



Multicast: istruzioni per l'uso

Marco Marletta
Consortium GARR
marco.marletta@garr.it

AGENDA

- ❖ Implementazione sulla rete GARR
- ❖ Tipologie di connessione degli utenti
- ❖ Configurazione dei router utente
- ❖ Verifica del funzionamento
 - PIM – SM
 - RPF
 - mroute

AGENDA

- ❖ Implementazione sulla rete GARR
- ❖ Tipologie di connessione degli utenti
- ❖ Configurazione dei router utente
- ❖ Verifica del funzionamento
 - PIM – SM
 - RPF
 - mroute

Implementazione sulla rete GARR

❖ Implementazione intradomain

- PIM-SM
- Rendez-Vous Point
- MSDP e "Anycast RP"

❖ Implementazione interdomain

- MSDP
- MBGP

Implementazione intradomain - 1

Sulla rete GARR viene utilizzato PIM-SM per la sua semplicità e scalabilità

Su tutti i router del backbone è configurato
STATICAMENTE l'IP del RP

(rp.garr.net - 193.204.216.254)

Tutta la catena di router fino al livello ultimo dei router utente DEVE avere la stessa configurazione per l'RP, a meno di configurare un RP proprio

Implementazione intradomain - 2

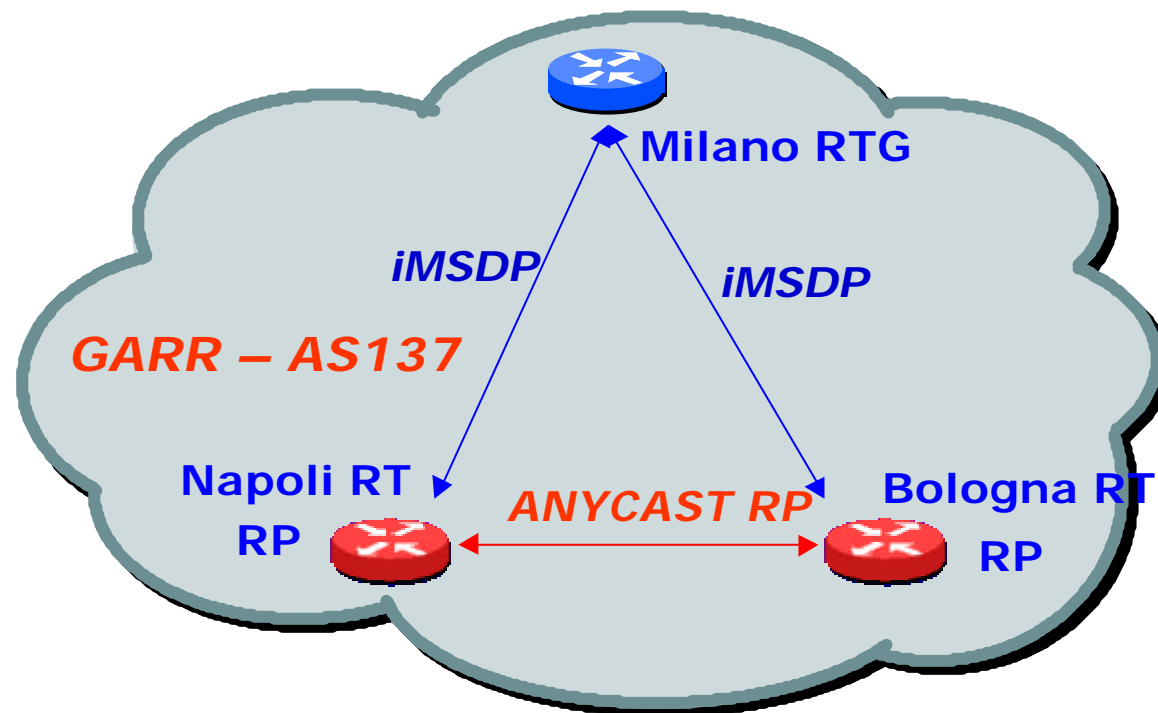
Fra i RP e' presente un peering MSDP necessario a mantenere la funzionalità "Anycast RP"

Esiste un solo indirizzo di RP, ma la funzione è svolta da più di un router

Ciascuna sorgente si registra sul router più prossimo secondo la metrica IGP

Anycast RP permette:

- load sharing
- fault tolerance



Implementazione intradomain - 3

```

interface Loopback0
  ip address 193.206.130.254 255.255.255.255
interface Loopback10
  ip address 193.204.216.254 255.255.255.255
ip pim rp-address 193.204.216.254
ip pim accept-rp 193.204.216.254
ip msdp peer 193.206.128.254 connect-source Loopback0
ip msdp description Bologna-RTG
ip msdp peer 193.206.129.254 connect-source Loopback0
ip msdp description Milano-RTG
ip msdp peer 193.206.131.251 connect-source Loopback0
ip msdp description Roma-RTG
  
```

LOOPBACK UNICAST

LOOPBACK RP

Napoli RT



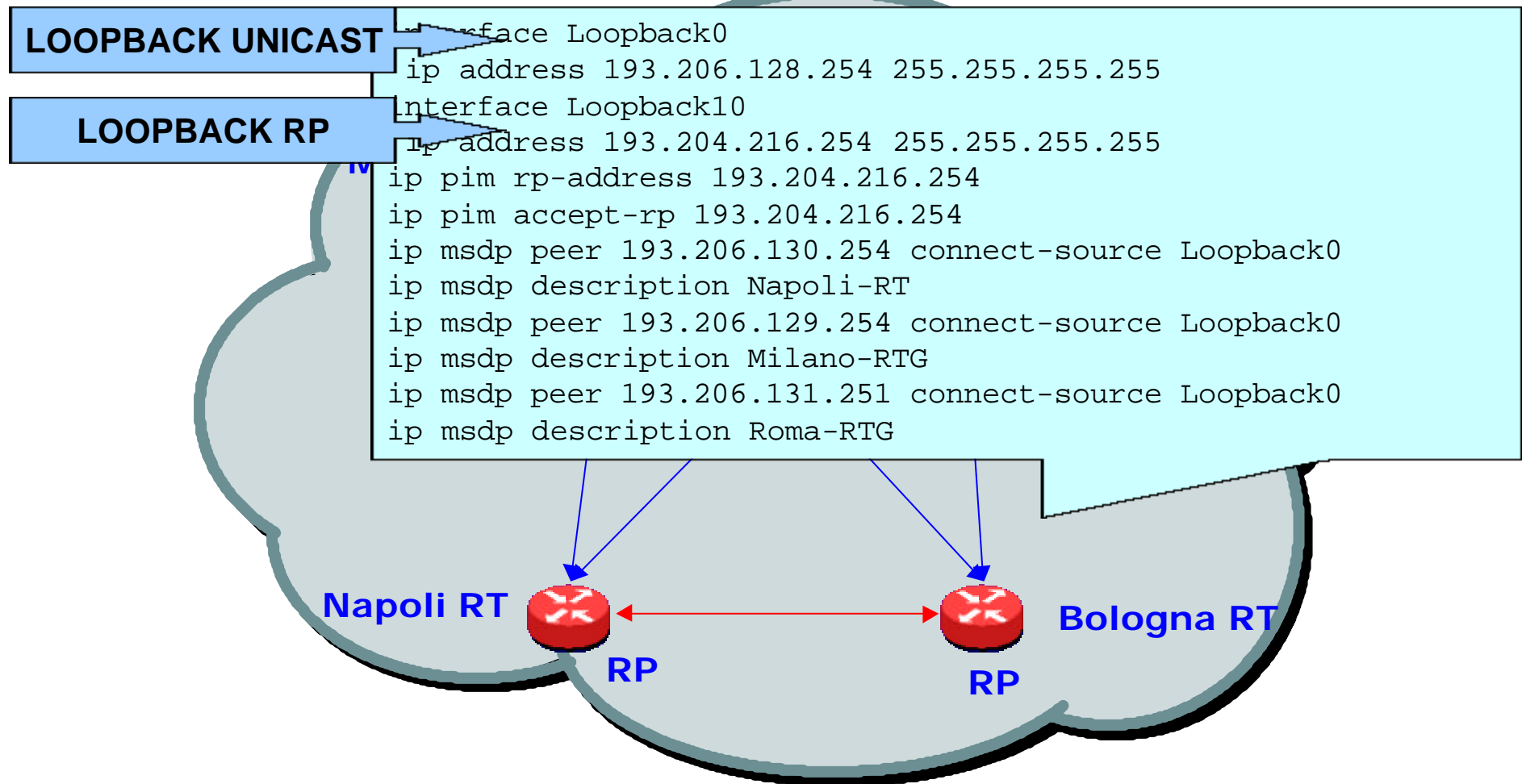
RP



Bologna RT

RP

Implementazione intradomain - 4

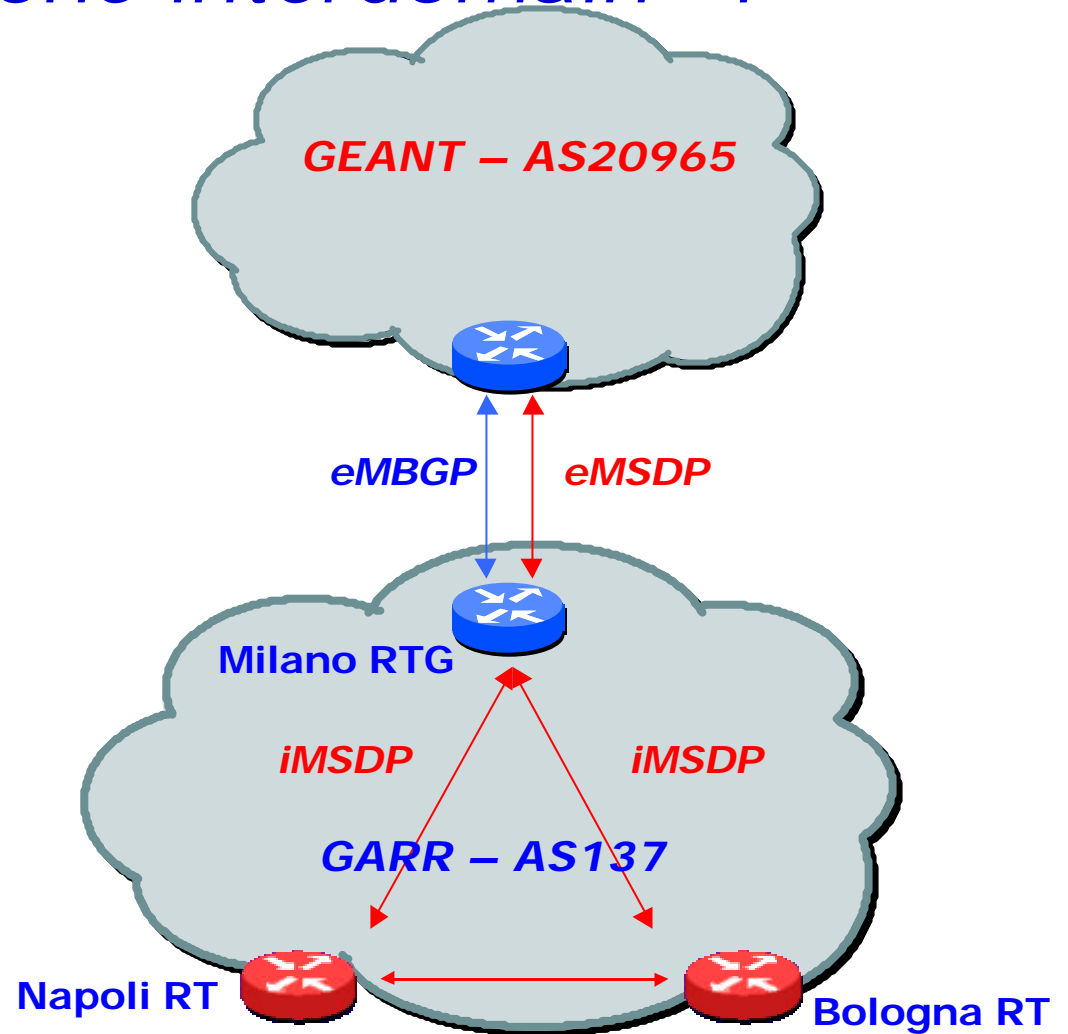


Implementazione interdomain - 1

La rete GARR mantiene un collegamento internazionale con la rete europea GÉANT.

GÉANT offre connettività multicast verso tutte le reti della ricerca Europea e Nordamericana.

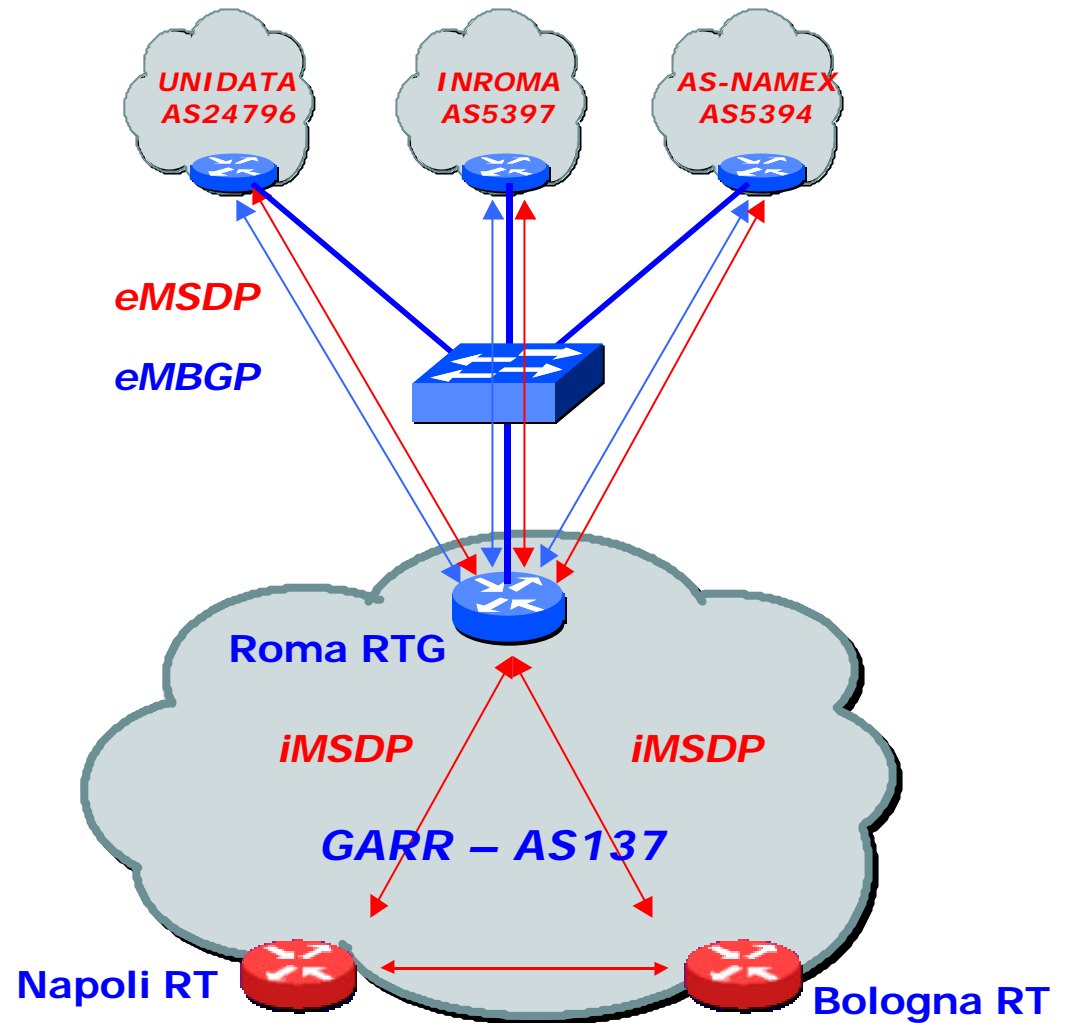
Il collegamento multicast è ottenuto mediante peering MSDP e MBGP.



Implementazione interdomain -2

Da settembre 2003 è attiva una sperimentazione multicast con alcuni degli afferenti al NAMEX di Roma.

La sperimentazione avviene tramite peering su link FastEthernet su LAN dedicata.



AGENDA

- ❖ Implementazione sulla rete GARR
- ❖ **Tipologie di connessione degli utenti**
- ❖ Configurazione dei router utente
- ❖ Verifica del funzionamento
 - PIM – SM
 - RPF
 - mroute

Accessi utente - 1

Utenti connessi

- CINECA
- INFN - CNAF
- CNR Bologna
- Università di Bologna
- CNR – IIT Pisa 
- Università di Pisa 
- Università di Parma
- Università di Firenze
- Cilea Milano
- Università di Milano
- Università Bocconi Milano
- Politecnico di Torino
- Università di Torino
- Università di Padova 
- CNR di Padova
- Università di Trento
- Università di Venezia
- SISSA Trieste
- Sincrotrone Trieste
- Università di Trieste
- Università La Sapienza
- Università di Ancona
- CASPUR
- CNR di Roma
- Università di Roma III
- Direzione GARR-B
- INFN Roma 1
- INFN Roma 2
- Università di Napoli
- CIRA
- CNR di Catania
- CNR di Messina
- Università di R. Calabria

Accessi utente - 2

2 TIPOLOGIE: ACCESSO con RP GARR o con RP proprio

- ❖ Il collegamento degli utenti all'infrastruttura multicast GARR va studiato caso per caso.
- ❖ E' necessario effettuare una stima della tipologia di utilizzo prevalente del servizio.
- ❖ Se l'utente è interessato a fruire in gran parte di contenuti esterni al proprio dominio, non e' necessario che metta in essere un proprio RP, ma può appoggiarsi al RP GARR.
- ❖ Disporre di un proprio RP consente un miglior controllo di quali indirizzi IP di gruppo multicast utilizzare per la trasmissione: è infatti possibile utilizzare indirizzi privati per trasmissioni interne, filtrando poi l'annuncio di tali trasmissioni verso il resto della rete GARR.

AGENDA

- ❖ Implementazione sulla rete GARR
- ❖ Tipologie di connessione degli utenti
- ❖ Configurazione dei router utente
- ❖ Verifica del funzionamento
 - PIM – SM
 - RPF
 - mroute

Accesso con RP GARR – Caso Cisco

TM Configurare il routing multicast

```
ip multicast-routing [distributed]
```

TM multicast su più link paralleli ad equal costo

```
ip multicast multipath
```

TM Configurare PIM-SM (con abilitazione implicita IGMP) e SAP/SDR sulle interfacce:

```
interface serial1/0
  ip pim sparse-mode
  ip sap listen
```

```
interface eth2/0
  ip pim sparse-mode
  ip sap listen
```

TM Sull'interfaccia di frontiera verso GARR:

```
interface serial0/0
  ip pim sparse-mode
  ip multicast boundary 99
  ip pim bsr-border
```

TM Configurare il RP staticamente:

```
ip pim rp-address 193.204.216.254
```

Filtri di bordo:

- ACL 99 serve a filtrare il traffico destinato ai gruppi multicast well-known
- bsr-border serve ad evitare che i messaggi bootstrap-router per l'Auto-RP attraversino l'interfaccia

Accesso con RP GARR – Caso Juniper - 1

™

Configurare IGMP, SAP, PIM-SM e indirizzo del RP

```
protocols {
  igmp {
    interface all {
      version 2;
    }
  }
  sap;
  pim {
    import multicast-boundary;
    rp {
      bootstrap-import reject-bsr-messages-in;
      bootstrap-export reject-bsr-messages-out;
      static {
        address 193.204.216.254 {
          version 2;
        }
      }
    }
  }
  interface all {
    mode sparse;
    version 2;
  }
}
```

Abilita PIM-SM su TUTTE le interfacce

Accesso con RP GARR – Caso Juniper - 2

TM

Configurare il *multicast boundary*:

```

policy-statement multicast-boundary {
  term bad-groups {
    from {
      route-filter 224.0.1.2/32 exact;
      route-filter 224.0.1.3/32 exact;
      route-filter 224.0.1.8/32 exact;
      route-filter 224.0.1.22/32 exact;
      route-filter 224.0.1.24/32 exact;
      route-filter 224.0.1.25/32 exact;
      route-filter 224.0.1.35/32 exact;
      route-filter 224.0.1.39/32 exact;
      route-filter 224.0.1.40/32 exact;
      route-filter 224.0.1.60/32 exact;
      route-filter 224.0.2.1/32 exact;
      route-filter 224.0.2.2/32 exact;
      route-filter 225.1.2.3/32 exact;
      route-filter 229.55.150.208/32 exact;
      route-filter 234.42.42.42/32 exact;
      route-filter 239.0.0.0/8 orlonger;
    }
    then reject;
  }
  term bad-sources {
    from {
      source-address-filter 10.0.0.0/8 orlonger;
      source-address-filter 127.0.0.0/8 orlonger;
      source-address-filter 172.16.0.0/12 orlonger;
      source-address-filter 192.168.0.0/16 orlonger;
    }
    then reject;
  }
  term default {
    then accept;
  }
}

```

Filtri di bordo:
serve a filtrare il traffico
destinato ai gruppi
multicast well-known

Filtri di bordo:
serve a filtrare il traffico
proveniente da indirizzi
privati (RFC1918)

Accesso con RP GARR – Caso Juniper - 3

TM

Configurare il *rigetto dei messaggi bsr*:

```
policy-options {  
  policy-statement reject-bsr-messages-in {  
    from interface fe-3/2/0.0;  
    then reject;  
  }  
  policy-statement reject-bsr-messages-out {  
    to interface fe-3/2/0.0;  
  }  
}
```

Filtri di bordo:
serve a filtrare i messaggi
che segnalano il bootstrap
router per l'Auto-RP

N.B.:
fe-3/2/0.0
è l'interfaccia verso GARR

Accesso con RP proprio e peering MSDP – Cisco - 1

- ™ **L'utente configura il router come RP, aggiungendo un'interfaccia di loopback per mantenere il peering MSDP col RP GARR:**

```
interface Loopback0
  ip address X.X.X.X 255.255.255.255
  ip pim sparse-mode
  ip mroute-cache [distributed]
  no shut
```

- ™ **Si configura il routing multicast usando come indirizzo di RP quello della loopback appena creata:**

```
ip pim rp-address X.X.X.X
ip pim accept-rp X.X.X.X
```

- ™ **Si instaura il peering MSDP fra la loopback dell'utente e quella unicast del RP GARR:**

```
ip msdp peer Y.Y.Y.Y connect-source Loopback0
```

- ™ **Si configurano i filtri per gli SA messages:**

```
ip msdp sa-filter in Y.Y.Y.Y list 111
ip msdp sa-filter out Y.Y.Y.Y list 111
```

Filtro SA Messages:
ACL 111 serve a filtrare gli
SA per gruppi multicast
well-known

Accesso con RP proprio e peering MSDP – Cisco - 2

™ **Sull'interfaccia verso GARR si configurano i filtri e il bordo PIM:**

```
interface Serial0/0
ip pim bsr-border
ip pim sparse-mode
ip multicast boundary 99
```

™ **Si consiglia poi di configurare il caching dei messaggi SA:**

```
ip msdp cache-sa-state
```

in modo da ridurre la latenza al join di gruppi per cui l'RP locale ha già ricevuto la notifica dell'esistenza di sorgenti.

N.B. Le raccomandazioni sui filtri PIM e MSDP vengono sporadicamente aggiornate, si consiglia di controllare su <ftp://ftpeng.cisco.com/ipmulticast/config-notes/msdp-sa-filter.txt>

Accesso con RP proprio e peering MSDP – Juniper - 1

- ™ Si aggiunge un'indirizzo all'interfaccia di loopback per mantenere il RP:

```

interfaces {
  lo0 {
    description "PIM RP";
    unit 0 {
      family inet {
        address yyy.yyy.yyy.yyy/32; # loopback del router
        address xxx.xxx.xxx.xxx/32; # RP address
      }
    }
  }
}

```

- ™ Si configura il routing multicast usando come indirizzo di RP quello della loopback appena creata:

```

protocols {
  igmp {
    interface all {
      version 2;
    }
  }
  pim {
    rp {
      local {
        address xxx.xxx.xxx.xxx;
      }
    }
    interface all {
      mode sparse;
      version 2;
    }
  }
}

```

N.B.:

E' necessaria la TUNNEL
PIC JUNIPER per
implementare l'RP

Accesso con RP proprio e peering MSDP – Juniper - 2

TM **Si instaura il peering MSDP fra la loopback dell'utente e quella unicast del RP GARR:**

```
protocols {
  msdp {
    export msdp-peer;      # filtro per i SA messages
    import msdp-peer;
    peer 193.204.216.254 { # indirizzo del peer MSDP (RP GARR)
      local-address xxx.xxx.xxx.xxx;
    }
  }
}
```

TM **Si configurano i filtri per gli SA messages:**

```
policy-options {
  policy-statement msdp-peer {
    term boundary {
      from {
        route-filter 224.0.0.0/24 orlonger; # RFC 1112
        route-filter 224.0.1.1/32 exact;    # NTP
        [...]
        route-filter 10.0.0.0/8 orlonger;   # RFC 1918
        route-filter 127.0.0.0/8 orlonger;
        route-filter 172.16.0.0/12 orlonger;
        route-filter 192.168.0.0/16 orlonger;
      }
      then reject;
    }
    then accept;
  }
}
```

**Filtro SA Messages:
serve a filtrare i SA
messages per gruppi
multicast well-known**

AGENDA

- ❖ Implementazione sulla rete GARR
- ❖ Tipologie di connessione degli utenti
- ❖ Configurazione dei router utente
- ❖ Verifica del funzionamento
 - PIM – SM
 - RPF
 - mroute

Verifica del funzionamento – PIM-SM

- CISCO

```
ghost#show ip pim neighbor
```

```
PIM Neighbor Table
```

Neighbor Address	Interface	Uptime/Expires	Ver	DR Prio/Mode
193.206.131.165	Serial0/0	4w5d/00:01:35	v2	1 /
193.206.131.217	Serial0/1	4w5d/00:01:17	v2	1 /

```
ghost#show ip pim interfaces
```

Address	Interface	Ver/ Mode	Nbr Count	Query Intvl	DR Prior	DR
193.206.158.11	Ethernet0/0	v2/S	0	30	1	193.206.158.11
193.206.131.218	Serial0/0	v2/S	1	30	1	0.0.0.0
193.206.131.166	Serial0/1	v2/S	1	30	1	0.0.0.0

PIM neighbor:
**Verificare il numero di
 neighbor attesi su ciascuna
 interfaccia**

Verifica del funzionamento – PIM-SM

- JUNIPER

```
xxx@RTG_PISA-RE0> show pim neighbors
Instance: PIM.master
```

Interface	DR priority	Neighbor addr	V Mode	Holdtime	Timeout
fxp0.0	none	131.114.186.89	2 Unknown	105	100
at-2/0/0.1	1	193.206.134.41	2 Unknown	105	84
at-2/1/0.0	1	193.206.136.38	2 Unknown	105	103
fe-3/2/0.0	1	193.206.136.14	2 Unknown	105	91

```
xxx@RTG_PISA-RE0> show pim interfaces
Instance: PIM.master
```

Name	Stat	Mode	V State	Priority	DR address	Neighbors
at-2/0/0.1	Up	Sparse	2 P2P			1
at-2/1/0.0	Up	Sparse	2 P2P			1
at-3/3/0.0	Up	Sparse	2 P2P			0
fe-3/2/0.0	Up	Sparse	2 NotDR	1	193.206.136.14	1
fe-3/2/2.0	Up	Sparse	2 DR	1	193.206.136.33	0
lo0.0	Up	Sparse	2 DR	1	193.206.136.61	0

PIM neighbor:
Verificare il numero di
neighbor attesi su ciascuna
interfaccia

Multicast forwarding

Il forwarding dei pacchetti multicast si basa su 2 meccanismi fondamentali:

TM **Reverse Path Forwarding (RPF)**

TM **Alberi di distribuzione**

- ❖ **Shortest Path Tree (SPT)**
- ❖ **Shared Distribution Tree**

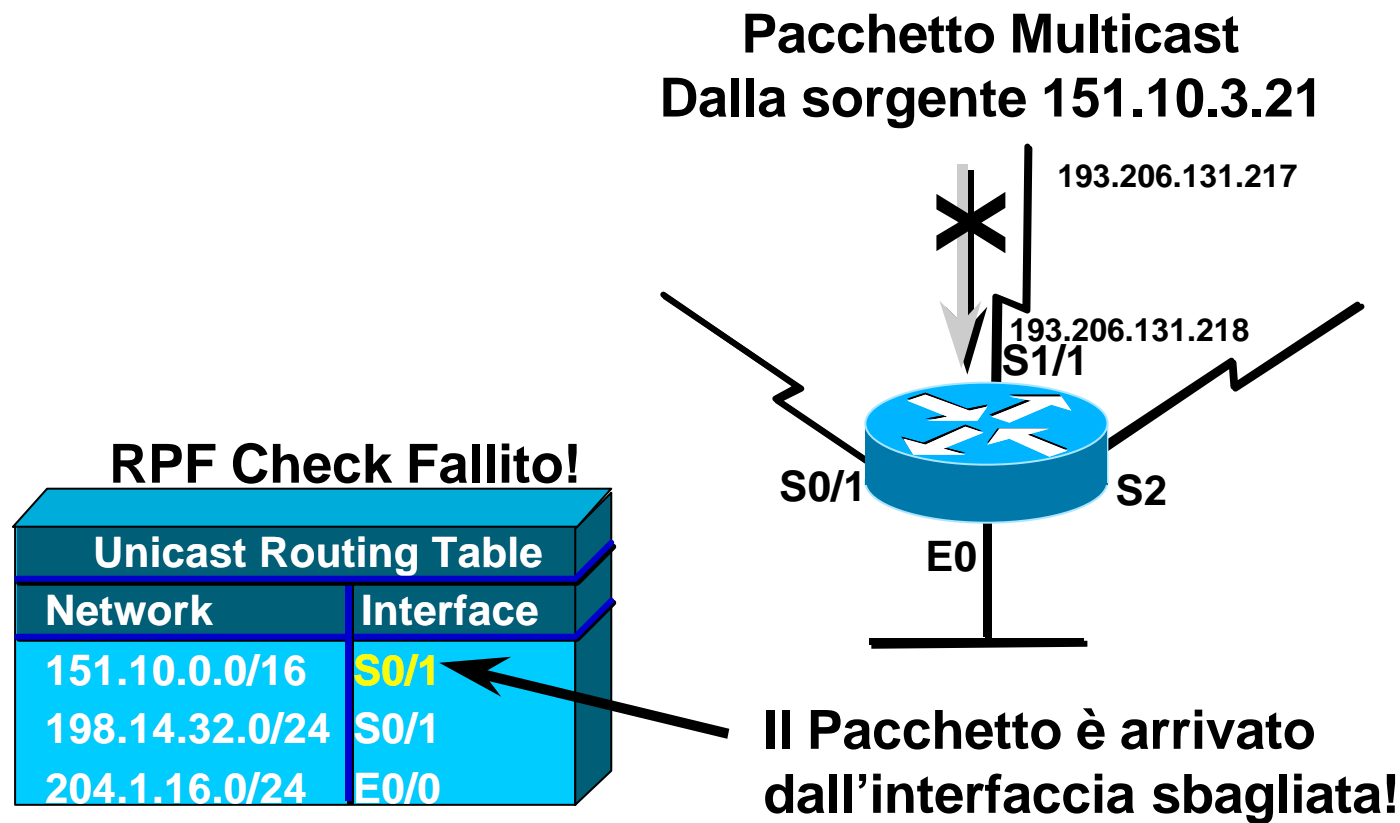
Reverse Path Forwarding (RPF)

Un router inoltra un pacchetto multicast solo se proviene dall'interfaccia d'uscita unicast verso la sorgente

RPF Check:

- ⇒ **Viene controllato l'indirizzo IP della sorgente contenuto nel pacchetto multicast**
- ⇒ **Se il pacchetto proviene dall'interfaccia contenuta nella routing table unicast per l'IP sorgente, il controllo RPF ha successo**
- ⇒ **Altrimenti il pacchetto viene scartato**

Reverse Path Forwarding (RPF) - 2



Scarta il pacchetto!

Verifica del funzionamento – RPF

- CISCO

```
router#sh ip rpf 151.10.3.21
```

```
RPF information for 151.10.3.21
RPF interface: Serial0/1
RPF neighbor: rc-dirgarrb2.rm.garr.net (193.206.131.217)
RPF route/mask: 151.10.0.0/16
RPF type: unicast (static)
RPF recursion count: 0
Doing distance-preferred lookups across tables
Multicast Multipath enabled
```

Unicast Routing Table	
Network	Interface
151.10.0.0/16	S0/1
198.14.32.0/24	S0/1
204.1.16.0/24	E0/0

RPF multipath:
Verificare che risulti abilitato il multipath in caso di più link paralleli verso la sorgente

RPF:
Verificare che il RPF neighbor sia l'interfaccia di upstream verso la sorgente

L'RPF Check ha successo!

Verifica del funzionamento – RPF

- JUNIPER

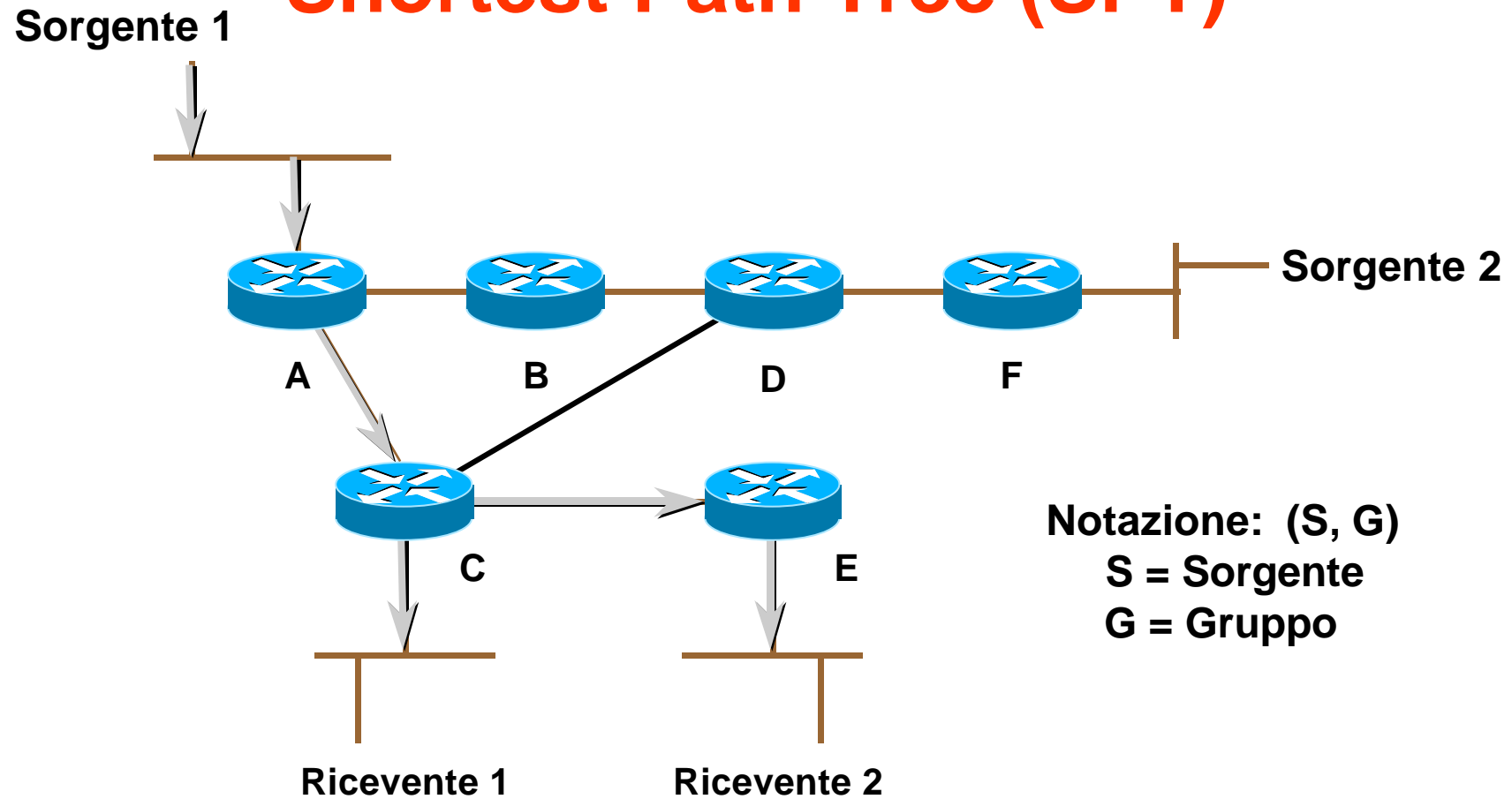
```
nocview@RTG_PISA-RE0> show pim source
Instance: PIM.master
```

RPF Address	Prefix/length	Upstream interface	Neighbor address
18.7.21.1	18.0.0.0/8	at-2/0/0.1	193.206.134.41
18.18.0.1	18.0.0.0/8	at-2/0/0.1	193.206.134.41
18.39.0.30	18.0.0.0/8	at-2/0/0.1	193.206.134.41
63.105.122.14	63.105.122.0/23	at-2/0/0.1	193.206.134.41
64.65.127.133	64.65.64.0/18	at-2/0/0.1	193.206.134.41
64.69.242.27	64.69.240.0/20	at-2/0/0.1	193.206.134.41
64.102.51.87	64.102.0.0/16	at-2/0/0.1	193.206.134.41
64.104.160.29	64.104.0.0/16	at-2/0/0.1	193.206.134.41
128.32.35.85	128.32.0.0/16	at-2/0/0.1	193.206.134.41
128.32.41.25	128.32.0.0/16	at-2/0/0.1	193.206.134.41
128.32.126.203	128.32.0.0/16	at-2/0/0.1	193.206.134.41
128.42.33.5	128.42.0.0/16	at-2/0/0.1	193.206.134.41
128.59.15.37	128.59.0.0/16	at-2/0/0.1	193.206.134.41

RPF:
Verificare che il RPF
neighbor sia l'interfaccia di
upstream verso la sorgente

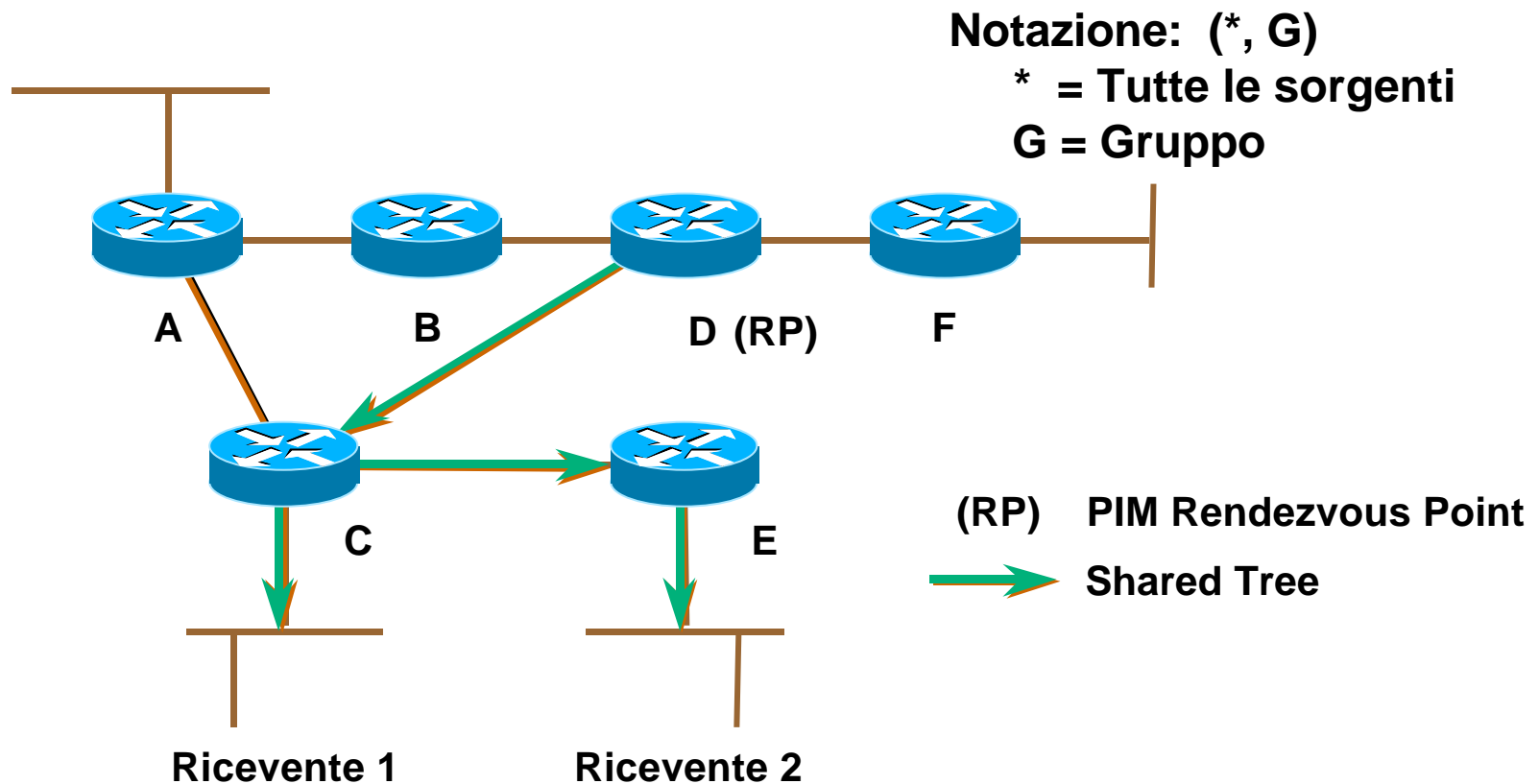
Alberi di inoltra

Shortest Path Tree (SPT)



Alberi di inoltra

Shared Distribution Tree



Verifica del funzionamento – mroute

- CISCO

```
ghost#show ip mroute summary
IP Multicast Routing Table
Flags: D - Dense, S - Sparse, B - Bidir Group, s - SSM Group, C - Connected,
       L - Local, P - Pruned, R - RP-bit set, F - Register flag,
       T - SPT-bit set, J - Join SPT, M - MSDP created entry,
       X - Proxy Join Timer Running, A - Candidate for MSDP Advertisement,
       U - URD, I - Received Source Specific Host Report, Z - Multicast Tunnel
       Y - Joined MDT-data group, y - Sending to MDT-data group
Outgoing interface flags: H - Hardware switched
Timers: Uptime/Expires
Interface state: Interface, Next-Hop or VCD, State/Mode

(*, 233.81.229.200), 6w4d/stopped, RP 193.204.216.254, OIF count: 1, flags: SJCF
(128.139.197.70, 233.81.229.200), 4d19h/00:02:56, OIF count: 1, flags: JT
(146.97.49.2, 233.81.229.200), 4d03h/00:02:56, OIF count: 1, flags: JT
(193.10.252.20, 233.81.229.200), 4w3d/00:02:56, OIF count: 1, flags: JT
(193.206.158.32, 233.81.229.200), 6w4d/00:03:26, OIF count: 1, flags: FT
```

mroute:
**Verificare che la mroute non
 sia nello stato Pruned (P)**

Verifica del funzionamento – mroute

- JUNIPER

```
xxx@RTG_PISA-RE0> show multicast route
Group          Source prefix      Act Pru InIf  NHid  Session Name
224.0.1.1     18.7.21.1         /32 A  F  4    161  Network Time Protocol
224.0.1.1     18.18.0.1         /32 A  F  4    161  Network Time Protocol
224.0.1.1     64.104.160.29    /32 A  F  4    161  Network Time Protocol
224.0.1.1     128.117.37.217   /32 A  F  4    161  Network Time Protocol
224.0.1.1     128.117.37.220   /32 A  F  4    161  Network Time Protocol
224.0.1.1     129.49.88.9      /32 A  F  4    161  Network Time Protocol
224.0.1.1     129.120.220.100 /32 A  F  4    161  Network Time Protocol
224.0.1.1     192.148.249.30   /32 A  F  4    161  Network Time Protocol
224.0.1.1     192.251.93.1     /32 A  P  0    0    Network Time Protocol
224.0.1.1     193.55.10.112    /32 A  F  4    161  Network Time Protocol
```

```
xxx@RTG_PISA-RE0> show pim source
Instance: PIM.master
```

RPF Address	Prefix/length	Upstream interface	Next hop
18.7.21.1	18.0.0.0/8	at-2/0/0.1	193.206.134.41
18.18.0.1	18.0.0.0/8	at-2/0/0.1	193.206.134.41
18.39.0.30	18.0.0.0/8	at-2/0/0.1	193.206.134.41
63.105.122.14	63.105.122.0/23	at-2/0/0.1	193.206.134.41
64.65.127.133	64.65.64.0/18	at-2/0/0.1	193.206.134.41
64.69.242.27	64.69.240.0/20	at-2/0/0.1	193.206.134.41
64.102.51.87	64.102.0.0/16	at-2/0/0.1	193.206.134.41
64.102.51.88	64.102.0.0/16	at-2/0/0.1	193.206.134.41
64.103.20.60	64.103.0.0/17	at-2/0/0.1	193.206.134.41
64.104.66.208	64.104.0.0/16	at-2/0/0.1	193.206.134.41

mroute:
Verificare che la mroute non sia nello stato Pruned (P)

PER OTTENERE AIUTO

- ❖ Richiesta attivazione: mcast@garr.it
- ❖ Troubleshooting, consigli pratici: mcast-service@garr.it
- ❖ Lista APM degli enti multicast GARR (chiusa, serve a notificare maintenance e modifiche configurazioni) :
apm-mcast@garr.it
- ❖ Videoconferenza, netcasting (gruppo di utenti e implementatori, soluzioni HW e SW): netcast@garr.it



Fine

(adesso che avete le istruzioni, USATELO!)