

# **Rete GARR-B**

## **Piano di routing IP multicast**

*Tiziana Ferrari (CNAF-INFN)*  
*Antonio Pinizzotto (IAT-CNR)*  
*Damir Pobric (Consorzio Pisa Ricerche)*  
*Marco Sommani (IAT-CNR)*

*Consiglio Nazionale delle Ricerche*

Istituto per le Applicazioni Telematiche

IAT-B4-2000-002

**Technical Report**

Febbraio 2000

# **Rete GARR-B**

## **Piano di routing IP multicast**

*Tiziana Ferrari (CNAF-INFN)*

*Antonio Pinizzotto (IAT-CNR)*

*Damir Pobric (Consorzio Pisa Ricerche)*

*Marco Sommani (IAT-CNR)*

e-mail:

<Tiziana.Ferrari@cnafe.infn.it>  
<Antonio.Pinizzotto@iat.cnr.it>  
<Damir.Pobric@iat.cnr.it>  
<Marco.Sommani@iat.cnr.it>

Febbraio 2000

# Sommario

<b>1. 1 Introduzione.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Limiti di Mbone e nuove soluzioni.....</b>	<b>2</b>
<b>3. Proposta .....</b>	<b>4</b>
3.1. Protocollo di routing PIM-SM .....	4
3.2. La dorsale .....	5
3.3. Rendez-Vous Point RP e peering MSDP .....	6
3.3.1. RP interni .....	7
3.3.2. RP di frontiera.....	7
3.3.3. Configurazione dei RP .....	8
3.3.4. RP di utente.....	8
3.4. Frontiere amministrative .....	9
3.5. Shared RP-Tree e source-based SPT .....	9
3.6. Limitazione della banda .....	10
3.7. Reti di utente .....	11
3.7.1. Collegamento con linee multiple .....	12
3.8. Inter-domain routing .....	12
3.9. Interoperabilità con DVMRP .....	13
3.10. Gestione .....	14
3.10.1. Strumenti semplici .....	14
3.10.2. Strumenti SNMP .....	14
3.10.3. Multicast Routing Monitor (MRM) .....	15
3.11. Connessioni multicast internazionali .....	16

## Acronimi

## Bibliografia



## 1.1 Introduzione

I servizi IP multicast sono stati introdotti su Internet a partire dal 1991. Risale infatti a quella data l'attivazione di un insieme di tunnel IP fra macchine (dette mrouter) abilitate a svolgere le funzioni di multicast router. Questa struttura, nota come Mbone, ha permesso l'uso di applicazioni multicast da parte degli elaboratori situati sulle sottoreti adiacenti ad un mrouter. Nel 1993 è stato attivato il primo mrouter collegato a Mbone [MBONE] sulla rete GARR. Da allora la presenza di Mbone in Italia ha avuto una lenta ma costante crescita. Attualmente l'infrastruttura Mbone italiana comprende circa 40 mrouter.

Nell'ultimo paio di anni Mbone è stata utilizzata per le sperimentazioni di IP multicast ed ha permesso lo sviluppo e il testing di protocolli di routing, protocolli di trasporto e programmi applicativi [CNUCE].

La struttura originaria di Mbone, che ha permesso la sperimentazione su Internet di servizi multicast all'interno di una comunità ristretta, presenta tuttavia limiti che non ne consentono un uso ad una utenza più estesa. D'altra parte, vi è ormai un interesse a sfruttare servizi multicast diffuso anche negli ambienti commerciali. Per questo motivo molte reti della ricerca e alcuni provider commerciali hanno già iniziato ad abilitare al multicast le loro reti, utilizzando soluzioni tecniche assai diverse da quelle inizialmente adottate in Mbone.

È fondamentale che la rete GARR permetta ai suoi utenti di trarre vantaggio dai servizi multicast allo stesso modo in cui ciò sta già avvenendo in molte altre parti di Internet. Poiché le nuove tecniche presuppongono che il routing multicast sia utilizzato dagli stessi router impiegati per il routing unicast, è bene che, diversamente da quanto avveniva nella versione originaria di Mbone, il controllo dei servizi multicast sia affidato alle stesse persone che hanno il controllo dei servizi unicast. Nel contesto della rete GARR ciò significa che la gestione del routing multicast sui router della dorsale spetterà al NOC e che, nelle sottoreti di utente, tale responsabilità spetterà all'Access Point Manager.

## 2. Limiti di Mbone e nuove soluzioni

Le attività di sperimentazione hanno confermato i vantaggi e le potenzialità di IP multicast e, al tempo stesso, le limitazioni del modello originario di Mbone.

Le sue principali limitazioni sono le seguenti:

1. originariamente il processo di routing multicast era implementato su stazioni di lavoro, spesso dotate di una unica interfaccia di rete. In questo caso tutti i tunnel IP che collegano l'mrouter con i vicini usavano la stessa interfaccia fisica aumentando il carico di traffico sulla sottorete e quindi causando un utilizzo eccessivo della capacità di banda;
2. l'utilizzo del tunnelling nel multicast fa sì che se, in occasione di cambiamenti della topologia dei collegamenti fisici, non venga appropriatamente modificata la topologia dei tunnel, i benefici del multicast possono essere completamente vanificati;
3. il multicast routing protocol usato inizialmente su Mbone (detto DVMRP, [DVMRP]) determina la collocazione dei nodi appartenenti ad un gruppo multicast attraverso la tecnica di "flood and prune": essa comporta periodicamente l'invio di pacchetti multicast destinati ad un certo indirizzo di gruppo anche sui rami che non conducono ad ascoltatori, generando un elevato traffico indotto sulle linee;
4. gli mrouter di Mbone e, in generale, i router multicast ignorano i pacchetti multicast che raggiungono il router da una strada diversa da quella su cui verrebbe inviato un datagram unicast destinato alla sorgente. Per effettuare questo controllo gli mrouter hanno bisogno di una forwarding table che indichi il cammino migliore -secondo la topologia dei tunnel di Mbone- verso ogni potenziale sorgente multicast. DVMRP costruisce questa forwarding table usando un protocollo unicast distance vector simile al RIP, di conseguenza poco adatto per una rete multicast di grandi dimensioni.

Per eliminare gli inconvenienti ai punti 1, 2 e 4, è necessario utilizzare il multicast in maniera nativa, ossia abilitare il multicast sui router unicast di produzione, facendo

coincidere la topologia nota ai processi di routing multicast con quella nota ai processi unicast.

L'inconveniente 3 può essere eliminato solo utilizzando protocolli di routing multicast che non facciano uso della tecnica di "flood and prune".

Attualmente quasi tutti i costruttori hanno introdotto funzionalità di routing multicast sui loro router, utilizzando generalmente qualcuno dei protocolli di routing presenti nella seguente lista:

- DVMRP
- PIM-DM, un protocollo che usa la tecnica di "flood and prune" come il DVMRP, ma che si differenzia da questo, sostanzialmente, per il fatto che per individuare la strada verso la sorgente esso utilizza la stessa forwarding table usata per l'inoltro dei pacchetti unicast.
- PIM-SM [PIM-SM], un protocollo che presuppone la presenza, per ogni gruppo multicast, di un router avente la funzione di "rendez-vous point" (RP). Un router che scopre la presenza di un ascoltatore su una subnet adiacente invia in direzione del RP un messaggio di "join", ottenendo in tal modo che tutti i router sul cammino verso il RP siano informati della presenza dei nuovi ascoltatori. Un router, che riceve un pacchetto multicast da una sorgente adiacente, lo invia al RP incapsulandolo in un pacchetto IP unicast. PIM-SM prevede inoltre vari accorgimenti per ottimizzare i percorsi quando il passaggio del traffico attraverso il RP sia poco conveniente.
- MOSPF, una estensione del protocollo OSPF nella quale viene introdotto un nuovo tipo di Link State Advertisement, usato da un router per segnalare agli altri la presenza di ascoltatori di gruppi multicast nelle proprie adiacenze. Il MOSPF può essere estremamente conveniente all'interno di un dominio OSPF ma, per la sua stessa natura, non è proponibile come protocollo di multicast per l'intera Internet.

Fra i protocolli sopra elencati, l'unico che non si serve della tecnica di "flood and prune" e che non è dipendente dalla scelta del protocollo unicast è il PIM-SM. Tale caratteristica lo rende il protocollo ottimale e più diffuso per l'attivazione del routing multicast in modalità nativa.

## 3. Proposta

Per quanto è stato detto nel paragrafo precedente, è necessario configurare IP multicast routing sugli stessi router di produzione della rete GARR-B, servendosi del protocollo PIM-SM, che viene nel seguito descritto più in dettaglio.

### 3.1. Protocollo di routing PIM-SM

PIM-SM è un protocollo di instradamento multicast sviluppato per costruire efficientemente gli alberi di consegna dei pacchetti multicast in presenza di gruppi scarsamente popolati. A differenza dei protocolli di tipo *dense*, quali DVMRP o PIM-DM, PIM-SM ha le seguenti caratteristiche:

- PIM-SM è *receiver-initiated*, ovvero la costruzione dell'albero avviene in seguito alle esplicite richieste di adesione inviate dai router PIM che hanno rilevato la presenza di membri di un gruppo multicast sulle reti a loro adiacenti.
- Per ogni gruppo multicast esiste un router, Rendez-vous-Point (RP), con compiti specifici. I router che rilevano la presenza di membri di un gruppo su una rete adiacente inviano al router RP le richieste di adesione (join). La richiesta di join, nel suo cammino verso il RP, viene intercettata dal primo router che già si trova sull'albero di distribuzione del gruppo.
- Un router che riceve un pacchetto multicast originato su una rete adiacente, lo invia (in mancanza di altre indicazioni) al RP associato al gruppo destinatario. Il RP, da parte sua, distribuisce il pacchetto a tutti i membri del gruppo utilizzando l'albero di distribuzione creato dalle richieste di join.
- Se un router non effettua l'adesione all'albero di consegna non riceverà mai il traffico multicast per quel gruppo.
- Oltre agli alberi di consegna condivisi, il PIM-SM offre una seconda modalità di instradamento dei pacchetti multicast, ovvero attraverso alberi shortest-path (SPT).



Per diverse sorgenti di traffico dello stesso gruppo possono essere scelti diversi tipi di albero di consegna.

### **3.2. La dorsale**

La configurazione di IP Multicast sui router della dorsale rappresenta il primo passo nella implementazione del servizio. Tutti i router, con tutte le loro interfacce devono essere configurati con il protocollo PIM-SM. Il protocollo PIM-SM utilizza le tabelle di routing unicast già presenti sul router per svolgere le seguenti funzioni: inoltro di pacchetti multicast, controllo RPF (Reverse-Path Forwarding) e trasmissione di messaggi di controllo. Il modello di routing unicast proposto per la rete GARR-B è semplice ed è stato ideato in base all'esistente topologia della rete dorsale, la quale è gerarchicamente divisa in due parti ed è composta da due tipi di router: router di trasporto (RT) e router di concentrazione (RC).

Sui router di trasporto, interconnessi fra di loro con i PVC ATM in una magliatura completa, si attestano i collegamenti con i router RC e con altri ISP nazionali e internazionali. Sui router RC sono attestati i soli link di accesso delle reti di utente tramite router utente (RU). In termini di gerarchia di routing, l'intera dorsale rappresenta un unico AS. Tutte le informazioni di routing, eccetto quelle relative alle reti interne alla dorsale, sono trasportate tramite il protocollo BGP. Nelle tabelle BGP dei router RT sono presenti tutte le destinazioni raggiungibili, sia interne (reti di utente) che esterne. I router RC conoscono solo le reti di utente attestate a loro stessi. Il protocollo OSPF, configurato sui router RT e RC, ha il solo scopo di calcolare l'indirizzo dei router "next-hop" usato da BGP per inviare pacchetti dati e di controllo. I percorsi fra i router della dorsale sono multipli ma il protocollo BGP, in ogni momento, ne sceglie uno solo, quello migliore. Quindi, non si creano percorsi multipli paralleli che sono difficilmente gestibili dal routing multicast (per via del RPF check) e l'inoltro dei pacchetti multicast non richiede particolari funzionalità al routing unicast.

Le reti di utente sono "single homed". Il routing è configurato in due modi: staticamente e usando il protocollo BGP. In entrambi i casi le topologie multicast e

unicast coincidono e generalmente il multicast non richiede soluzioni di routing unicast non standard.

### **3.3. Rendez-Vous Point RP e peering MSDP**

La specifica del Protocollo PIM-SM prevede la presenza di un singolo router RP attivo per ogni gruppo. Per questo motivo, la posizione del router RP in una rete di grandi dimensioni può indurre una serie di problemi quali: concentrazione del traffico, mancanza di RP ridondanti e dipendenza da RP distanti dal punto di vista del routing. I problemi sopra descritti possono essere risolti utilizzando dei RP logici [MSDP-RP]. Questa tecnica, basata sul protocollo MSDP [MSDP], consente di avere un numero arbitrario di RP in modo da soddisfare le necessità di una specifica topologia di rete. Il meccanismo funziona nel modo seguente: tutti i router che fungono da RP, per un gruppo o un insieme di gruppi, sono configurati con un unico indirizzo IP unicast – normalmente viene usata l'interfaccia logica loopback. Le adesioni al gruppo o le trasmissioni dei pacchetti register, effettuate dai router adiacenti alle reti che presentano membri di un gruppo, arriveranno ai RP topologicamente più vicini. In questo modo vengono creati alberi multipli di consegna per ogni RP. Per unire questi alberi ciascuno dei RP deve avere un peering MSDP con gli altri RP. Tramite i messaggi MSDP, i RP possono scoprire le sorgenti attive in altri alberi/RP e, se hanno riceventi per quel gruppo, generare un messaggio join da inviare alla sorgente. In questo modo viene garantito il corretto invio dei pacchetti multicast a tutti i membri di un dato gruppo.

Tutti i router RC devono essere configurati come RP (RP interni). Viceversa, di tutti i router RT solo quelli ai quali sono attestate le linee di provider nazionali o internazionali con i quali si vuole avere lo scambio di traffico multicast (multicast peering) verranno configurati come RP (RP di frontiera).

Lo schema complessivo di dislocazione dei RP è illustrato in figura 1, in cui vengono anche indicate le tre distinte modalità di collegamento dei router utenti.

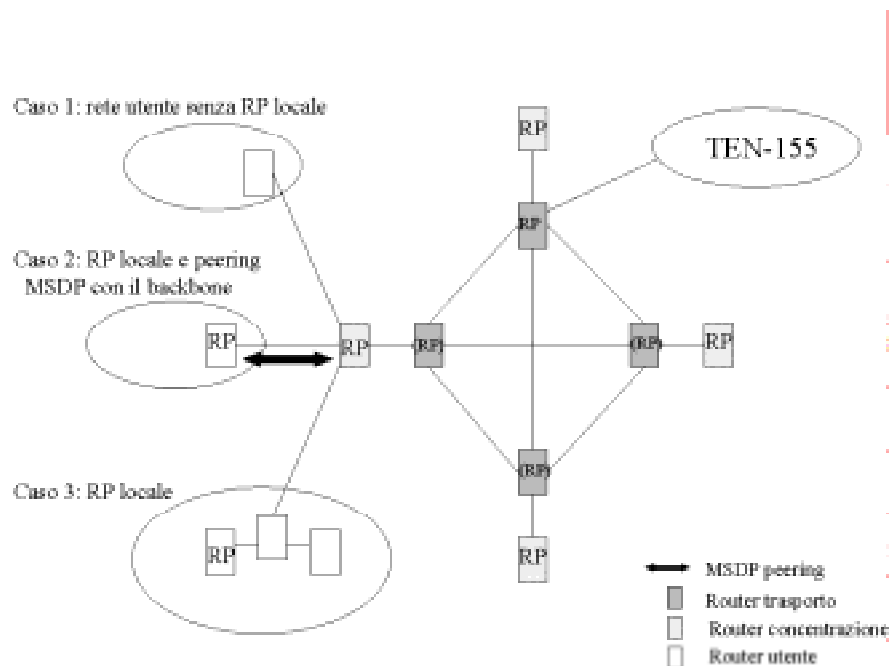


Figura 1: dislocazione complessiva dei RP e modalità di collegamento degli utenti

### 3.3.1. RP interni

I router RC, ai quali sono attestate le linee di accesso degli utenti, fungono da RP per le reti di utente. Per la loro vicinanza alle reti di utente essi costituiscono il punto più adatto. Per default questi RP servono tutti i gruppi multicast (vedi le frontiere multicast) e, quindi, le reti di utente non necessitano di un loro RP.

Si consiglia comunque di configurare un RP all'interno della rete di utente per indirizzi multicast *scoped* (Administratively Scoped Multicast Space [SCOPE]) pensati per trasmissioni ad uso locale. In questo modo si evita che il traffico multicast "locale" viaggi sui link di accesso con conseguente overhead nella creazione degli stati sui router RC.

### 3.3.2. RP di frontiera

Il protocollo PIM-SM, insieme al MSDP, è attualmente utilizzato anche per l'inter-domain routing. Per facilitare il peering multicast con i fornitori di servizio nazionali e internazionali, i router di frontiera (RT) devono fungere anche da RP. Oltre

al peering MSDP con tutti i router RP interni, i RP di frontiera dovranno stabilire un peering MSDP con router complementari in altri AS. I RP di frontiera devono essere configurati in modo da annunciare solamente le sorgenti multicast locali (GARR); altrimenti si rischia che la rete GARR possa diventare una rete di transito multicast fra determinati fornitori di servizio.

Ci possono comunque essere delle situazioni in cui questa regola non viene rispettata, per esempio in caso di sperimentazioni, di un ISP che usa la rete GARR come feed per il traffico multicast, ecc.

### **3.3.3. Configurazione dei RP**

Per poter effettuare l'adesione all'albero condiviso, i router foglia devono conoscere l'indirizzo IP dei router RP di un gruppo multicast. La configurazione dei RP può essere fatta in modo statico o dinamico. Nel modo statico l'assegnazione dei RP per un gruppo si effettua tramite un comando di configurazione sui router (tutti). Anche se con il meccanismo proposto sarebbe sufficiente dare un solo comando di configurazione sui router, eventuali errori nella configurazione potrebbero causare malfunzionamenti nel routing e problemi di connettività multicast.

Il protocollo PIM dispone di un meccanismo automatico di disseminazione delle informazioni sui RP (Auto-RP). Con questo si ottengono molti vantaggi quali:

- la garanzia di consistenza e correttezza nell'utilizzo dei RP;
- la totale indipendenza da eventuali cambiamenti di RP o dei loro indirizzi IP.

### **3.3.4. RP di utente**

Il gestore della rete di utente può decidere di configurare i propri router come RP. Questi RP possono servire solo i gruppi scoped o tutti i gruppi multicast. Se il RP deve servire solo i gruppi scoped è particolarmente importante configurare correttamente il range di indirizzi scoped. Un errore potrebbe portare alla sovrapposizione di RP per certi range di indirizzi multicast globali e, di conseguenza, il loro isolamento dal resto

della rete GARR. Se invece il RP deve servire tutti gli indirizzi multicast per il proprio dominio è necessario che il RP stabilisca un peering MSDP con un router RP della dorsale.

### **3.4. Frontiere amministrative**

La propagazione dei pacchetti multicast deve essere limitata utilizzando indirizzi IP multicast “scoped”. Il meccanismo consiste nella creazione di frontiere amministrative che definiscono una regione topologica limitata. Sulla frontiera non è permesso il passaggio di pacchetti indirizzati ad un range di indirizzi scoped. Le frontiere (per l'intero range 239.0.0.0–239.255.255.255) devono essere definite su tutte le interfacce del router RP diverse da quelle che portano verso reti di utente (RU). In questo modo è permesso l'utilizzo del RP interno per indirizzi scoped da parte delle reti di utente ma viene bloccata la propagazione verso la dorsale dei pacchetti multicast con indirizzi IP scoped. Si noti che le reti di utente possono creare regioni limitate soltanto se i relativi gruppi sono serviti da un proprio RP (interno alla rete di utente). Altrimenti, nel caso in cui si utilizzi un RC come RP, tutto il range di indirizzi scoped è “aperto” a tutti gli utenti connessi a quel RP (RC).

Lo stesso principio va adottato per evitare la propagazione di pacchetti auto-rp di PIM dalla dorsale verso le reti di utente e viceversa. Questo è necessario quando anche la rete di utente utilizza il protocollo auto-rp per distribuire il mapping fra RP e gruppi multicast.

### **3.5. Shared RP-Tree e source-based SPT**

PIM-SM prevede due tipi di albero di consegna:

- Albero di consegna condiviso (shared RP-Tree):  
il cammino scelto è quello ottimale dal punto di vista del RP rispetto ai riceventi. Ogni sorgente invia il traffico al RP e questo lo distribuisce lungo l'albero condiviso.
- Albero di consegna shortest-path (source-based SPT):  
il cammino scelto è quello ottimale dal punto di vista del router adiacente alla sorgente rispetto ai riceventi. La distribuzione avviene lungo un albero con radice su un router adiacente alla sorgente.

Il PIM-SM crea, per ogni gruppo multicast, un albero di consegna condiviso. Questo tipo di albero assicura la connettività ai membri del gruppo ma non ottimizza i percorsi di consegna e tende a concentrare tutto il traffico su un ristretto numero di link oltre che aumentare i ritardi di trasmissione.

Il PIM-SM consente ai router sia di continuare a ricevere il traffico multicast attraverso l'albero di consegna condiviso, sia di passare, in un secondo tempo, ad un albero di consegna shortest-path.

Il passaggio dall'albero di consegna condiviso a quello SPT è configurabile. Il parametro che controlla questo cambiamento è la soglia di traffico trasmesso da una sorgente. Attualmente, sui router CISCO, la soglia ha un valore di default pari a 0 il che significa che il passaggio all'SPT avviene alla ricezione del primo pacchetto dalla sorgente.

### **3.6. Limitazione della banda**

Il traffico multicast condivide la banda della rete con il traffico unicast. Per evitare una eccessiva occupazione di banda e l'impatto sulle prestazioni di altri servizi di rete occorre porre un limite al traffico multicast. Tale limite viene specificato come il massimo valore di bps (bit al secondo) che il traffico multicast può raggiungere su una linea di rete. Si propone che questo valore, a regime, non superi un terzo della banda della linea. Lo stesso limite viene impostato sia sulle linee della dorsale che sulle linee di accesso degli utenti. Qualora richiesto, sarà possibile definire una soglia diversa sul

link di accesso dell'utente. Nel caso in cui sia richiesta una soglia più alta, questa non deve, comunque, essere superiore al valore più basso fra tutte le soglie impostate sulle linee della dorsale.

### **3.7. Reti di utente**

Le reti di utente dovrebbero implementare IP multicast PIM-SM uniformandosi alla dorsale. Per reti non molto estese, con basso numeri di reti/stazioni multicast, si consiglia di utilizzare i RP della dorsale, cioè i router RC. In tal caso questi serviranno tutti i gruppi multicast, inclusi quelli scoped.

Per le reti di utente che prevedono un elevato traffico multicast locale si consiglia di configurare uno o più RP locali (router della rete di utente). In questo modo il traffico multicast locale è confinato all'interno della rete di utente e non deve passare dal router RC. Inoltre si ottiene un maggiore controllo nell'utilizzo degli indirizzi scoped e si hanno migliori garanzie di privacy per i dati del traffico multicast locale.

Per gli indirizzi multicast globali il RP di riferimento è sempre quello del router RC.

Nel caso in cui il RP locale di utente debba servire tutti i gruppi multicast questo deve stabilire un peering MSDP con il RP della dorsale (router RC).

La configurazione di un proprio RP locale è indispensabile se l'utente desidera effettuare dei peering multicast, sempre con il protocollo PIM-SM, con realtà non GARR. La necessità deriva dal fatto che queste sono connesse con linee private (backdoor) e con routing unicast non visibile ai router della dorsale GARR. In questo caso l'utente deve opportunamente configurare il routing multicast per evitare flussi di traffico irregolari tra GARR e realtà non GARR (la stessa regola vale ovviamente per il traffico unicast).

La scelta della modalità di configurazione dei RP è lasciata ai gestori delle reti di utente. Le varie modalità sono inoltre illustrate in Figura 1.

### 3.7.1. Collegamento con linee multiple

Ci possono essere situazioni in cui gli accessi di utente sono realizzati con linee multiple fra i router RU e i router RC. Per il traffico IP unicast non ci sono problemi in quanto il bilanciamento del traffico si ottiene abbastanza facilmente sia utilizzando le route statiche sia con il protocollo BGP. Purtroppo per il traffico IP multicast la cosa non è altrettanto semplice. I router multicast accettano i pacchetti da una singola interfaccia. Per le routing entry con più next-hop (più linee di accesso parallele) il controllo RPF va a buon fine solo per uno di questi e i pacchetti arrivati su altre interfacce vengono scartati. Ci sono due soluzioni per ovviare a questo problema:

- Definire un tunnel multicast fra il router di utente (RU) e il router di concentrazione (RC). In tal modo i pacchetti multicast vengono incapsulati ed il meccanismo unicast si occupa del bilanciamento del traffico. In questa configurazione le topologie multicast e unicast non coincidono più. Per effettuare correttamente il controllo RPF, in questo caso sull'interfaccia tunnel, si può scegliere fra la definizione di route statiche (metodo consigliato) e un protocollo di routing unicast.

L'incapsulamento crea un piccolo overhead; tuttavia, sui router CISCO, anche i tunnel sono "fast switched" per cui le prestazioni non degradano.

- Definire una route statica multicast, senza tunnel, facendo passare tutto il traffico multicast attraverso una sola linea.

### 3.8. Inter-domain routing

In assenza di protocolli di routing multicast inter-domain, per unire due o più domini PIM-SM (appartenenti a fornitori di servizio diversi) può essere usata la stessa tecnica basata su MSDP e applicata all'interno della rete GARR. Questa tecnica è stata largamente accettata dagli ISP come soluzione transitoria per il problema dell'inter-domain multicast routing. Tuttavia quando è necessario implementare politiche di routing multicast diverse di quelle unicast, cioè nel caso in cui le due topologie divergano, si rende necessario l'utilizzo del protocollo MBGP [MBGP]. MBGP è



un'estensione multiprotocollare di BGP che permette di etichettare le informazioni di routing multicast e creare due insiemi di route: uno per l'unicast e un altro per il multicast. Quest'ultimo è usato dal PIM-SM per creare gli alberi di consegna e inoltrare correttamente i pacchetti multicast effettuandone il controllo RPF. Si osservi che l'utilizzo di MBGP è indipendente da MSDP. Tale abbinamento è necessario solo nel caso in cui il traffico multicast con ISP nazionali, internazionali o utenti GARR, debba seguire un instradamento diverso da quello unicast (ad esempio attraverso link dedicati al multicast).

Si consiglia l'utilizzo di MBGP fin da subito con le reti di utente che già usano BGP per il routing unicast. Questo consente una facile gestione del routing multicast fra il GARR e gli ISP.

### **3.9. Interoperabilità con DVMRP**

Per rendere scalabile il piano di routing multicast proposto e per trarre il massimo beneficio dal protocollo PIM-SM, è richiesto l'utilizzo dello stesso protocollo di routing multicast (PIM-SM) anche sulla rete di utente.

Nonostante la interoperabilità limitata tra router DVMRP o PIM-DM e PIM-SM sia tecnicamente possibile [INTEROP], la presenza di un dominio di routing di tipo dense come foglia di quello PIM-SM annullerebbe i vantaggi del protocollo PIM-SM, con grossi svantaggi per l'intera rete. Ad esempio ciò comporterebbe la ricezione di grosse quantità di traffico multicast non voluto - a causa dell'assenza del meccanismo di prune - e l'impossibilità di ricevere o trasmettere traffico su un dato gruppo multicast nel caso in cui sul router multicast RP non sia già presente lo stato relativo ad un altro utente "PIM-SM" iscritto allo stesso gruppo in ricezione o trasmissione.

Per questo non sarà possibile mantenere l'attuale infrastruttura DVMRP nel momento in cui il collegamento internazionale passerà a PIM-SM.

Chi utilizza ancora un protocollo di tipo dense (DVMRP o PIM-DM) deve affrettarsi a migrare a PIM-SM.

### **3.10. Gestione**

Gli strumenti di management sono indispensabili per l'implementazione e la gestione dell'IP multicast [MANAG]. Nel corso degli ultimi anni è stato sviluppato un numero elevato di tool che possono aiutare nell'individuazione e nella risoluzione di problemi legati al routing multicast [MDH]. Con il support SNMP il management del routing multicast può essere integrato negli strumenti di Network Management presenti al NOC. Questo consentirebbe agli operatori del NOC di eseguire i compiti di monitoraggio, configurazione e raccolta dei dati utilizzando strumenti a loro familiari.

#### **3.10.1. Strumenti semplici**

Per effettuare il controllo di configurazione, individuare e tracciare problemi o inconsistenze nel routing multicast, i comandi disponibili sui router si rivelano particolarmente utili. Esiste un grande numero di comandi con i quali è possibile leggere la configurazione multicast del router, lo stato delle interface, l'adiacenza con altri router multicast, i gruppi multicast attivi, la tabella d'inoltro, il traffico multicast, il mapping fra gruppi multicast e RP, e molte altre informazioni.

#### **3.10.2. Strumenti SNMP**

La complessità e la natura distribuita dell'IP multicast ne rende particolarmente difficile la gestione. L'analisi dello stato della topologia e dell'identità dei gruppi multicast attivi, l'individuazione delle reti o delle interfacce che fanno parte di un albero di consegna, il controllo del volume di traffico di un gruppo o di quello aggregato su una linea, risultano difficili senza l'ausilio di strumenti sofisticati. HP OpenView, con le estensioni per il multicast, costituisce un tool di questo tipo. Questo tool non raccoglie semplicemente le variabili SNMP dai router ma consente elaborazioni sofisticate dei dati raccolti con l'ausilio di visualizzazioni grafiche.

Nella configurazione dei client è estremamente importante sapere scegliere le soglie minime che scatenano i messaggi di allarme (trap). Una soglia troppo bassa o la

trasmissione di messaggi ad ogni evento possono causare il problema dell'implosione, ovvero un bombardamento di allarmi della stazione di monitoraggio. È quindi necessario trovare un giusto compromesso, generando un numero sufficiente di informazioni di management, evitando, così, la congestione o l'implosione.

Il modulo multicast dell'OpenView non è stato ancora ufficialmente rilasciato come prodotto. Previa richiesta è possibile ottenere una versione di test prima di acquisire il prodotto finale al suo rilascio (attualmente è l'unico prodotto disponibile a questo livello ed al NOC è già presente una piattaforma di NM HP OpenView).

### **3.10.3. Multicast Routing Monitor (MRM)**

Il MRM [MRM] è un nuovo protocollo progettato per l'assistenza nel monitoraggio del routing multicast e, in particolare, per individuare anomalie di routing e problemi di connettività. Il funzionamento del protocollo si basa sulla comunicazione e il coordinamento fra le sue tre componenti:

- Manager: fornisce l'interfaccia tramite la quale configurare ed eseguire i test e, quindi, raccogliere e presentare i risultati.
- Test Sender: genera il traffico multicast sulla base delle richieste da parte del Manager (quale gruppo, quanti pacchetti, ecc.).
- Test Receiver: può fare l'adesione ad un gruppo o monitorare in modo passivo il traffico di un certo gruppo multicast.

Il MRM può essere implementato sia sui router che sulle stazioni e il traffico può essere generato da qualunque nodo in rete. Questo fa del MRM uno strumento ricco di funzionalità assenti in altri tool quali:

- Monitoraggio real-time (passivo) e logging degli errori.
- Test *pro active* (analisi di impatto o controllo di fornitura di servizio).

L'implementazione di MRM, che è ancora un draft ietf, al momento non fa parte delle versioni standard dell'IOS CISCO, ma lo diventerà a breve.

### 3.11. Connessioni multicast internazionali

L'architettura di routing multicast proposta in questo documento - basata sui protocolli PIM-SM, MBGP e MSDP - permette una naturale integrazione dell'infrastruttura multicast del GARR all'interno di quella europea e, indirettamente, di quella extra-europea.

Nell'Aprile 99 l'infrastruttura multicast europea ha iniziato la fase di migrazione dall'esistente infrastruttura a singolo dominio basata su protocollo DVMRP ad un nuovo modello caratterizzato da routing multicast gerarchico e basato su PIM-SM.

Varie National Research Network hanno già intrapreso la fase di migrazione a PIM-SM e MBGP sulle connessioni multicast internazionali; tra queste in ordine di attivazione: SURFNET, Nordunet, Cesnet, DFN, Grnet, Belnet, Renater, RCCN, Israele e SWITCH. Attualmente PIM-SM è stato attivato sui router di quattro PoP della rete TEN-155, ovvero nel Regno Unito, in Olanda, Svezia e Germania.

I router multicast nei PoP di TEN-155 effettuano tra loro sia peering MSDP sia MBGP. Similmente, i gateway delle NRN effettuano sia peering MBGP che peering MSDP con i router multicast dei PoP di TEN-155, secondo lo schema logico illustrato in figura 2.

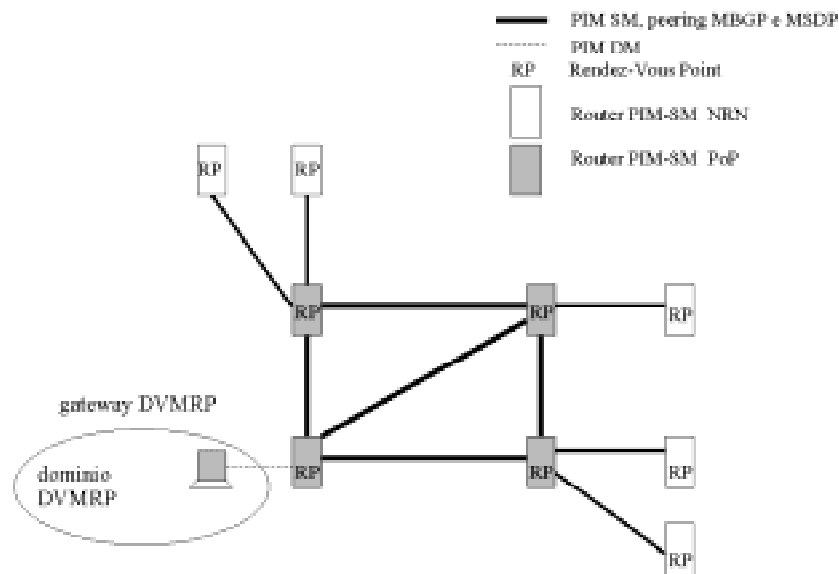


Figura 2: modello logico dell'attuale rete multicast europea

Due possibili tipologie di collegamento tra TEN-155 e NRN sono attualmente utilizzate dalle varie NRN europee:

- attraverso il tunnelling classico del protocollo PIM-SM;
- attraverso l'attivazione di una connessione multicast nativa basata su PVC ATM tra il router del PoP a cui la NRN afferisce e il router gateway della NRN stessa.

La migrazione del collegamento multicast internazionale della rete GARR da DVMRP a PIM-SM/MBGP è indipendente in termini di tempi di attuazione dalla realizzazione del piano di routing multicast illustrato in questo documento. La modalità di collegamento prescelta sarà basata sul tunnelling. La migrazione dell'attuale tunnel di collegamento tra l'infrastruttura multicast del GARR e quella di TEN-155 da DVMRP a PIM-SM comporta la cessazione in opera degli attuali tunnel DVMRP esistenti a livello nazionale all'interno del GARR. Tali tunnel DVMRP interni dovranno migrare al più presto a PIM-SM per uniformarsi alla proposta di implementazione del multicast presentata in questo documento. Tale approccio è motivato dall'esigenza di migrare quanto prima da DVMRP a PIM-SM a livello internazionale, dalla considerevole inefficienza di DVMRP e dalla moderata entità dell'attuale dominio DVMRP nell'ambito del GARR.

## Acronimi

ATM	Asynchronous Transfer Mode
BGP	Border Gateway Protocol
DVMRP	Distance Vector Multicast Routing Protocol
ISP	Internet Service Provider
MBGP	Multicast Broader Gateway Protocol
MOSPF	Multicast extensions to OSPF
MRM	Multicast Routing Monitor
MSDP	Multicast Source Distribution Protocol
NRN	National Research Network
OSPF	Open Shortest Path First
PIM-DM	Protocol Independent Multicast-Sparse Mode
PIM-SM	Protocol Independent Multicast-Sparse Mode
PVC	Permanent Virtual Circuit
RC	Router di Concentrazione
RP	Rendez-vous Point
RPF	Reverse-Path Forwarding
RT	Router di Trasporto
RU	Router Utente
SNMP	Simple Network Management Protocol
SPT	Shortest Path Tree

## Bibliografia

- [CNUCE] A.B.Bonito, D.Pobric *"Introduzione al multicast e alla comunicazione multimediale su Internet/intranet"*, , Rapporto CNUCE-B4-1998-003
- [DVMRP] T.Pusateri, *"Distance Vector Multicast Routing Protocol"*, 03/03/1999, <draft-ietf-idmr-dvmrp-v3-08.txt, ps>
- [INTEROP] D.Thaler, *"Interoperability Rules for Multicast Routing Protocols"*, 08/03/1998, <draft-thaler-multicast-interop-03.txt>
- [MANAG] K. Almeroth, *"Managing IP Multicast Traffic: A First Look at the Issues, Tools and Challenges"*, A White Paper from the IP Multicast Initiative, January 1999
- [MDH] D.Thaler, B. Aboba, *"Multicast Debugging Handbook"*, 10/15/1998, <draft-ietf-mboned-mdh-01.txt>
- [MBONE] T.A.Maufer, *"Deploying IP Multicast in the Enterprise"*, Prentice-Hall: Upper Saddle River, NJ, 1998
- [MBGP] T. Bates, R. Chandra, D.Katz, Y. Rekhter, RFC2283, *"Multiprotocol Extensions for BGP-4"*, February 1998.
- [MRM] L. Wei, D. Farinacci, *"Multicast Routing Monitor (MRM)"*, <draft-ietf-mboned-mrm-\*.txt>, February 1999
- [MSDP] D.Farinacci, *"Multicast Source Discovery Protocol (MSDP)"*, 06/29/1998, <draft-farinacci-msdp-00.txt>
- [MSDP-RP] D. Kim, H. Kilmer, D. Farinacci, D. Meyer, *"Using MSDP to create Logical RPs"*, 03/24/1999, <draft-ietf-mboned-logical-rp-00.txt>
- [PIM-SM] D. Estrin, D. Farinacci, A. Helmy, D. Thaler, S. Deering, M. Handley, V. Jacobson, C. Liu, P. Sharma, L. Wei, RFC 2362, *"Protocol Independent Multicast-Sparse Mode (PIM-SM): Protocol Specification"*, June 1998.
- [SCOPE] D. Meyer, RFC2365, *"Administratively Scoped IP Multicast"*, July 1998.