



# Multi-Protocol Label Switching (MPLS)

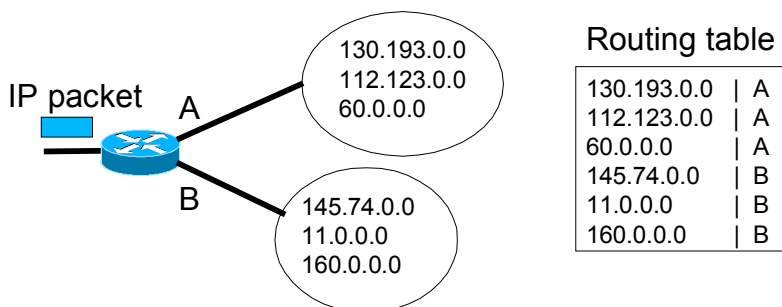
**Davide Quaglia**  
**a.a. 2006/2007**

## Sommario

- Introduzione
  - Forwarding equivalence classes
- Multi-Protocol Label Switching
  - principi
  - vantaggi
  - gestione delle etichette
- Utilizzi
  - Traffic engineering per Virtual Private Network (VPN)
  - Load Balancing in Server Farm
- Bibliografia

## Introduzione

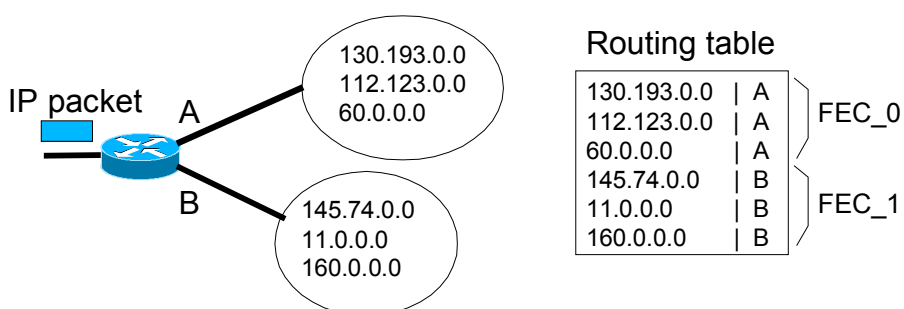
- Nel protocollo IP ogni router che riceve un pacchetto decide su quale interfaccia farlo uscire in base
  - indirizzo IP destinazione
  - tabella di routing (statica o compilata attraverso protocollo di routing)



3

## Forwarding Equivalence Classes (FEC)

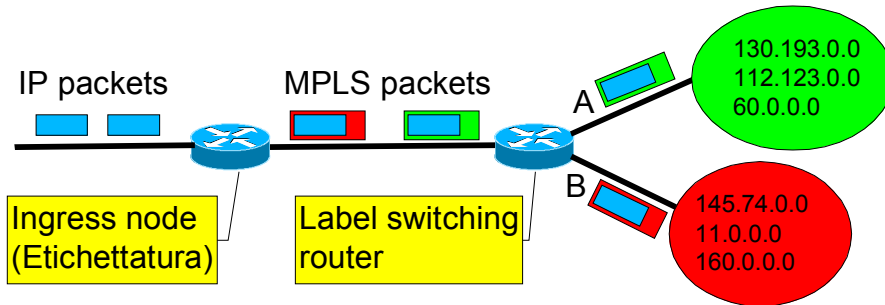
- Tutti i pacchetti IP che escono dalla stessa interfaccia appartengono alla stessa Forwarding Equivalence Class



4

## Multi-Protocol Label Switching

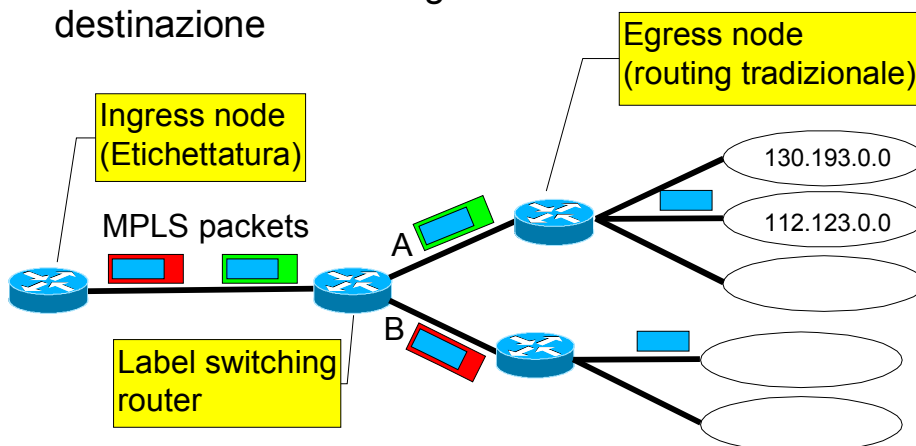
- Il router che funge da *Ingress node* appone la *label* in base ad una certa politica (ad es. IP destinazione)
- Il *label switching router* esegue una semplice commutazione in base all'etichetta (switch)



5

## Multi-Protocol Label Switching (2)

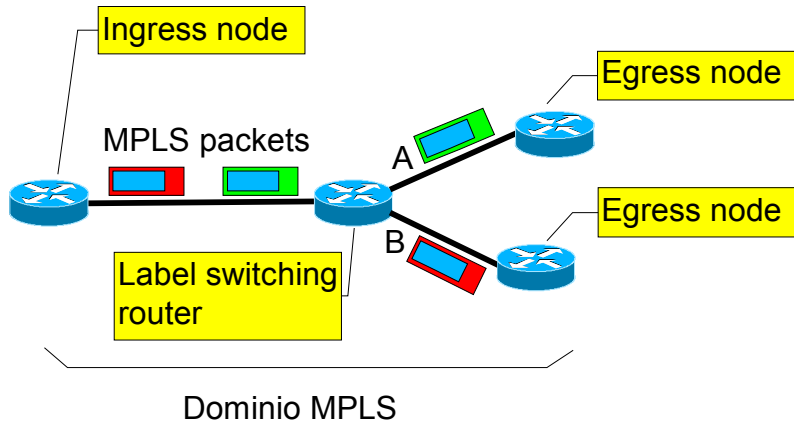
- Il router che funge da *Egress node* elimina la *label* ed effettua il forwarding tradizionale in base all'IP destinazione



6

## Dominio MPLS

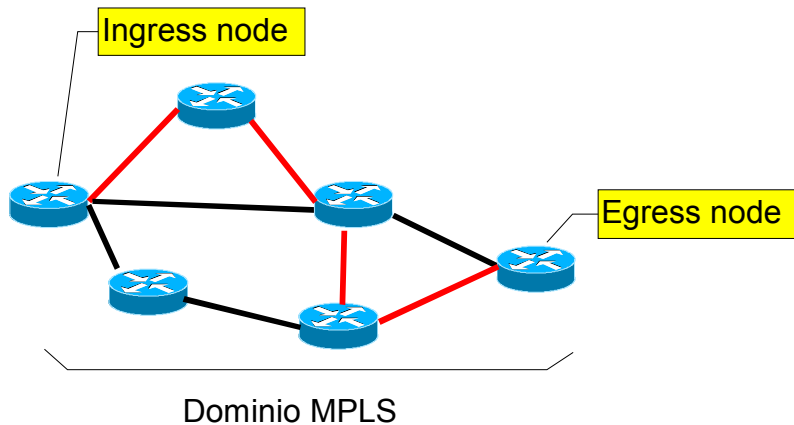
- Il router che funge da *Egress node* elimina la *label* ed effettua il forwarding tradizionale in base all'IP destinazione



7

## Dominio MPLS (2)

- Usando il label switching si puo' far fare ad un insieme di pacchetti (determinato all'ingresso) sempre una certa strada



8

## Vantaggi

- I label switching router operano in maniera veloce senza guardare dentro i pacchetti IP (come gli switch di livello 2)
- L'etichetta serve per
  - decidere l'interfaccia di uscita
  - decidere che priorit  assegnare al pacchetto (Qos)
- Si puo' forzare un certo insieme di pacchetti a seguire sempre un certo percorso senza ricorrere al source routing

9

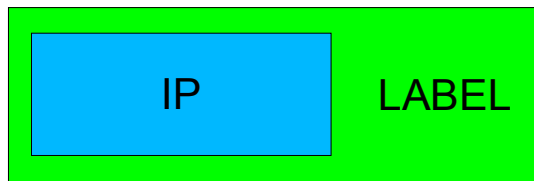
## Vantaggi (2)

- Gli Ingress node possono assegnare le etichette in base a politiche piu' sofisticate del semplice IP destinazione
  - interfaccia di arrivo del pacchetto
  - tipo di applicazione
  - QoS che si vuole assegnare al flusso
- Gli Ingress node possono diventare molto sofisticati e complicati ma i router interni rimangono sempre semplici switch

10

## Label

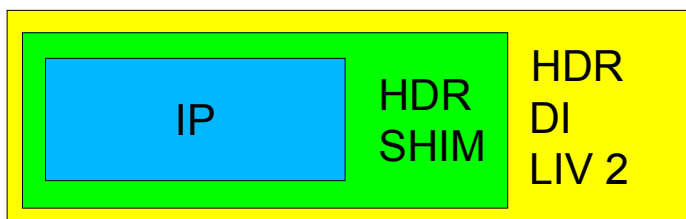
- L'etichetta e' una sequenza di bit
  - corta
  - di lunghezza fissa in tutto il dominio MPLS
- L'etichetta e' contenuta in un pacchetto che contiene il pacchetto IP come payload
  - si puo' considerare una specie di frame di livello 2



11

## Label (2)

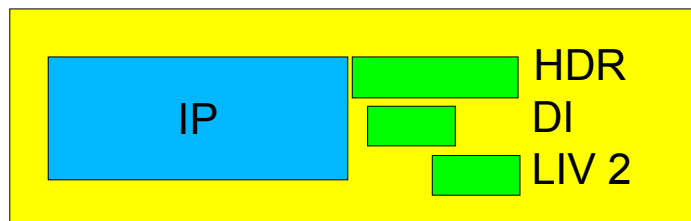
- In RFC 3032 e' stato definito un pacchetto "shim" che si interpone tra il livello 2 vero e il livello IP
- In realta' dentro il pacchetto shim puo' stare un qualsiasi tipo di pacchetto di livello 3
  - da qui il nome "Multi-Protocol"



12

## Label (3)

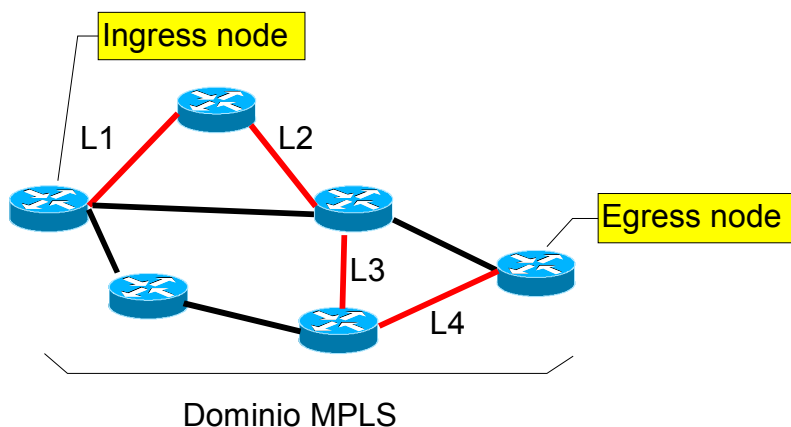
- E' prevista una modalita' senza il pacchetto shim
- La label viene ricavata da campi del frame di liv. 2
  - identificatori di path e circuito di ATM
  - identificatori di circuito di Frame Relay
- Utile per mappare direttamente circuiti virtuali ATM e Frame Relay in flussi MPLS



13

## Label Swapping

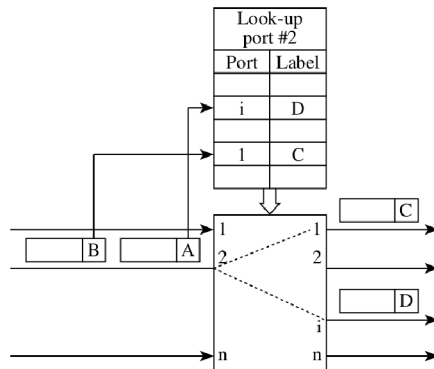
- Dato un certo flusso MPLS non e' necessario che il valore della sua etichetta sia costante su tutto il tragitto; basta che lo sia su ogni tratta.



14

## Label Swapping (2)

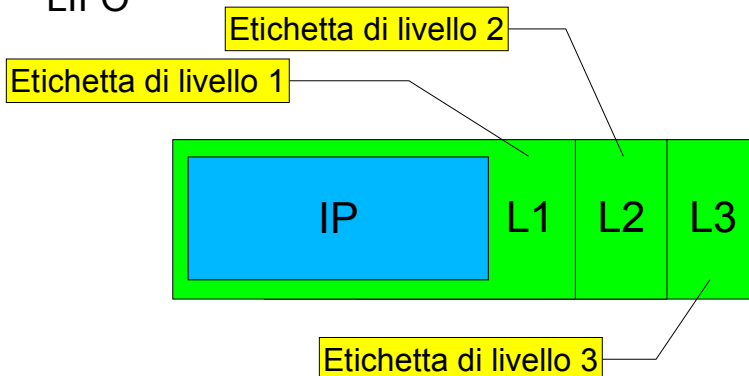
- L'etichetta puo' venire sostituita ad ogni nodo
- All'arrivo del pacchetto nel nodo il valore dell'etichetta e' usato per accedere ad una tabella che contiene l'interfaccia di uscita e la nuova etichetta



15

## Stack di etichette

- Si possono creare pile di etichette per definire flussi MPLS annidati
- Le etichette vengono aggiunte/rimosse in ordine LIFO

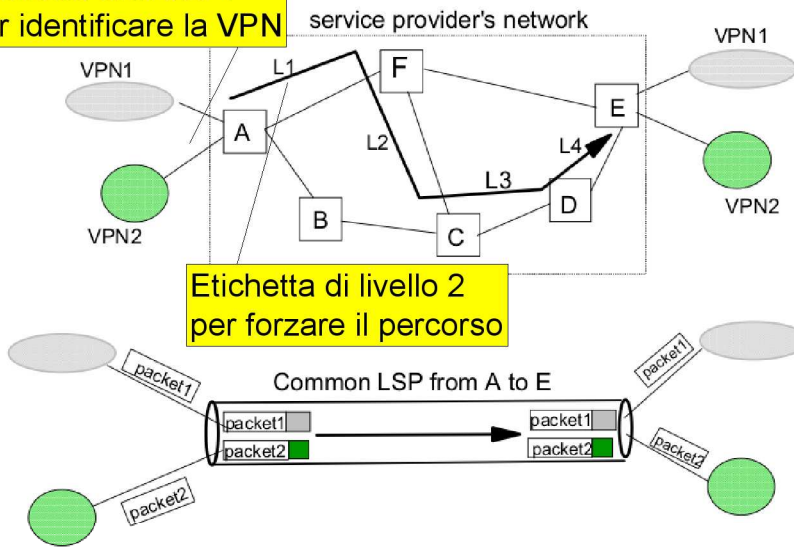


16



## Stack di etichette: esempio

Etichetta di livello 1  
per identificare la VPN



17

## Assegnazione delle etichette

- Statica
  - effettuata dall'amministratore del dominio MPLS
- Dinamica
  - i label switch router si scambiano le informazioni tramite un protocollo
- Label Distribution Protocol
  - Il nodo downstream comanda l'assegnazione dell'etichetta al nodo upstream



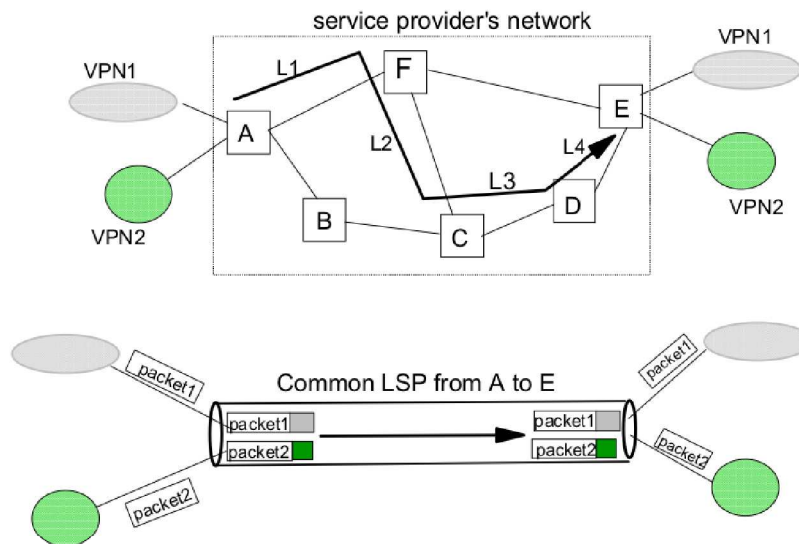
18

## Utilizzo di MPLS

- Creazione di percorsi fissi a QoS garantita
- Creazione di percorsi fissi per Virtual Private Network (VPN)
  - routing privato e routing pubblico non interferiscono
- Load balancing di server farm
- Trasmissione voce (Voice over MPLS - VoMPLS)

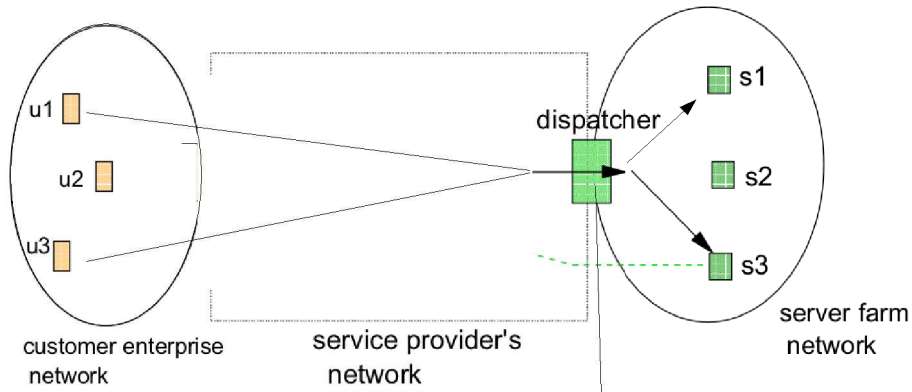
19

## Virtual Private Network



20

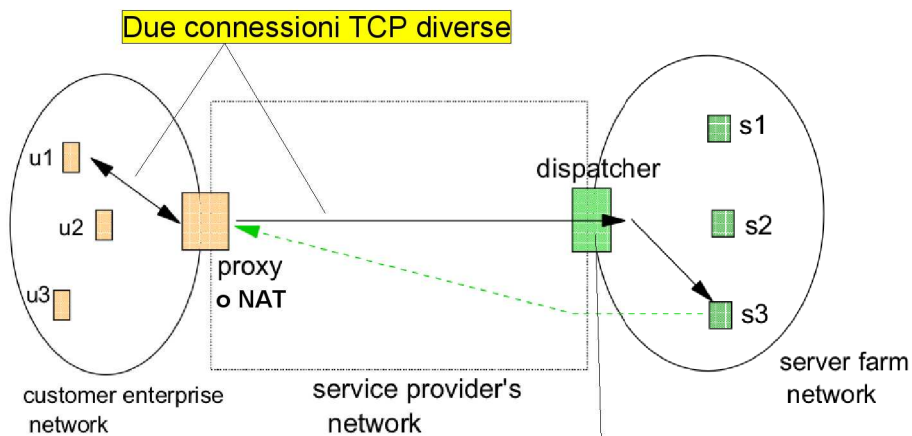
## Server Farm: scenario senza proxy



La scelta del server avviene in funzione dell'IP del client in modo che tutte le richieste dello stesso client vadano allo stesso server

21

## Server Farm: scenario con proxy

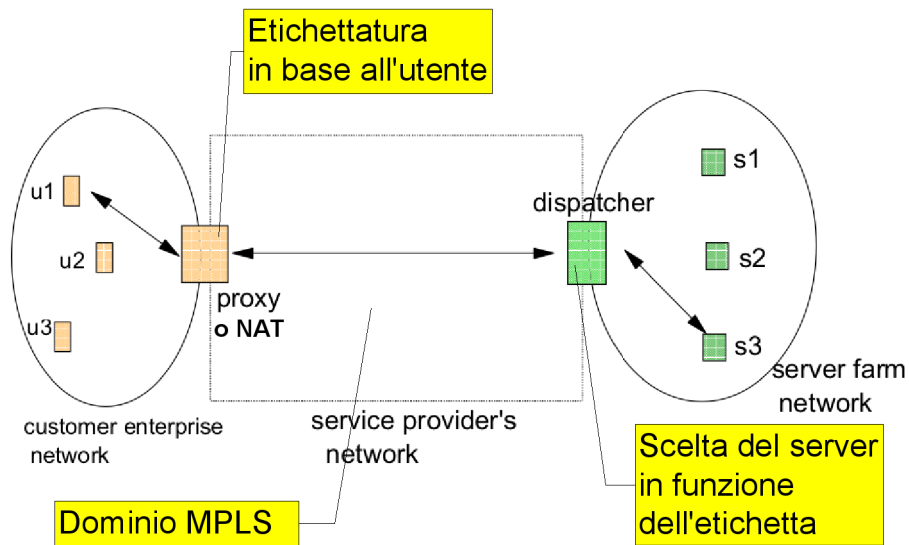


Due connessioni TCP diverse

Tutte le richieste arrivano dal proxy  
• o tutto va ad s3  
• o necessita' di guardare dentro il TCP

22

## Server Farm con MPLS



23

## Voice over MPLS

- Si utilizza una label per identificare ogni connessione voce
- Si risparmiano 20+8+12 byte di header IP/UDP/RTP
- Il traffico voce riceve priorità nei router MPLS

24

## Bibliografia

- R. Hunt, A review of quality of service mechanisms in IP-based networks - integrated and differentiated services, multi-layer switching, MPLS and traffic engineering, Elsevier CompComm Mag., 2002
  
- <http://www.ietf.org>
  - RFC 3031: Multiprotocol Label Switching Architecture, 2001
  - RFC 3032: MPLS Label Stack Encoding, 2001