

# Core network protocols and architectures

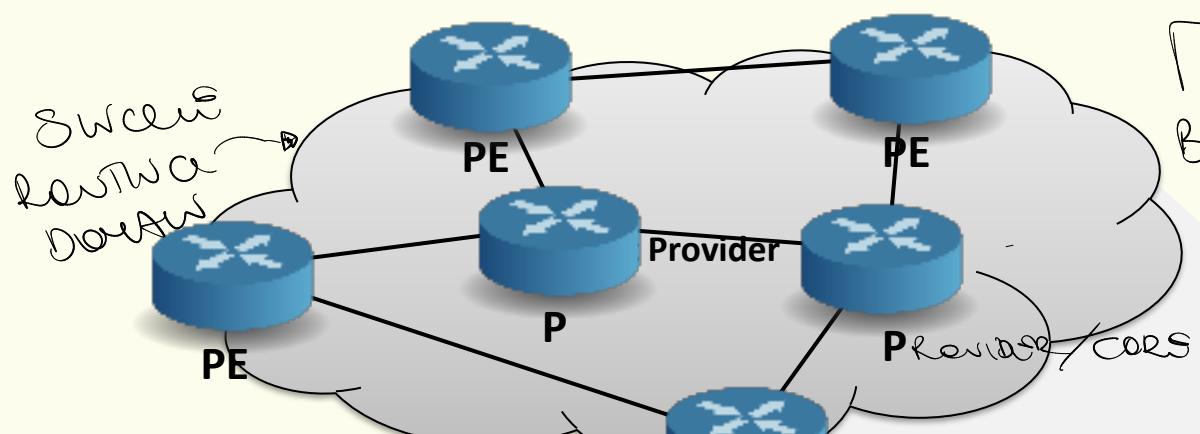
---

Multi-Protocol Label Switching

Enzo Mingozzi  
Professor @ University of Pisa  
[enzo.mingozzi@unipi.it](mailto:enzo.mingozzi@unipi.it)

# Multi-Protocol Label Switching

- Routing scalability



BGP → Border gateway protocol

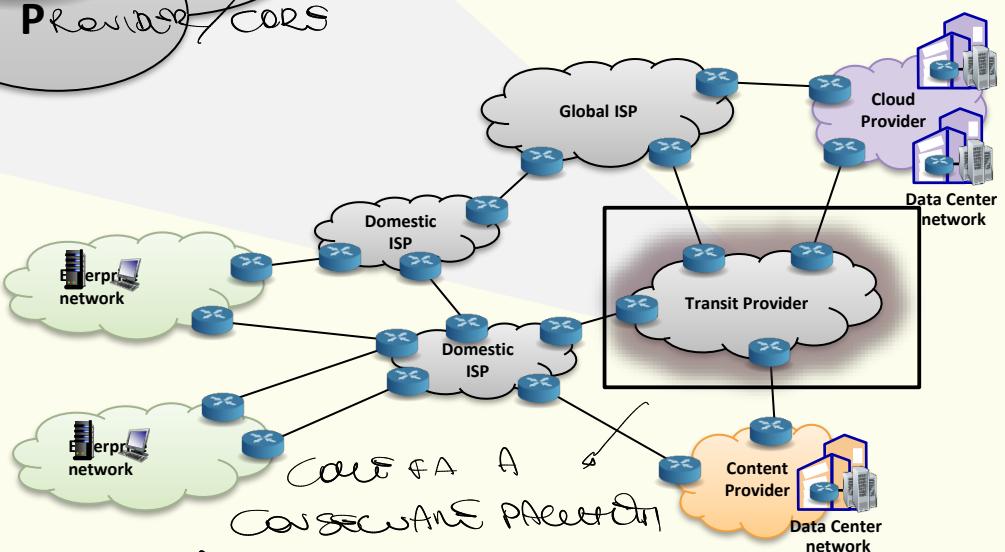
→ same as route selection

VARIOUS BGP

BGP ORA is more flexible

→ has more options than

for whom the VR





# MPLS problem statement

Quale è il problema con il routing IP?

- **Scalability of network layer routing**

IP routing non scala

OSPF

level STATE  
BGP

1997 DA INFRASTRUTTURA  
PUBBLICA A BUSINESS PUBBLICO

- Greater **flexibility** in delivering routing services

IP routing non proviene FLESSIBILE! MPLS SVELTA STessa INFRASTRUTTURA POSSO  
USARE ONDRA SERVIZI DI ROUTING

- Optimize network performance

- Simplify **integration** of routers with cell-switching based technologies (non ha più senso)

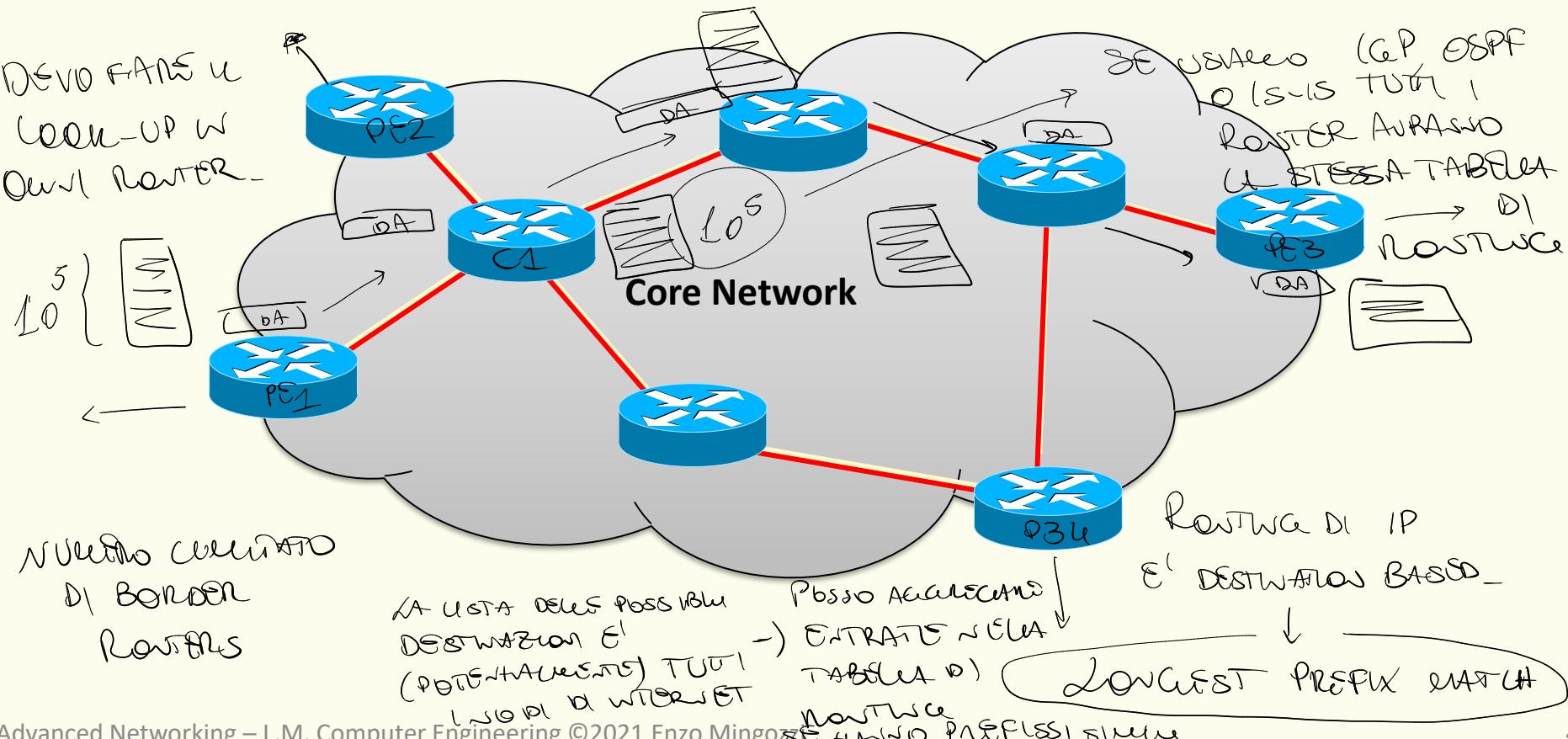
ATM (ASYNCHRONOUS TRANSFER MODE) → TUTTI I DATI SONO IN STessa CONNEZIONE /

# MPLS problem statement

- Scalability of network layer routing

A BBR È INTERNAL BORDER → 1 RUTTURA IP NON SERVITA  
IL FATO CHE I RUTTORI SONO ORGANIZZATI IN  
LASSOCIAZIONE

NUOVIOS INTERESSANTAI PARERETI NELL'INTESA CON QUESTA RUTTA OCCASIONATI DA QUESTA RUTTA



COS'E' AUMENTATO IL DELAY?

QUANDO UN PACETTO NEL RETE, SONO UN SOLO-MIGRANTE  
DEL RESTRONE SARA' ATTRAVERSATO DALLA RACCHIETTA DA  
(DETERMINAZIONE).

BEST PATH PE<sub>1</sub> - PE<sub>3</sub>

, ALLEGATO ALL'ARRIVO IN PE<sub>1</sub>

DONDE DEVE PACETTO IN CORSO  
A QUESTA AREA.

[PE<sub>2</sub> - C1 - C2 - C3 - PE<sub>3</sub>]

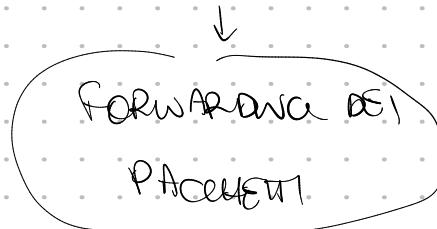


PERCORSO C1' DECESSO,  
MA C' E' BISOGNO DI  
AVERIE UNA TABELLA DI  
ROTINA COMPLETA -



IL PROBLEMA DEL  
ROUTING Ogni SCAT  
CON IL NULLING DI  
ASBR PRESENTI NELLA  
RETE.

SEPARAZIONE TRA DATI PIUTTOSTE CORRIERE PIUTTOSTE,



SE DECESSO A DISPOSIZIONE  
NUOVA DI ENTRATE DELLE  
TABELLE E POSSANO US  
ALCUNO ALGORITMO DIVERSO  
PIU' EFFICIENTE.

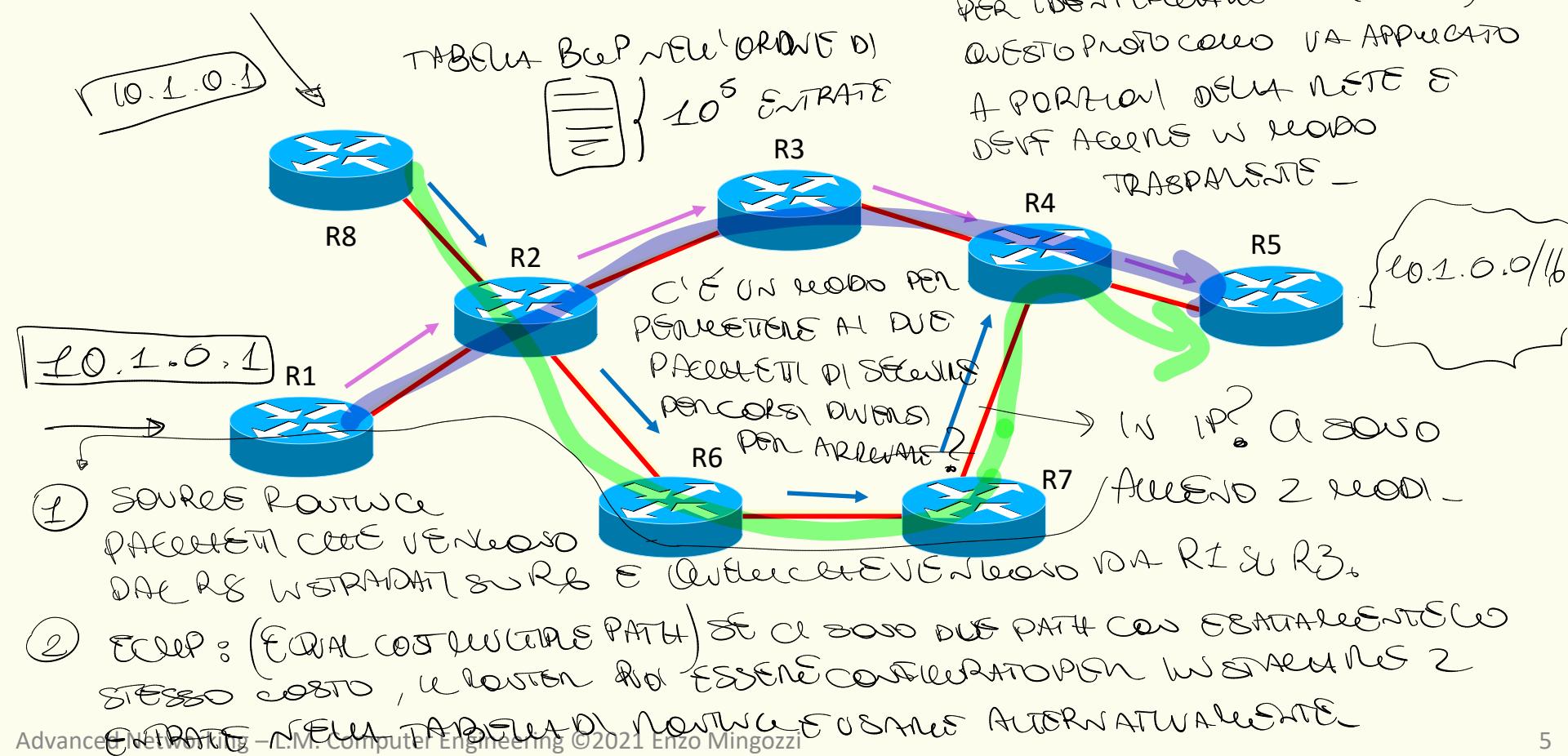
See also in Western IP, Penso & Viscont cessation (at other rate),  
Also see NCL DATA-PART.



# MPLS problem statement

Nukleos DI ENTRATE Bcp ~ 300 K

- Greater **flexibility** in delivering routing services

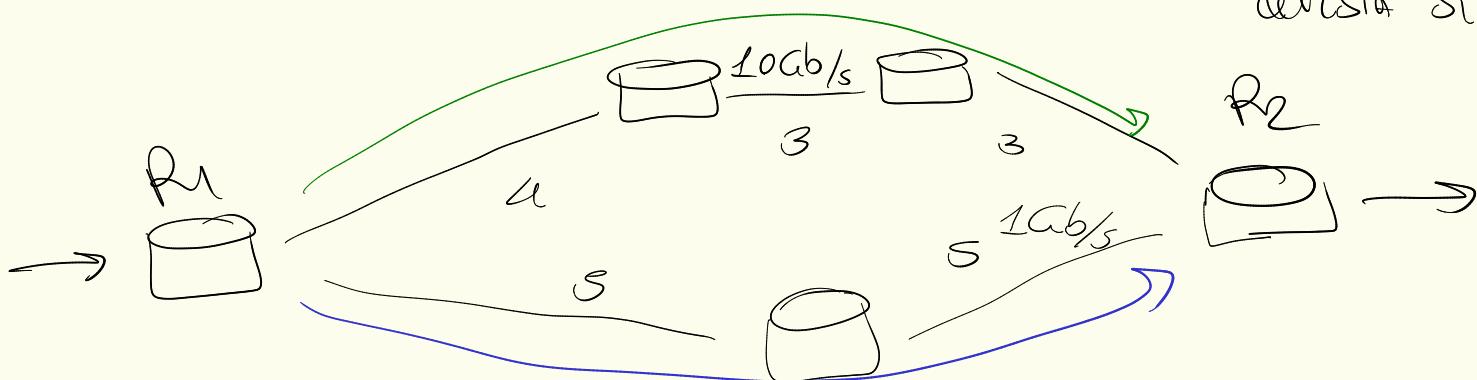


# MPLS problem statement

- Optimize network performance

COSTI SULLE RETI SONO DIVERSI?

PENSARE ALLA CESTA  
DEI COSTI SITUAZIONE!



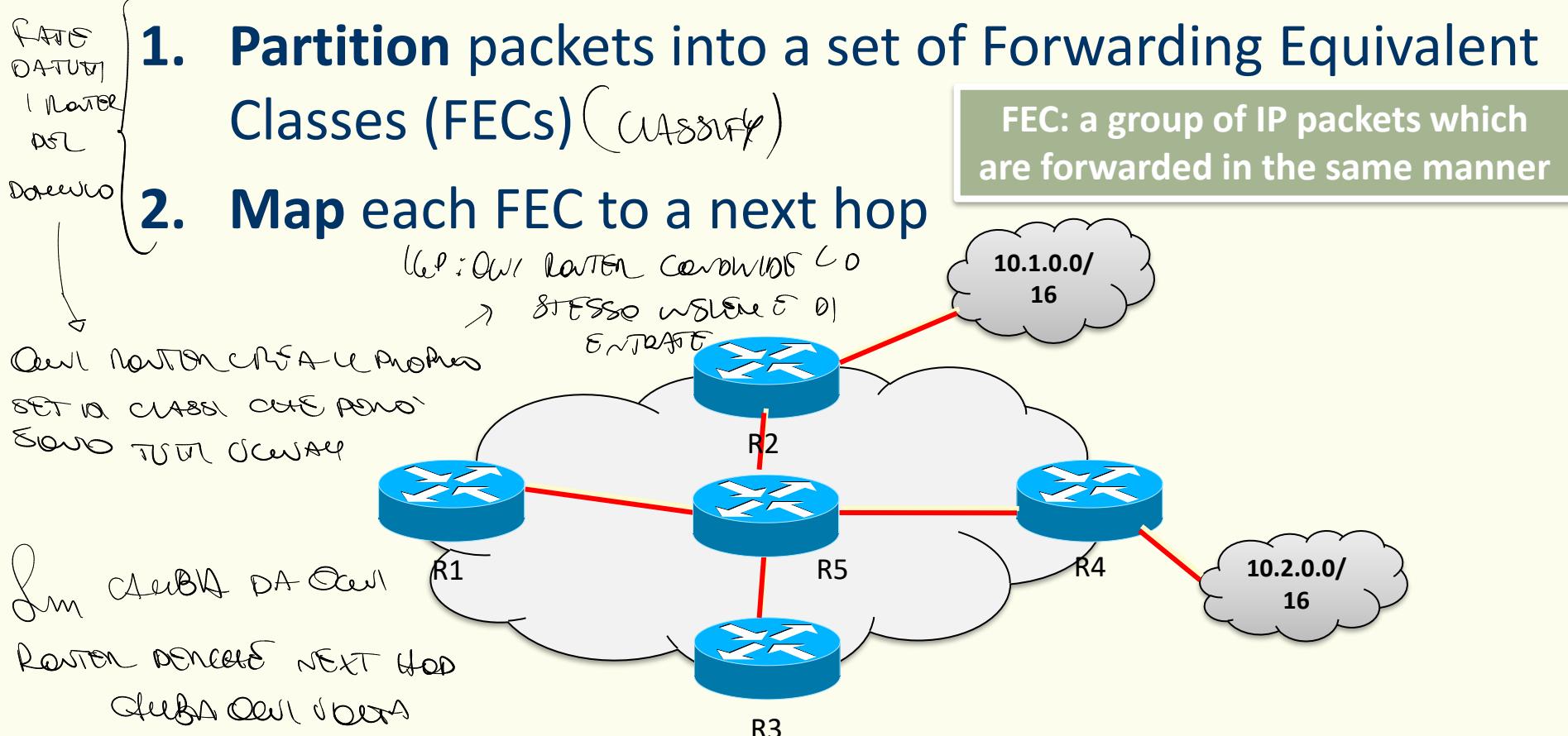
NON VI IMPORTA AVRE SISTEMI DIVERSI, POTESSEMOS PRENDERE UN  
ENTRANTE, PARTE ANTENTA IL NUCLEO PIÙ PARCHEGGIOUVIBILE!

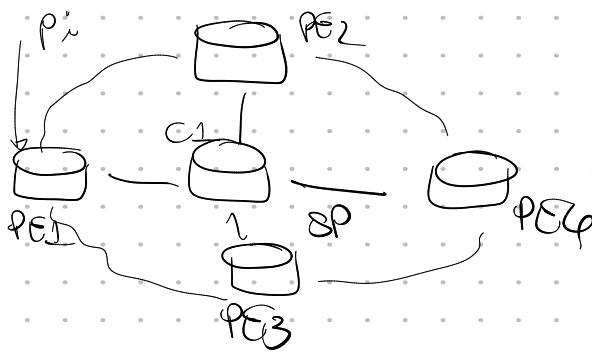
SE VOLGONO rappresentare la DIFFERENZA DI CAPACITÀ NEL COSTO IN DOPPIO CON IL  
PER PATH A COSTO COSTANTE È USANDO UN SOLO PATH DEL QUALE

VOLGO UNA SOLA ZONE CON TUTTI I COSTI DELLA RETE CONSIDERANDO SENZA INFRASTRUTTURE

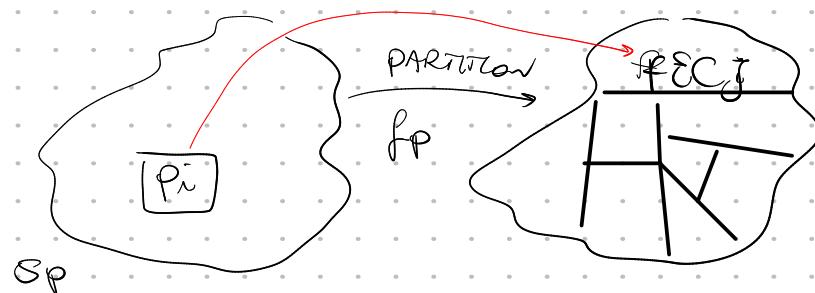
# Label switching concept

- Conventional IP forwarding (reformulated)





FORWARDING SEAS:



FORWARDING EQUIVALENT CLASSES

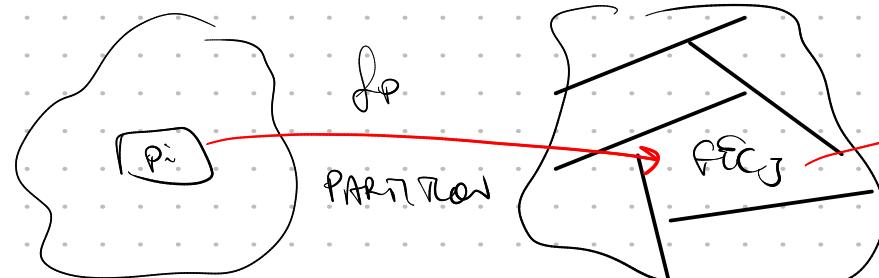
Poss also FORWARDING EQUIVALENT without local owners.

CLASSIFIED TUTTI PAKETON W FEC, APPARENDI UNA SECONDA FUNZIONE.

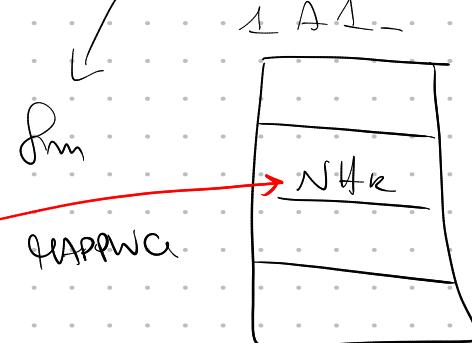
DONO DONO INFORMATI ABBAILO UNA COSTA FINITA DI POSSIBILITÀ  
NEXT HOP.



Ogni FEC È CLASSIFICATA UN NEXT HOP



UNIVALENTE NON  
EL UNA FUNZIONE  
1 A 1



$f_m$  = SHORTEST PATH FIRST

COSTA SARA FOR E  $f_m$  W IP RESOURCE

$f_p$  = CONCEST PREFILTER

$P_m, P_n \in fEC_j \Rightarrow$  HANNO CO STESSO TRATTAMENTO

DAL PUNTO DI VISTA DEL

FORWARDING

IL NUMERO DI CLASSI DIVERSE DA COSTA DIPENDE? DAL NUMERO  
-  $\{fEC\} \equiv \{\# ENTRIES \text{ IN ROUTING TABLE}\}$  DI PREMESSI

OPENBIS DAL PROTOCOLLO A NESSUN

10.5.0.0/6

NEXT HOP 1

NON POSSO ACCEDERE, ASSETTE  
DE HANNO STESSO NL

10.1.0.0/6

NEXT HOP1

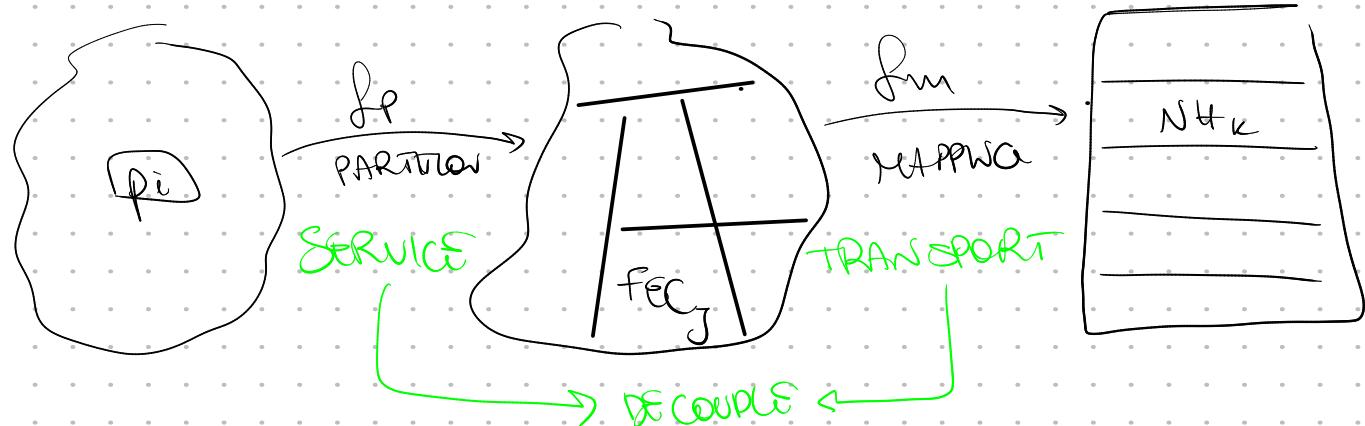
NON POSSO ACCEDERE PERCHE'  
HANNO NL DI ENTRAMBI

10.2.0.0/6

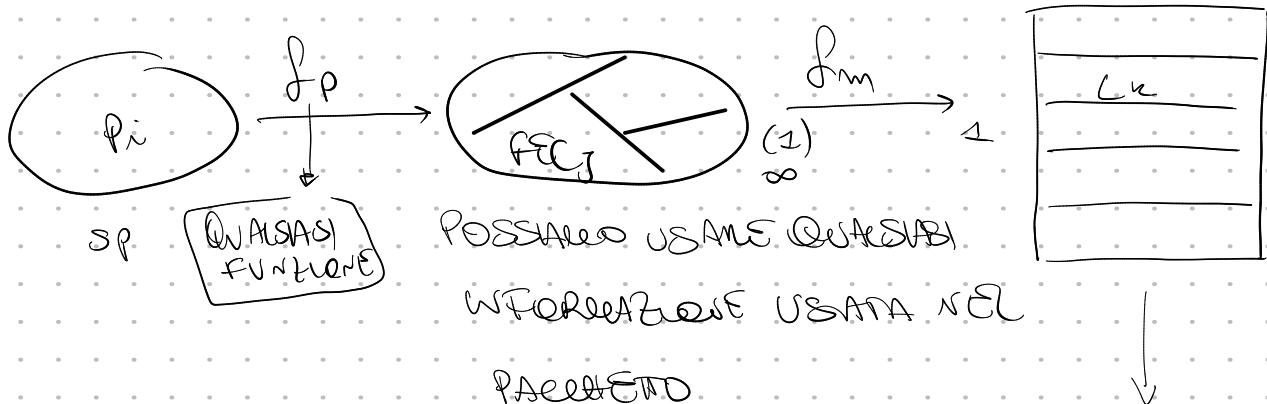
NEXT HOP2

COSÌ CALIBRAVI IL COST DEL MPLS!

PARTITION E SEPARATE UNA DALL'ALTRA, INDEPENDENTI



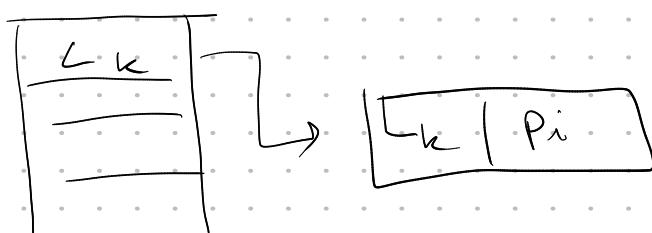
SERVICE  $\rightarrow$  FA DA SIES NELLA EDGE NETWORK



PERCHÉ NON SONO FEC UNA UBE?

NON RELEVANTE, POSSIAMO ASSETTERE PENSARE

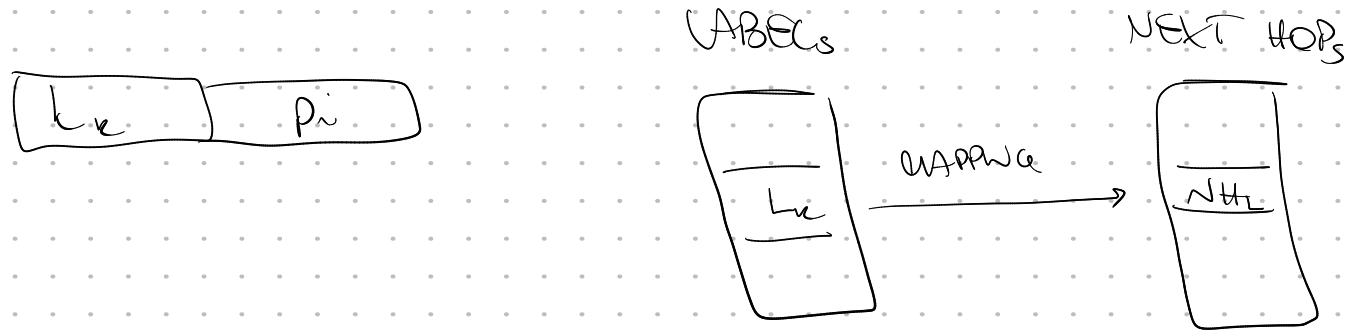
AD UNA ASSOCIAZIONE UNO AD UNO



NON PUÒ NEXT HOP  
USARE UBE,

IDENTIFICABILE A  
20 BIT  
CHE HA  
NESSUNA FUNZIONE  
OSSIA QUALSIASI  
CIGNE

# TRANSPORT (EDVET + COBS)

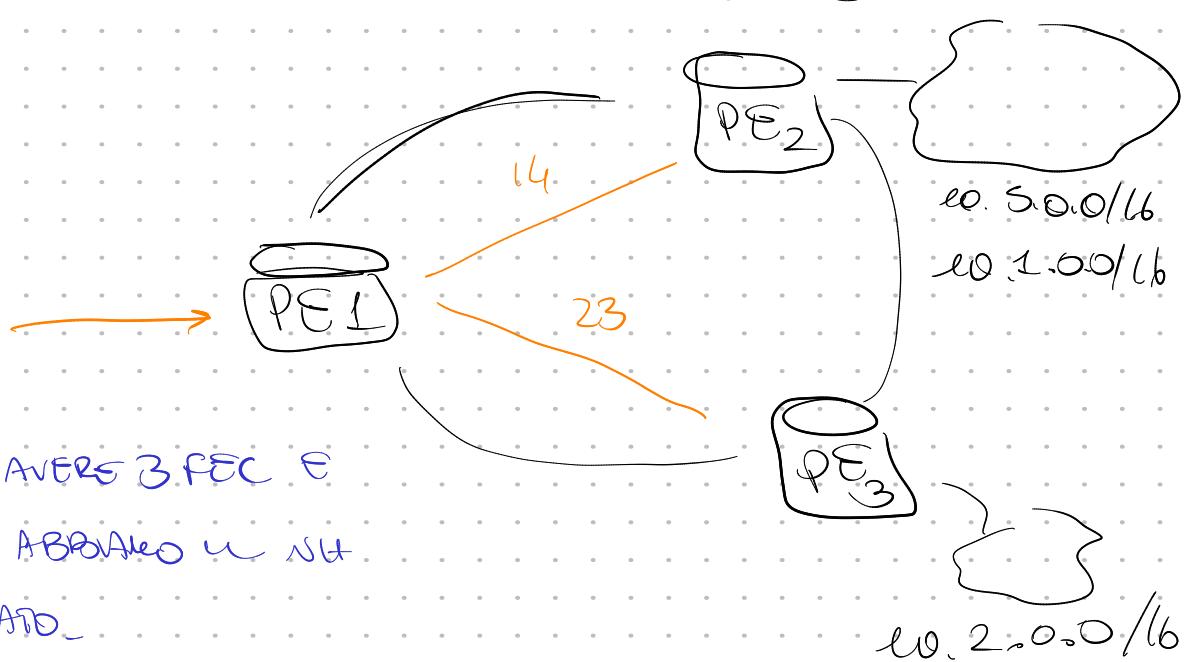


- ① PARTITIONE E CLASSIFICAZIONE NEI DENO ESSENTE FAI  
Sono TRAVERSE PREFIX MATCH, MA ANCHE UNA  
QUASI MATCHING LINE (CIOÈ DUE ESSENTE ALCHE  
CONTINUANO AD USARE CONCETTO PREFIX MATCH)
- ② NEI ROSTER CDE NEI DENO ESSENTE CLASSIFICAZIONE  
DENO FAI SE Vede UN IP DA TRA CDE E NEXT HOP.

10.5.0.0/16

10.2.0.0/16

10.1.0.0/16



W IP DOBBIALE AVRE 3 FEC E

PER Ogni UNA APPLICARLO IN UN

SECUNDO.

3 ENTRATE NELLA TABELLA DI NORDHOP

W LSPS :

$10.5.0.0/16 \parallel 10.1.0.0/16 \Rightarrow 14$

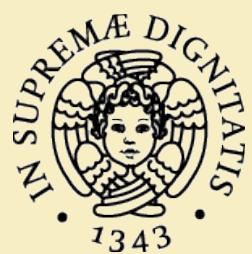
$10.2.0.0/16 \Rightarrow 23$

FATTIBILITÀ CON  
(OR)  $\rightarrow$  ACC

LABEL

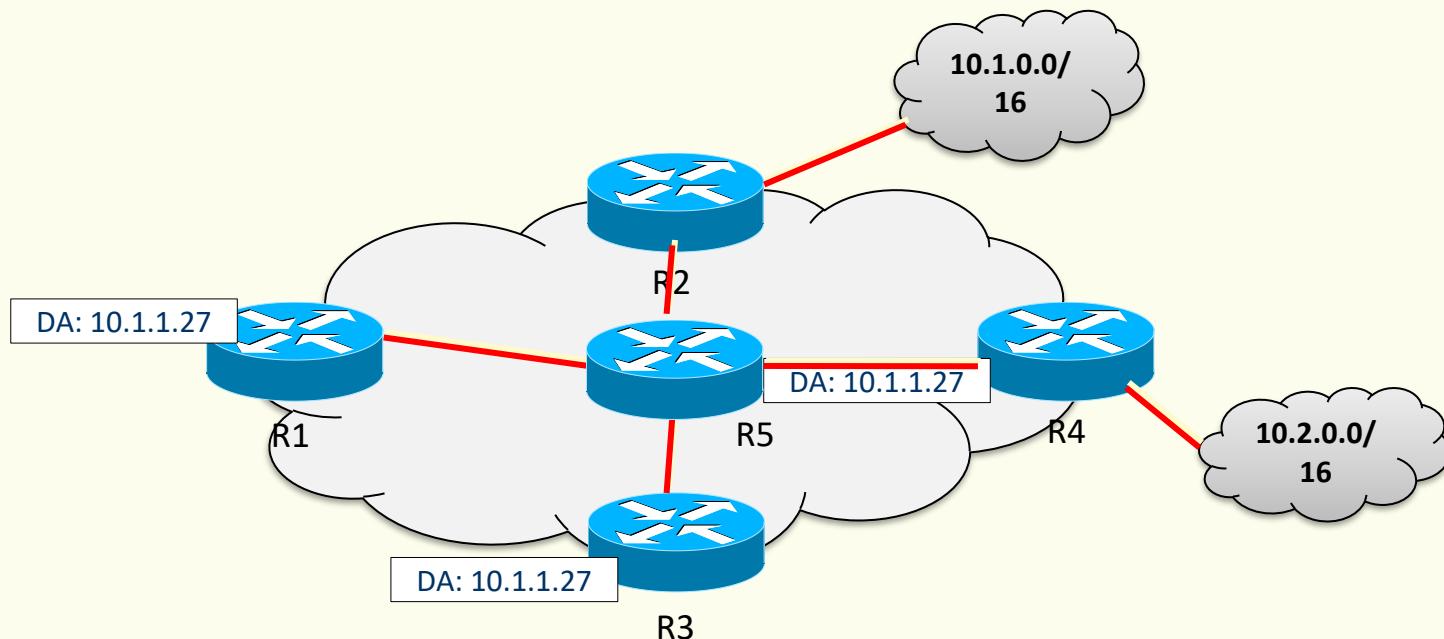
Possiamo scrivere le PROBLEMI PER DETERMINARE DELL'EST

ANZICHE ALLE DIMENSIONI DI INTERNET



# Label switching concept

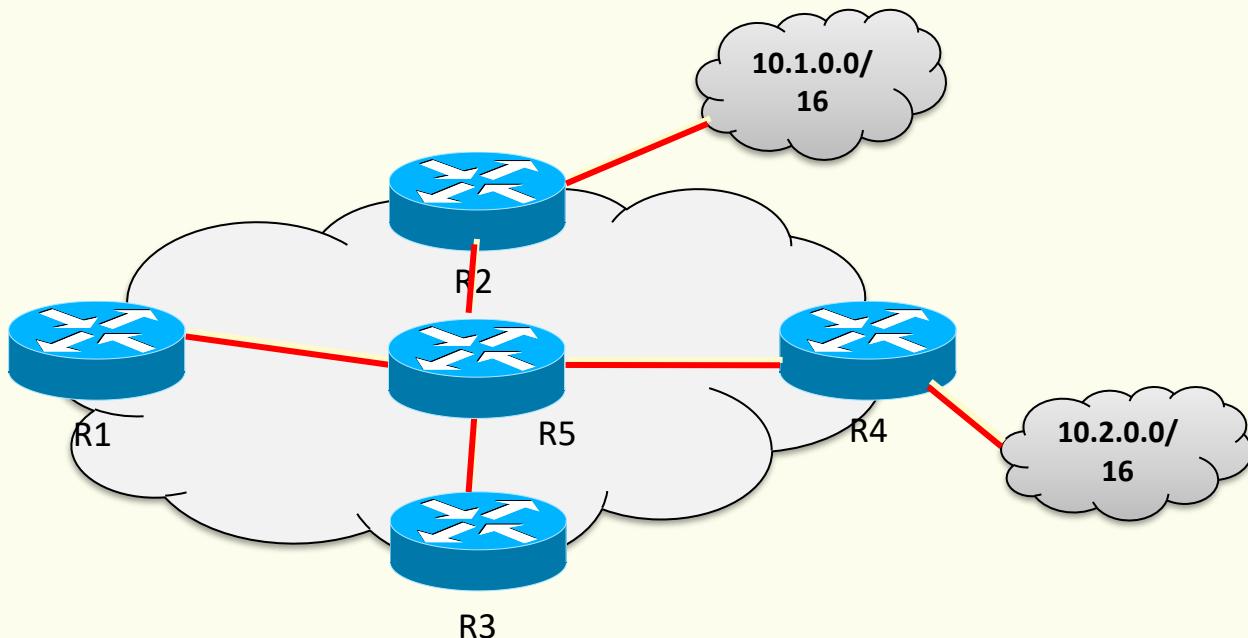
- Conventional IP forwarding (reformulated)
  - Partitioning and mapping is done **at each hop**





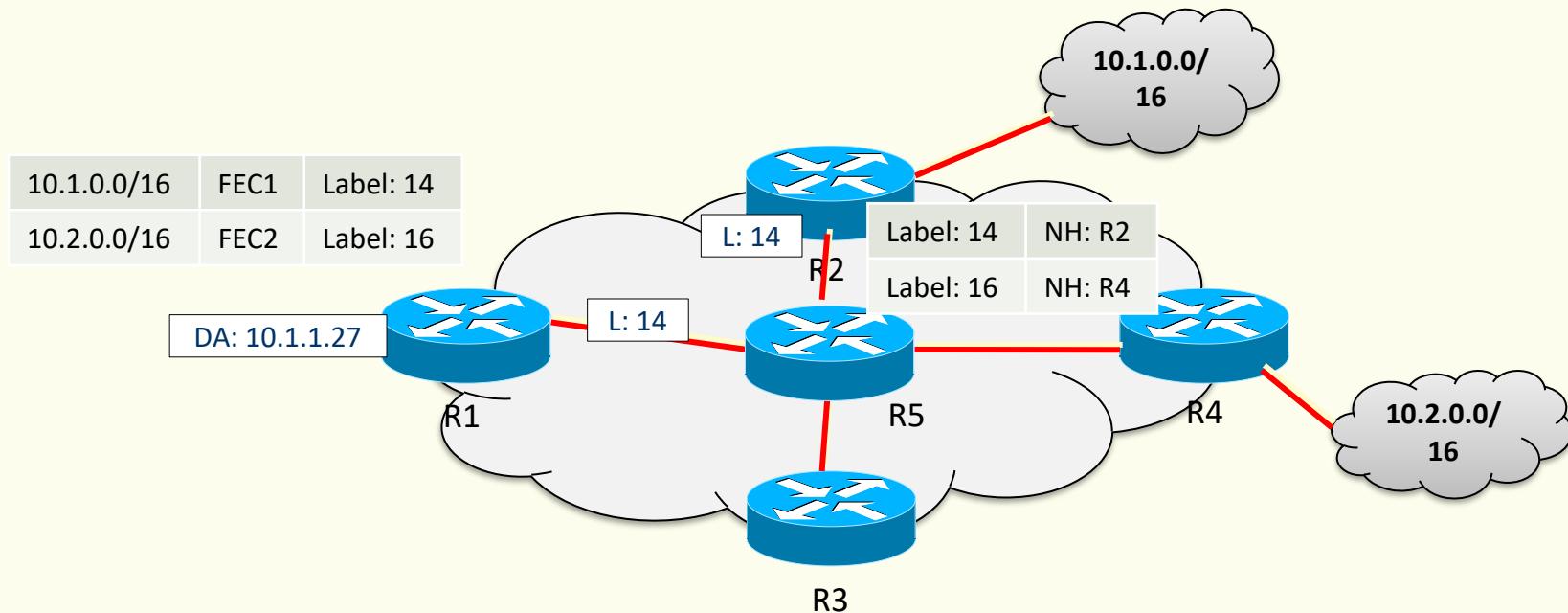
# Label switching concept

- Can we decouple partitioning from mapping?
  - Partitioning into FECs at **edge routers**
  - Only mapping at each hop (**edge + core routers**)



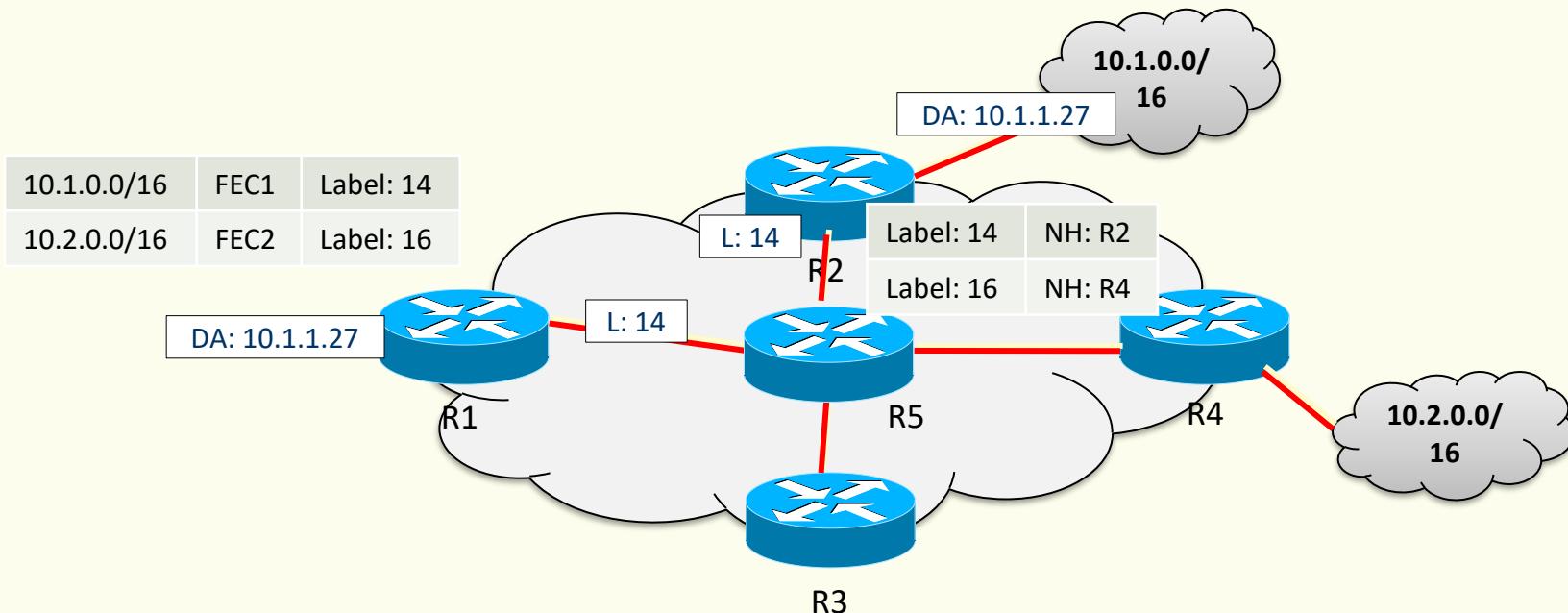
# Label switching concept

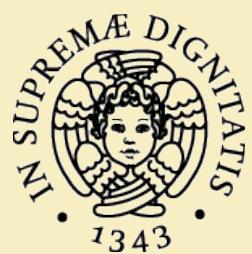
- Yes, by introducing **labels** into packets
  - Partitioning into FECs at **edge routers**
  - Only mapping at each hop (**edge + core routers**)



# Label switching concept

- Advantages? Yes!
  - Easily allows for FEC partitioning other than the destination address based one





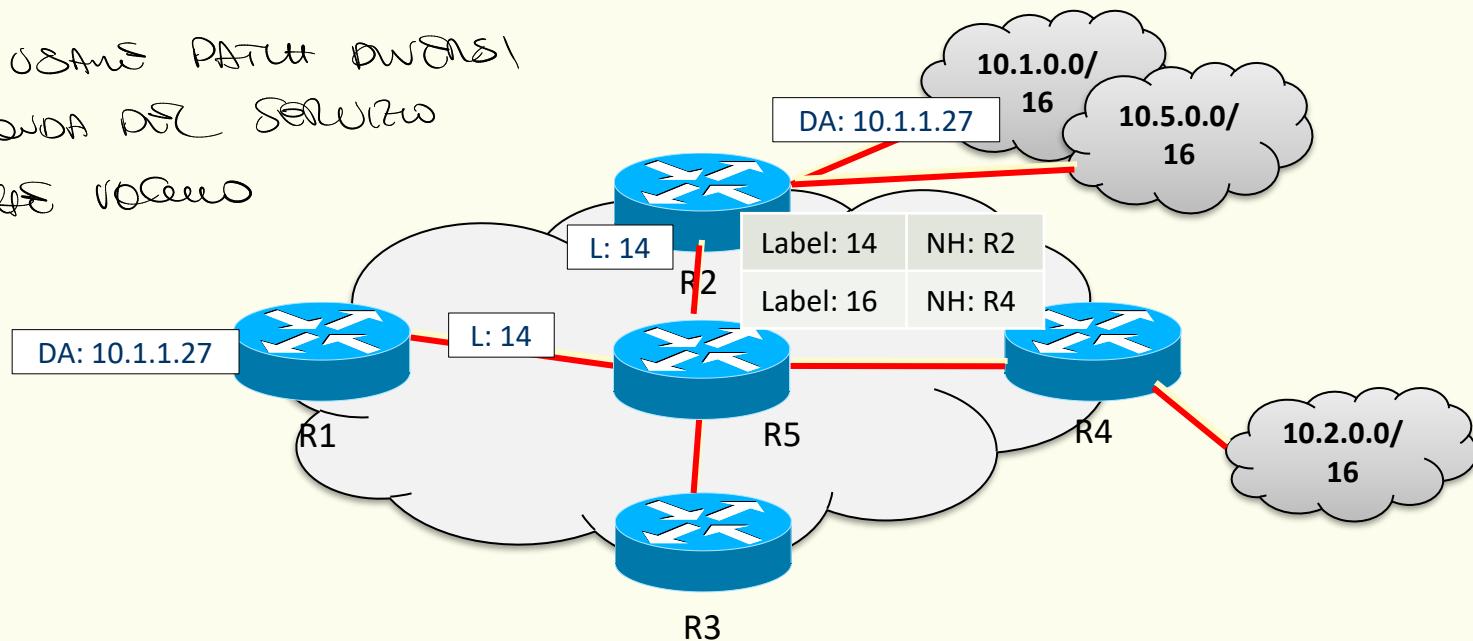
# Label switching concept

SERVICE CLASS DEL PREMUTO		FEC	Label
Address prefix matching 10.1.0.0/16 && DSCP=101110		FEC1	Label: 14
Address prefix matching 10.1.0.0/16    10.5.0.0/16		FEC2	Label: 16
Address prefix matching 10.1.0.0/16 && TCP protocol		FEC3	Label: 23
Address prefix matching 10.1.0.0/16 && INport=Se0/0/0		FEC4	Label: 15

Passo 1: Scegli PATH DNS

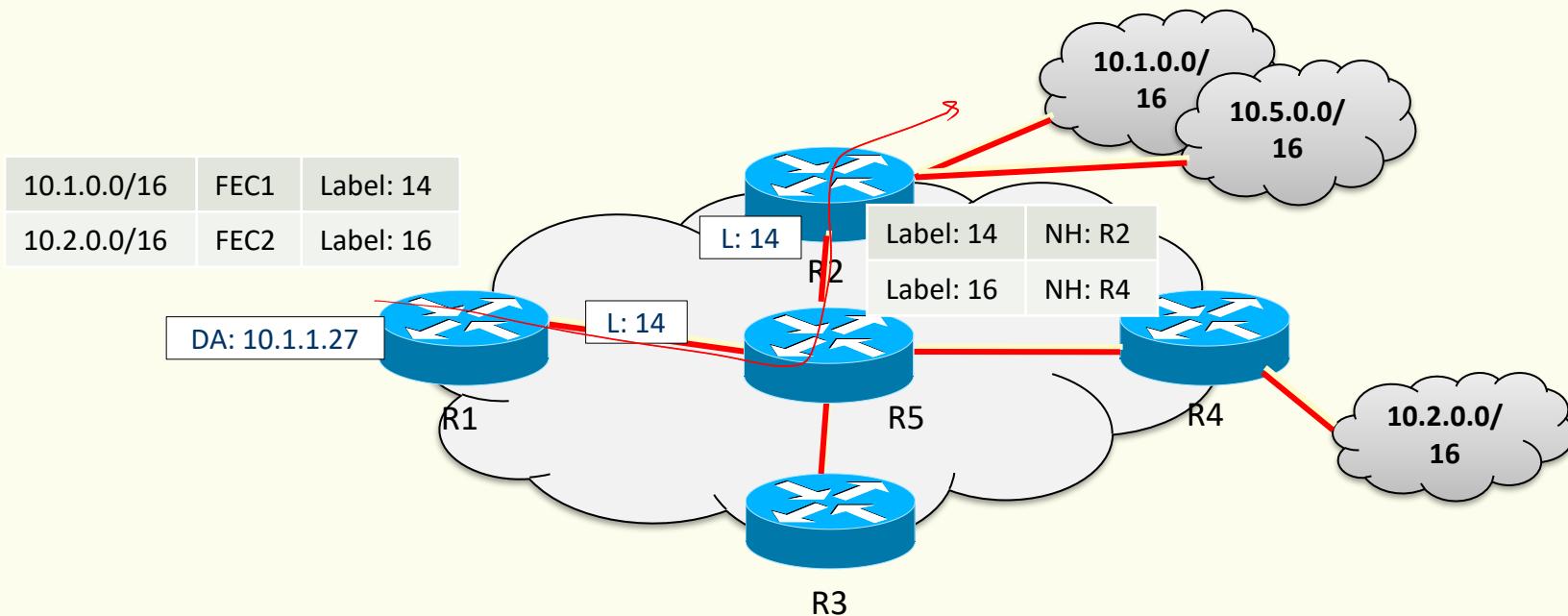
A seconda del servizio

Che trovi



# Label switching concept

- What about the **label scope**?
  - If domain-wide, it does not scale well



# Label switching concept

- Local-scope is better, yielding the basis for a distributed solution

Ogni router connaît le bouton de destination  
et ses sous-réseaux correspondants.

