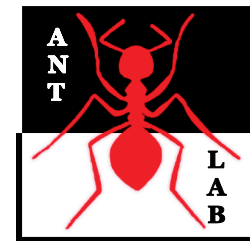




Politecnico di Milano

**A**dvanced **N**etwork **T**echnologies **L**aboratory



## Evoluzione del livello di rete

---

□ Multi Protocol Label Switching - MPLS

# MPLS

---

- *MultiProtocol Label Switching*
    - Pensato per unire i vantaggi di IP e ATM nelle Backbone Network
      - Routing IP
      - Switching ATM (label switching)
    - Suite TCP/IP con
      - possibilità di Traffic Engineering
      - flessibilità e leggerezza del label switching
    - Con miglioramenti che eliminano gli svantaggi di IP su ATM
    - Celle ATM:
      - diminuiscono l'efficienza (overhead)
      - apparati ATM dedicati e costosi
-

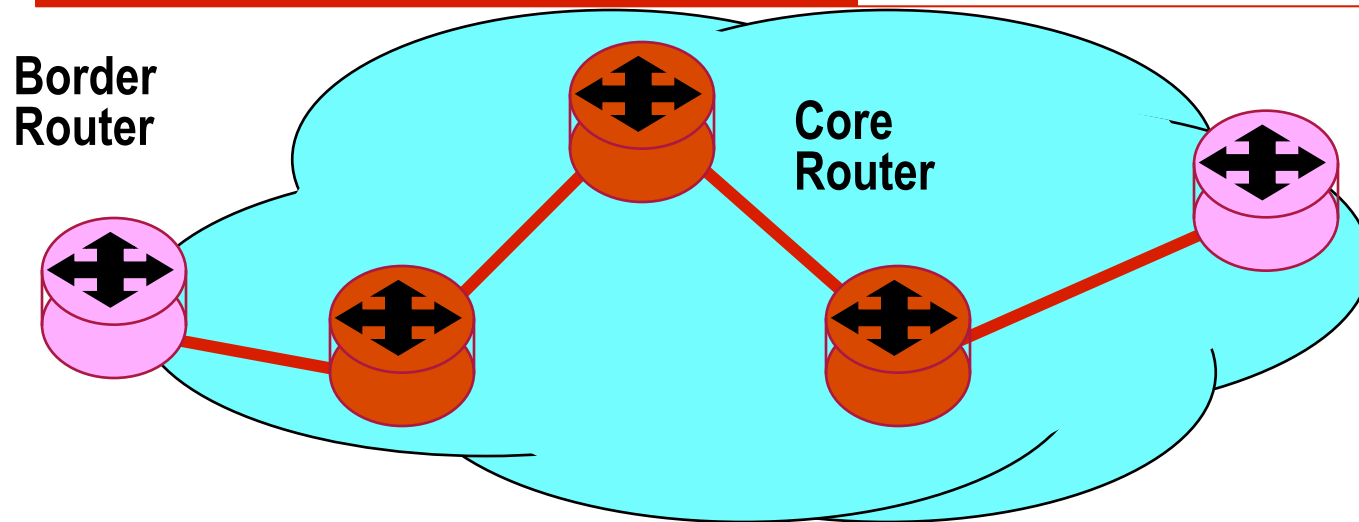
# MPLS

---

- Precursori (dal '96)
  - IP Switching (Ipsilon/Nokia)
  - Tag Switching (Cisco)
  - Aggregate Route-Based IP-Switic. (IBM)
  - IP Navigator (Cascade/Ascend/Lucent)
  - Cell Switching (Toshiba)

# Architettura Generale

---

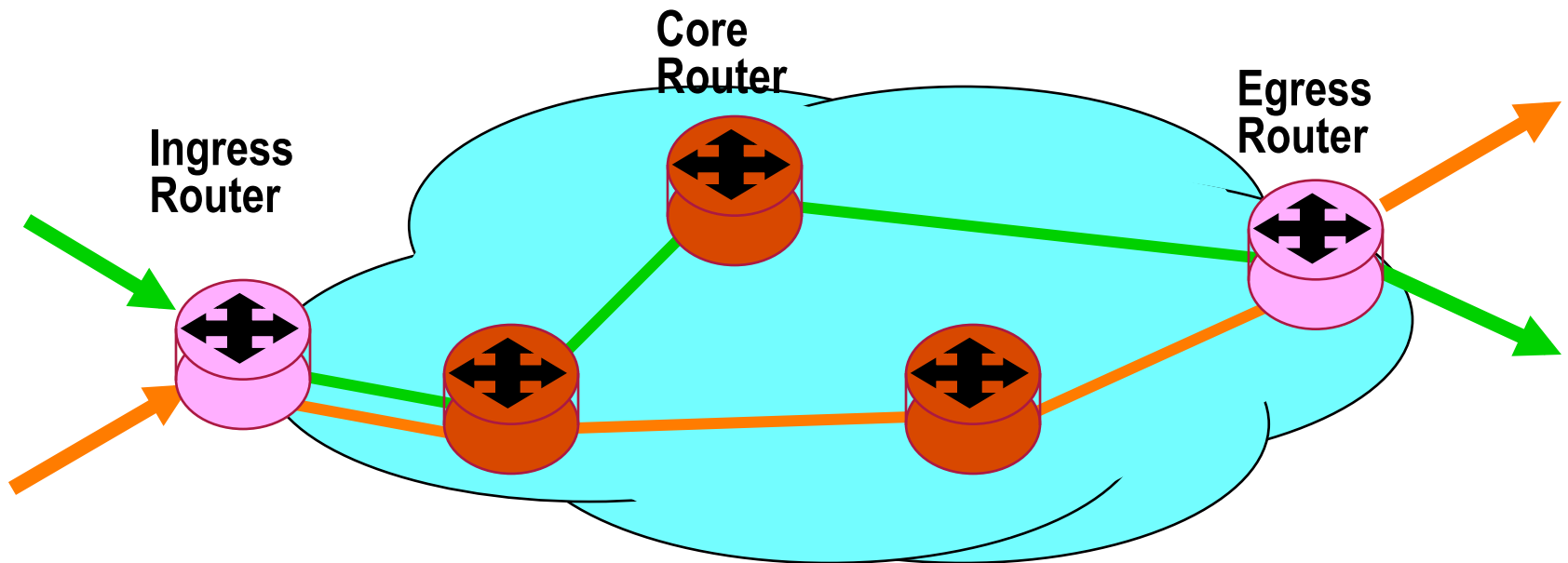


- Gestione dei flussi a circuito virtuale (*Forward Equivalence Class*)
  - Predeterminati dal gestore o su richiesta esplicita degli utenti
  - Meccanismo di "set up"
  - Prenotazione di risorse

# Architettura generale

---

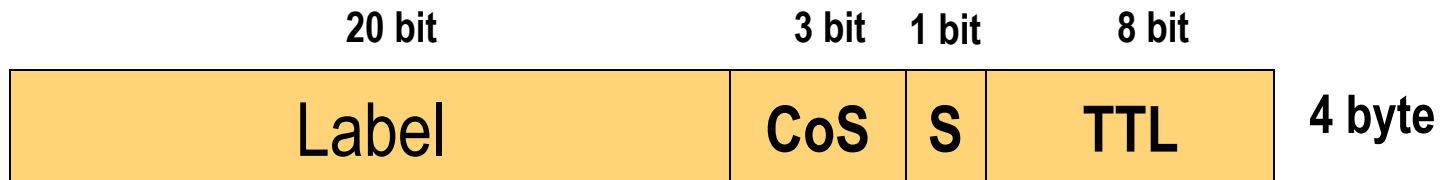
- E' possibile ottimizzare l'instradamento dei flussi in base a meccanismi statici o dinamici
- E' possibile instradare in base a un ricco set di parametri (sorgenti, porte, applicazioni) in aggiunta alla destinazione



# LS Forwarding

---

- ❑ IP è incapsulato in un LS header



- ❑ *CoS: Class of Service*
- ❑ *S: Stack (consente l'uso in cascata)*
- ❑ *TTL: Time To Live*

# LS Forwarding

---

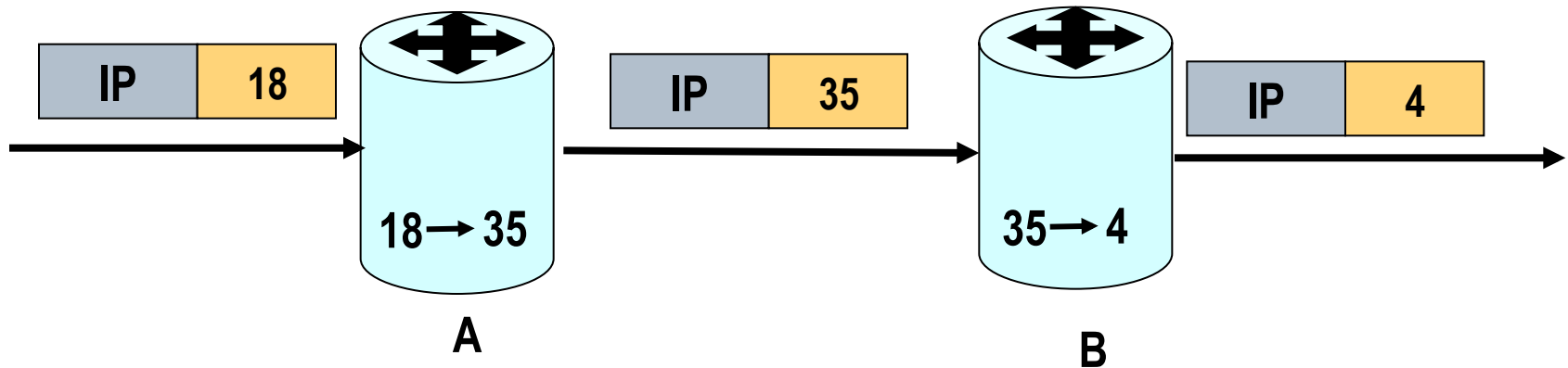
- La Label è usata per commutare - Label Swapping (circuito virtuale)

In Interface	In Label	Out Interface	Out Label
.....	.....	.....	.....
3	21	4	18
3	56	6	135
.....	.....	.....	.....

- La label ha significato locale

# LS Forwarding

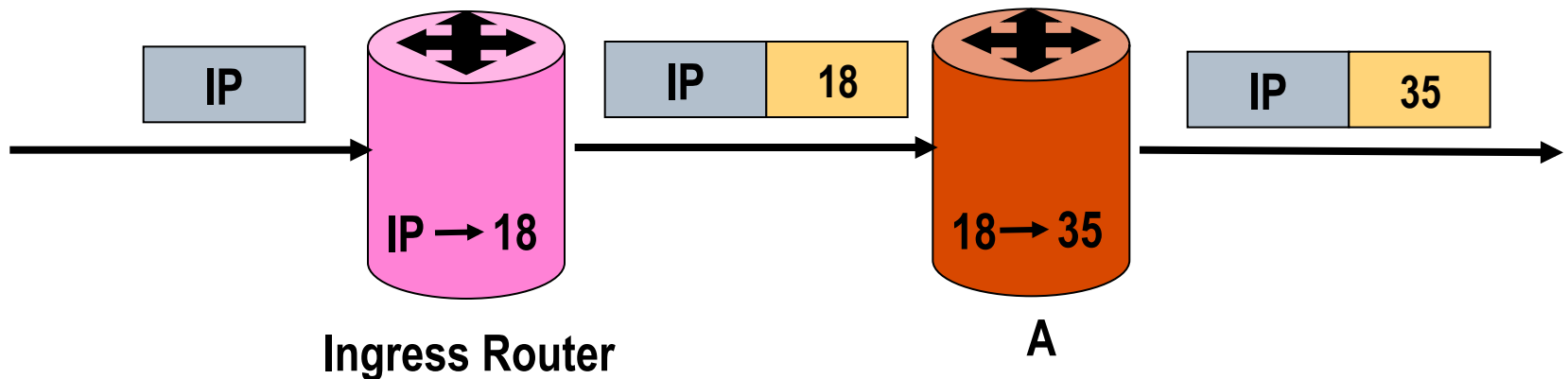
- Le Label vengono determinate e “cucite” al momento del set up del cammino



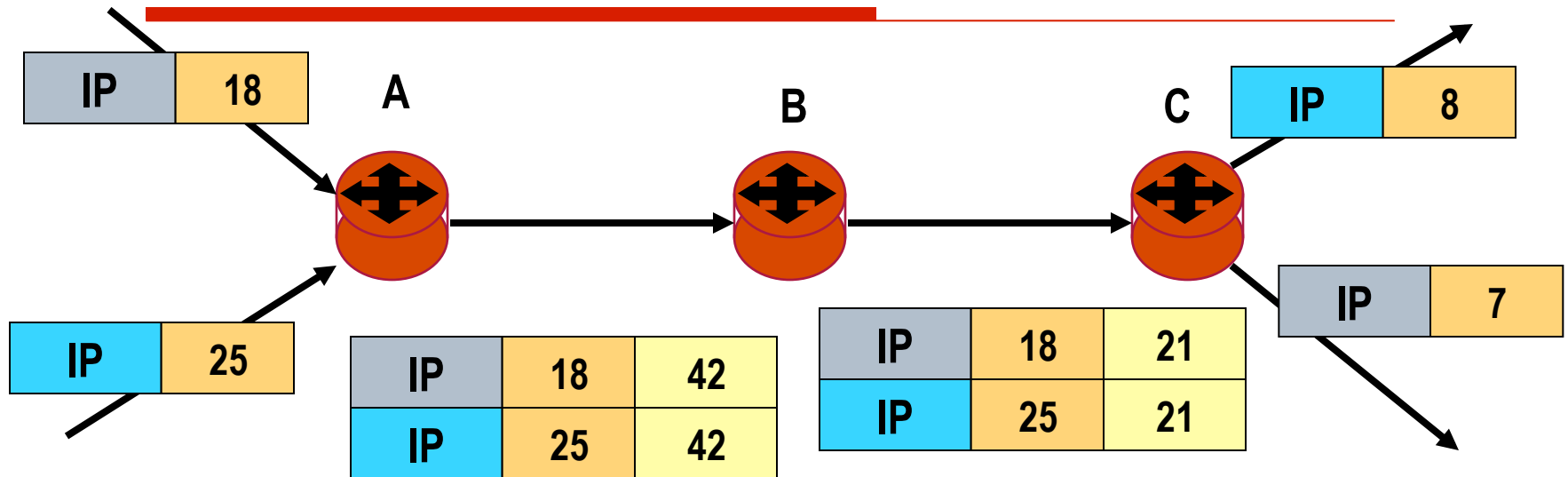


# LS forwarding

- All' *Ingress Router* la corrispondenza è fra l'indirizzo IP di destinazione (e possibilmente altri parametri) e la Label del cammino scelto



# Affasciamento dei cammini



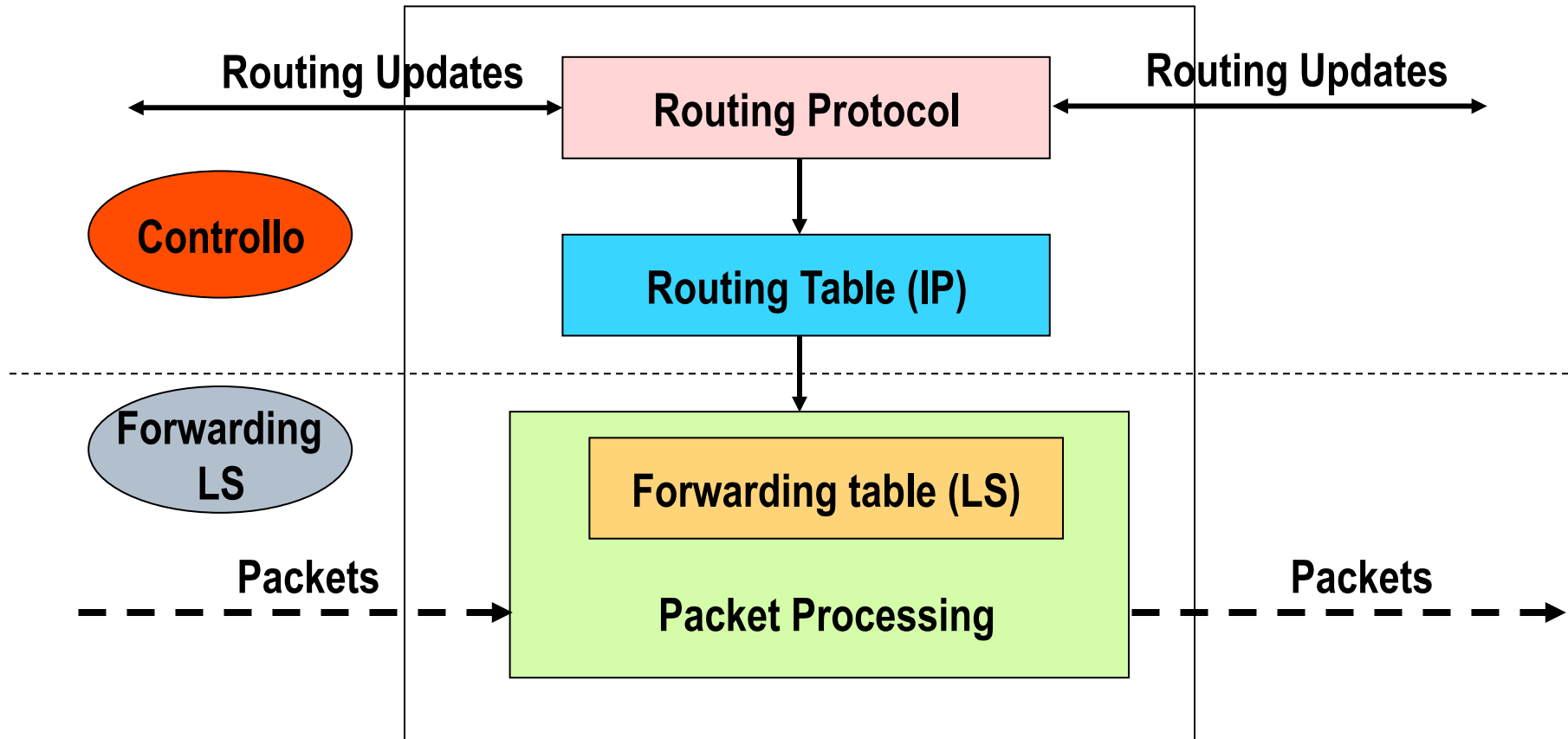
- I due flussi seguono il cammino AC in comune
- A incapsula i due flussi con identica label
- B instrada sulla label 2
- C decapsula i flussi

# Affasciamento dei cammini

- ❑ Il numero di affasciamenti non ha limite
- ❑ I router instradano sulla base della label esterna
- ❑ e sulla base di indicazioni “push-pop”
- ❑ I router interni commutano pochi flussi (!!SCALABILITA'!!)

# Inoltro e Controllo

---



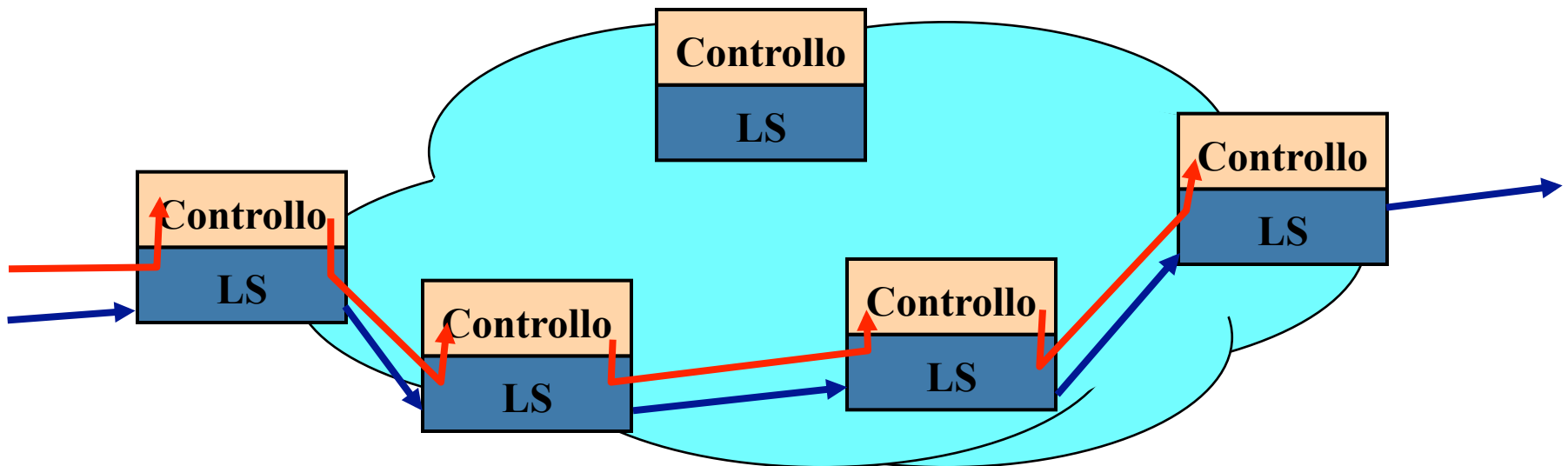
**Disaccoppiamento fra routing e forwarding**

---

# Inoltro e Controllo

---

- ❑ I pacchetti di controllo seguono un inoltro hop-by-hop simile a quello IP tradizionale
- ❑ I pacchetti di controllo creano un nuovo label switched path (circuitto virtuale)
- ❑ I pacchetti dati per i quali è stato creato il path possono dopo inoltrati direttamente in base alla label



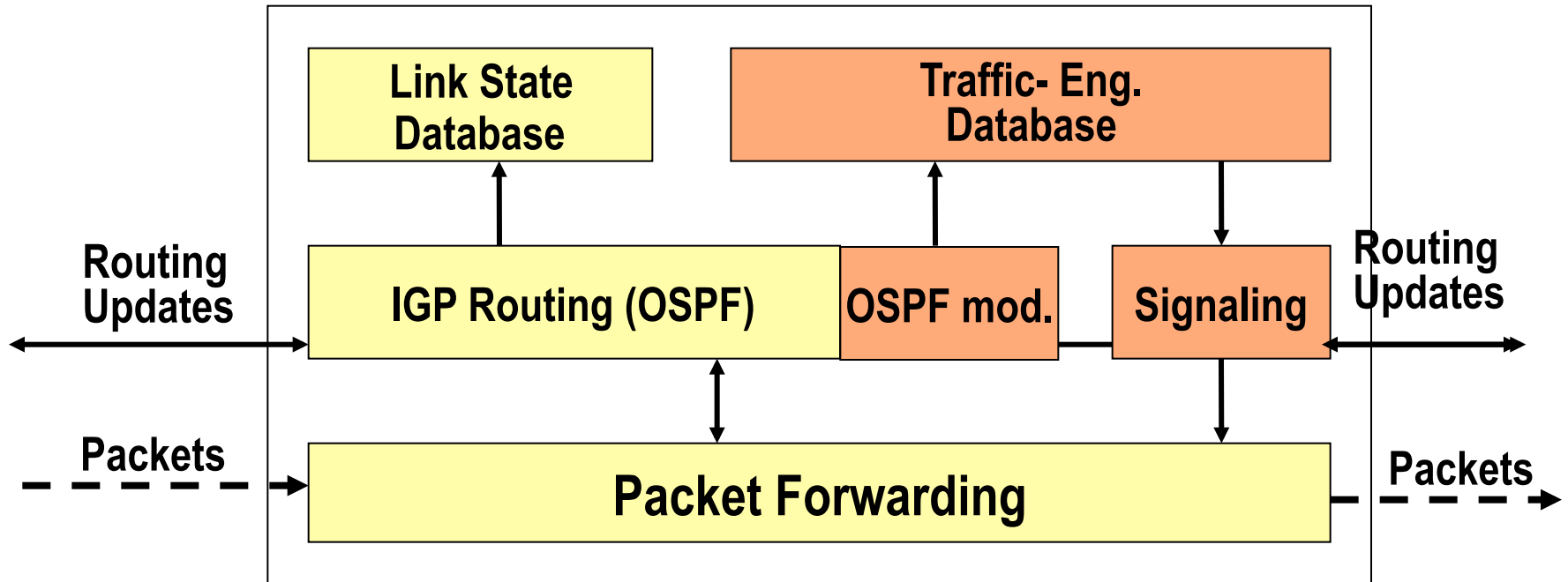
# Inoltro e Controllo

---

- Ovviamente è possibile anche un instaurazione “manuale” dei label switched path; in questo caso il controllo non serve
  - Il disaccoppiamento fra routing e forwarding consente l’evoluzione delle tecniche e dei parametri di routing
  - Consente economie di scala (cammini affasciati)
  - Il forwarding a circuito consente la prenotazione di risorse e l’uso di tecniche di ingegneria del traffico
-

# Controllo

---



- ❑ Nuovo database di traffic engineering (TED)
- ❑ Nuove procedure di signaling

# TED

---

- Contiene informazioni relative a:
  - Informazioni topologiche tipo link-state
    - Derivate dai protocolli di routing
  - Risorse di rete (banda dei link, banda prenotata)
    - Derivate da estensioni dei protocolli di routing (IGP)
  - Dati amministrativi
    - Derivate da dati di configurazione degli utenti
  - Consente ai border router di determinare un cammino



# Instauramento del cammino

---

- Si determina lo *Egress Router* in base al *next hop* BGP
- I cammini possono essere determinati:
  - “off line”
    - Ottimizzazione globale conoscendo i flussi
  - “on line” (Constrained based routing)
    - Tiene conto dei vincoli dell’utente
      - banda
      - inclusione/esclusione di link/nodi
      - richieste amministrative
      - riarrangiamento si/no
      - .....

# Segnalazione

---

Serve un meccanismo di segnalazione per

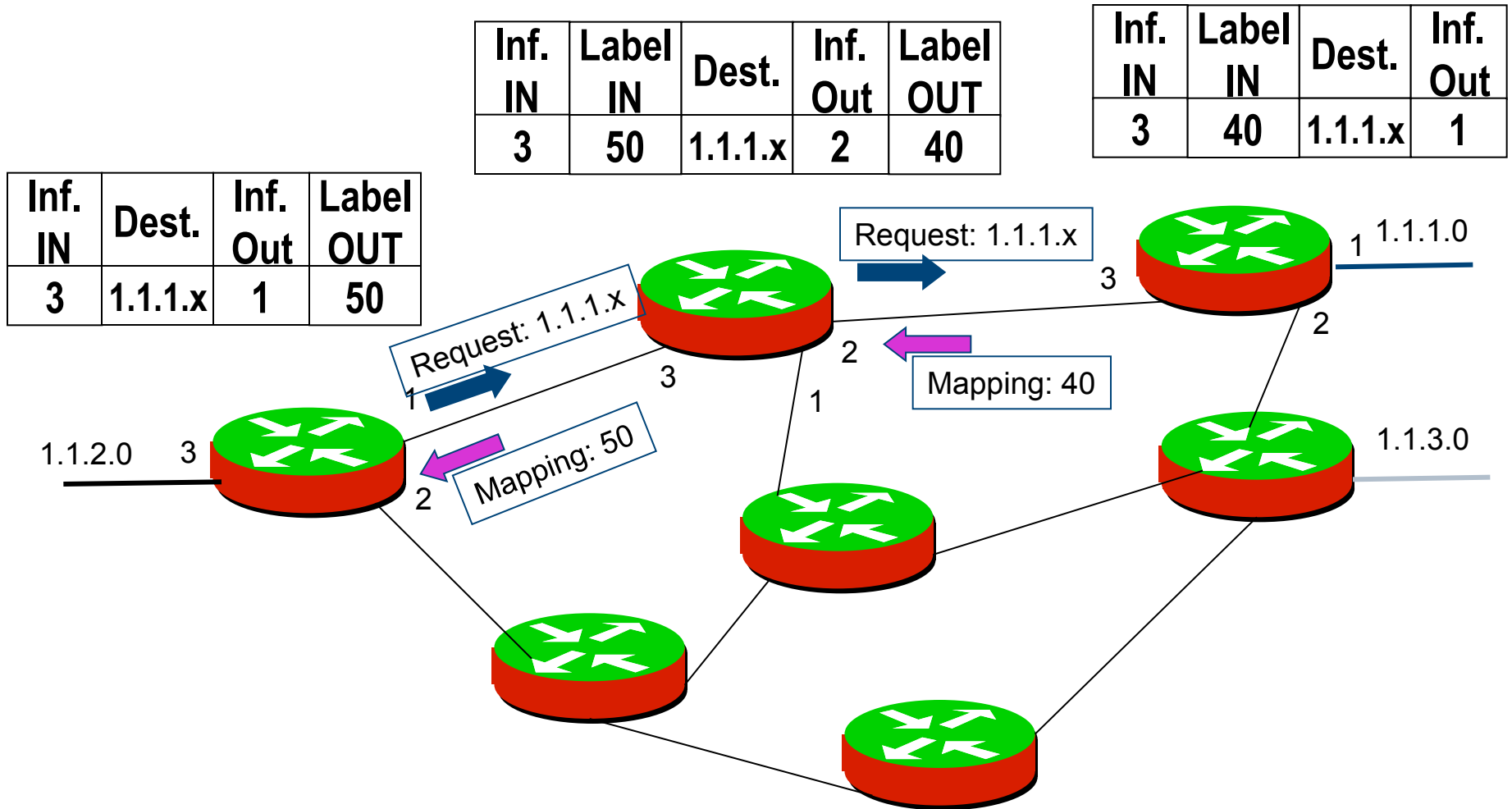
- Coordinare la distribuzione delle label
  - Instaurare un cammino desiderato (Explicit Route)
  - Riservare le risorse
  - Riassegnare le risorse
  - Prevenire i loop
-

# Segnalazione

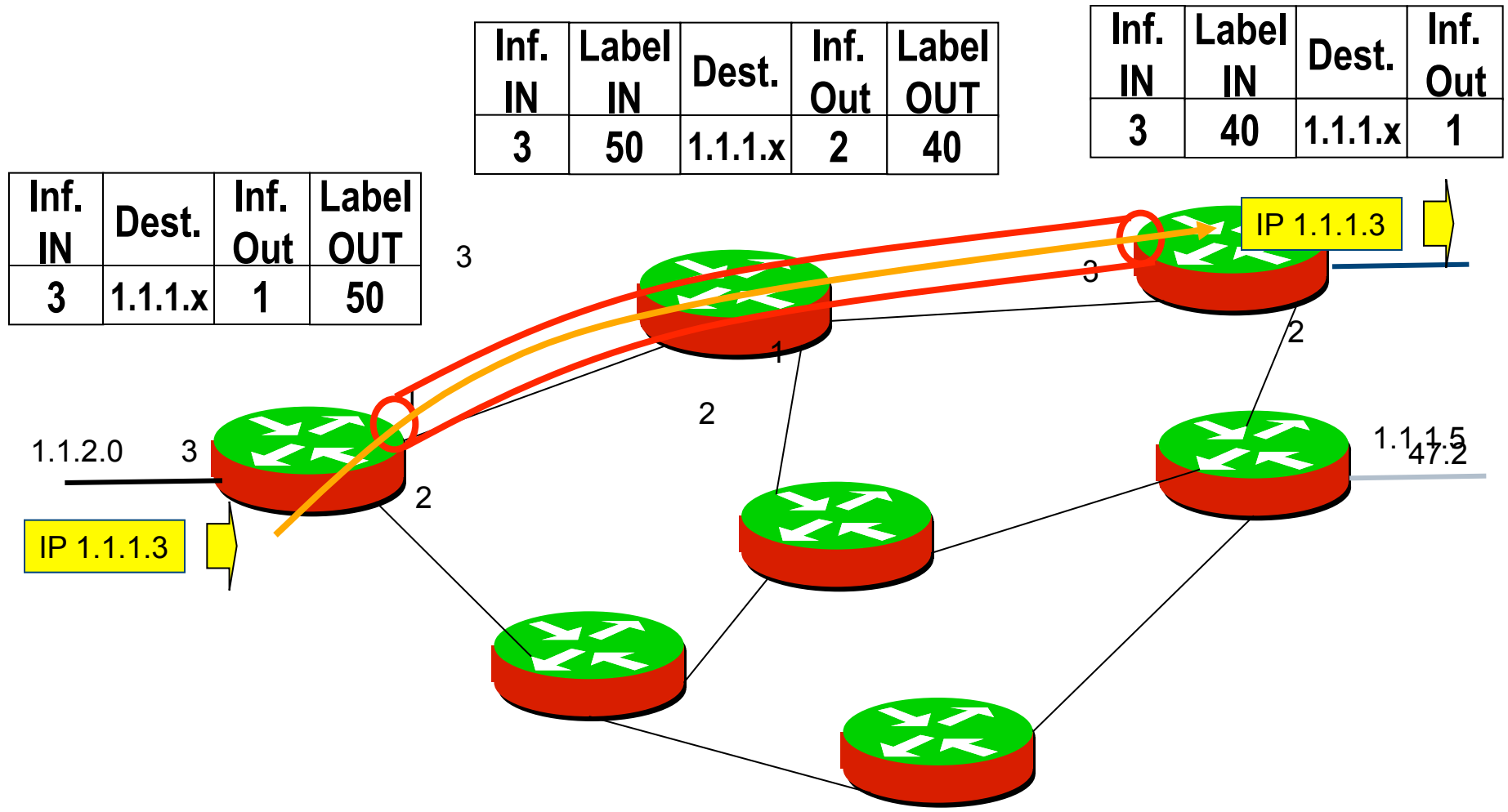
---

- I meccanismi prevedono 3 possibilità
    - *Label Distribution Protocol (LDP)*
      - Hop per Hop
      - Segue i cammini di IGP
      - Non supporta il Traffic Engineering
    - ReSerVation Protocol (RSVP)
      - Gestito dai border Routers
      - Estensione per supportare route esplicite
    - Constrained Routing LDP
      - Estende LDP a supportare le route esplicite
-

# Label Distribution Protocol (LDP)

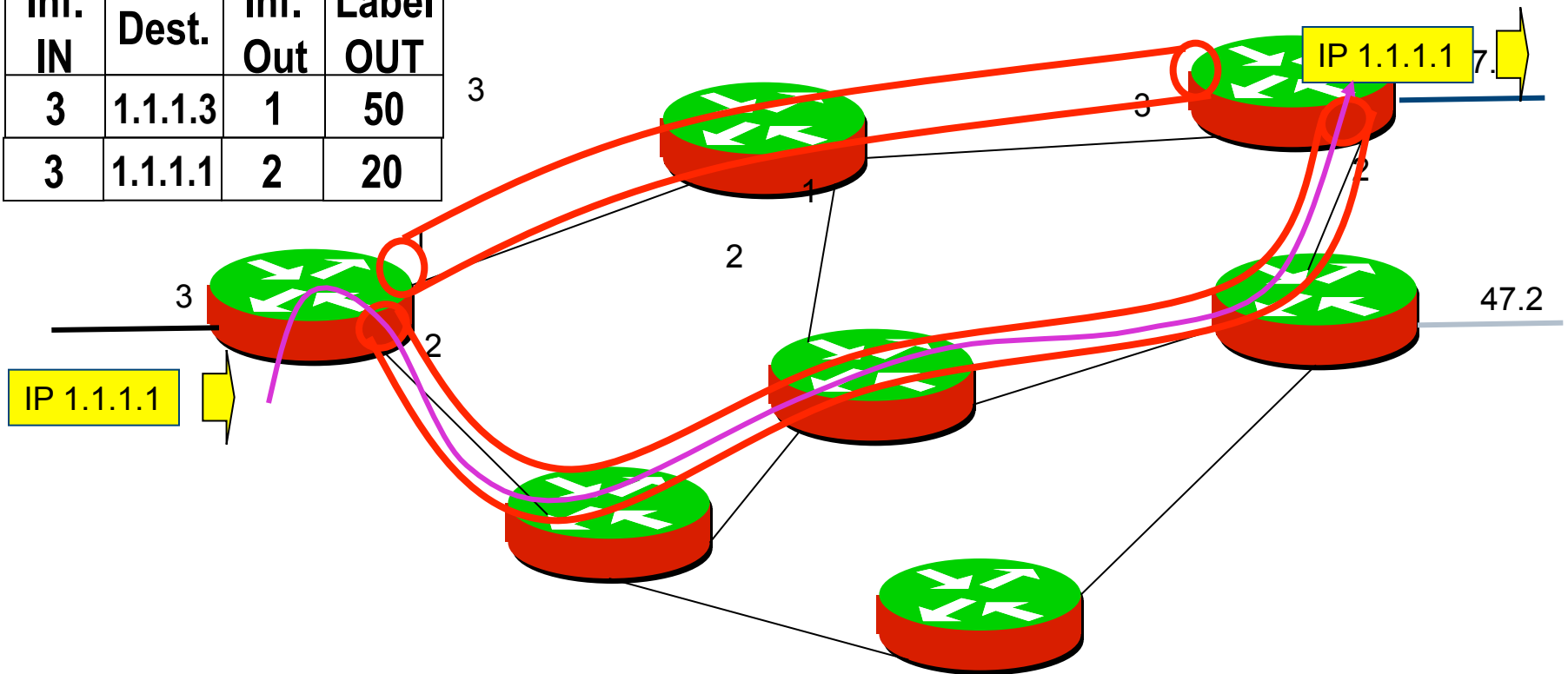


# Label Switched Path (LSP)

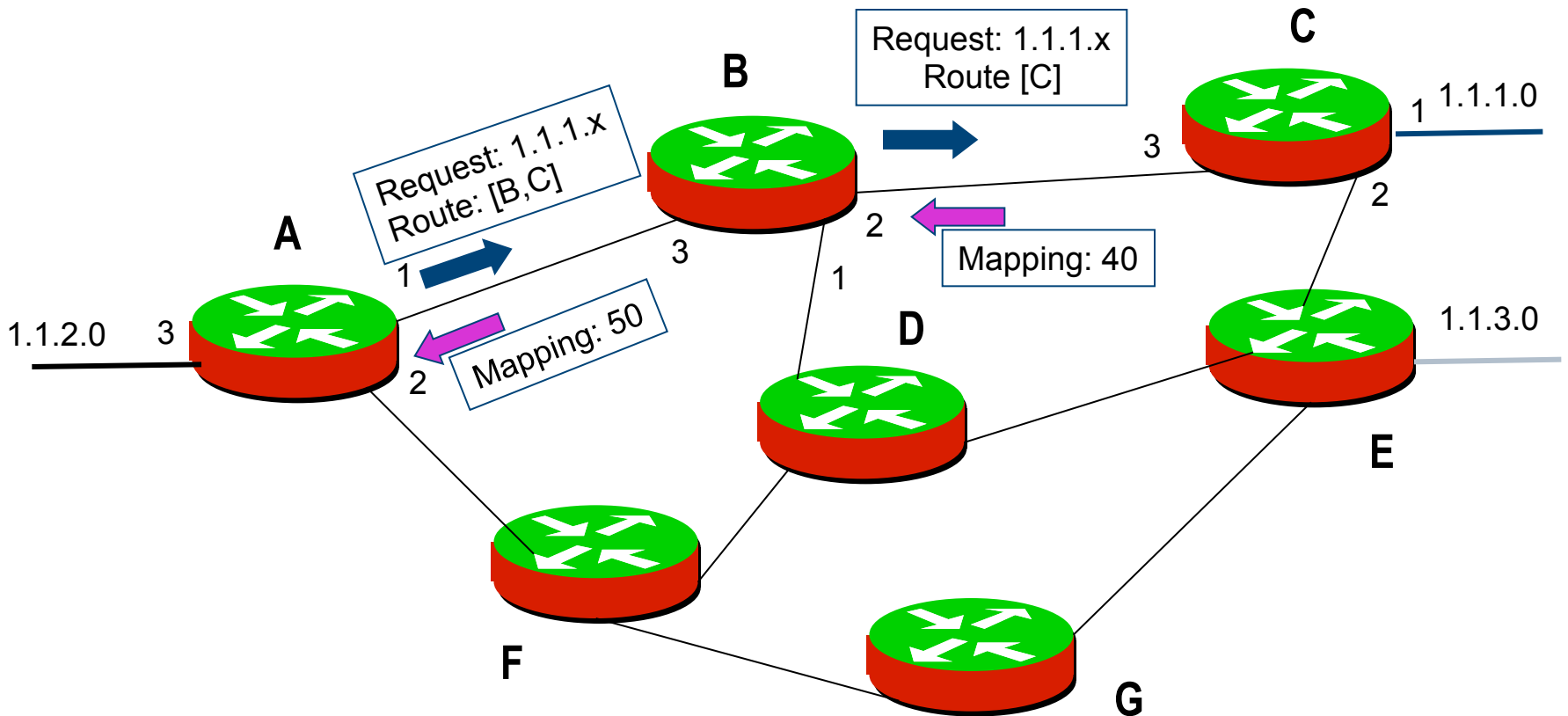


# Explicitly Routed-LDP

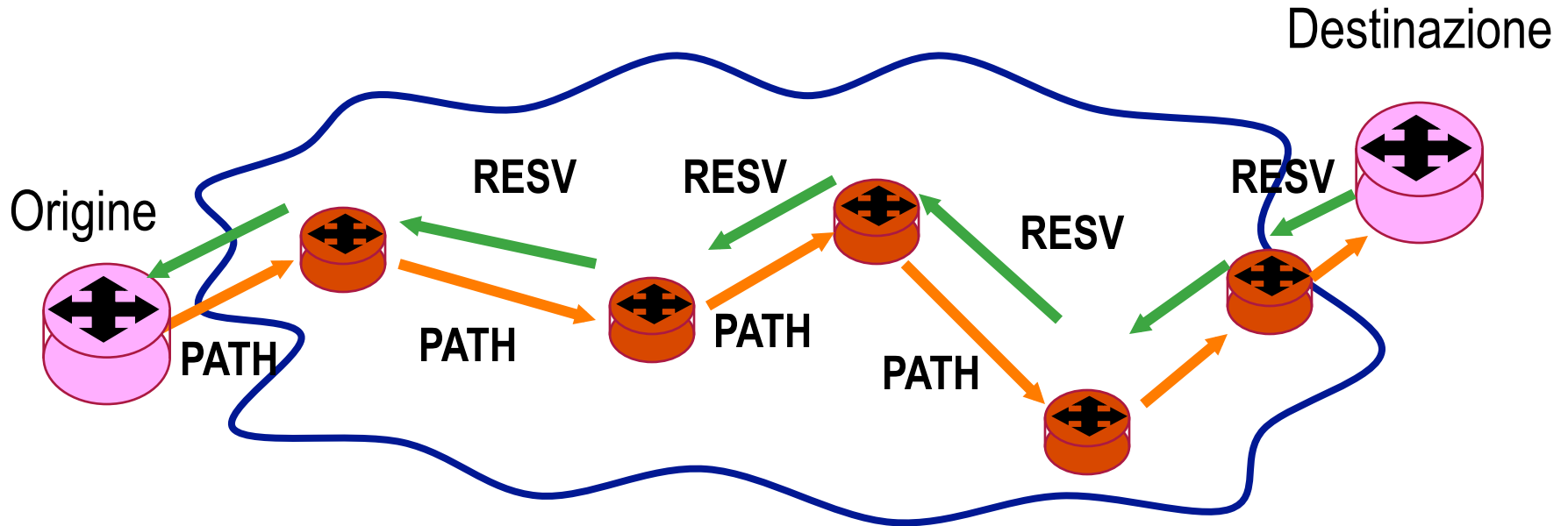
Inf. IN	Dest.	Inf. Out	Label OUT
3	1.1.1.3	1	50
3	1.1.1.1	2	20



# CR-LDP



# ReSerVation Protocol (RSVP)



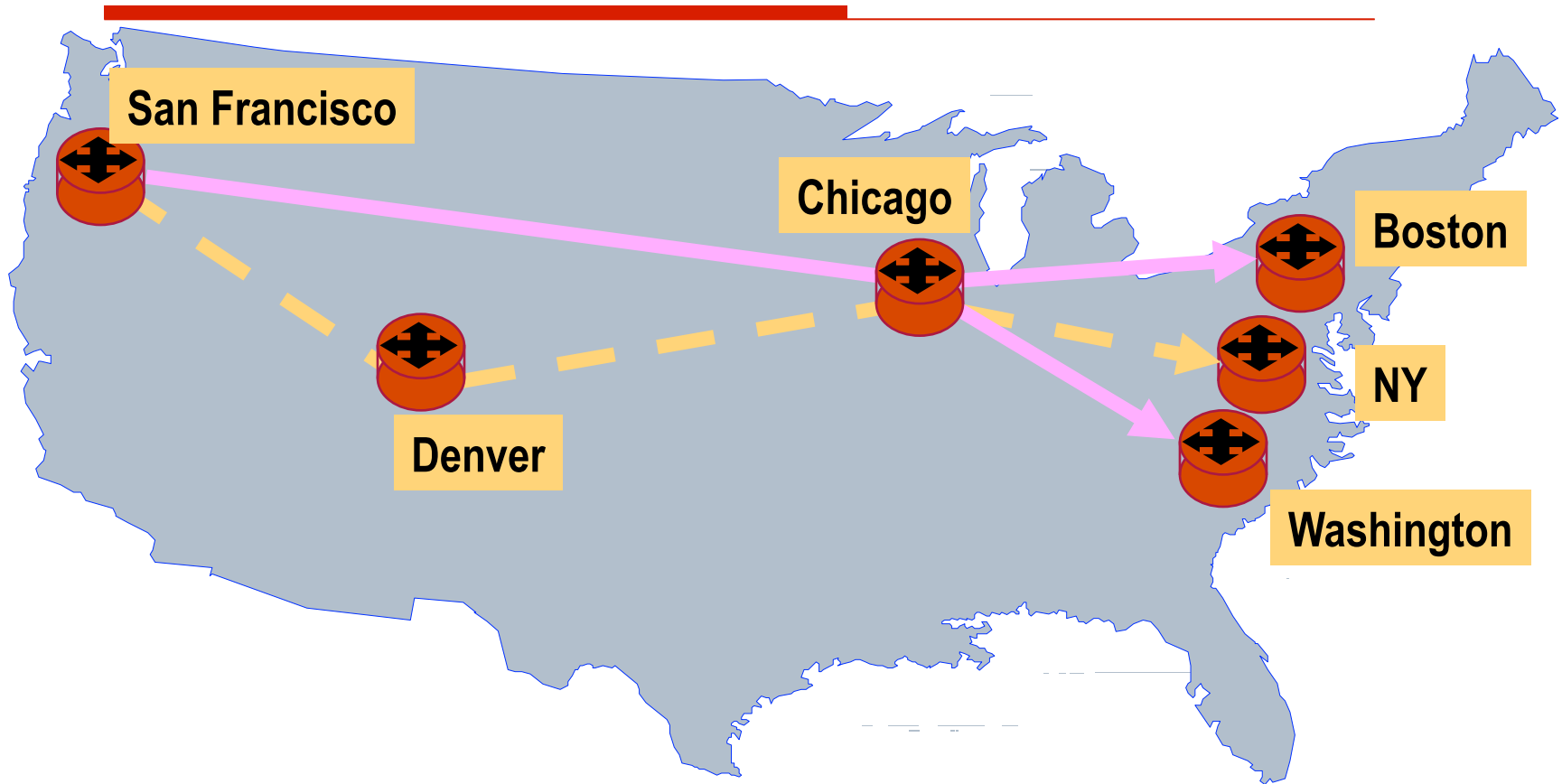
- ◆ La sorgente invia un messaggio di PATH verso la destinazione (route esplicita).
- ◆ La destinazione accetta la richiesta e invia un messaggio di RESV che distribuisce la label

PATH: Fissa il cammino su cui si effettua la riservazione

RESV: Distribuisce la label e riserva le risorse



# ESEMPI di TE: Trabocco



Se il link diretto è saturo il traffico per NY può essere provvisoriamente mandato via DENVER