⇒ Degrada bene, il service non è mai rifiutato anche se le risorse sono congestionate (capacità, sistemi...)

Perché la QoS

- Capacità garantita. 
- Applicazioni sensibili alla variazione del tempo di trasmissione od a pretese di pacchetti.
Controllo in tempo reale da siti (astronomia, medicina)
(richieste di sincronismo, nessuna perdita di pacchetti)
- Canale prioritario per il controllo, la segnalazione dell'applicazione o per la rete stessa.
- La capacità oggi (giugno 2002) non è infinita.
- ATM sta sparendo (nessuna QoS al livello di Data Link)



Le componenti base della QoS

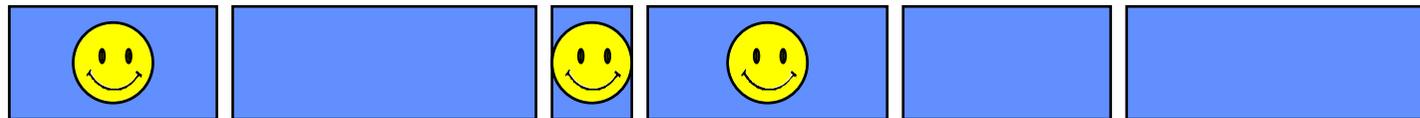




Definizione intuitiva della QoS

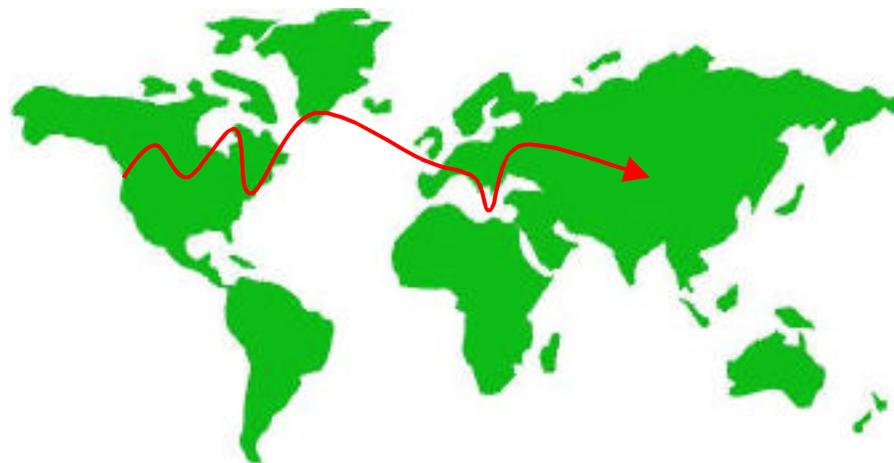
La rete offre un servizio di QoS quando è capace di gestire un insieme selezionato di pacchetti in modo tale da soddisfare le richieste dell'applicazione che li genera.

“... alcuni pacchetti sono più eguali di altri...”



Definizione intuitiva della QoS (continua)

Il servizio di QoS deve essere presente in tutte le tratte del percorso per fornire garanzie end-to-end.



ma, anche abilitare la QoS su una singola tratta, può essere molto utile, per esempio su una particolare linea congestionata.



Agenda

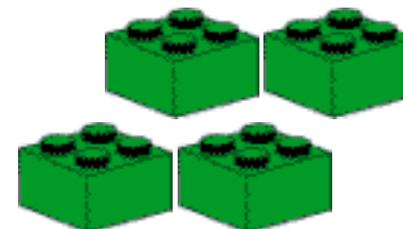
- Introduzione alla Qualità di Servizio
- **Definizione quantitativa della QoS**
- Architetture di QoS
- QoS : compiti e strumenti
- Esempio 1 - CAR
- Esempio 2 - Premium IP su GÉANT
- La QoS nei sistemi operativi
- Per approfondire



Parametri di QoS

Dalle richieste degli utenti e considerazioni tecniche :

- ✓ - one-way delay (tempo di attraversamento in una direzione);
- ✓ - one way IP packet delay variation;
- ✓ - capacità;
- ✓ - perdita di pacchetti in una direzione.

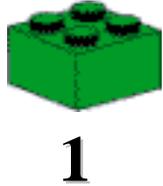


L'insieme è comune a IETF e ITU-T.

Nomenclatura e definizioni seguono la RFC 2330 (Framework for IP Performance metrics) and sono modificate secondo l'evoluzione decisa dal gruppo di lavoro IPPM di IETF.



Paramteri di QoS (continua)



One-way delay (RFC 2679):

La somma di due parti :

- il tempo necessario al primo bit del pacchetto a viaggiare dalla sorgente alla destinazione. E' una funzione della distanza fisica, del numero di apparecchiature attive e passive attraversate lungo il percorso e del carico istantaneo di rete
- il tempo necessario a trasmettere tutti i bit del pacchetto, che è una funzione della velocità di trasmissione della linea

Round Trip Time = $2 * (\text{one-way delay}) + \text{tempo di switching}$

Parametri di QoS (continua)



2

IP Packet delay variation (draft-ietf-ippm-ipdv-07.txt)
anche noto come jitter :

per un pacchetto all'interno di un flusso che va dal punto di misura MP 1 ad MP 2, è la differenza tra il one-way-delay del primo pacchetto selezionato ed il one-way-delay del secondo.

E' una funzione soprattutto del carico di rete istantaneo, di fallimenti nella rete e di non linearità nelle apparecchiature attive.



Parametri di QoS (continua)



3

Capacità

(RFC 2330 and draft-ietf-ippm-btc-framework-04):

the velocità di trasferimento dati al livello IP, espressa in bits per secondo, mediata su un intervallo predefinito, lungo il percorso considerato.

Le specifiche per la capacità possono includere parametri quali il maximum burst size, la banda di picco, la banda minima garantita or la capacità garantita di accesso. La definizione di una capacità equivalente ad una linea punto-punto (CDN) implica che i valori di picco e minimo siano identici a quello medio e che non vi sia burst size (o 1 pacchetto).



Parametri di QoS (continua)



Perdita di pacchetti (RFC 2680):

4

il numero di pacchetti spediti, ma non ricevuti alla destinazione, oppure ricevuti in errore.

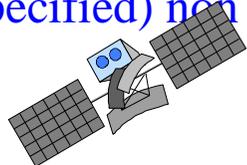
Usualmente espresso come percentuale.



Esempio di intervalli per i parametri di QoS

	Value unico (VU)	Intervallo stretto (classe 0)	Medio (classe 1 interattiva)	Ampio (classe 2 non-interattiva)
One-way Delay	Misurata a rete vuota (valore base)	minore di VU + 50 ms (150 ms)	minore di VU + 250 ms (400 ms)	minore di VU + 10 s (1 s)
ipdv	N/A	25 ms (50 ms)	50 ms (50 ms)	nessuno (1 s)
Perdita di pacchetti (Probabilità)	nulla	$< 10^{-4}$ (10^{-3})	$< 10^{-3}$ (10^{-3})	< 0.1 (10^{-3})
Capacità (almeno 64Kb/s)	Valore fisso	N/A	N/A	almeno una MTU completa ogni qualche secondo

Fra parentesi sono riportati i valori indicati dal draft ITU-T Y.1541 (anno 2000), la Classe 3 (unspecified) non è riportata





Parametri di QoS (continua)

Memento

Per costruire un servizio di QoS basato sui parametri elencati, la rete deve soddisfare anche ad alcuni requisiti di base:

- stabilità fisica e del data link
 - avere un Bit Error Rate di almeno 10^{-12}
 - prestazioni adeguate dell'hardware di rete;
- } **Disponibilità (5°)**

La minima dimensione della MTU dovrebbe essere scelta tale da evitare la frammentazione.

La quantità di pacchetti duplicati and e fuori sequenza deve essere al livello fisiologico attuale (che non è nullo, ma molto piccolo)



Esempi

	FTP	HTTP	Voce su IP	Video
Capacità	minima	minima	minima	grande
One-way delay	N/A	minima	media	media
IPDV	N/A	N/A	piccola	piccola
Perdita di pacchetti	medio-alta	media	bassa	bassa

Gli intervalli appropriati per ciascun parametro di QoS dipendono dalla particolare applicazione, per esempio il video interattivo e il video streaming hanno richieste ben differenti.



Agenda

- Introduzione alla Qualità di Servizio
- Definizione quantitativa della QoS
- **Architetture di QoS**
- QoS : compiti e strumenti
- Esempio 1 - CAR
- Esempio 2 - Premium IP su GÉANT
- La QoS nei sistemi operativi
- Per approfondire



Architetture e protocolli di QoS end to end

Inquadramento generale

	Progettazione a monte/statica	Segnalazione per aggregazione di flussi	Segnalazione per singolo flusso
Gestione minima del traffico	Sovra-dimensionamento		
Gestione degli aggregati dei flussi	Diffserv 802.1p	RSVP (aggregati) Diffserv - 802.1p	RSVP (per flusso) Diffserv - 802.1p
	ATM - ATM con segnalazione MPLS -Traffic engineering		
Gestione per flusso			RSVP - Intserv

Senza stato → Con memoria di stato
 Complessità crescente

Senza stato → Con memoria di stato
 Complessità crescente

© campanella 2000



Overprovisioning

Due possibili definizioni:

- carico istantaneo della tratta mai superiore al 30%
- nessuna perdita di pacchetti (più debole)

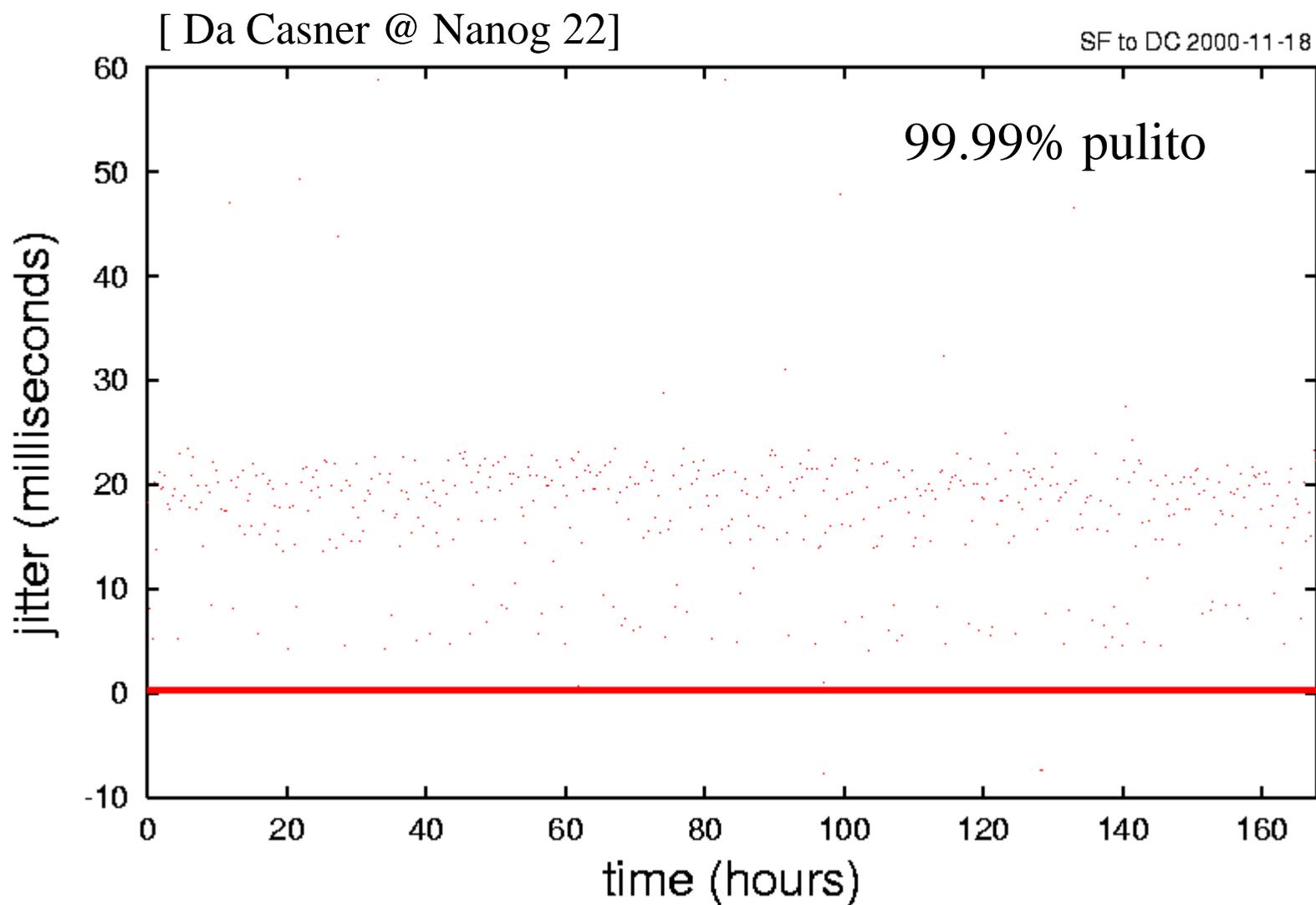
Il sovradimensionamento funziona (fornisce garanzie per i parametri di QoS) nel 99.9 % dei casi, ma la capacità è lontana (per ora) dall'essere abbondante su tutta l'Europa.

Anche in molte LAN la capacità non è sovradimensionata.

Giustificiamo l'affermazione...

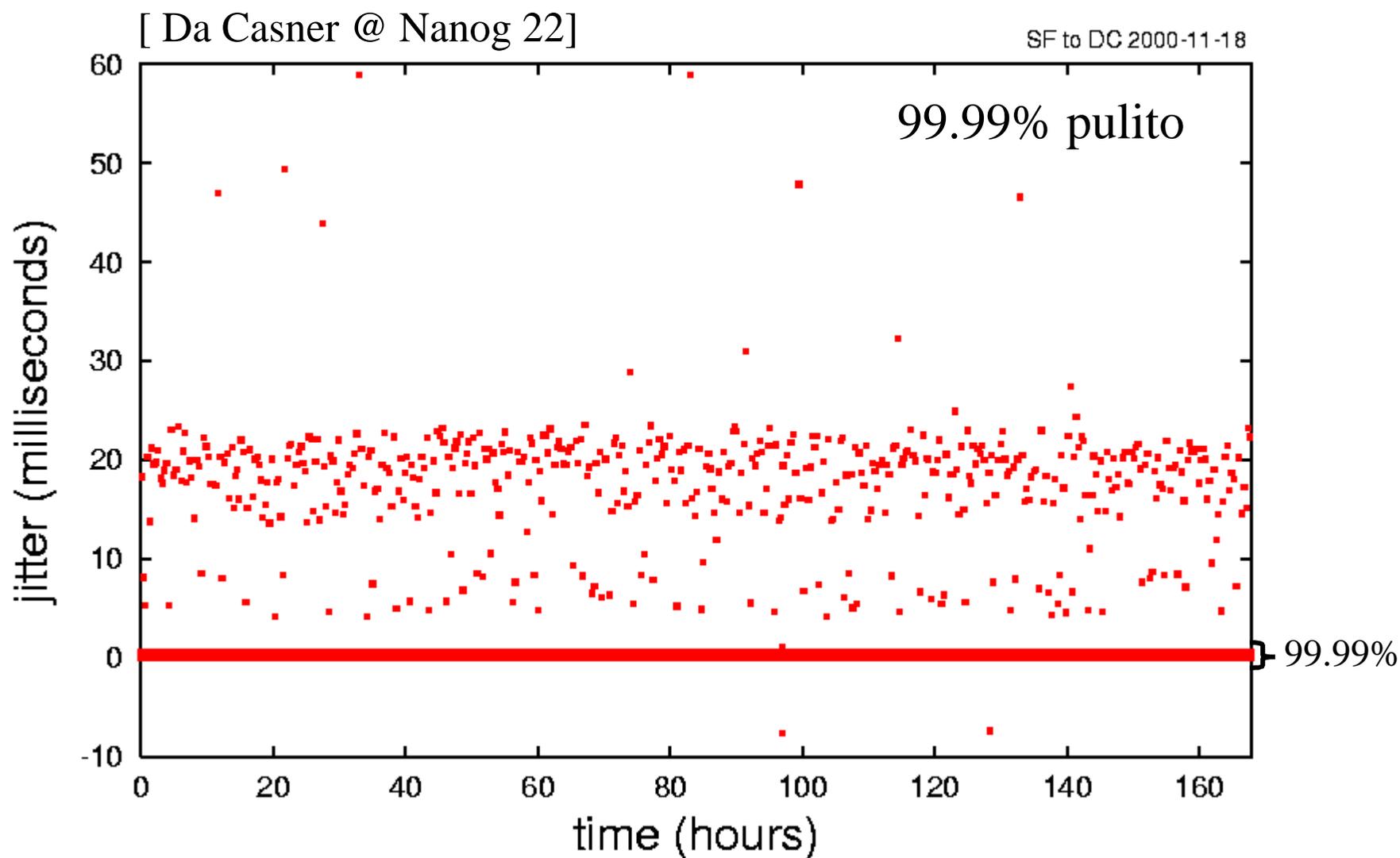


Tier 1 USA - dorsale





Tier 1 US dorsale (continua)





Overprovisioning (continua)

Lo 0,001% di deviazione del jitter dallo zero è dovuta a:

- problemi di routing ;
- configurazioni dei timers dei protocolli di routing ;
- ARP cache timeouts;
- ...

E' soprattutto instabilità / errori / sviste dello strato software nei router o switch.



Differentiated Services

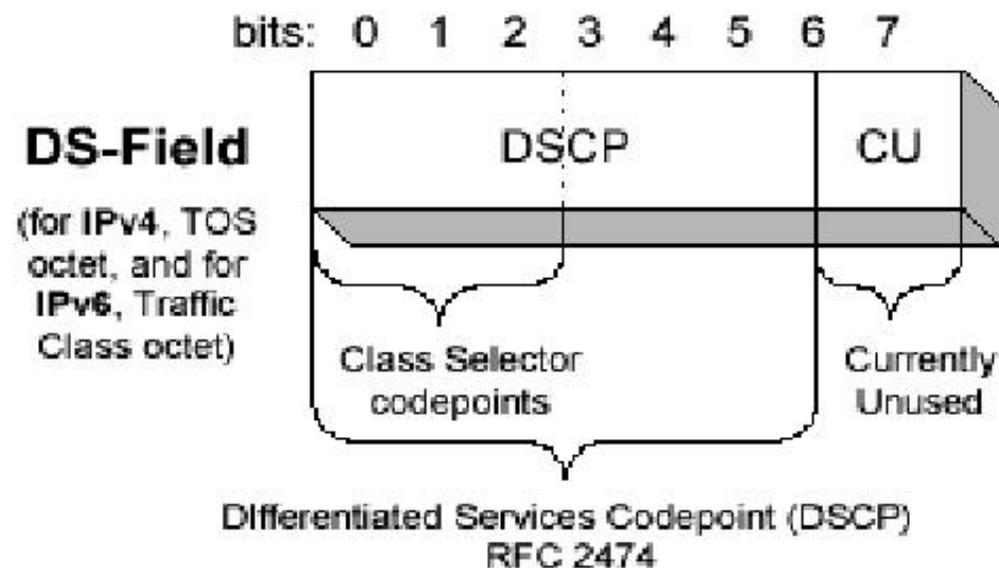
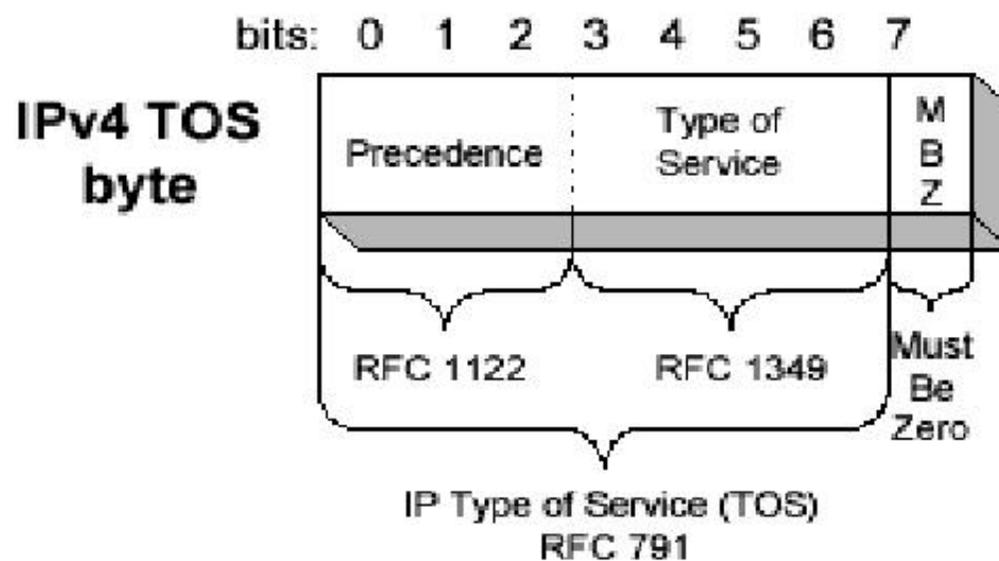
Diffserv ottiene la scalabilità attraverso l'aggregazione dello stato di classificazione, che è trasportato in un marchio (mark o tag) a livello del singolo pacchetto IP, chiamato campo Diffserv Code Point (DSCP) che rimpiazza il campo (1 byte) di Tipo di Servizio (ToS) nell'header IP (non sono aggiunti bit).

La QoS è ottenuta attraverso la prioritizzazione.

Le operazioni di classificazione sofisticata, marcatura, controllo, scarto e formatura dei flussi possono essere realizzati solo ai bordi di un dominio Diffserv, o nei nodi stessi.

I pacchetti sono classificati e marcati con un valore di DSCP per ricevere un particolare trattamento sulla tratta (PHB)

Diffserv considera flussi unidirezionali.





Differentiated Services (continua)

Il valore DSCP è trasportato nel campo DS [RFC 2474, 3168, 3260] che è formato da sei bit del byte di ToS della definizione originaria dell'header IP [RFC 791].

Il PHB indica il tipo di trattamento che deve essere applicato al pacchetto con quel particolare DSCP in ogni nodo del dominio Diffserv .

I tre principali PHB sono:

- 1 il class selector PHB (per compatibilità all'indietro)
- 2 Expedited Forwarding PHB
- 3 Assured Forwarding PHB



Differentiated Services (continua)

- Expedited Forwarding (EF): fornisce il trattamento base per costruire servizi a bassa latenza, variazione della latenza e perdita di pacchetti. Mira a fornire l'equivalente di una linea punto-punto al livello 3 (IP).
- Assured Forwarding (AF) : in ogni gruppo AF i pacchetti appartengono allo stesso aggregato. I pacchetti sono marcati (“colorati”) con uno fra tre valori di precedenza e, in caso di congestione, la probabilità di scarto è una funzione del “colore” del pacchetto.
E' stato pensato per fornire garanzie di capacità e minori garanzie sugli altri parametri di QoS.



802.1 p/Q

Praticamente tutte le LAN sono oggi basate sulla tecnologia IEEE 802 .

Le specifiche combinate di 802.1p (parte di 802.1D) and 802.1Q definiscono uno standard che permette di:

- creare LAN virtuali
- fornire qualità di servizio al livello MAC (data link), attraverso la prioritizzazione del traffico.

802.1p/Q *aggiunge* 4 byte al frame di data link, 3 dedicati alla priorità e non specifica un metodo di controllo di accesso.

Richiede un processo di accodamento hardware nel router.
Può creare “Jumbo” frames, cioè frame la cui dimensione è più grande della dimensione massima “standard” del data link.



802.1 p/Q

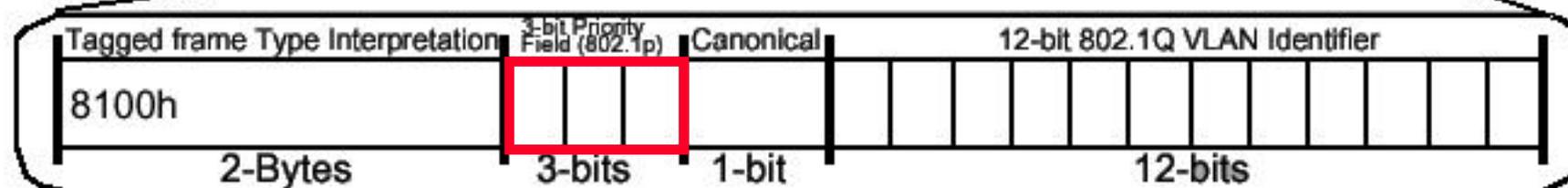
Ethernet Layer 2 Header, non-802.1p



Ethernet Layer 2 Header, 802.1p



Tag Control Info Field (4 bytes)



[Intel ©]

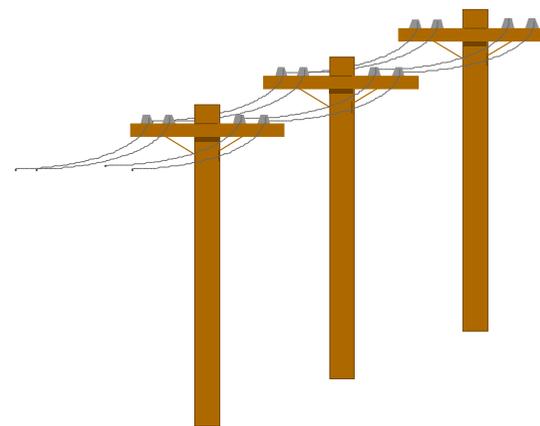


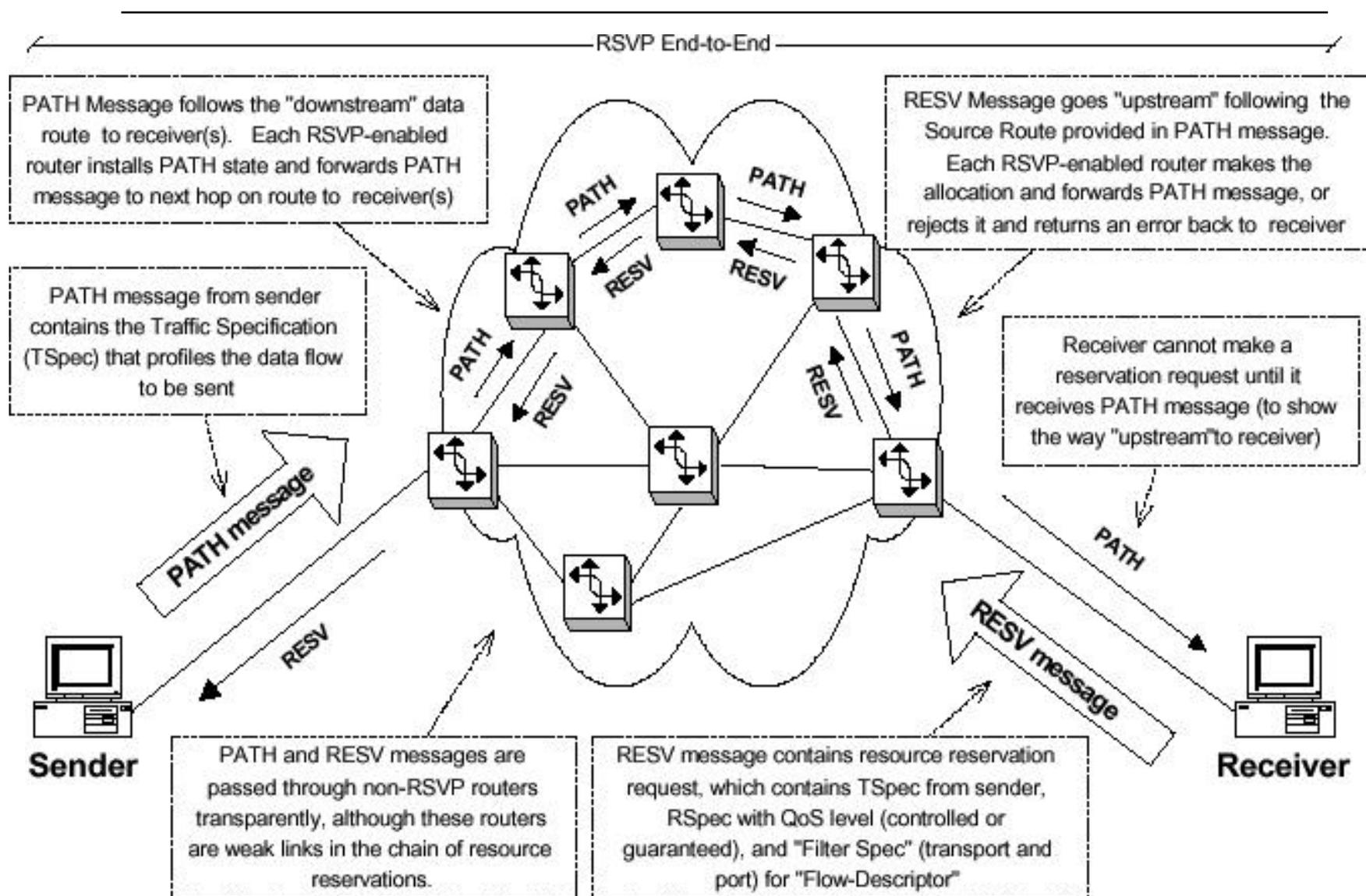
ReSource ReserVation Protocol

RSVP è un protocollo di segnalazione a livello 3 attraverso cui applicazioni (o sistemi operativi) possono richiedere alla rete garanzie di QoS end-to-end, per singolo flusso.

Il protocollo non è strettamente legato in realtà a Intserv o DiffServ e può essere usato per segnalazioni di servizi diversi dalla QoS.

Richiede capacità di mantenere stato e di segnalazione in ogni nodo coinvolto, nonché procedure robuste di autenticazione e di autorizzazione.





RSVP "PATH" and "RESV" messages are used to establish a resource reservation between a sender and receiver. There is an explicit tear-down of reservations also (not shown).



Integrated Services

Integrated Services [RFC 1633] è un modello di servizio per fornire garanzie precise a singoli flussi, attraverso un richieste di riservazione. Ad oggi due sono i servizi definiti nel modello:

- Guaranteed Service [RFC 2212] che fornisce dei limiti quantitativi sul ritardo (delay) ai flussi che si adeguano a precise specifiche di traffico.
- Controlled Load Service [RFC 2211] che fornisce valori di ritardo e perdita di pacchetto “equivalenti a quelli di una rete poco carica”.



Integrated Services (continua)

IntServ richiede la memorizzazione di informazioni di stato in ogni router partecipante e, se questa informazione non è mantenuta in ogni nodo lungo il cammino, non può assicurare garanzie di QoS.

Normalmente IntServ è usato insieme alla segnalazione con Resource ReSerVation Protocol (RSVP).

I tempi necessari all'elaborazione delle richieste di segnalazione e la necessità di memorizzare informazione per ogni flusso in ogni nodo partecipante portano a problemi di scalabilità, in particolare nel cuore di Internet. [RFC2208]

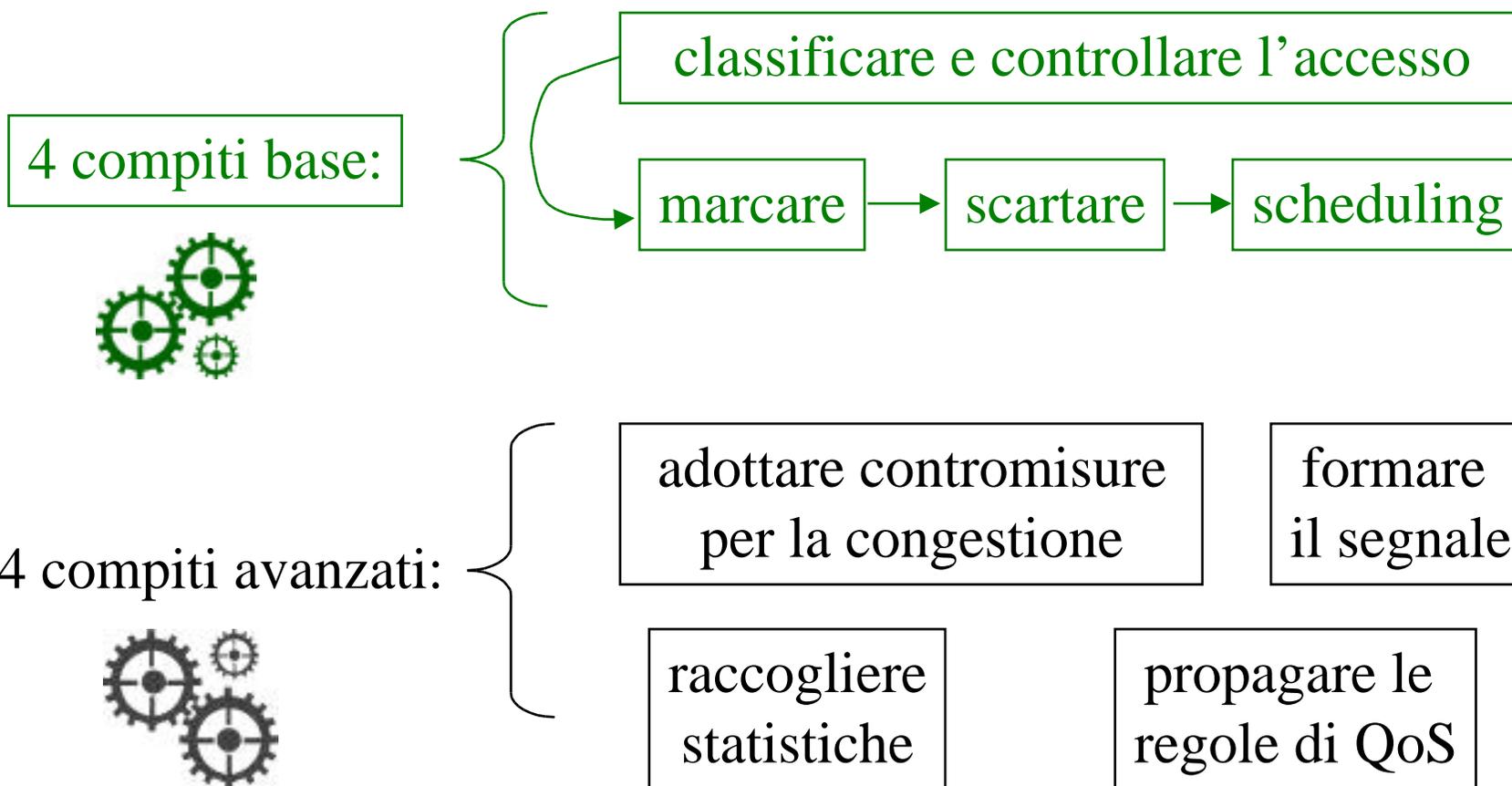


Agenda

- Introduzione alla Qualità di Servizio
- Definizione quantitativa della QoS
- Architetture di QoS
- **QoS : compiti e strumenti**
- Esempio 1 - CAR
- Esempio 2 - Premium IP su GÉANT
- La QoS nei sistemi operativi
- Per approfondire

QoS Compiti e Strumenti

Ogni nodo nel dominio di QoS può :



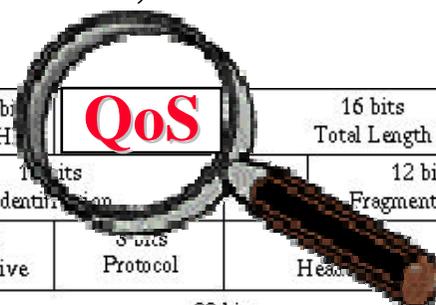


Controllo d'accesso e Classificazione

Il controllo d'accesso e la classificazione selezionano e smistano i pacchetti in una delle classi di QoS definite.

La decisione può essere basata su molti parametri, tra cui i più comuni sono:

- l'indirizzo IP sorgente e destinazione
- il protocollo, la porta
- il valore del marchio di QoS



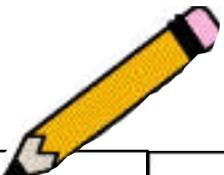
Version == 4	4 bits IHL	QoS	16 bits Total Length
	16 bits Identification		12 bits Fragment Offset
8 bits Time to Live	8 bits Protocol		Header Length
32 bits Source Address			
32 bits Destination Address			

Se non viene usato un protocollo di segnalazione, le regole sono configurate staticamente, sotto forma di liste di accesso per esempio (ACL), nei nodi della rete.



Marking (marcatura)

Il processo di marcatura scrive o sovrascrive l'informazione di QoS nel pacchetto, secondo la decisione presa nello stadio di classificazione.

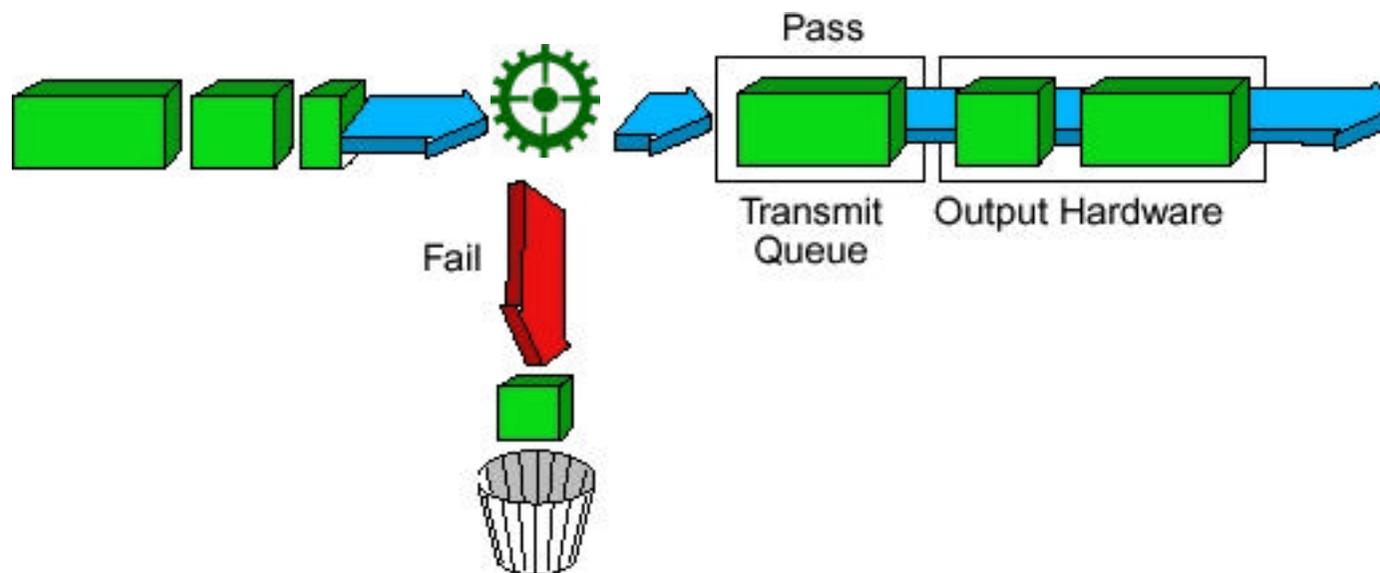


Version == 4	4 bits IHL	01001000	16 bits Total Length	
16 bits Identification			4 bits Flags	12 bits Fragment Offset
8 bits Time to Live	8 bits Protocol	16 bits Header Checksum		
32 bits Source Address				
32 bits Destination Address				

Policing (scarto)

Il processo di scarto confronta il traffico con il profilo concordato di QoS e scarta pacchetti (o li rimarca, reinstradandoli).

Una delle tecniche più note è il “Committed Access Rate (CAR)” che comprende anche lo scarto.





Scheduling

Scheduling corrisponde alla scelta di una tecnica per servire i pacchetti in funzione della loro classe di QoS.

Le tecniche più note sono:

- Priority Queueing : una classe ha priorità assoluta
- Round Robin : in vari tipologie. Viene assegnato un “peso” a ciascuna coda per avere un accodamento differenziato
- Class Queueing : riserva una percentuale fissa di capacità ad una classe. La capacità è condivisa se non usata
- Weighted Fair Queueing : divide la capacità in modo equo fra flussi con uso di pesi



Congestion avoidance

(Contromisure per la congestione)

Le tecniche di “congestion avoidance” sono usate quando il carico in una classe di QoS è tale da causare scarto di pacchetti. Lo scopo è anticipare ed evitare la congestione.

In aggiunta al tradizionale scarto dal fondo della coda (tail drop) una tecnica comune è (Weighted) Random Early Detection.

(W)RED controlla lo spazio libero dei buffer e opera opportuni scarti solo su alcuni prima che il buffer sia riempito.

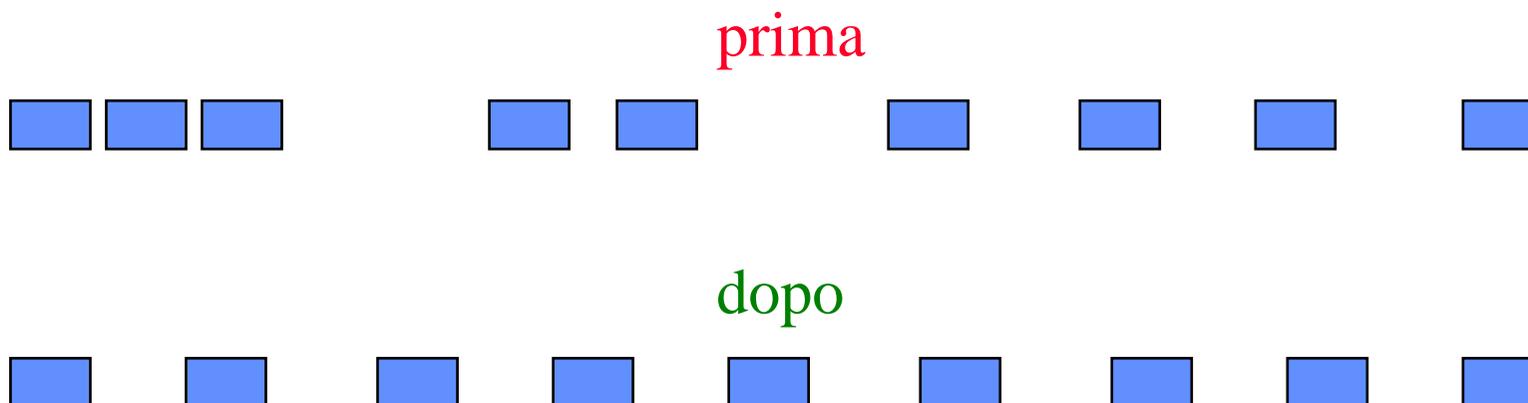
RED è progettato per funzionare con TCP (che rappresenta il 95% dei protocolli nell'attuale traffico in Internet).



Shaping (formatura)

Per “shaping” si intende qui una tecnica che garantisca che il flusso di pacchetti sia conforme ad una frequenza (rate) definita.

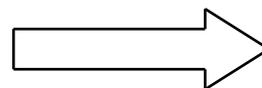
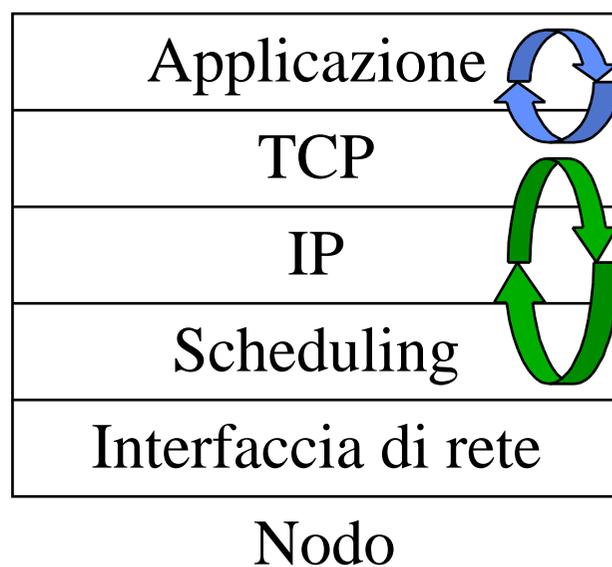
Lo scopo è l’evitare accumuli (burst) di pacchetti e quindi aiutare il flusso a mantenersi entro i limiti di capacità contrattuali, che possono essere differenti dalla capacità fisica della linea in uso.



Shaping (continua)

Fare “shaping” all’interno del nodo originante i pacchetti è il metodo suggerito, per gli esistenti controlli interni di flusso.

La formatura fatta dalla rete porta invece nella maggior parte dei casi a perdita di pacchetti.



Nessuna perdita di pacchetto/dati



Agenda

- Introduzione alla Qualità di Servizio
- Definizione quantitativa della QoS
- Architetture di QoS
- QoS : compiti e strumenti
- **Esempio 1 - CAR**
- Esempio 2 - Premium IP su GÉANT
- La QoS nei sistemi operativi
- Per approfondire



Esempio 1 - CAR

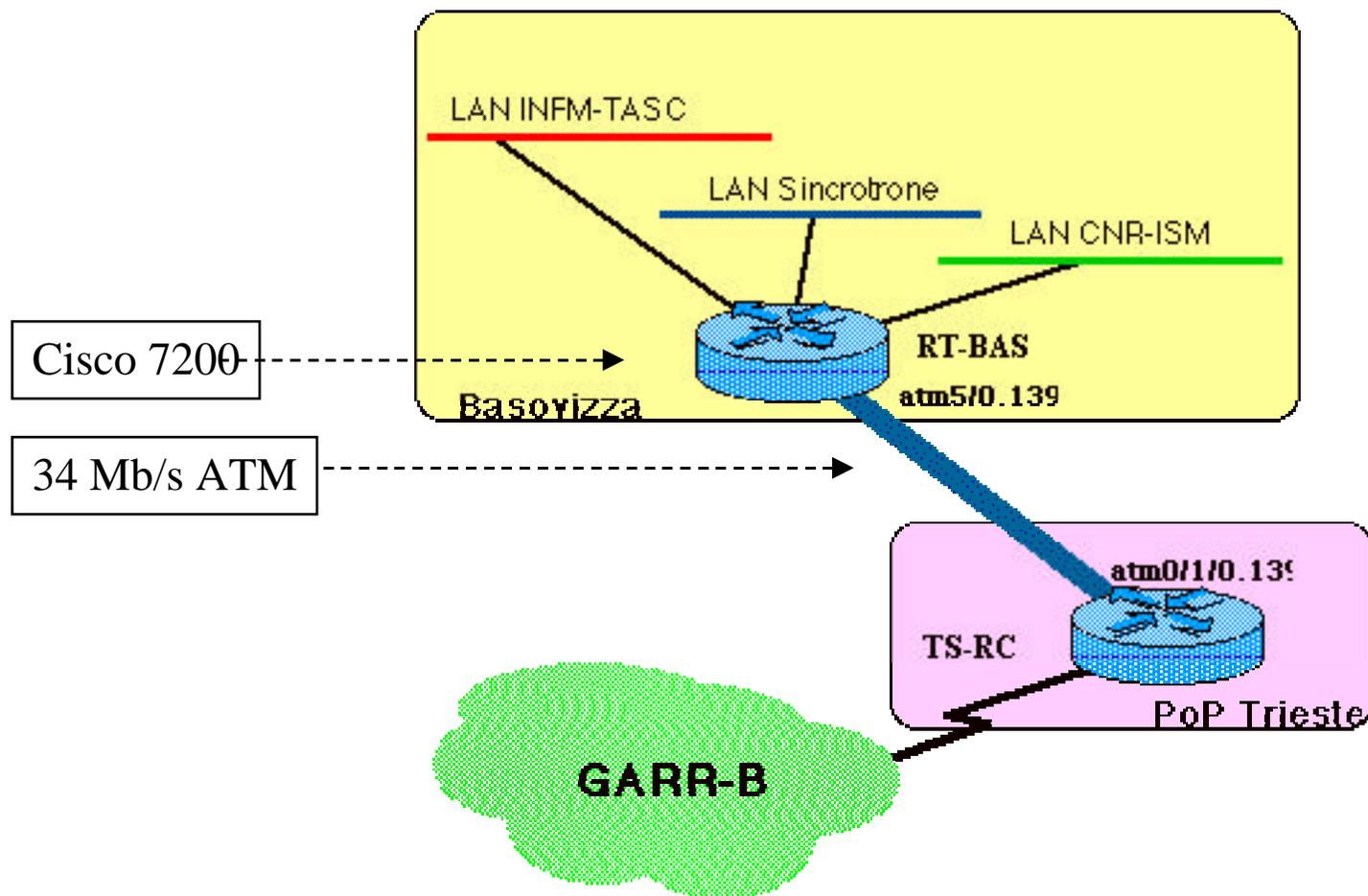
Problema: tre enti diversi condividono la stessa linea verso la dorsale. Configurare QoS sulla linea per garantire che ciascun utente abbia un minimo garantito di capacità e non ecceda la capacità contrattuale, sia per il traffico in uscita che per quello in ingresso.

Soluzione:

- usare CAR sulla dorsale e/o sul router utente
- classificare secondo gli indirizzi IP utente
- scartare il traffico in eccesso (permettendo un margine del 10% in più)
- usare lo stesso peso per ogni utente

marcatatura, formatura e gestione congestione non sono necessari

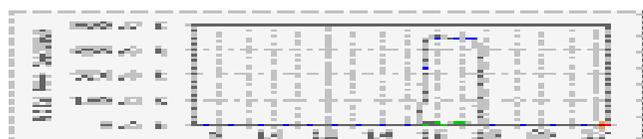
Esempio 1 - CAR (continua)



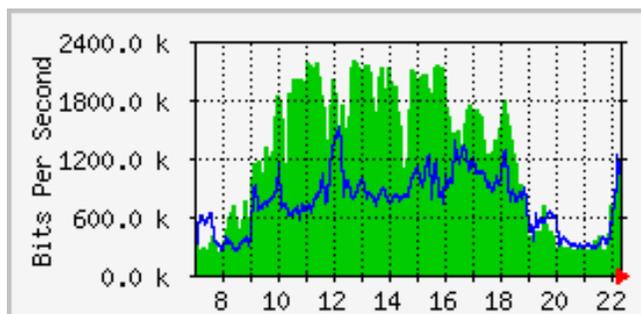


Esempio 1 - CAR (continua)

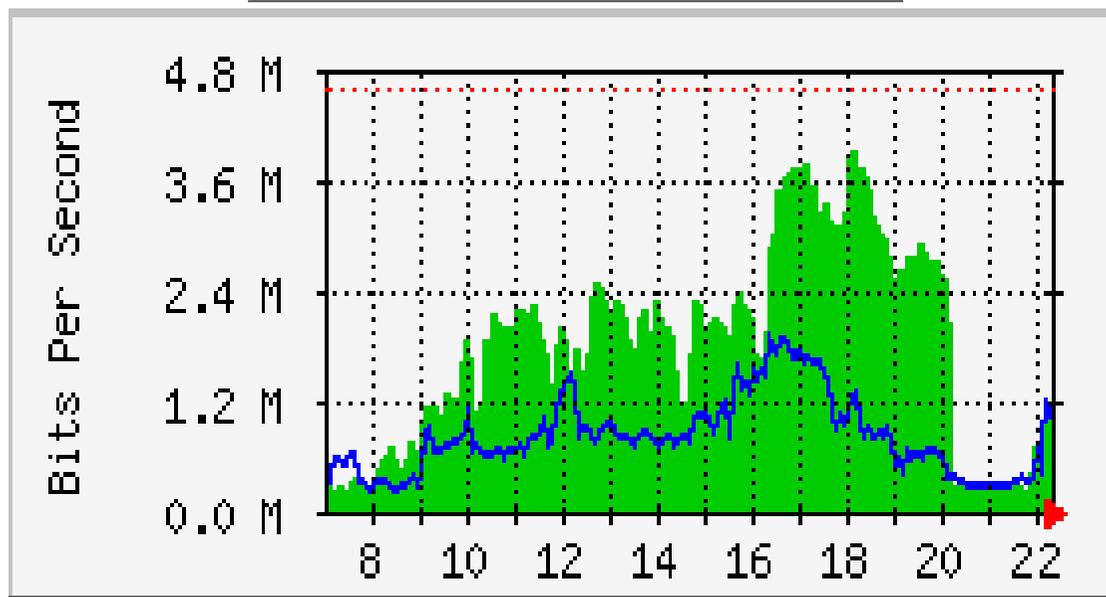
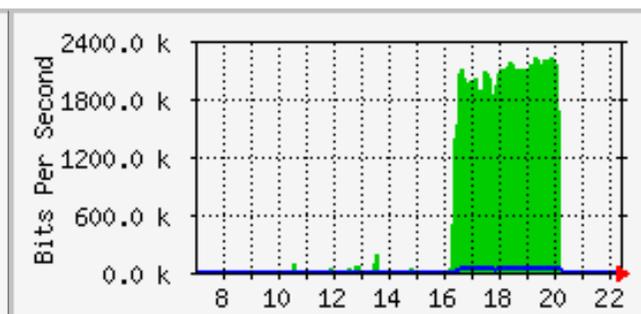
max 640 Kb - CNR



max 2400 Kb - Syncr.



max 2400 Kb - INFM

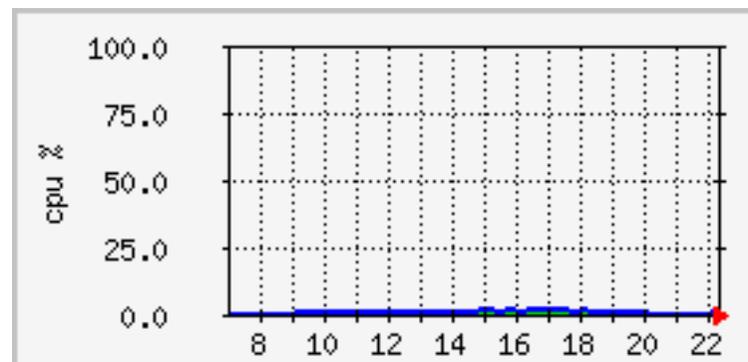


5000 Kb max - traffico TOTALE



Esempio 1 - CAR (continua)

L'utilizzo di CPU è qualche per cento



Funziona da circa un anno senza problemi.

Si veda <http://www.garr.it/docs/garr-car-01.shtml>



Agenda

- Introduzione alla Qualità di Servizio
- Definizione quantitativa della QoS
- Architetture di QoS
- QoS : compiti e strumenti
- Esempio 1 - CAR
- **Esempio 2 - Premium IP su GÉANT**
- La QoS nei sistemi operativi
- Per approfondire



Esempio 2

Traffico Premium IP attraverso l'Europa

Problema:

fornire QoS per gli utenti delle reti della ricerca europee nella forma di un servizio end-to-end equivalente ad una linea punto-punto.

Il servizio deve essere realizzato combinando servizi fra le proprie frontiere forniti dalle reti della ricerca e da



Il servizio deve essere semplice, modulare, scalabile, adattarsi velocemente a modifiche della rete, basato su IP e indipendente dalla tecnologia di trasporto.

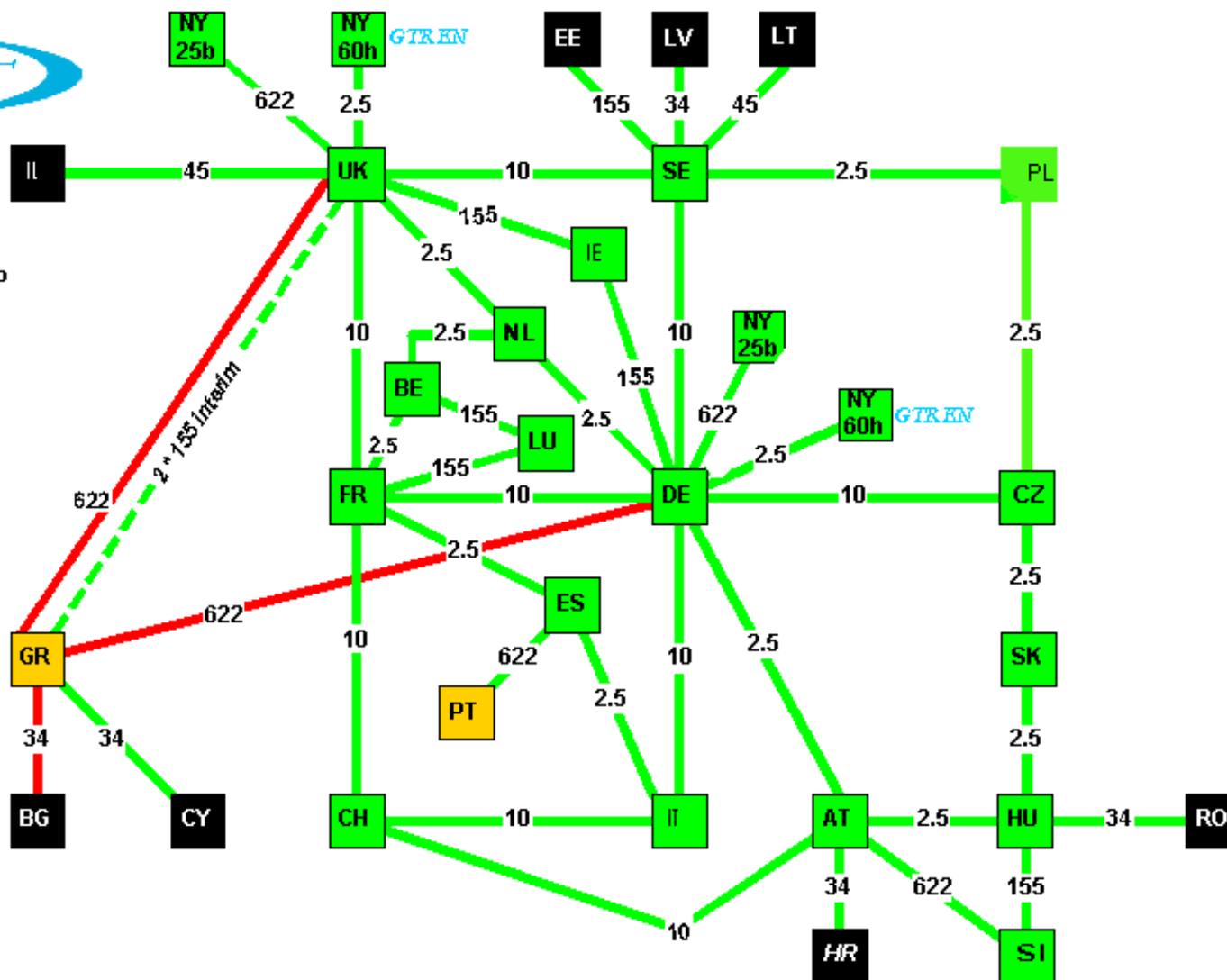
La realizzazione e gli accordi per i livelli di servizio (Service Level Agreements) devono essere adatti allo stato dell'arte dell'hardware ed alla topologia della rete.



GEANT Topology
6 February 2002
ops-01-065w05

- XX No GEANT POP
- XX POP Pending
- XX POP delivered

- pending
- delivered
- testing
- accepted



Risultati della sinergia di



- Un gruppo di lavoro su tematiche avanzate

di rete di



e



<http://www.dante.net/tf-ngn>



- Un progetto EU RN2 sulla qualità di servizio fra domini interconnessi.

<http://www.dante.net/sequin>



Quale architettura di QoS usare ?

- ✓ • Differentiated Services - RFC2475 -
- Integrated Services - RFC 1633 -
- ✓ • Overprovisioning



IP v4

Version == 4	4 bits IHL	8 bits Type of Service	16 bits Total Length	
16 bits Identification			4 bits Flags	12 bits Fragment Offset
8 bits Time to Live	8 bits Protocol		16 bits Header Checksum	
32 bits Source Address				
32 bits Destination Address				

Classic IPv4 Header Format

IP v6

Version == 6	8 bits Traffic Class	20 bits Flow Label		
16 bit Payload Length		8 bits Next Header	8 bits Hop Limit	
128 bits Source Address				
128 bits Destination Address				

IPv6 Header Format



Specifiche Premium IP

- ⇒ Differentiated Services e usare l'expedited forwarding per hop behavior (EF PHB)
- ⇒ definizione dell'interfaccia fra domini che si comporti come EF PHB
- ⇒ non bloccare mail completamente il traffico best effort, limitando la parte di capacità dedicata ad Premium IP a circa il 5% nella dorsale
- ⇒ configurazione iniziale: statica, nessuna segnalazione
- ⇒ usare l'architettura per le misure di QoS di IETF IPPM
- ⇒ il sistema di controllo dei parametri di QoS è di importanza chiave



Premium IP Specifiche

- ⇒ minimizzare il numero di azioni per nodo
- ⇒ approccio modulare che permetta tecniche diverse di realizzazione per ogni collegamento o dominio e che permetta ad ogni dominio di attivare il servizio quando pronto

e

non cercare di risolvere il problema più generale, ma piuttosto sviluppare un modello che possa essere realizzato in parallelo a GÉANT, usando gli strumenti disponibili oggi.



Semplificare le azioni per ogni nodo

In linea di principio, ciascun nodo può dover compiere un numero molto elevato di compiti:

- admission control e classificazione

- marking

- policing

- scheduling

- shaping

- controllo congestione

- propagazione regole QoS

- monitoring e accounting

Admission control

Usare l'informazione nell'



header: IP

- Indirizzi IP della sorgente *e* della destinazione (prefissi) il più vicino possibile alla sorgente.
- il valore DSCP (od equivalente valore dell'IP Precedence) lungo il cammino
- fare anche un ulteriore controllo, opzionale, ma suggerito, basato sul numero di Autonomous System sorgente e destinazione, nell'attraversamento delle frontiere (per sicurezza)
- alle regole possono essere aggiunti altri parametri, come l'ora



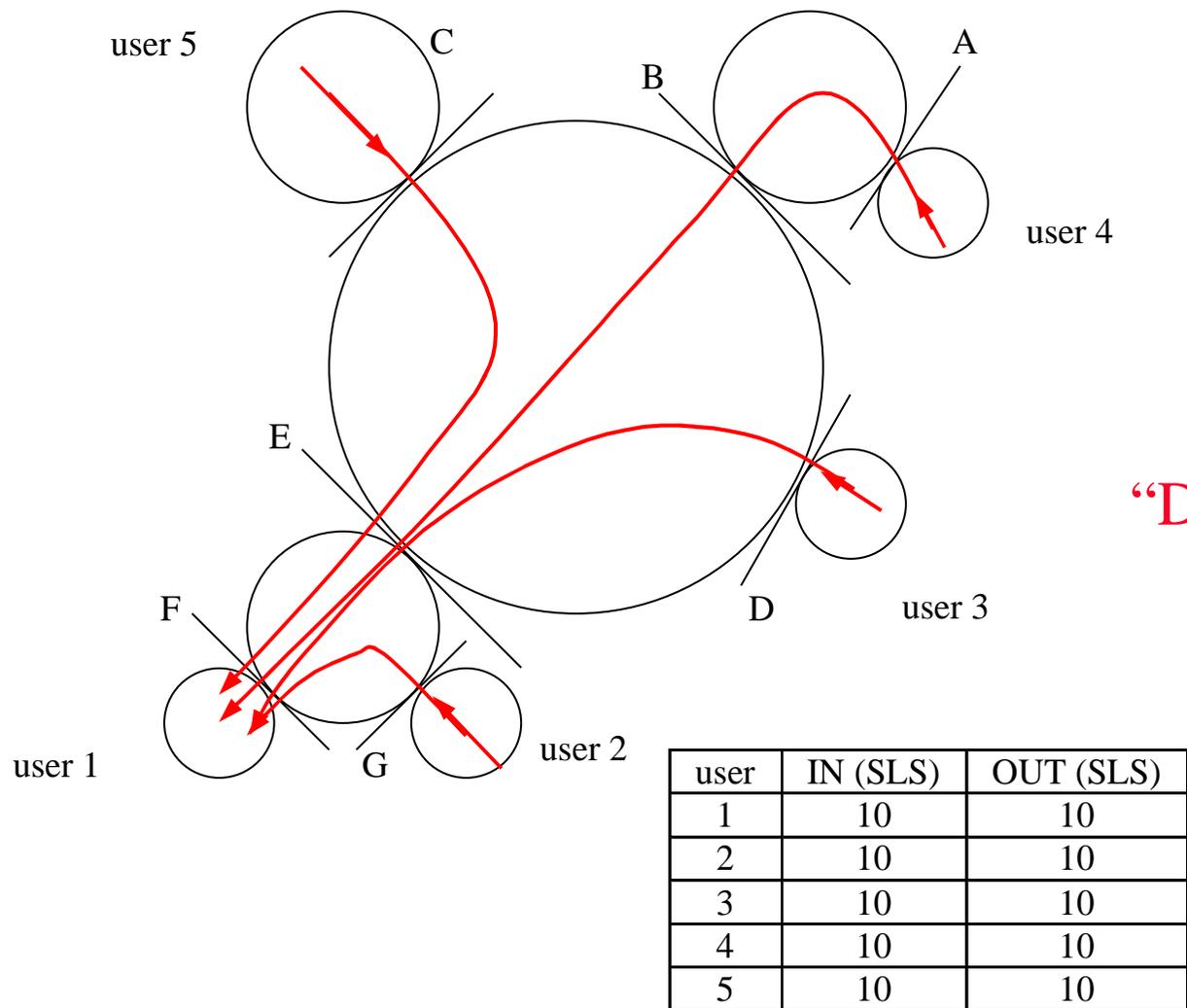
Admission control (continua)

Le conseguenze sono:

- possibile il calcolo della banda massima Premium IP richiesta in ogni nodo della rete nel caso di default routing (ed anche per i principali casi di backup)
- basso numero di controlli nei router vicino ai siti utente
- controllo semplificato nella dorsale ((gli indirizzi IP non sono propagati)
- scelta del servizio “destination aware” (destinazione nota)



Admission control (continua)



Servizio di tipo
“Destinazione Nota”
rispetto a
“Destinazione Sconosciuta”



Esaminando i compiti per ogni nodo

- admission control e classificazione **sempre**
- marking
- policing
- scheduling
- shaping
- controllo congestione
- propagazione regole QoS
- monitoring ed accounting



Marking

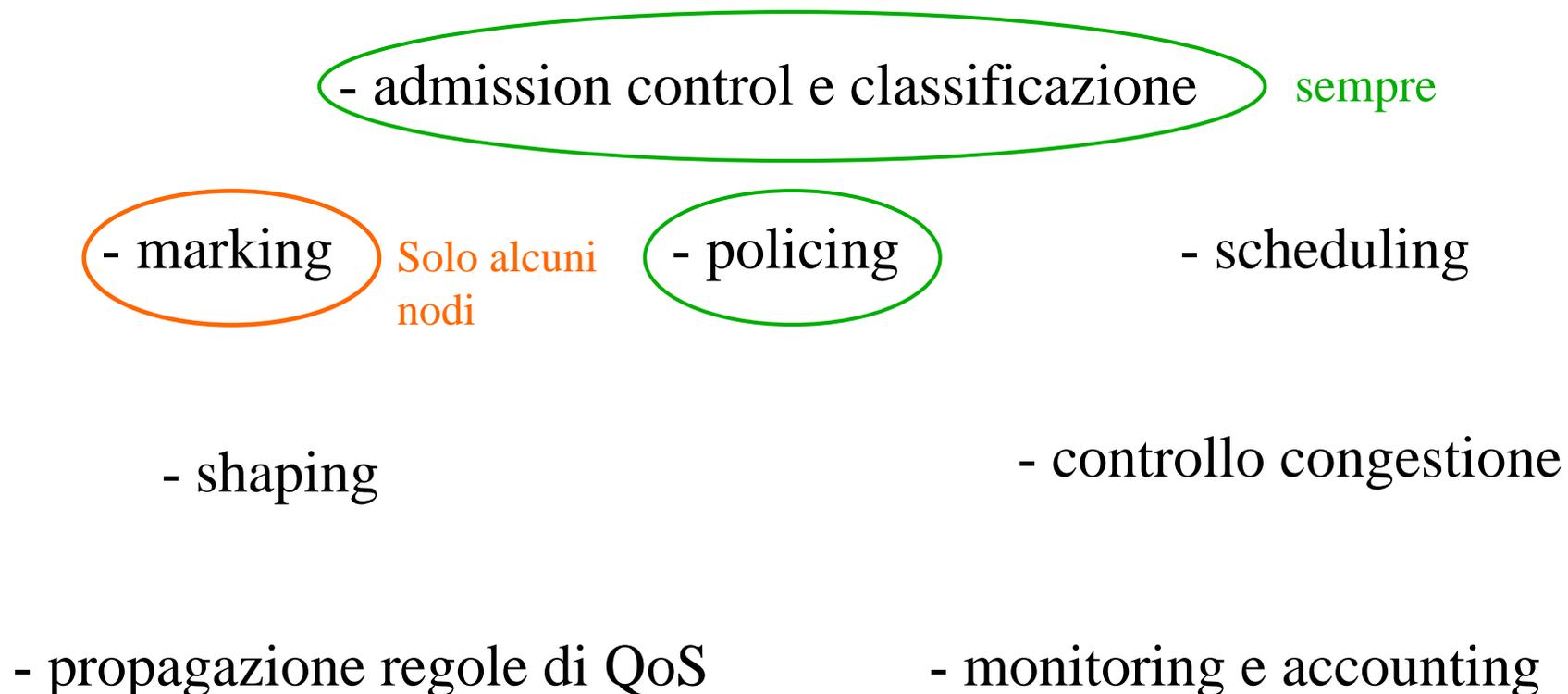


- Marcare ciascun pacchetto legale di tipo “EF” al primo punto di marcatura e controllo
- Usare lo stesso valore di DSCP (decimale 46) in tutti i domini
- un valore EF del DSCP accoppiato a prefissi IP invalidi, implica la rimarcatura al valore di best effort
- pacchetti con altri valori di DSCP sono lasciati inalterati.

Il processo di marking è obbligatorio nel primo punto di controllo e marcatura.



Esaminando i compiti per ogni nodo

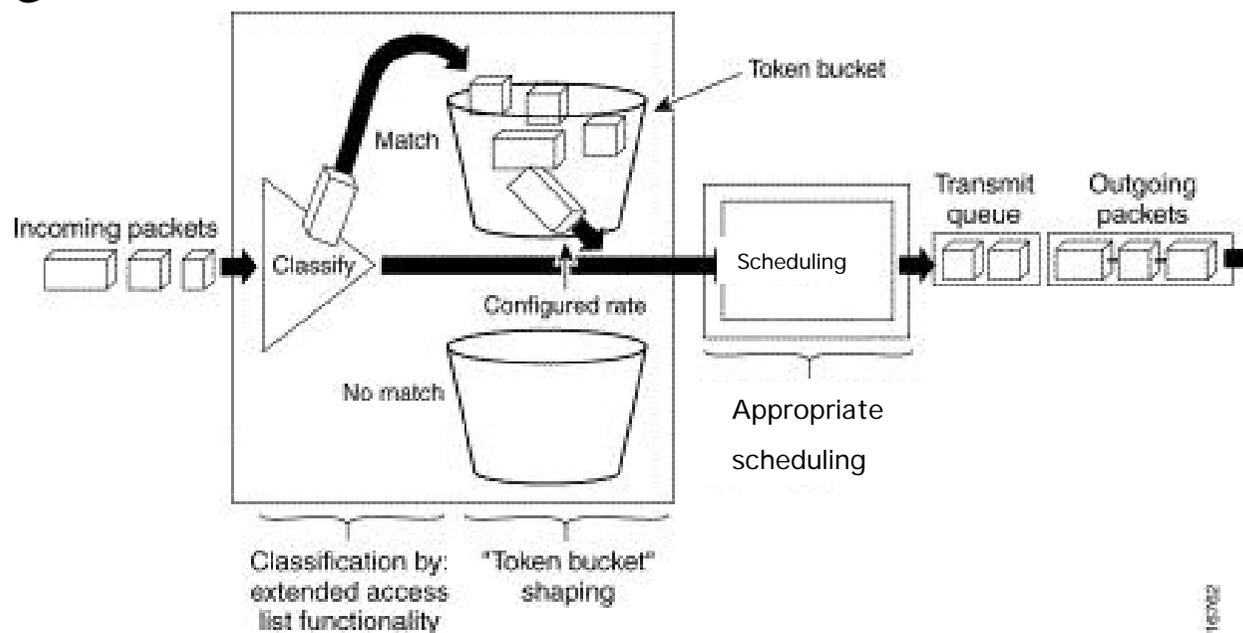


Policing

Un controllo del rate per singolo flusso deve essere fatto il più vicino possibile alla sorgente, in accordo con la capacità Premium IP accordata (attraverso il SLA).

Questo compito è obbligatorio.

Il Policing sarà fatto utilizzando un “token bucket”.



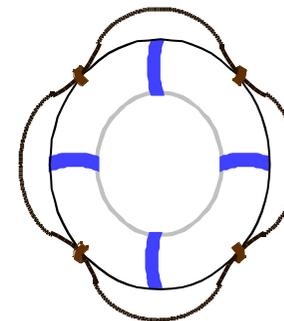


Policing

La profondità del token bucket sarà almeno di due MTU vicino alla sorgente ed aumenterà a 5 o più lungo il cammino, nel caso un policing aggiuntivo fosse necessario.

Si prevede di compiere infatti un'ulteriore istanza di policing all'ingresso di GÉANT. Verrà effettuato sull'aggregato dei flussi Premium proveniente dalla rete della ricerca, con un valore configurato nei filtri pari a 1.2 volte il valore aggregato contrattuale.

“Nessun pacchetto deve perdersi” è il motto.





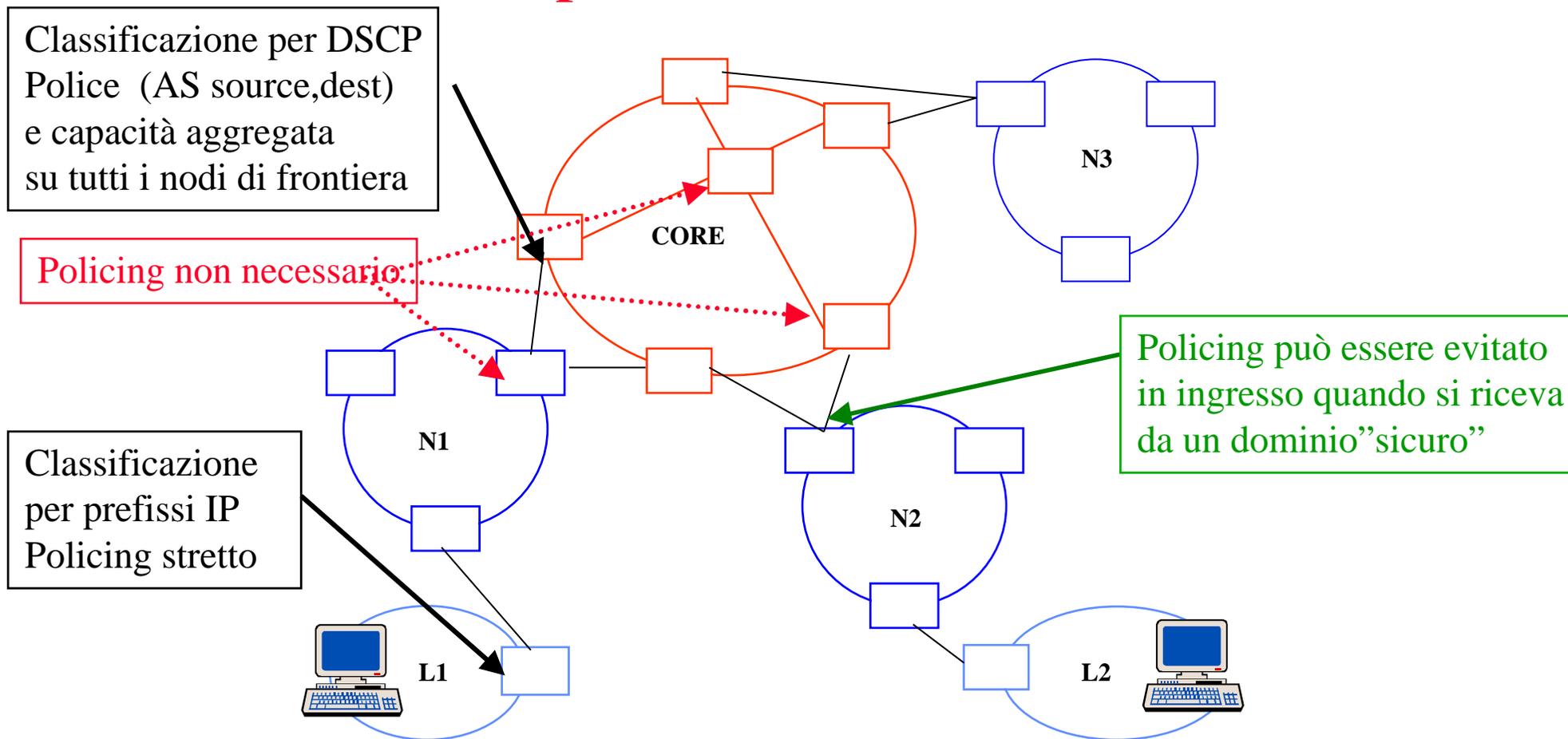
Policing (continua)

Lo stadio aggiuntivo di policing all' ingresso di GÉANT serve allo scopo di proteggere il traffico Premium IP traffic da errori di configurazione o attacchi DoS che vengano da una sola sorgente.

Crea dei “tubi” per i flussi aggregati Premium da ciascun dominio nazionale ad ogni altro (quando necessario).
Il fallimento per congestione in un “tubo” non influenza i flussi negli altri.



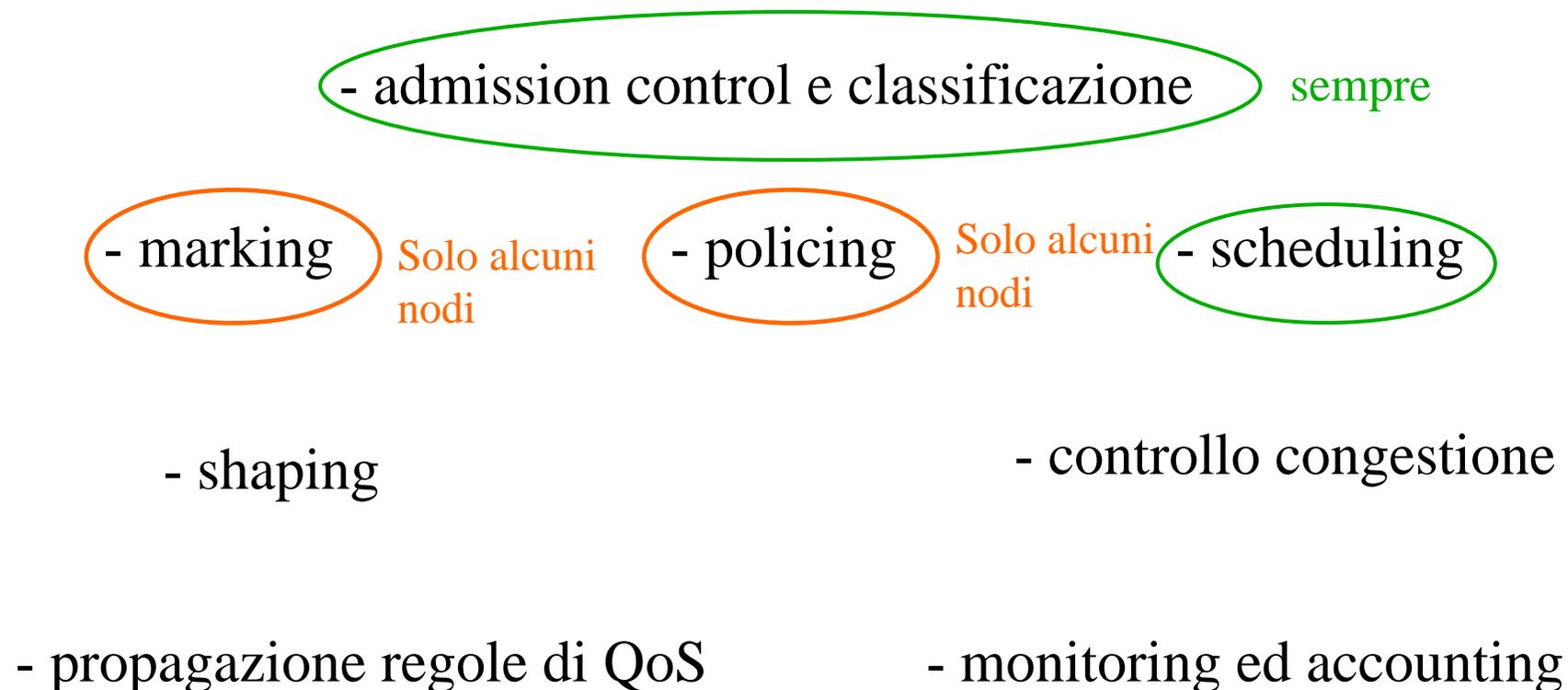
Esempio di rete multidominio



- L1, L2 : dominio utente (per esempio una LAN)
- N1, N2, N3 : domini intermedi di trasporto (per esempio dorsali della ricerca)
- CORE : dominio di interconnessione (per esempio GÉANT)
- : router/switch



Esaminando i compiti per ogni nodo

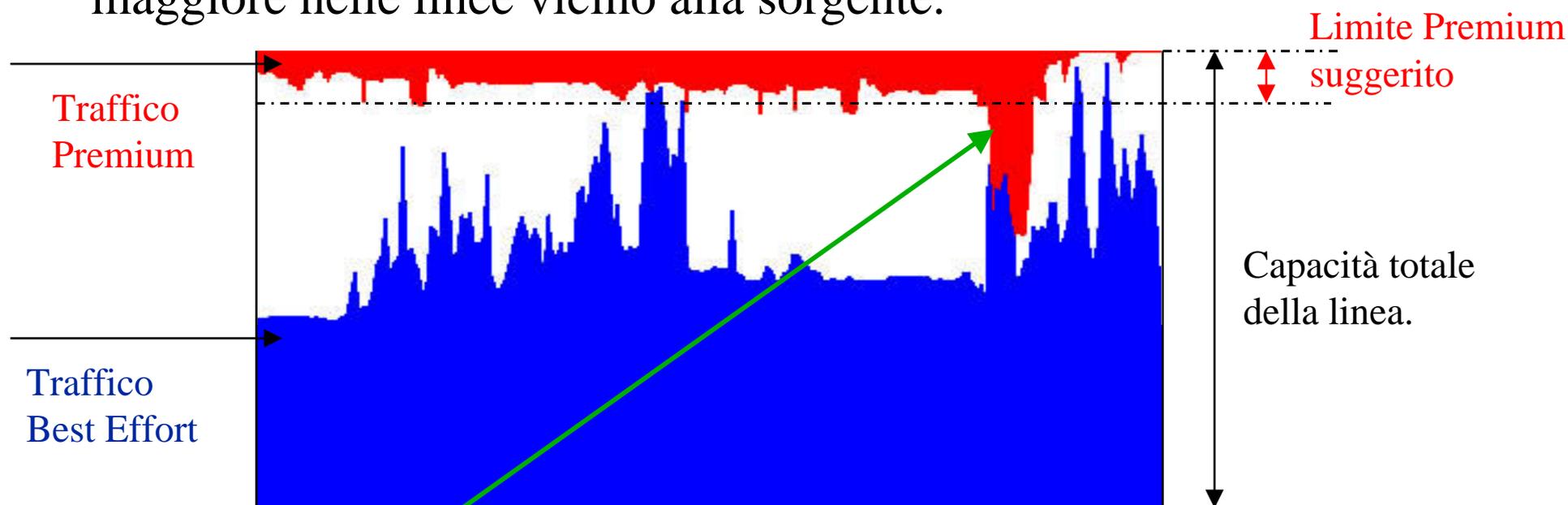


Scheduling

Assegnare nel meccanismo di accodamento la massima priorità al servizio Premium IP.

Il servizio Premium IP è assegnato così da occupare in ogni nodo della dorsale al massimo il 5% della capacità di linea.

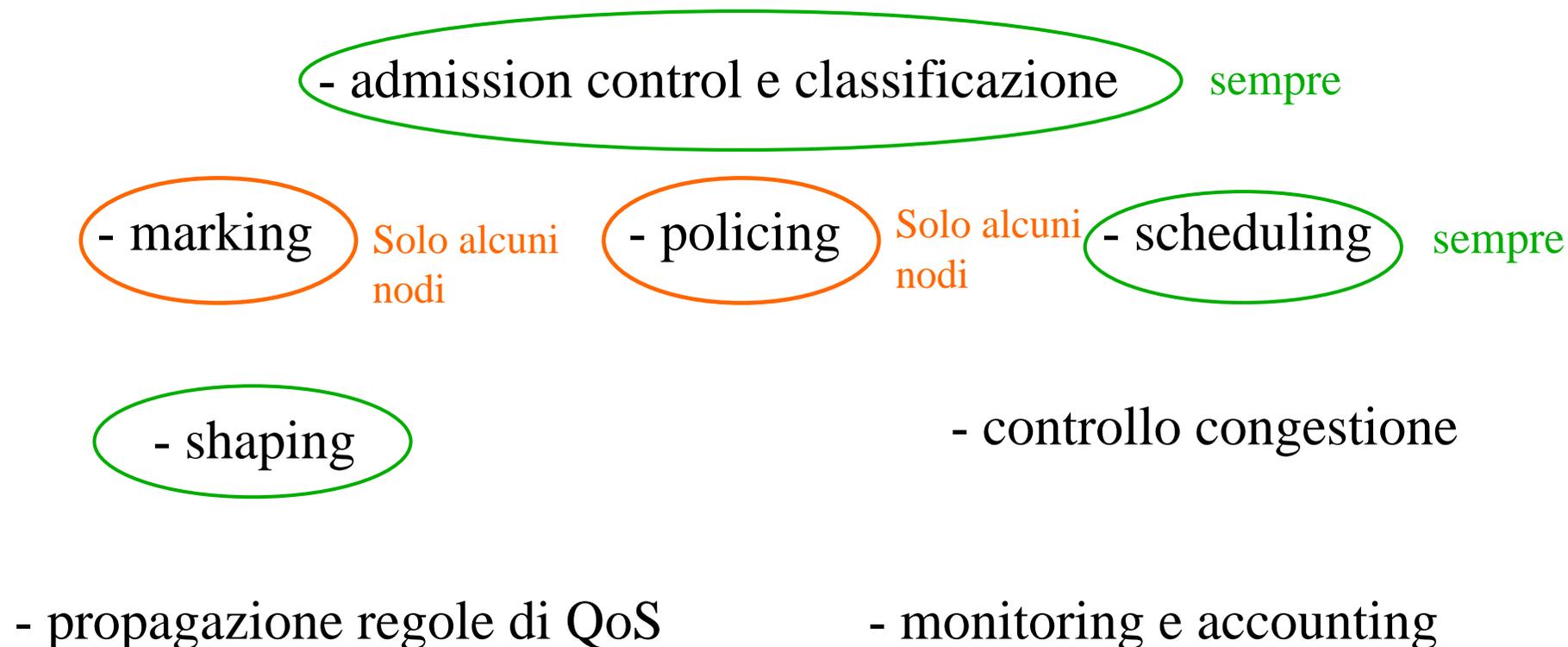
La capacità Premium assegnata può essere una percentuale maggiore nelle linee vicino alla sorgente.



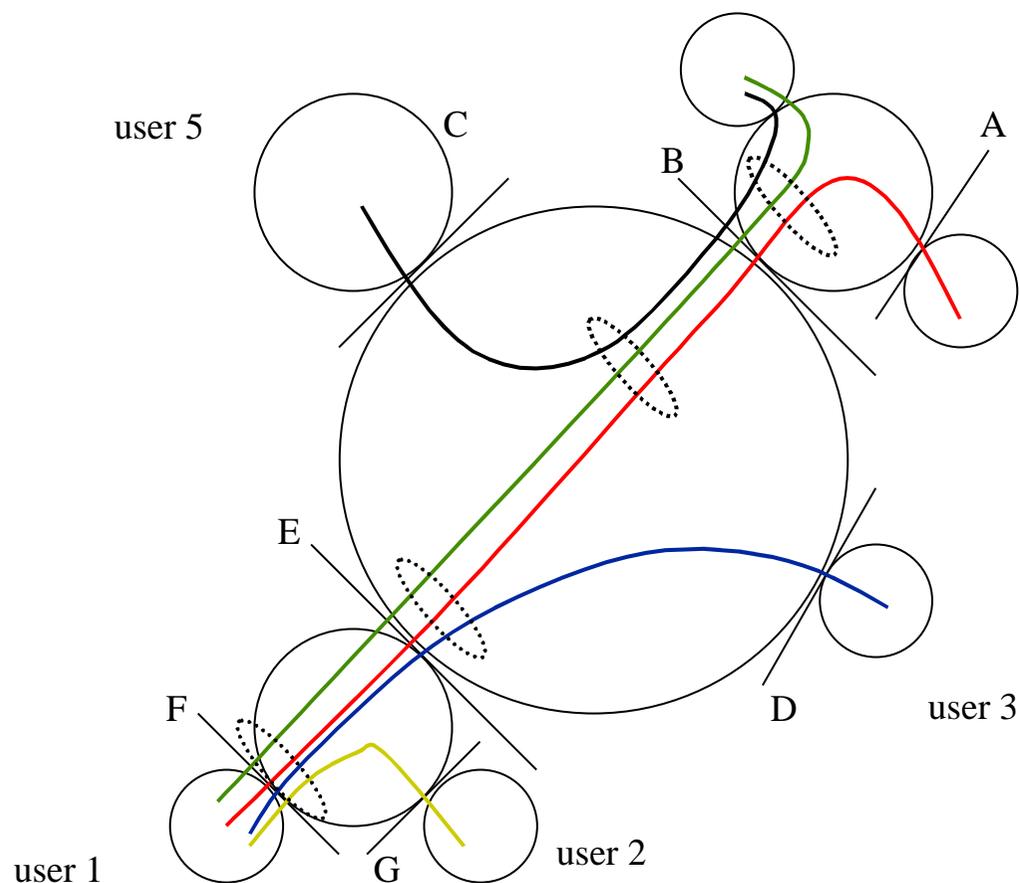
Non dovrebbe mai accadere, ma funziona...



Esaminando i compiti per ogni nodo



Shaping - il problema



Svariati punti di aggregazione e separazione dei flussi e cambiamenti nella velocità delle linee possono aumentare la “burstiness” e distorcere la forma originaria del flusso.



Shaping

Per un flusso, il conformarsi ai valori dei parametri contrattuali è la chiave per un risultato del servizio.

Shaping è inteso qui nel senso di operare affinché il “rate” di spedizione rimanga conforme ad un valore specifico.

La velocità delle linee della dorsale ed il meccanismo di accodamento a priorità massima, assicura che la rete introduca variazioni trascurabili nella forma dei flussi, anche nei punti di aggregazione. Infatti a 2.5 Gb/s il tempo di trasmissione di un pacchetto di 1500 byte è circa 5 microsecondi.

Queste considerazioni suggeriscono di iniziare il servizio senza effettuare formatura dei flussi, purché la sorgente produca fin dall’inizio un flusso di pacchetti secondo le specifiche.



Esaminando i compiti per ogni nodo

- admission control e classificazione **sempre**

- marking **Solo alcuni nodi**

- policing **Solo alcuni nodi**

- scheduling **sempre**

- shaping **NO**
Fatto dalla sorgente

- congestion control **non è necessario**

- Propagazione regole QoS

Solo alcuni nodi

- monitoring ed accounting

Solo alcuni nodi

Premium IP - Sommario

Classificazione (DSCP)
e scheduling a massima
priorità in tutti i nodi

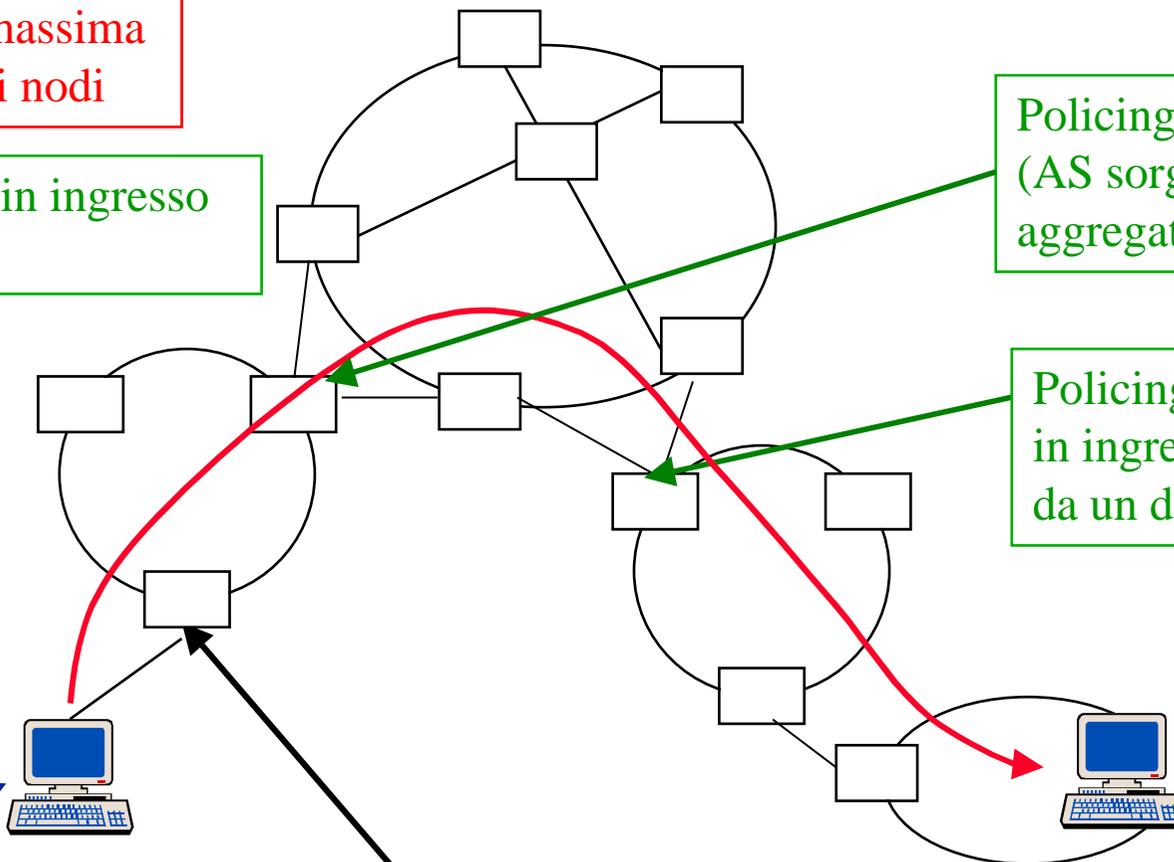
Niente policing in ingresso
Niente shaping

Policing in ingresso secondo
(AS sorg. e dest.) e capacità
aggregata su tutti i nodi di bordo

Policing può essere evitato
in ingresso quando si riceve
da un dominio "fidato"

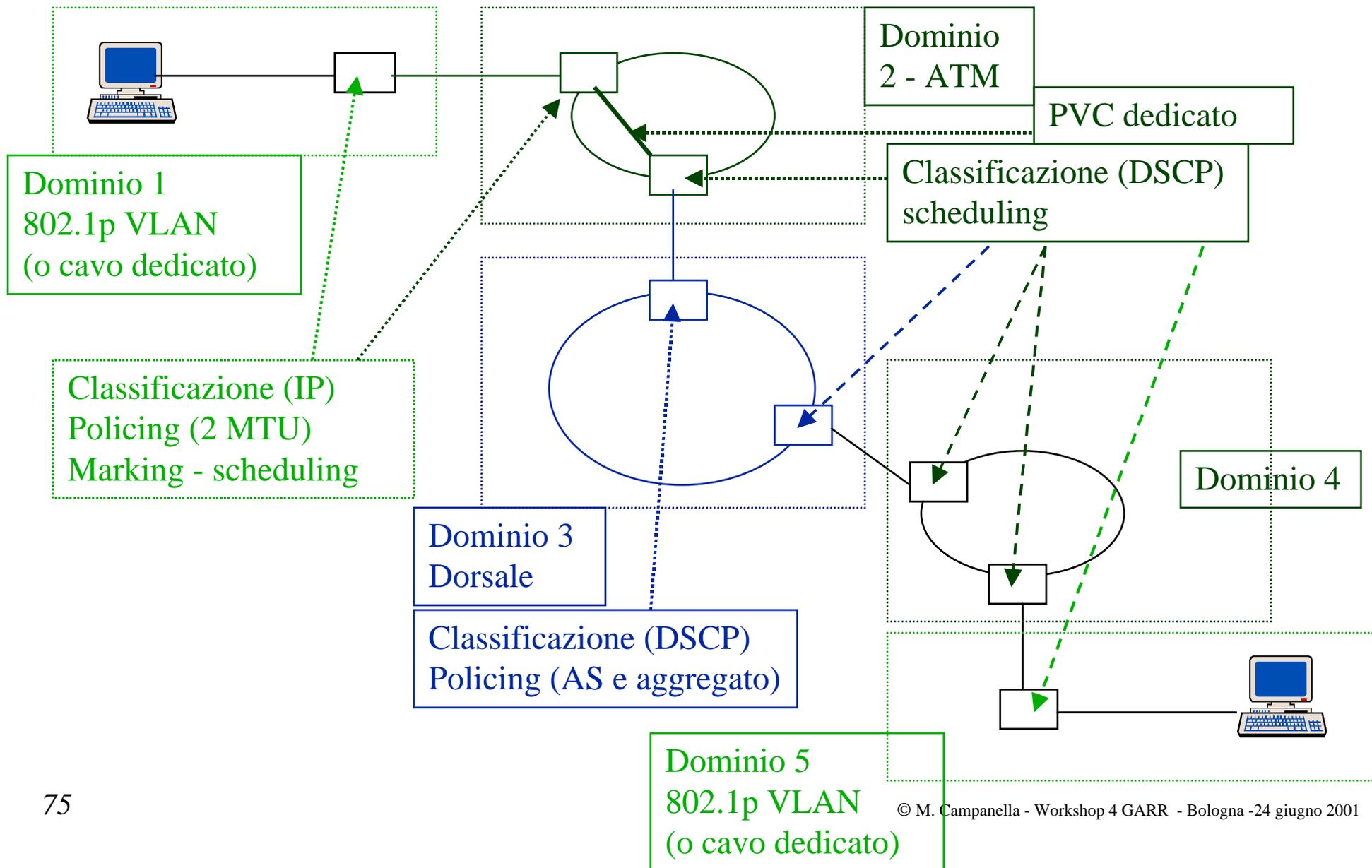
Shaping SOLO qui

Classificare (prefissi IP)
Policing con scarto eccesso
Marcatura





Esempio (una direzione)





SLA/SLS

Realizzazione base

Inizialmente la negoziazione per il SLS sarà fatta manualmente (nessun bandwidth broker).

Il calcolo analitico della metrica QoS in una rete IP è estremamente complesso e le specifiche per il SLA richiedono prove dettagliate sull'infrastruttura usata.

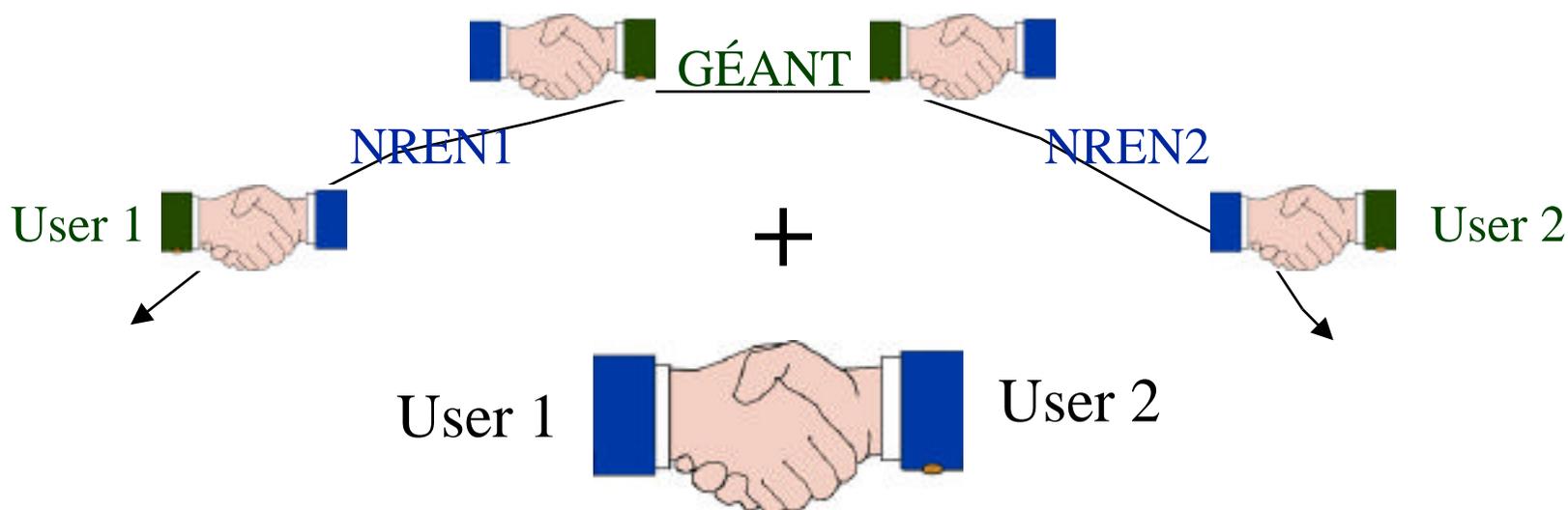
Normalmente si possono specificare solo intervalli dei parametri di QoS e garanzie per percentuali di tempo.

Ci sono sempre DUE SLA, uno per ogni direzione. I valori contrattuali possono essere differenti (per esempio valori di capacità asimmetrici)

Concetti fondamentali (continua)

Il servizio deve essere definito sia come un accordo end-to-end che come una modifica di una catena di accordi preesistenti tra tutti i domini coinvolti.

Il SLA/SLS è in realtà una catena di SLA/SLS tra domini confinanti ed uno finale end-to end che chiude il cerchio.



Concetti fondamentali (continua)

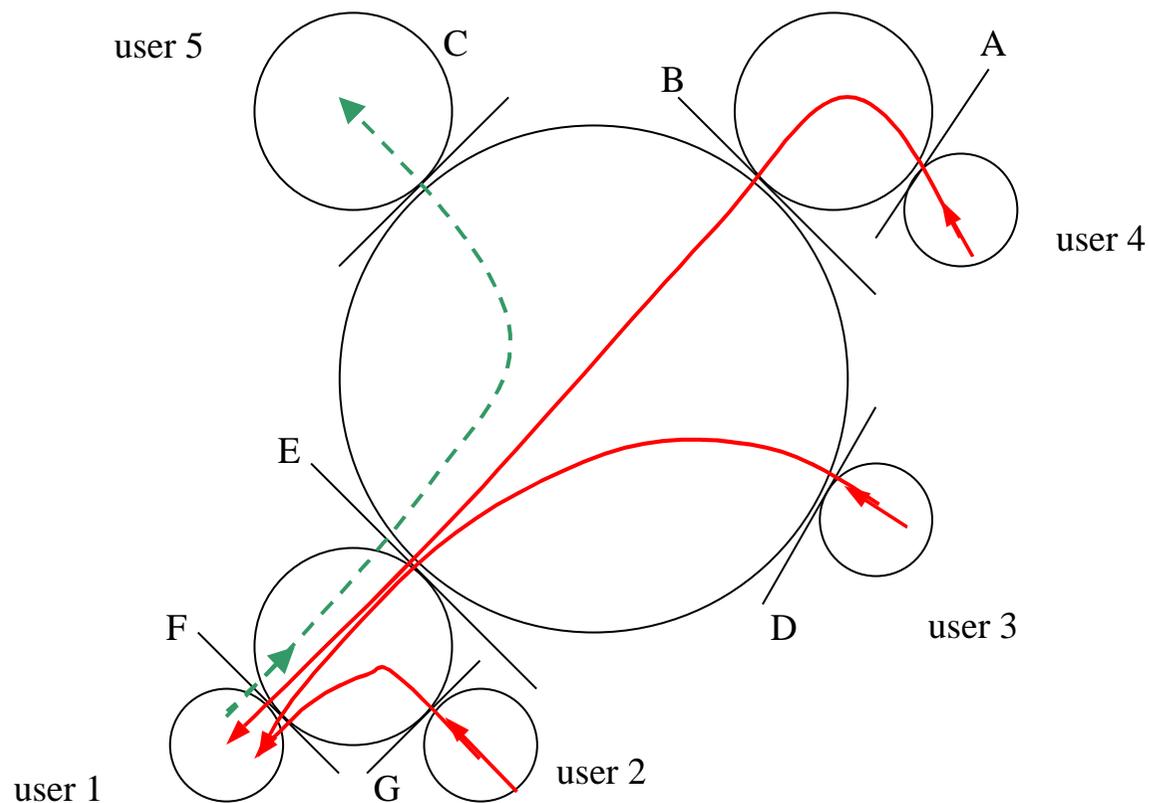
L'utente deve comprendere l'
in termini di parametri di
almeno i valori minimi e
massimi di capacità.



Vi è la necessità di un database centrale per tenere conto
delle risorse impegnate.

Il debugging può essere assegnato ad una sola entità.

Accordi locali o globali



L'utente 1 vuole parlare solo con 5, ma 2, 3, 4 solo con 1. Se non ci sono accordi globali, l'utente 1 si trova a ricevere più traffico di quello atteso, anche se il bordo F è configurato correttamente.

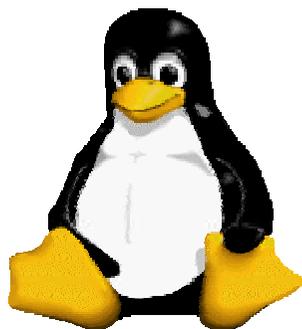
L'SLA deve essere end-to-end



Agenda

- Introduzione alla Qualità di Servizio
- Definizione quantitativa della QoS
- Architetture di QoS
- QoS : compiti e strumenti
- Esempio 1 - CAR
- Esempio 2 - Premium IP su GÉANT
- La QoS nei sistemi operativi
- Per approfondire

QoS Nei sistemi operativi



Linux

Dal kernel di Linux 2.4 Advanced Routing
HOWTO:

- Throttle bandwidth FOR certain computers
- Throttle bandwidth TO certain computers
- Help you to fairly share your bandwidth
- Multiplex several servers as one, for load balancing or availability
- Do routing based on user id, MAC address, source IP address, port, type of service, time of day or content



QoS nei sistemi operativi (continua)

Windows supporta QoS da W98:



Per Windows 2000:

<http://www.microsoft.com/hwdev/network/qos/>



Windows XP dovrebbe supportare QoS. Ma cessa il supporto per RSVP.

La QoS per l'utente, arduo...





Lecture

- Sequin <http://www.dante.net/sequin>
<http://www.switch.ch/lan/sequin>
- Premium IP <http://www.dante.net/tf-ngn/>
- Overprovisioning <http://www.nanog.org/mtg-0105/casner.html>
- Cisco http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122/122cgcr/fqos_c/qcfintro.htm
<http://www.cisco.com/warp/public/105/wantqos.html>



Grazie!

