



Un'altra MAN in Italia: la rete metropolitana MPLS avviata dall'Università del Salento



**UNIVERSITÀ
DEL SALENTO**

Ufficio Gestione Dorsale di Ateneo

- Servizi di dorsale di rete dati -

[Antonio CAMPA, Antonio TOMMASI, Giuseppe MARULLO, Marco FERRI]

dorsale@unisalento.it

Argomenti trattati:

- Chi siamo
- L'infrastruttura fisica di trasporto in fibra ottica dell'Università del Salento
- Apparati attivi: la MAN MPLS
- Servizi a valore aggiunto: il monitoraggio della rete
- Cosa fare nel prossimo futuro?

www.garr.it

L'Università del Salento sul territorio

28.000 studenti

750 Docenti

635 Personale Tecnico-Amministrativo

3 Poli (Urbano, Extraurbano e Brindisi) con 35 palazzine

10 Facoltà (Beni Culturali, Economia, Giurisprudenza, Ingegneria, Ingegneria Industriale, Lettere e Filosofia, Lingue e Letterature Straniere, Scienze della Formazione, Scienze MFN, Scienze sociali politiche e del territorio)

17 Dipartimenti

22 Centri e Istituti di Ricerca

4 Scuole di specializzazione

25 Biblioteche d'area

65 Corsi di laurea triennale e specialistici/magistrali

27 Corsi di perfezionamento e master

56 Laboratori informatici

L'Università del Salento sul territorio

Le sedi

- **16 sedi nel POLO URBANO di LECCE:**

Principe Umberto, Carrozzini, Roasio, Codacci Pisanelli, Buon Pastore, Studium 2000, Olivetani, Sperimentale Tabacchi, CLA, Parlangei, Officine Cantelmo (in fase di realizzazione), Palazzo Kenzia, Via Birago, ExINAPLI, Palazzo Guagnano/ExCnos

L'Università del Salento sul territorio

Le sedi

- **14 sedi nel POLO EXTRAURBANO di LECCE:** Palazzine Garrisi (LE), Arnesano/STAMMS (LE), Palazzine CAMPUS e Complesso Ecotekne (Fiorini, Stecca/CorpoO/CorpoY/ISUFI, Palazzo dei Congressi/Museo dell'ambiente, Ecotekne, Corpo M, Complesso Villa Tresca), Sede di Cavallino (LE), Acquatina/Frigole (LE)

L'Università del Salento sul territorio

Le sedi

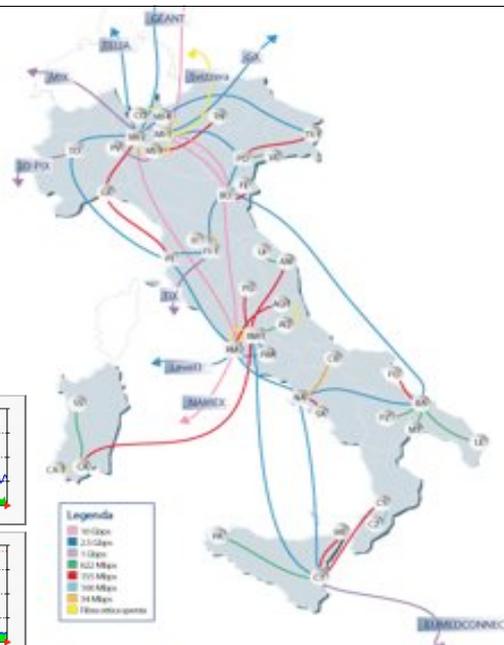
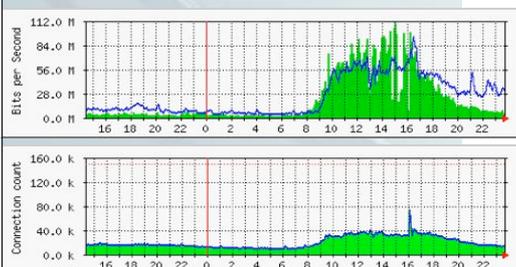
- **5 sedi nel POLO di BRINDISI (c/o Cittadella della ricerca):**
Edificio 3, Edificio 14, CEDAD, Edificio 8, Edificio A2

Il punto di svolta: l'infrastruttura fisica

- Progettazione e realizzazione di una infrastruttura fisica di trasporto completamente di **proprietà**:
 - che permetta di abbandonare *i costosi ed inadeguati* collegamenti CDN a 2 Mbps tra i vari plessi
 - che impieghi tecnologie in grado di garantire le massime prestazioni in termini di **velocità (ovvero larghezza di banda)** minimizzando per quanto possibile *i costi*

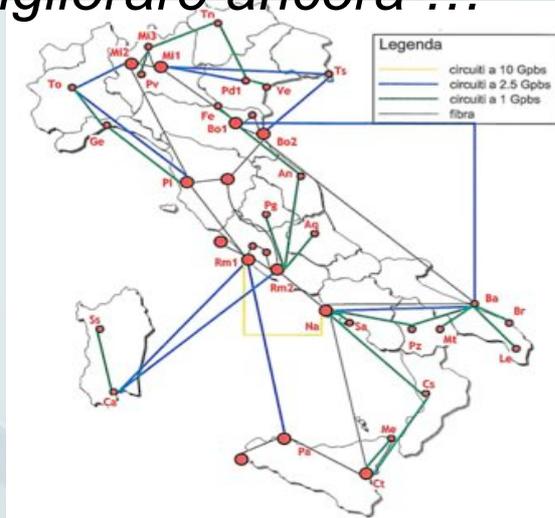
Accesso ad Internet

- Il circuito di accesso a GARR
di 155Mbps



Pronti per migliorare ancora ...

- GARR-X
- ... un circuito da 1 Gbps per Lecce



Servizi all'utenza sempre più esigenti

- Servizi Triple Play (dati, audio, video)
 - Processi di didattica, biblioteche e di amministrazione
- Grid computing
 - Processi di ricerca



Infrastruttura di trasporto di proprietà



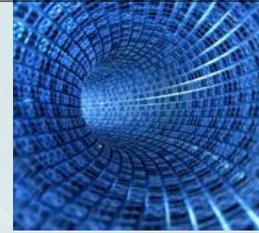
- Realizzazione di un backbone in fibra ottica
 - Cavidotti: 15km
 - Fibre ottiche: 370km (cavi da 24, 48 e 96 fibre)
- Una infrastruttura che non è ancora una MAN ma che è predisposta a diventare tale

... in fibra ottica



Il primo e fondamentale miglioramento apportato dall'utilizzo diretto delle fibre ottiche è la disponibilità di **grande capacità trasmissiva** che consente di utilizzare al meglio una rete orientata alla trasmissione dati, soprattutto da parte di applicazioni con necessità elevate in termini di prestazioni

...predisposizione per diventare una MAN



- collegare in modo efficiente ed a larga banda gli utenti di una stessa zona geografica
- fornire alle realtà locali (ISP locali, enti di ricerca, CMCC, SPACI ecc.) e territoriali un potente strumento di comunicazione
- incoraggiare la collaborazione reciproca con le altre realtà territoriali per favorire sviluppo e innovazione

Le MAN in Italia

Fonte: GARR (Dicembre 2008)



La MAN dell'Università del Salento



Varie fasi: MAN1, MAN2 e MAN3

I costi di realizzazione di una parte della MAN sono stati parzialmente sostenuti dalla Regione Puglia, all'interno dell'Accordo Programma Quadro Regione Puglia-Università Pugliesi, APQ (Ricerca scientifica e tecnologica), 2008

MAN - L'infrastruttura fisica



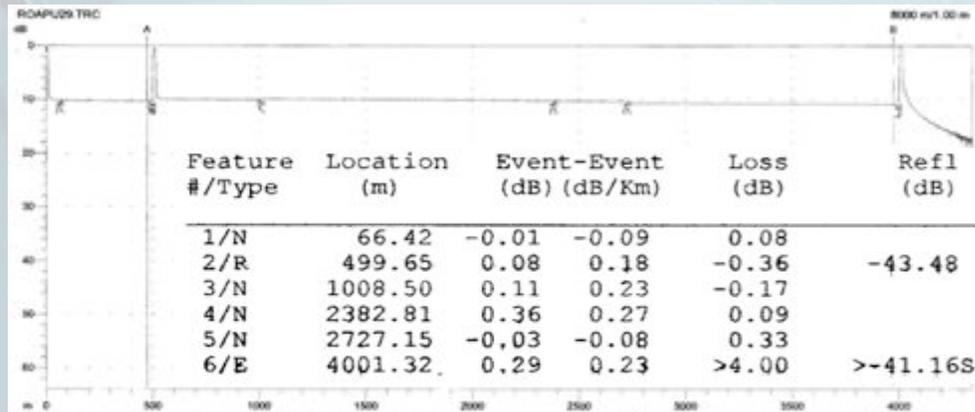
Alcune considerazioni

- Fibra ottica **monomodale** per poter estendere l'infrastruttura a supporto di collegamenti a lunga distanza
- Fibra ottica pronta per il trasporto di molteplici segnali su portanti (lunghezze d'onda) differenti in terza finestra - CWDM e DWDM: **ITU-T G.655** (problematiche di uniformità all'esistente)

Scelta di realizzazione

- Realizzazione di scavo a cielo aperto con la tecnica della minitrincea (soluzione poco invasiva)
- Posa di tritubo con tubi da 50 mm di diametro
- Riutilizzo di tubazioni della metropolitana di superficie che è in fase di realizzazione da parte del Comune di Lecce

Verifica tramite OTDR ed analisi delle attenuazioni



Verifica tramite OTDR ed analisi delle attenuazioni

$$A_j \leq (\alpha_f \times L_j) + (A_g \times m_j) + (A_c \times n_j) \text{ con } j = 1, 2, \dots, N$$

L_j [km] lunghezza della tratta j-esima

α_f [dB/km] attenuazione introdotta dalla fibra ottica

A_g [dB] attenuazione introdotta dal giunto

m_j numero di giunti presenti sul percorso

A_c [dB] attenuazione introdotta dal singolo connettore

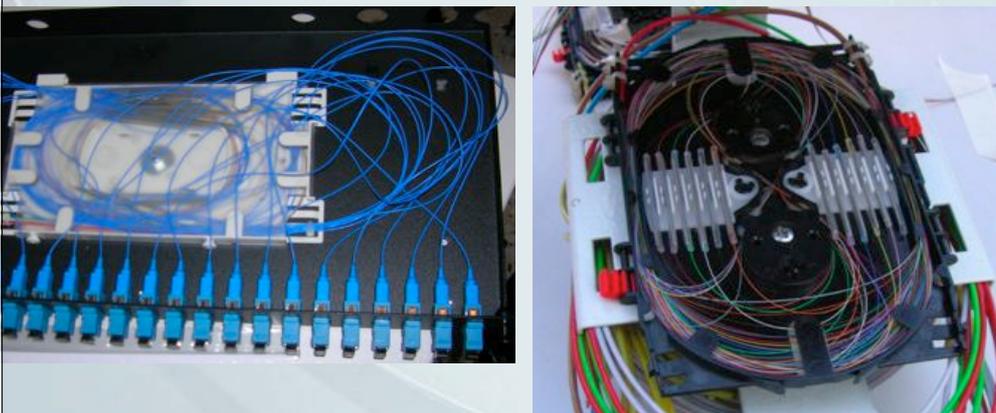
n_j numero di connettori presenti nel percorso oggetto di misura

Muffole a regola d'arte



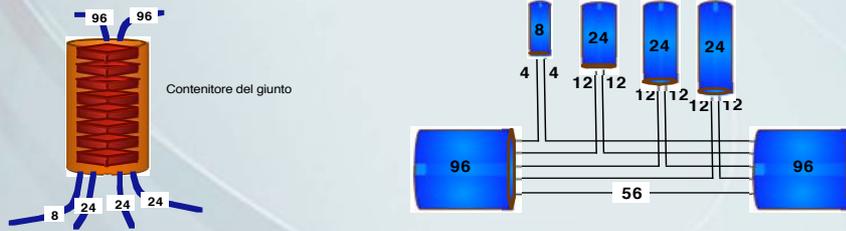
www.garr.it

Giunti a regola d'arte



www.garr.it

Complessità dei giunti



I tempi

Fibra ottica MAN3 (lavoro pubblico)

05/08	06/08	07/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	01/09	02/09	03/09	04/09	05/09

- Progettazione
- Bando e stipula contratto
- Esecuzione dei lavori
- Collaudo

Costi

- 118.000 euro + IVA per cavo a 24 fibre ottiche e 2300 metri di scavo
- Costo a metro lineare per la tratta di 2300 m chiavi in mano: ~50 euro/m + IVA

Giurisprudenza...

- Art.2 c.2 (*Banda larga*) D.L. 25 giugno 2008, n. 112 - (legge 6 agosto 2008, n. 133)

*“L'operatore della comunicazione ha facoltà di utilizzare per la posa della fibra nei cavidotti, **senza oneri**, le infrastrutture civili già esistenti di proprietà a qualsiasi titolo pubblica o comunque in titolarità di concessionari pubblici”*

Documenti essenziali

- Schemi di cablaggio dei giunti
- Schemi di cablaggio dei pannelli ottici
- Misure e certificazioni (validità almeno decennale)
- Schede tecniche del materiale fornito

Considerazioni

- In alcuni casi è stato evidenziato che il cablaggio dei giunti non rispettava la documentazione. I giunti sono gli elementi più critici del sistema
- E' necessario evolvere verso una infrastruttura fisica con anelli in fibra ottica che seguano percorsi differenti

Strumenti essenziali

- OTDR
(**Fluke Networks OptiFiber OTDR**)

Costo di un OTDR:
10keur - 20keur

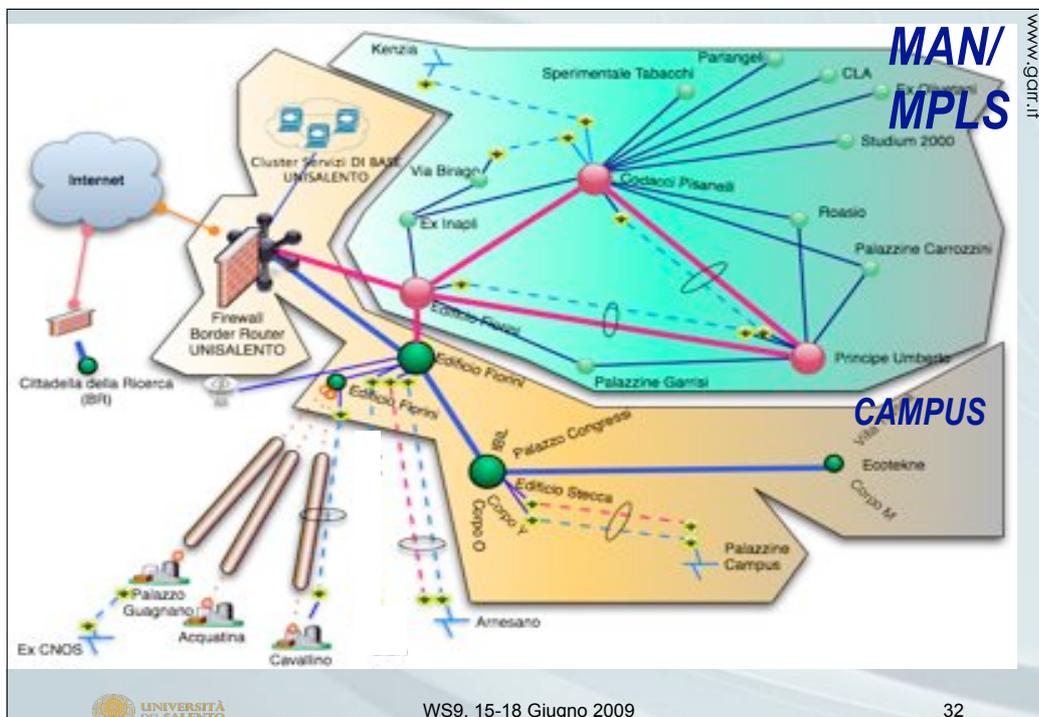


Il backbone dell'Università del Salento

- Multilayer switch di core: 5
- Router di core: 5
- Apparati WAN/VPN: 3
- Firewall di primo livello: 2
- Server farm/DMZ: 1 (DNS primario e secondario, Mail relay e Mail Server, Monitoraggio e Gestione Remota apparati)
- Porte apparati:
 - Gbps: 65 interfacce
 - 100Mbps: 30 interfacce

La MAN MPLS

- Il backbone è suddiviso in due sottoinsiemi:
 - la rete di **CAMPUS** (IPv4 Only)
 - la rete **Metropolitana** (MAN) (IPv4/IPv6 ready/MPLS)



La MAN MPLS



Dorsale ad 1Gbps

Apparati di rete dati:

- JUNIPER

Apparati UPS

- RIELLO

IPv6 ready

...prevista l'abilitazione di IPv6

Architettura e prestazioni della MAN MPLS

www.garr.it

- Rete a commutazione di pacchetto basata su IP/MPLS
- La topologia è secondo il modello gerarchico a 3 livelli (Core/Distribution/Access)
- Il backbone è routed (Layer 3 OSI) con VLAN (Layer 2 OSI) confinati a livello di accesso

Protocolli della MAN MPLS

- Routing unicast statico e dinamico: IGP OSPF
- Gestione dei path: RSVP
- Routing multicast: PIM SM, IGMP e IGMP snooping
- Traffic engineering: MPLS, RSVP-TE

Vantaggi di MPLS

- Applicazione di una etichetta di 32 bit a flussi di pacchetti da gestire in maniera differente
- Vantaggi:
 - Supporto della qualità del servizio
 - Ingegneria del traffico (non ottenibile con routing classico)
 - Virtual routing e VPN tra punti remoti: Layer 3 VPNs, Layer 2 VPNs e Virtual Private LAN Service (VPLS)
 - Riconfigurazione dei cammini in caso di guasto (Fast-Reroute)

Quale scelta ...

- L3 e non L2 per problematiche di management: path alternativi, load balancing, fast reroute
- Interoperabilità all'interno del backbone
- Impiego di standard non proprietari
- Idea di uno strato (quello MPLS) che si spalma ovunque e dialoga con tutto
- Infrastruttura espandibile nel tempo ed affidabile

I tempi ed i costi

- UPS e router MPLS: 200Keur + IVA

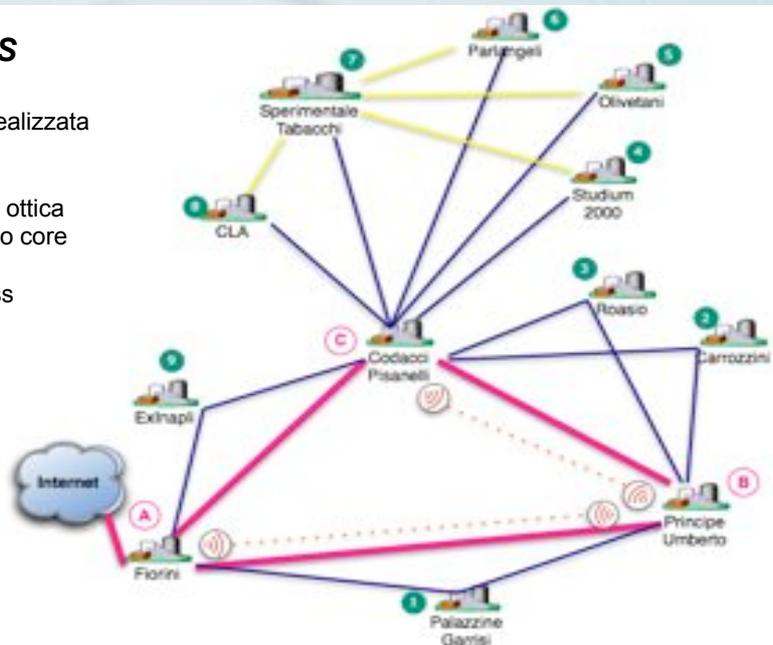
Apparati Attivi MPLS (fornitura)

05/08	06/08	07/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	01/09	02/09	03/09	04/09	05/09
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

■	Progettazione
■	Bando e stipula contratto
■	Esecuzione dei lavori e formazione tecnica
■	Collaudo fornitura
■	Messa in produzione e debugging

La MAN MPLS

La MAN MPLS è realizzata impiegando una infrastruttura di trasporto in fibra ottica con backup del solo core su infrastruttura di trasporto wireless



Core ed edge

Core:

M7i (8.4 Gbps)

M10 (12.8 Gbps)

Edge:

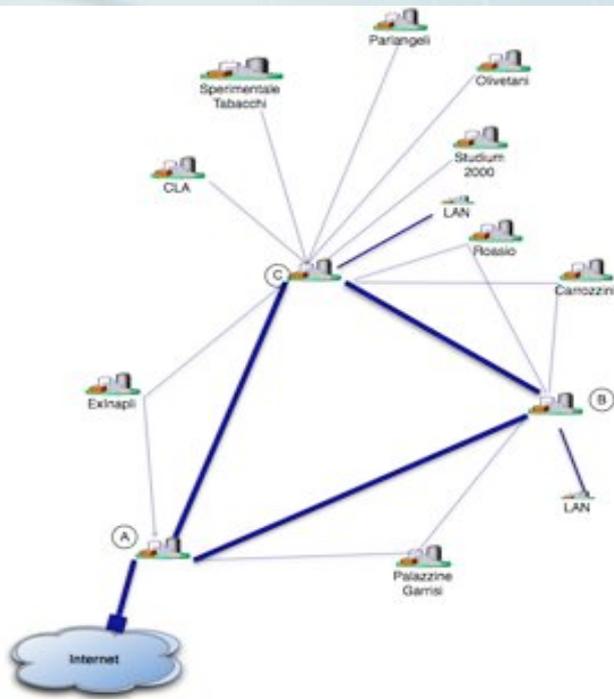
J4350 (600 Mbps)



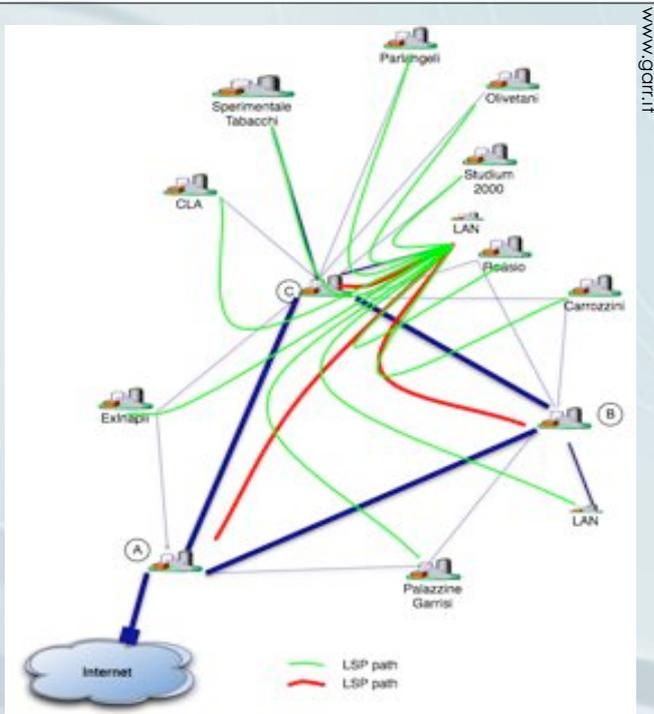
Core ed edge

- Sicurezza elettrica è continuità di servizio
 - Funzionamento garantito per 3 ore mediante UPS gestibili e monitorabili via rete

La rete fisica



I path LSP ed i peering iBGP



Esempio di configurazione di un edge node

Abilitazione di OSPF

```

lo0 {
  unit 0 {
    family inet {
      address 193.204.86.142/30;
    }
  }
}

protocols {
  ospf {
    area 0.0.0.2 {
      interface lo0.0 {
        passive;
      }
      interface ge-3/0/0.0 {
        interface-type p2p;
      }
    }
  }
}

```

Abilitazione di MPLS

```

ge-3/0/0 {
  mtu 1600;
  unit 0 {
    family inet {
      address 193.204.86.110/30;
    }
    family mpls;
  }
}

protocols {
  mpls {
    traffic-engineering mpls-forwarding;
    label-switched-path LanCodacci-NODO_X {
      to 193.204.86.136;
      no-cspf;
      fast-reroute;
    }
  }
  interface ge-3/0/0.0;
  interface lo0.0;
}

```

Esempio di configurazione di un edge node

```

Abilitazione di RSVP
protocols {
  rsvp {
    interface ge-3/0/0.0;
  }
}

```

```

Abilitazione di BGP
bgp {
  preference 100;
  group Man_Lecce {
    type internal;
    local-address 193.204.86.142;
    mtu-discovery;
    family inet {
      labeled-unicast;
    }
  }
  export LocalToBgp;
  peer-as 65000;
  neighbor 193.204.86.136;
  neighbor 193.204.86.X;
}

```

```

policy-options {
  policy-statement LocalToBgp {
    term 1 {
      from protocol direct;
      then accept;
    }
  }
}

```



Esempio di configurazione di un core/border node

```

routing-options {
  static {
    route 0.0.0.0/0 next-hop 193.204.86.9;
  }
  router-id 193.204.86.128;
  autonomous-system 65000;
}

```

```

Abilitazione di BGP
bgp {
  group Man_Lecce {
    type internal;
    local-address 193.204.86.128;
    mtu-discovery;
    family inet {
      labeled-unicast;
    }
  }
  export [ LocalToBgp StatToBgp next-hop-self ];
  peer-as 65000;
  neighbor 193.204.86.129;
  .....
}

```

```

policy-options {
  policy-statement LocalToBgp {
    term 1 {
      from protocol direct;
      then accept;
    }
  }
  policy-statement StatToBgp {
    term 1 {
      from protocol static;
      then accept;
    }
  }
}

```

```

policy-statement next-hop-self {
  from protocol bgp;
  then {
    next-hop self;
  }
}

```



Doppi path nelle rotte

- show route protocol bgp

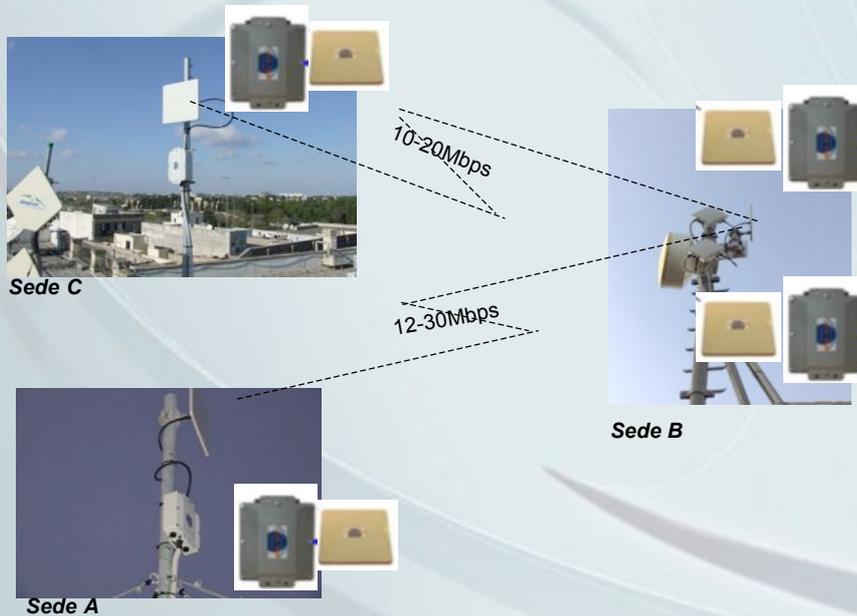
```
...  
10.10.16.0/24      *[BGP/170] 4w2d 21:30:05, localpref 100, from 193.204.86.141  
                   AS path: I  
                   > to 193.204.86.18 via ge-0/0/0.0, label-switched-path Fiorini-LanPrUmberto  
                   to 193.204.86.26 via ge-1/0/0.0, label-switched-path Fiorini-LanPrUmberto
```

I collegamenti wireless di backup per la MAN

HiperLAN2 Pro-Outdoor AP/Bridge/Mesh,
IEEE 802.11h @ 4.9-5.9 GHz

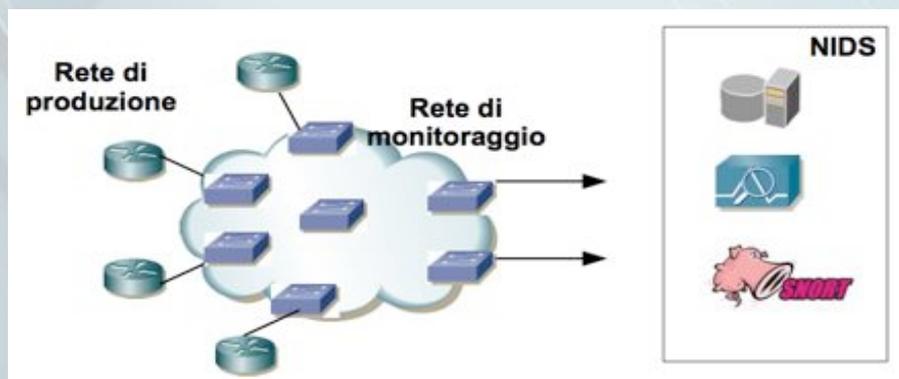
Apparati: Essentia

I collegamenti wireless di backup per la MAN



www.garr.it

Monitoraggio della rete



www.garr.it

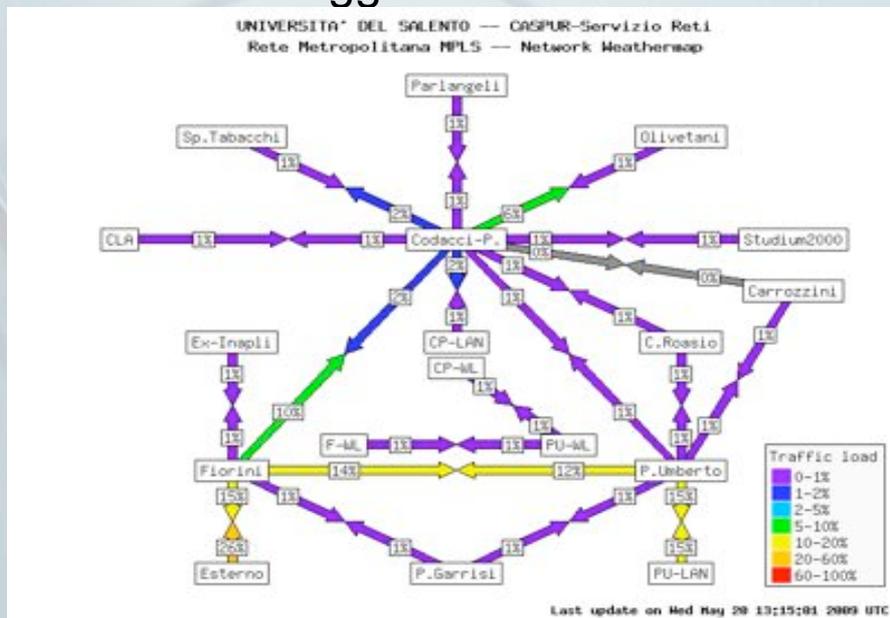
Soluzioni individuate

- Impiego di weathermap
 - (MRTG e script perl)
- Contenimento del traffico in ingresso alla rete

Contenimento del traffico in ingresso alla rete

- Il border firewall non riesce a gestire il filtraggio e lo shaping del traffico verso GARR
- Tutte le politiche di traffic shaping, filtering e traffic sampling/mirroring possono ora essere implementate sulla MAN MPLS nei nodi di core/accesso

Il monitoraggio della MAN MPLS



Evoluzione futura

- Gestire sulla MAN MPLS VoIP, multicast e QoS
- Introdurre gradualmente IPv6
- Estendere l'architettura del backbone MPLS alla rete di campus per raccogliere il traffico di altri enti di ricerca

Ringraziamenti

- Marco FERRI - Servizi di Dorsale (sviluppatore della weathermap)
- Antonio TOMMASI, Giuseppe MARULLO - Servizi di Dorsale
- Gruppo MPLS
- Area Tecnica
- Operatori esterni

Grazie!

Domande e commenti ...

dorsale@unisalento.it