



Università
degli Studi
della Campania
Luigi Vanvitelli

Reti di Calcolatori e Cybersecurity

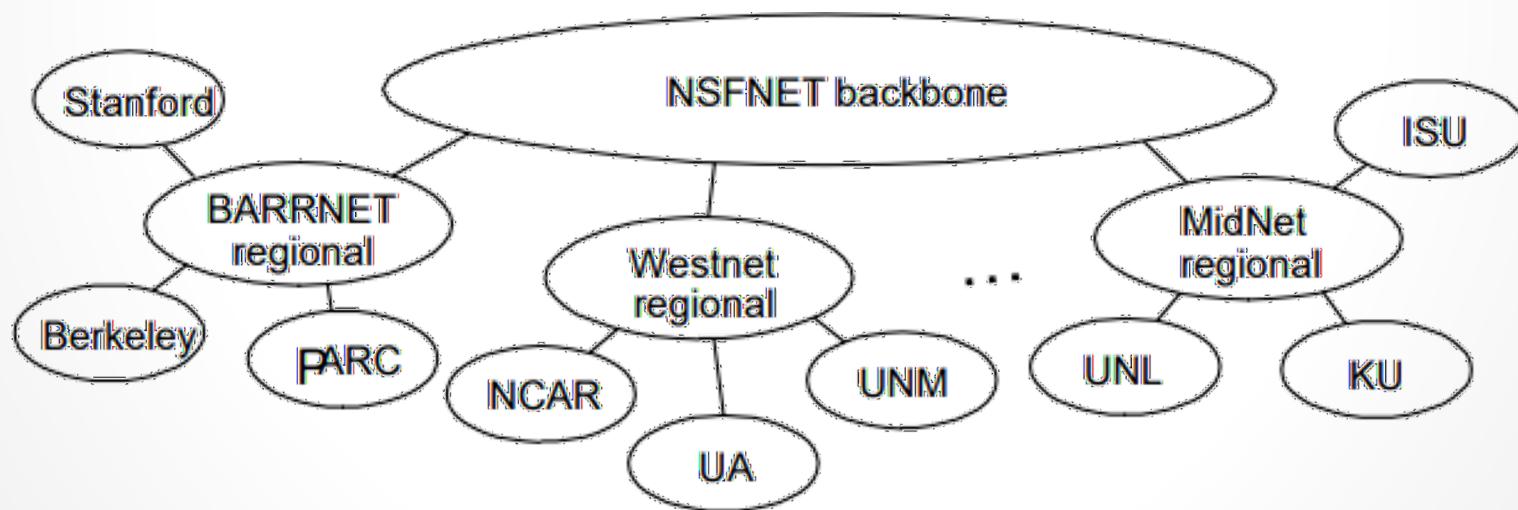
InterDomain Routing

Ing. Vincenzo Abate

Routing internet prima

Negli anni 80 l'architettura di Internet era molto semplice:

- c'era un'unica rete backbone
- ogni rete fisica era collegata alla backbone da un core router:
 - ogni core router conosceva le rotte per tutte le reti fisiche



Il routing in Internet: problematiche

- Non è accettabile che ci sia un unico proprietario per la backbone di tutta la rete
- Non tutte le reti fisiche possono essere collegate direttamente alla backbone
- Soluzione non scalabile:
 - al crescere del numero di core router diventa impossibile mantenerli tutti aggiornati...

Il routing in Internet: ora

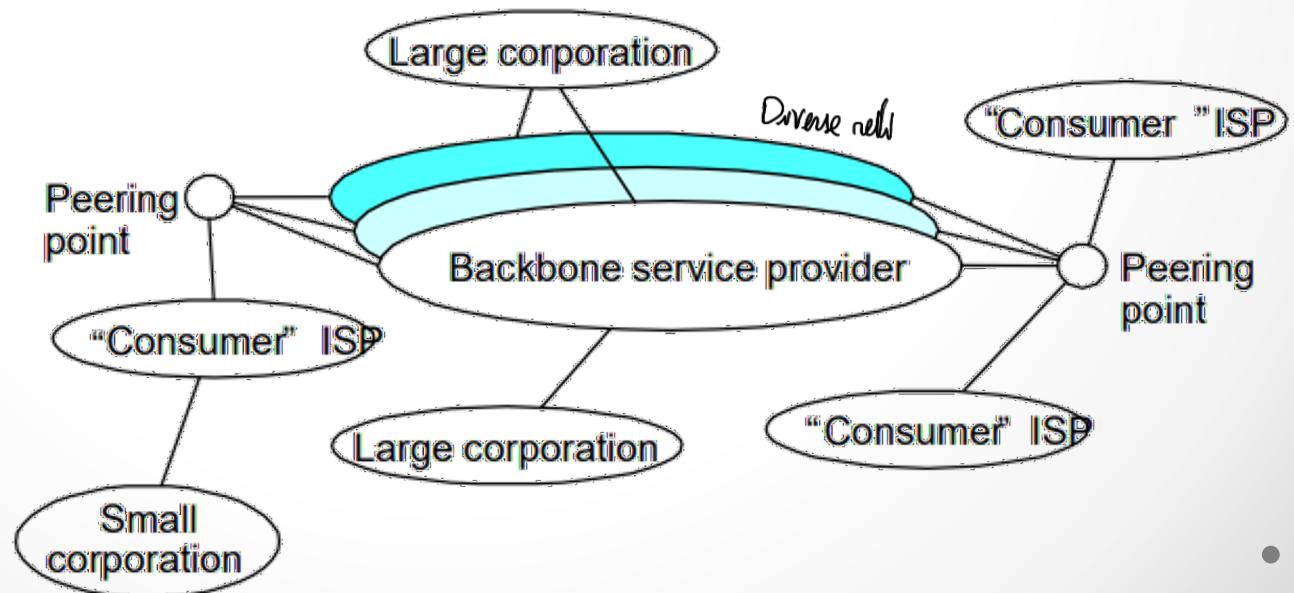
- **Reti con Peer Backbone:**

Routing gerarchico

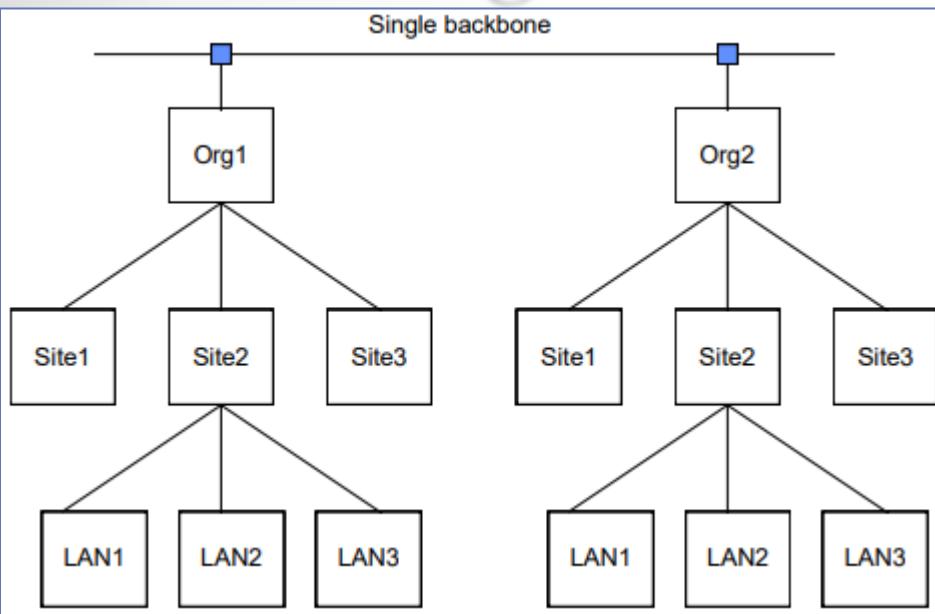
- prevedono l'esistenza di diverse dorsali:

- gli amministratori delle reti backbone devono concordare una politica di routing per evitare la creazione di cicli
- i core router delle diverse reti devono scambiarsi informazioni sulle rotte

- **Routing Gerarchico**

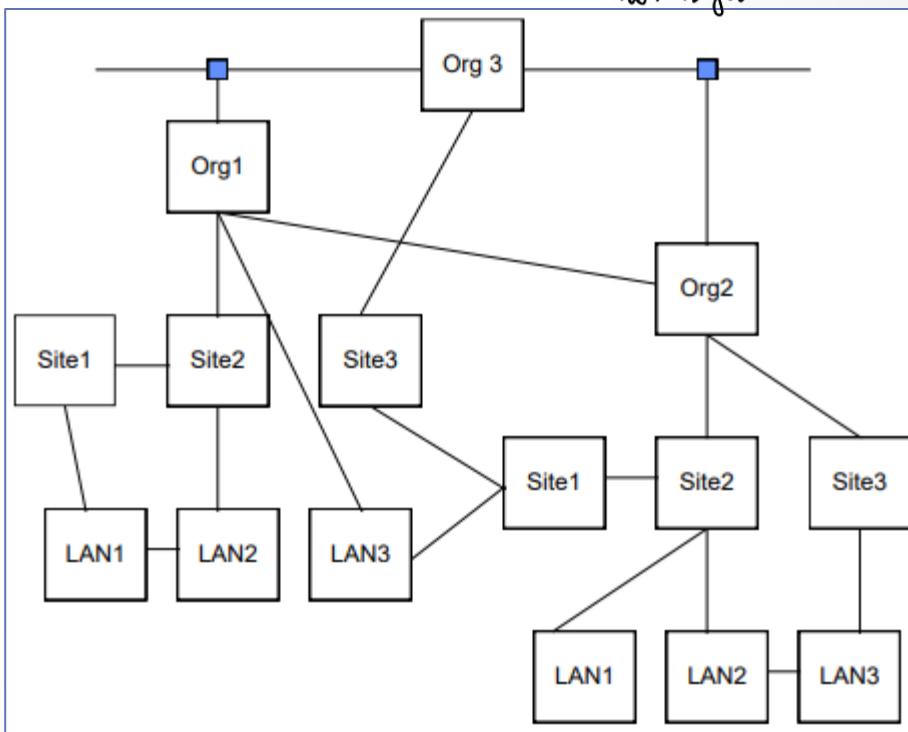


Il routing in Internet: problematiche



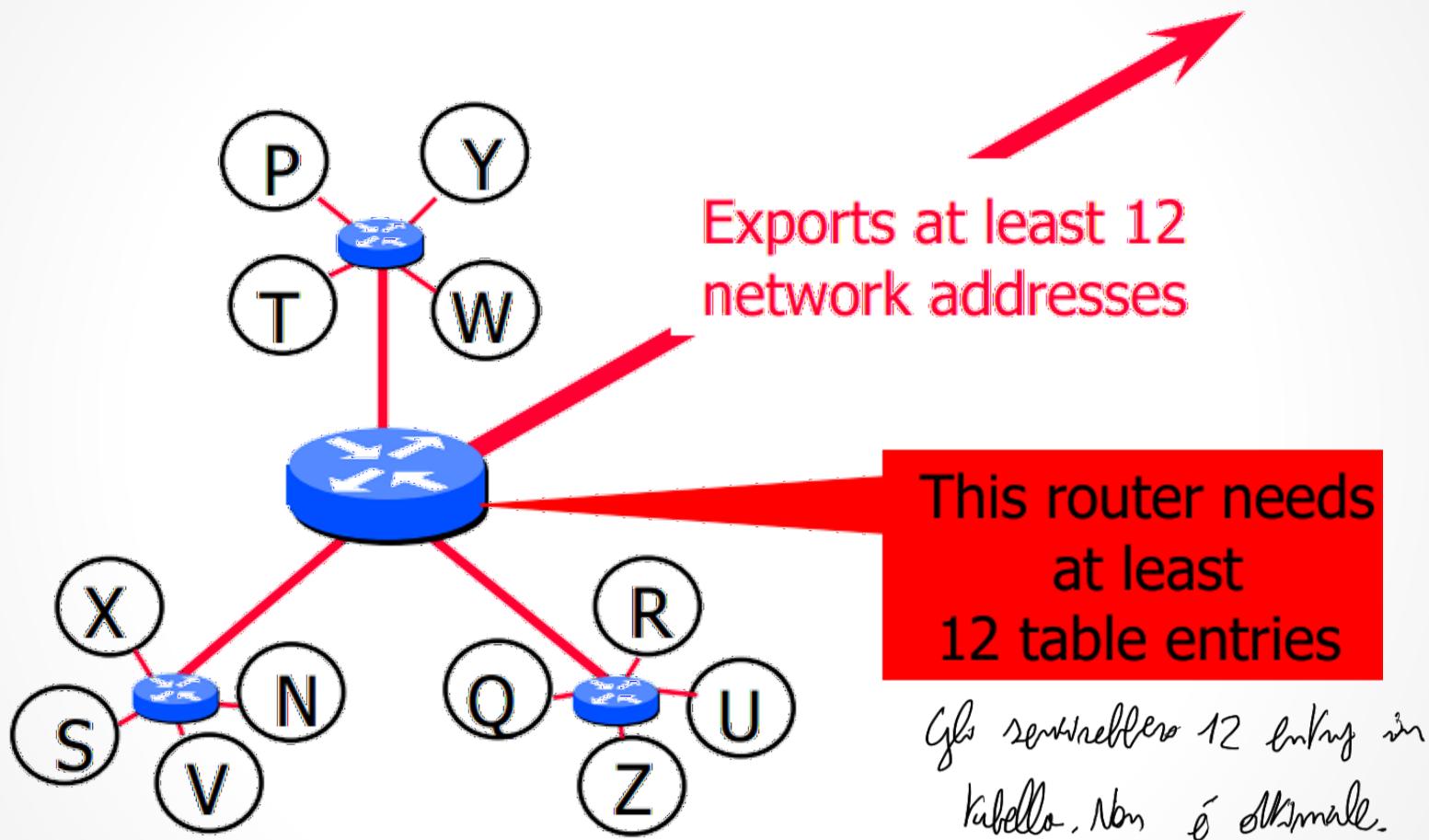
Mai semplice struttura rigida, non

Quindi diverse backbones e schemi
non rigidi

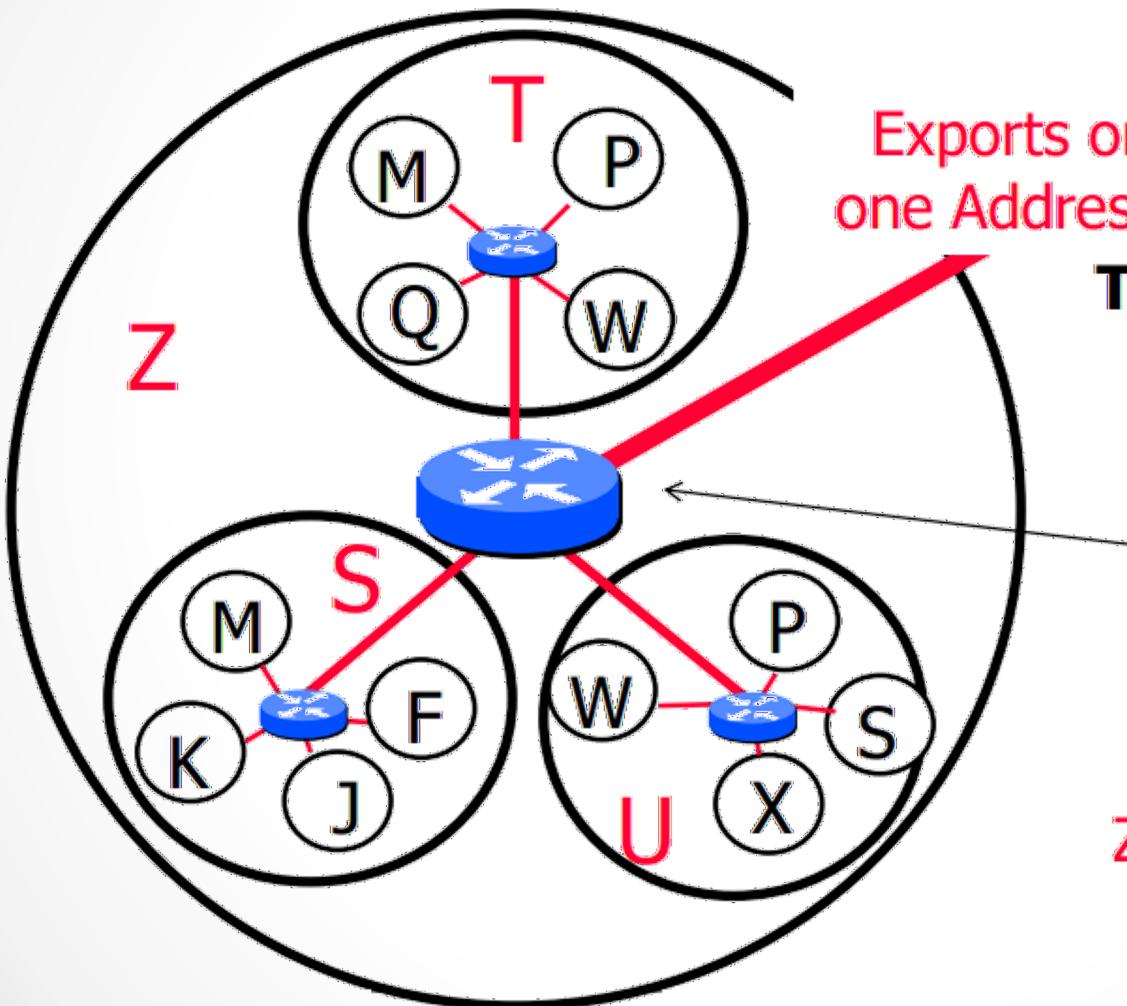


BGP, serve as a gateway for communication between autonomous systems

Flat Network Addressing



Hierarchical Network Addressing



Exports only
one Address: Z

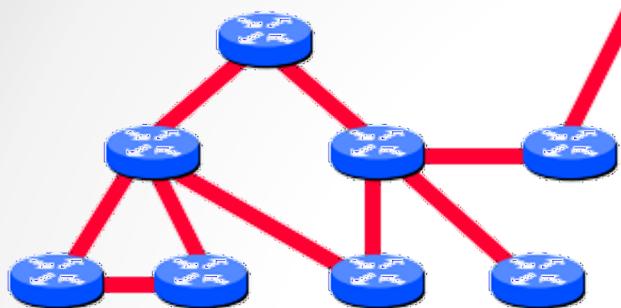
**This is called
Aggregation**

This router
needs only
3 table entries
for networks
Z-T, Z-S, and Z-U

Gli servono le entry che
mi fanno arrivare a T, S, U,

Esports un
nhdrwz70

Best Match Forwarding



Lookup in IP forwarding table is no longer based on exact match of network prefix.

Destination Address : Network X-W-Y-V, Host 12

Match →
Best Match →
Match →

Destination	Next Hop
X	R2
X-W-Y	R7
X-W	R5

Gruppo X vede da gruppo W visto da gruppo Y

Il routing in Internet: com'è

- Ai nostri giorni Internet è strutturata come un insieme di Autonomous System (AS):
 - un AS è una collezione di reti amministrate da un'unica autorità
- Ogni AS contiene un numero limitato di reti:
 - la gestione delle informazioni di routing all'interno dell'AS è più semplice

Il Routing in presenza di Autonomous System

- Ogni AS è responsabile del routing all'interno delle sue reti:
 - routing interno
- Gli AS devono scambiarsi informazioni di raggiungibilità:
 - routing esterno
 - garantisce la correttezza e la consistenza delle informazioni memorizzate nelle tabelle dei router
- Ogni AS deve essere identificato da un nome:
 - AS number (16 bit)
 - ↓
AS - conversione da decimale

Inter-AS vs Intra-AS routing

Politica:

- Inter-AS
 - si concentra su aspetti politici (es: quale provider scegliere o evitare)
Burokratis: le regole non sono semplici: passo per di lì perché ho accordi
- Intra-AS
 - si applica in una singola organizzazione: – all'interno dell'organizzazione, la politica di routing applicata è coerente
Per la singola localizzazione: performance ha peso maggiore

Dimensioni:

- si realizza un routing gerarchico (grana grossa a specifico)
- si diminuisce il traffico per aggiornare le tabelle di routing

Prestazioni:

- Inter-AS
 - gli aspetti politico-amministrativi sono prevalenti
- Intra-AS
 - si concentra sull'ottimizzazione delle prestazioni

Tipologie AS

Un solo border router:

stub o single-homed:

(piccole corporate)

Più border router:

multi-homed: *legato ad almeno due provider*

- **transit (provider)** - accetta di essere attraversato da traffico diretto ad altri AS
- **non-transit (grandi corporate)** - non accetta di essere attraversato da traffico diretto ad altri AS



Gateway Router

Sono speciali router dell'AS, che:

- eseguono protocolli di routing intra-AS con altri router appartenenti all'AS
- sono, inoltre, responsabili del routing verso destinazioni esterne al proprio AS:
 - a tal fine, eseguono un protocollo di routing inter-AS con altri gateway router

Su questi router sono pertanto attivi contemporaneamente sia protocolli di routing IGP (ad es. OSPF) e protocolli di routing EGP (ad es. BGP)

External gateway Protocol

Border Gateway Protocol

BGP

ASes exchange reachability information

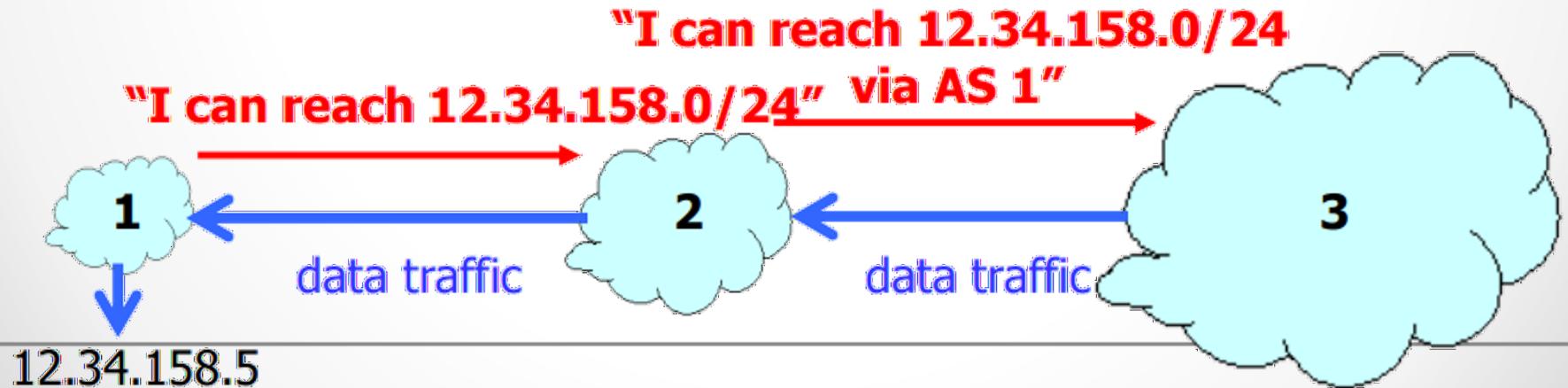
IP prefix: block of destination addresses

AS path: sequence of ASes along the path

Policies configured by the network operator

Path selection: which of the paths to use?

Path export: which neighbors to tell?



BGP

Lavora a livello trasporto

Nato nel 1989 [RFC1105] versione 1 del protocollo

Nel 1995, RFC Editor pubblicò le specifiche della versione 4, oggi raccolte nella [RFC4271]A - Border Gateway Protocol 4 (BGP-4)

Il BGP si basa su un algoritmo di instradamento chiamato "vettore di percorsi" (path vector), cioè i messaggi che produce contengono una lista di percorsi dati dai sistemi autonomi che occorre attraversare per raggiungere una certa destinazione (identificata da un prefisso di rete).

Esempio di AS path:

Rete	Vicino	Percorso
203.0.113.0/24	198.51.100.1	64496_65551_64511_65536

Posso avere più percorsi, per avere molta
di robustezza

Next Step

↓
Corrett

↓
Rete di
destinazione

Messaggi BGP

I messaggi BGP contengono un campo type che definisce il tipo di messaggio trasmesso e può recare dei codici che possono indicare i seguenti valori:

- **OPEN;** Primo messaggio per far parlare 2 router
- **UPDATE;** Aggiorna sulle nuove o modifiche
- **NOTIFICATION;** Notifica errori
- **KEEPALIVE;** Mandato ogni 10s per mantenere connessione valida
- **ROUTE REFRESH.**

Sessioni BGP

Transit, paritaria

Dobbiamo dunque distinguere una sessione BGP paritaria, cioè tra pari (**peer**), da una sessione BGP di transito (**transit**). Da un punto di vista tecnico sono entrambe soggette alle medesime regole (RFC, sintassi, rappresentazione) ma da un punto di vista “politico” ed “economico” sono assai distanti tra loro.

Peer BGP

Sessione BGP tra pari: entrambi i sistemi autonomi coinvolti convengono di essere più o meno equivalenti in termini di risorse e traffico generato. Per questo, o anche per altre ragioni specifiche non note, decidono che sia conveniente per entrambi scambiarsi gli instradamenti che portano a risorse originanti ciascuno nel proprio sistema autonomo.

Quindi in virtù dell'accordo contrattuale, che si traduce in una configurazione sui router, gli utenti di AS64500 che volessero fruire dei contenuti appartenenti all'AS64496, avrebbero un percorso privilegiato o, per dirla in maniera più tecnica, un **AS_PATH** cortissimo

Operatori puntano ad avere rapporti di peering con altri AS possibili.

Percorso diretto per arrivare a destinazione. 1 solo hop

Transit BGP

Come si fa a raggiungere le risorse appartenenti a tutti quei sistemi autonomi con i quali non abbiamo rapporti di peering?

Ci si accorda con un altro sistema autonomo affinché ci conceda il transito verso le risorse appartenenti ad altri AS con cui abbia stabilito sessioni BGP. In altre parole, dobbiamo trovare un AS (o più d'uno naturalmente) che ci faccia appunto «da transito».

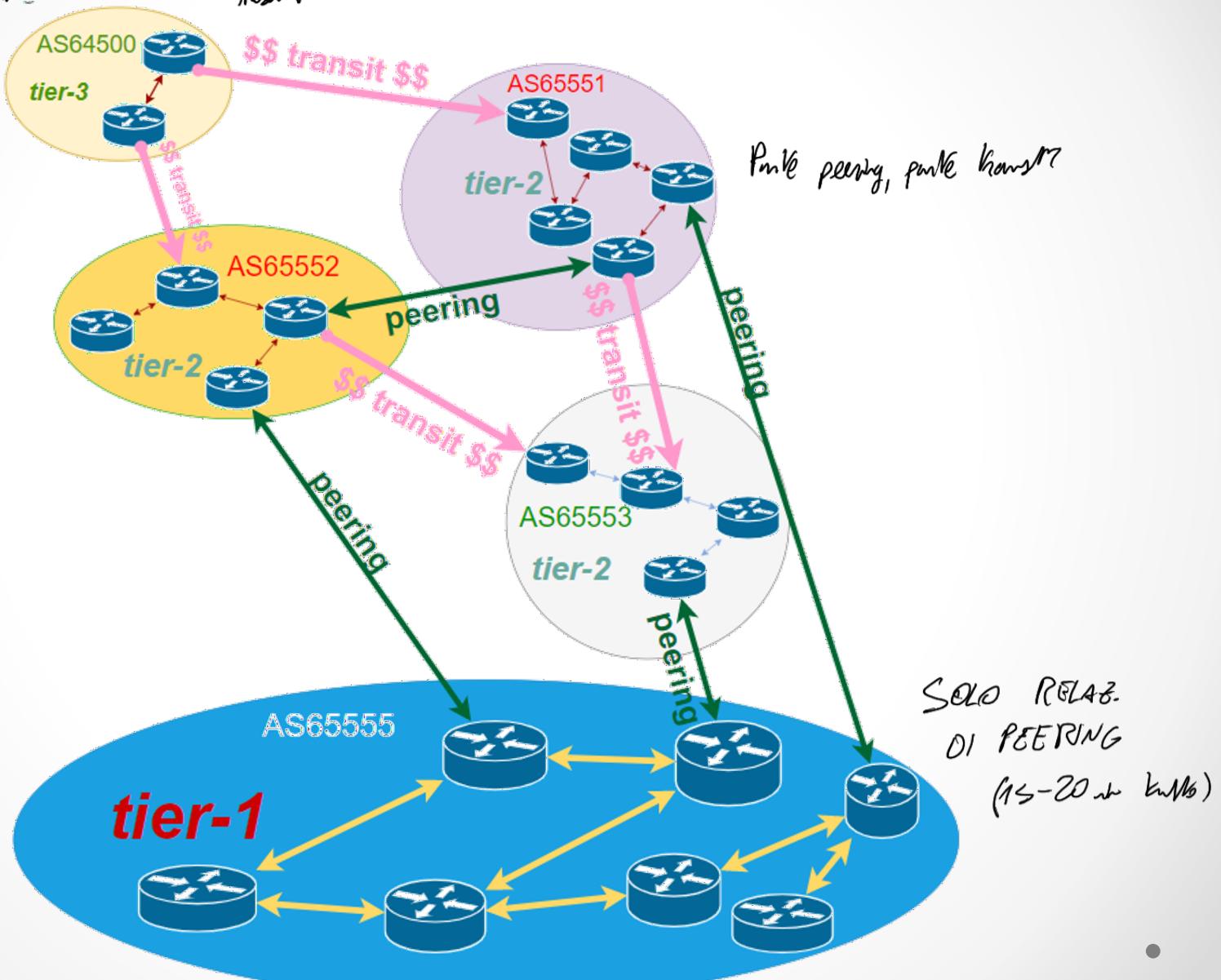
Sul mercato esistono parecchi operatori che per mestiere (cioè a titolo oneroso) danno transit ad altri AS

A seconda del numero e della qualità delle sessioni BGP che hanno in piedi, vengono classificati secondo livelli (tier), solitamente tre: tier-1, tier-2, tier-3



Gerarchia AS

Non ha relaz. di peer con nessuno



Internet Exchange Point (IXP)

Internet Exchange Point (IXP), o Network Access Point (NAP): infrastruttura fisica che permette a diversi Internet Service Provider di scambiare traffico Internet fra loro, interconnettendo i propri Autonomous System attraverso accordi di peering generalmente gratuiti

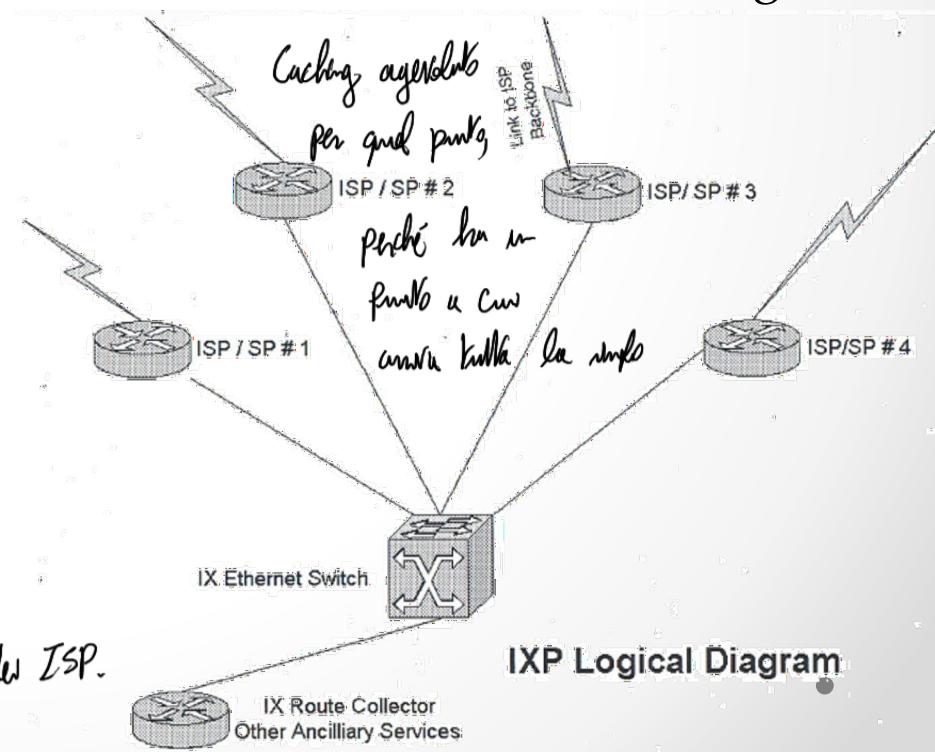
Scopo: permettere agli ISP di risparmiare una parte della banda che comprano dai loro upstream provider, e di guadagnare in efficienza e in affidabilità

Gli IXP operano di solito realizzando connessioni L2 tra router BGP degli ISP

Punti di interscambio. Operano no profit.
Permette ai provider di scambiare traffico
tra loro. Faccio peering tra uno e
l'altro.

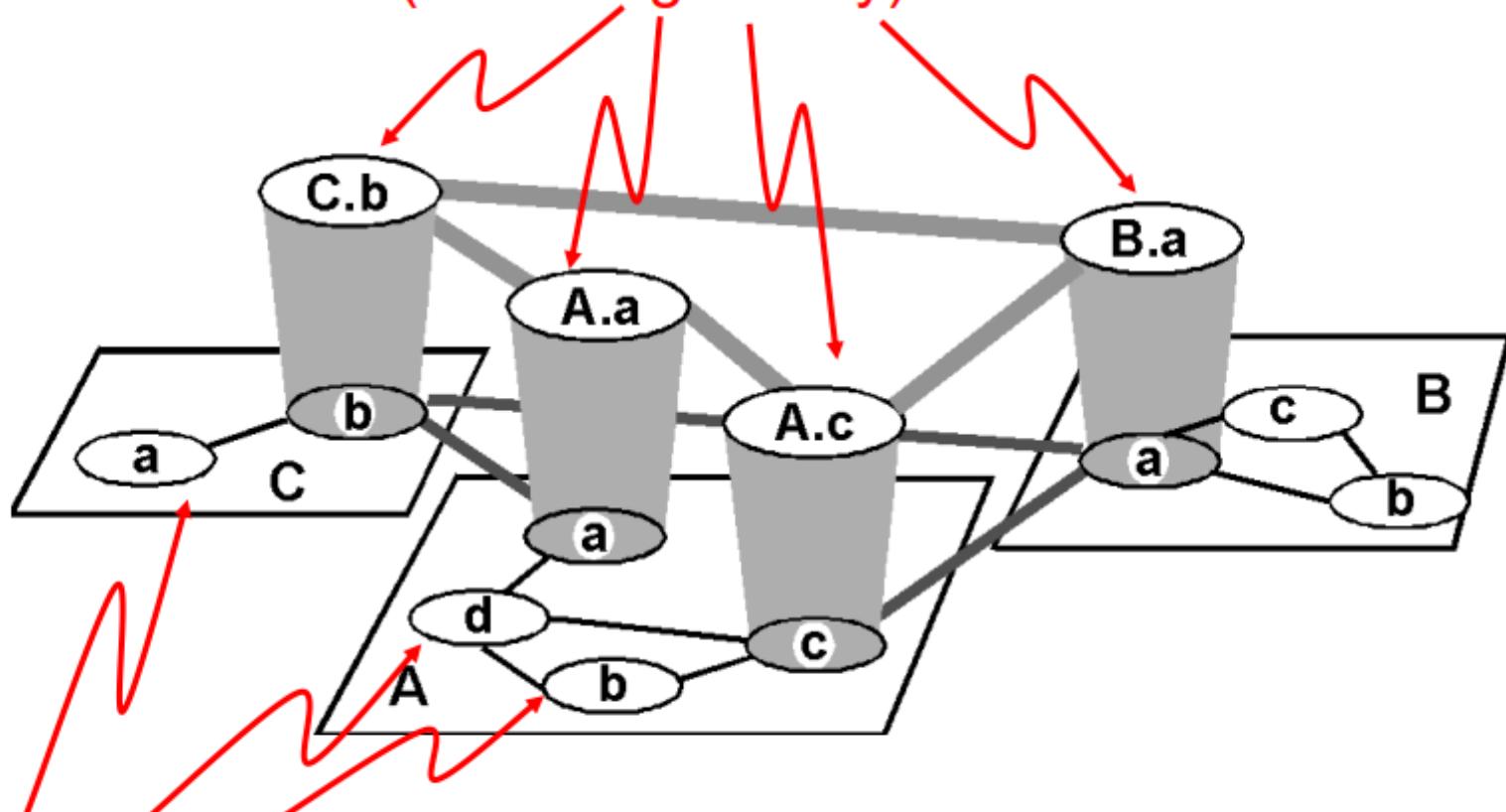
Costa pagare chi passa da loro. Mette appena
nella sua struttura fisica.

Connessione a livello 2 dei router BGP degli ISP.



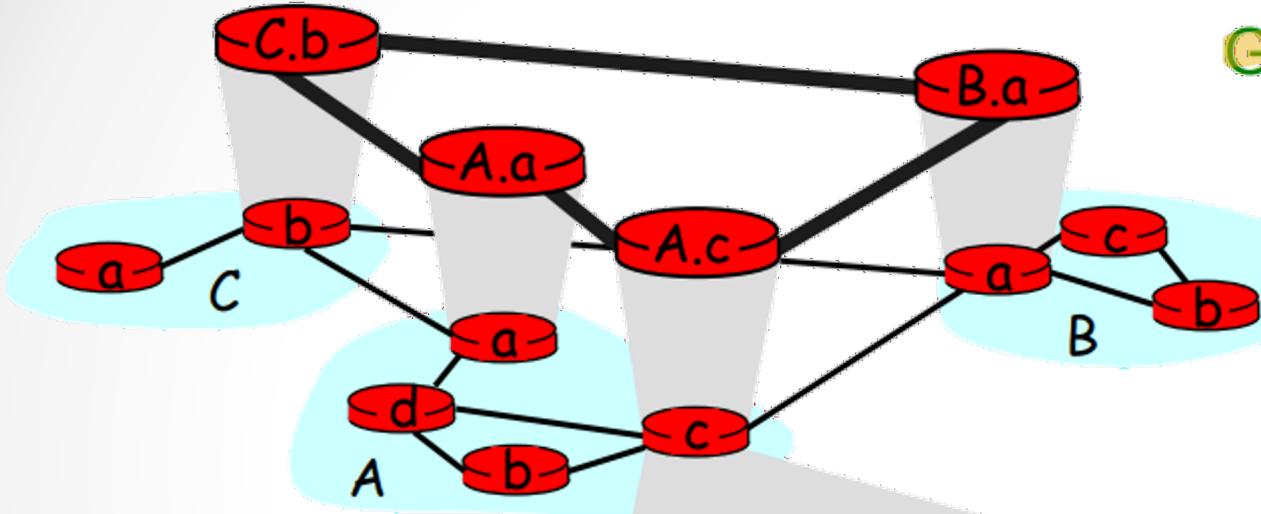
Instradamento gerarchico in Internet

Inter-AS border (exterior gateway) routers



Intra-AS interior (gateway) routers

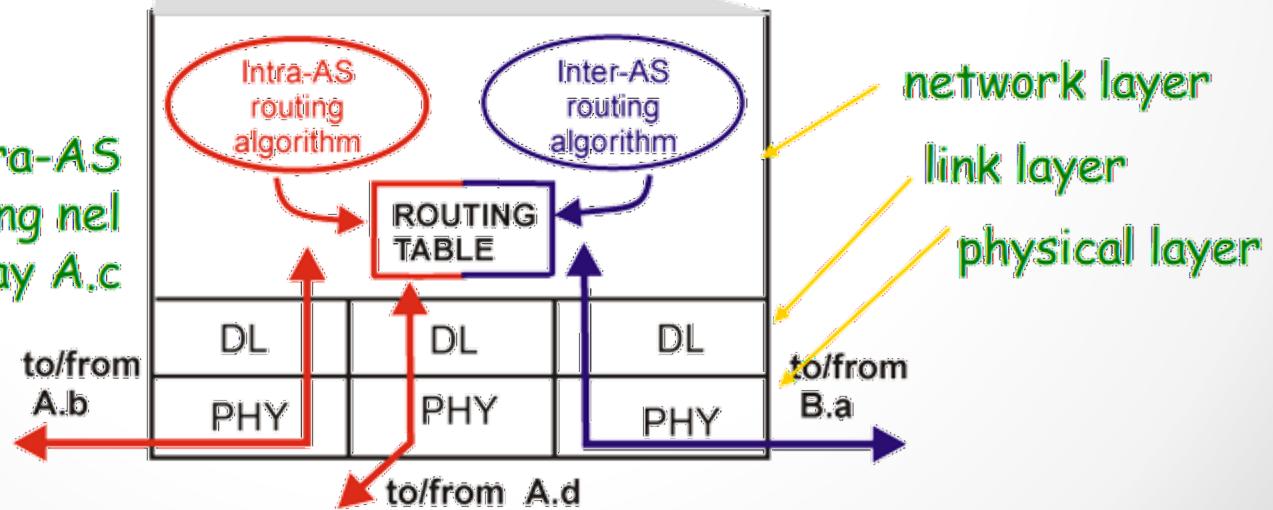
Instradamento gerarchico in Internet



Gateway:

- eseguono inter-AS routing fra loro
- eseguono intra-AS routing con altri router nel loro AS

inter-AS, intra-AS
routing nel
gateway A.c

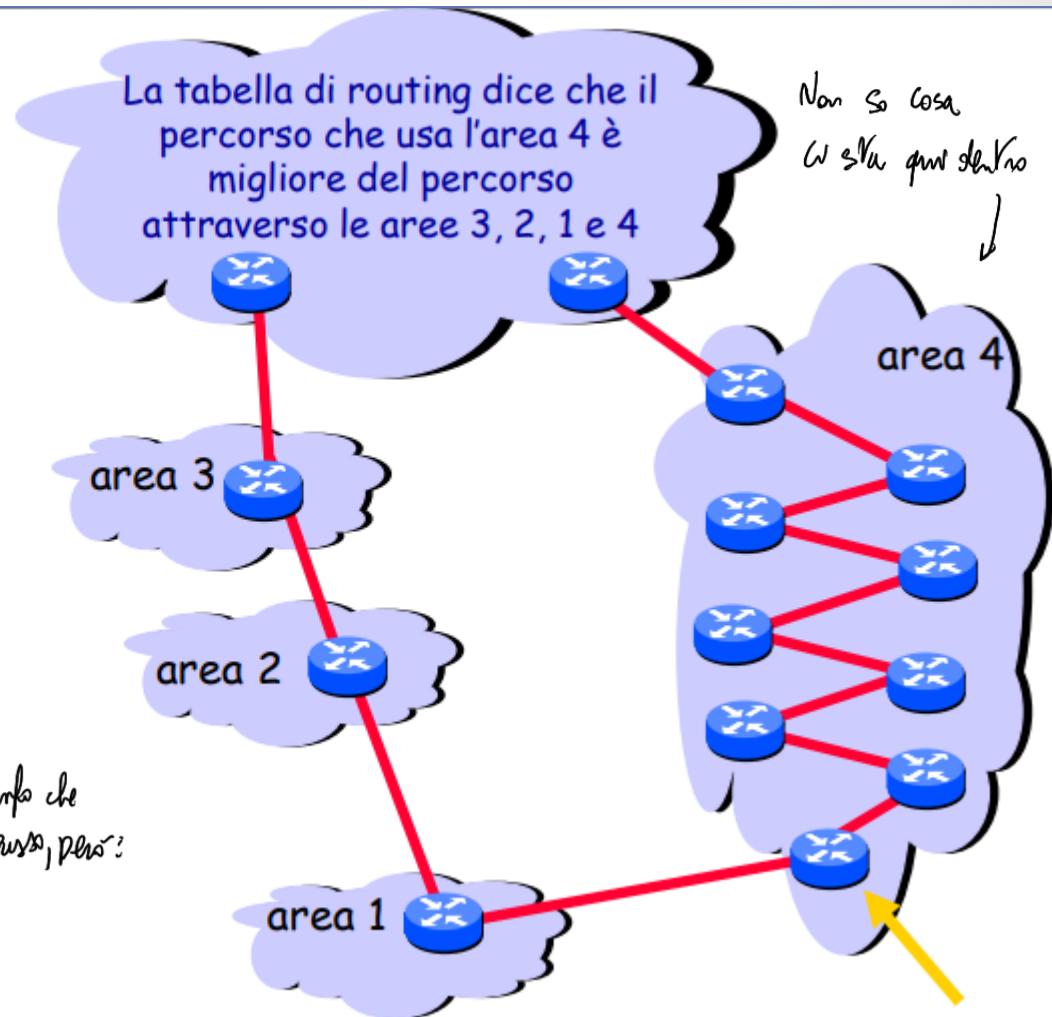


Instradamento gerarchico in Internet

Il routing gerarchico è usato per migliorare la scalabilità:

- con 150 milioni di destinazioni:
 - non è possibile memorizzare tutte le destinazioni nelle routing table
 - lo scambio di tabelle di routing così grandi diminuisce notevolmente la banda utilizzata

... ma può condurre a scelte sub-ottime



Passare solo per area 4 sarebbe migliore? Non è così.