

GRUPPO TELECOM ITALIA

Corso di Tecnologie di Infrastrutture di Reti

Modena, 13/05/2015

Architettura, tecnologie e servizi della rete

Telecom Italia

Una prospettiva sistemistica

Massimo Giuliani, PMP, CBAP®

Business – Engineering & Service Management



Agenda

❖ **Panoramica sull'architettura della rete di un operatore**

Il livello di Backbone/Aggregazione

Il livello di accesso

Le reti di accesso di nuova generazione (NGAN)

Obiettivi dell'intervento...

1. Mostrare, con un esempio concreto, come è articolata una moderna rete di un operatore di telecomunicazioni
2. Presentare le tecnologie utilizzate e quali sono i trend di sviluppo
3. Illustrare quali servizi si possono erogare e, inversamente, come i servizi influenzino la progettazione di rete

... e limiti

1. L'esposizione non pretende di essere esaustiva né sull'architettura, né sui servizi
2. L'impostazione è essenzialmente sistemistica: ci poniamo dal punto di vista dell'utilizzatore di queste infrastrutture, che deve fare una scelta informata tra le tecnologie e servizi disponibili allo scopo di realizzare una rete per una specifica applicazione.

Agenda

Motivazione, obiettivi (e limiti) dell'intervento

❖ **Panoramica sull'architettura della rete di un operatore**

Il livello di Backbone/Aggregazione

Il livello di accesso

Le reti di accesso di nuova generazione (NGAN)

Architettura di una rete di telecomunicazioni

- L'architettura di una rete dipende da
 - Numero di nodi terminali da collegare
 - Distanze in gioco
 - Tipologia dei servizi da erogare e requisiti di comunicazione specifici
 - Matrici di traffico
 - Requisiti di performance
 - Requisiti di affidabilità
 - Trend **prevedibili** di crescita (dei nodi, dei servizi, ecc.)
 - Infrastrutture disponibili sul territorio (rame, fibra,...)

La prospettiva dell'operatore e quella del cliente

- Per ***l'operatore***, il progetto della rete ha come obiettivo la più efficiente copertura del territorio per l'erogazione di servizi differenziati, minimizzando i costi di investimento e di esercizio
 - Maggiore flessibilità sulle tecnologie
 - Maggiore incertezza sulle sedi da collegare
- Per il **Cliente** (Organizzazione multisede), il progetto della rete è vincolato alle tecnologie effettivamente disponibili sul territorio, ma riguarda un solo insieme di sedi.

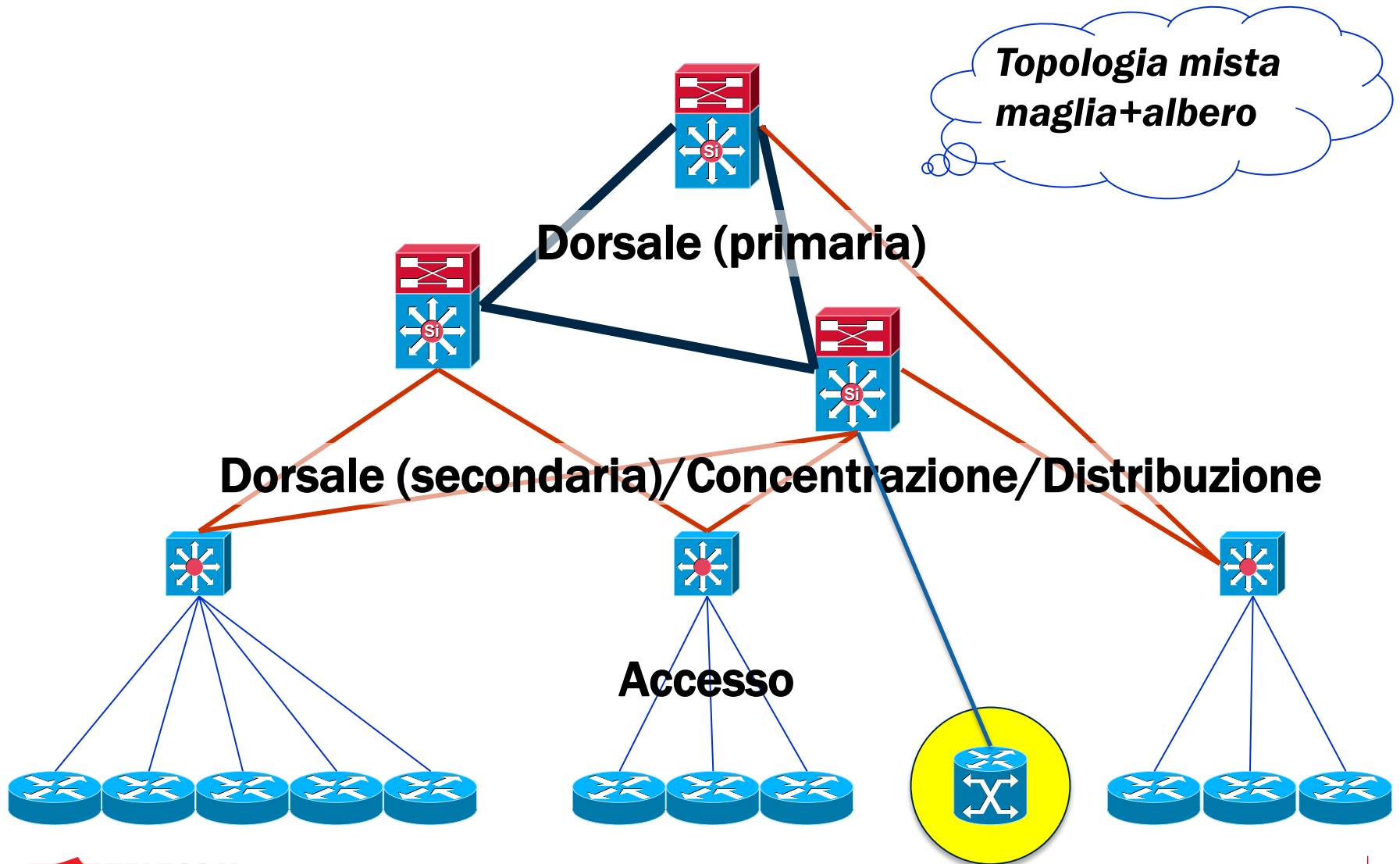
L'operatore costruisce infrastrutture di rete «multiclient» che permettono di mappare su di esse le molteplici reti/servizi dei suoi clienti

Architetture tipiche di rete

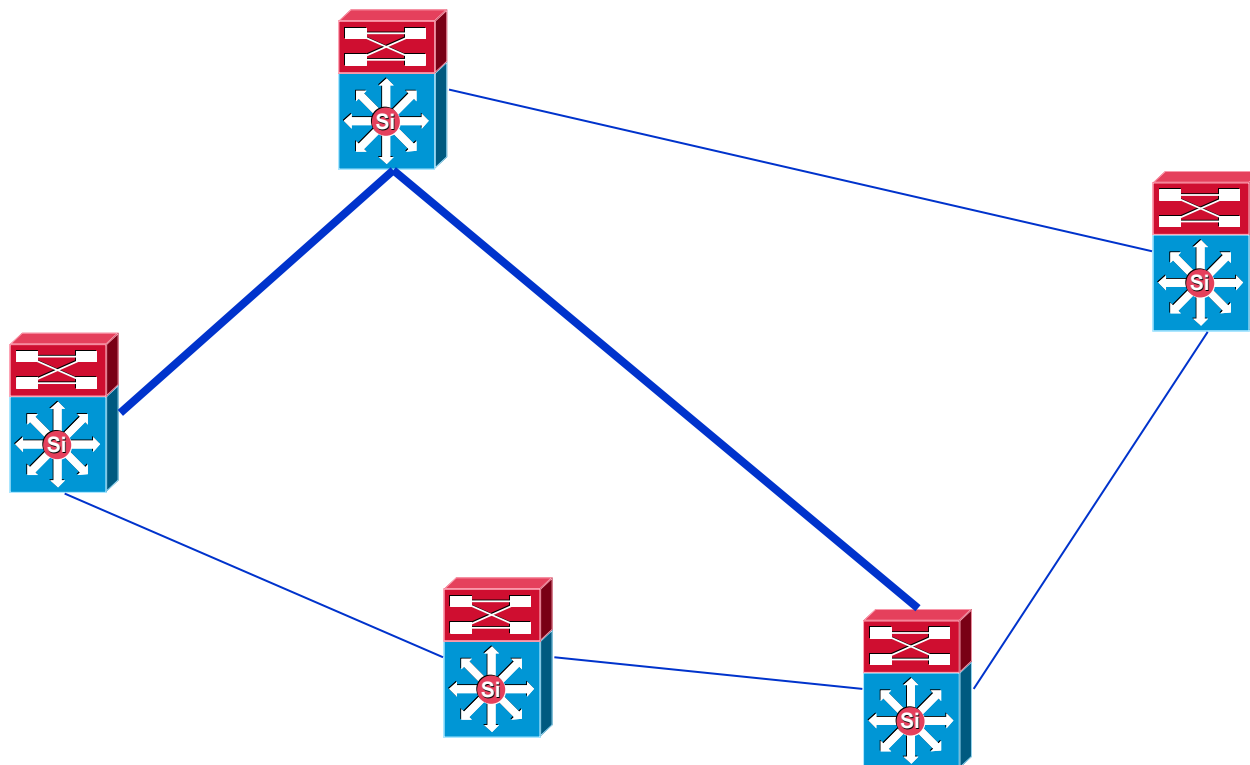
- **Gerarchica**, utilizzata soprattutto quando è necessario collegare un grande numero di sedi. La rete viene suddivisa in
 - Dorsale primaria (*backbone*)
 - Aggregazione
 - Accesso
- **Paritetica/Non gerarchica**, per reti di piccole dimensioni (in termini di numero di nodi)

Attenzione a non confondere architettura fisica e logica della rete: le due possono essere molto diverse!

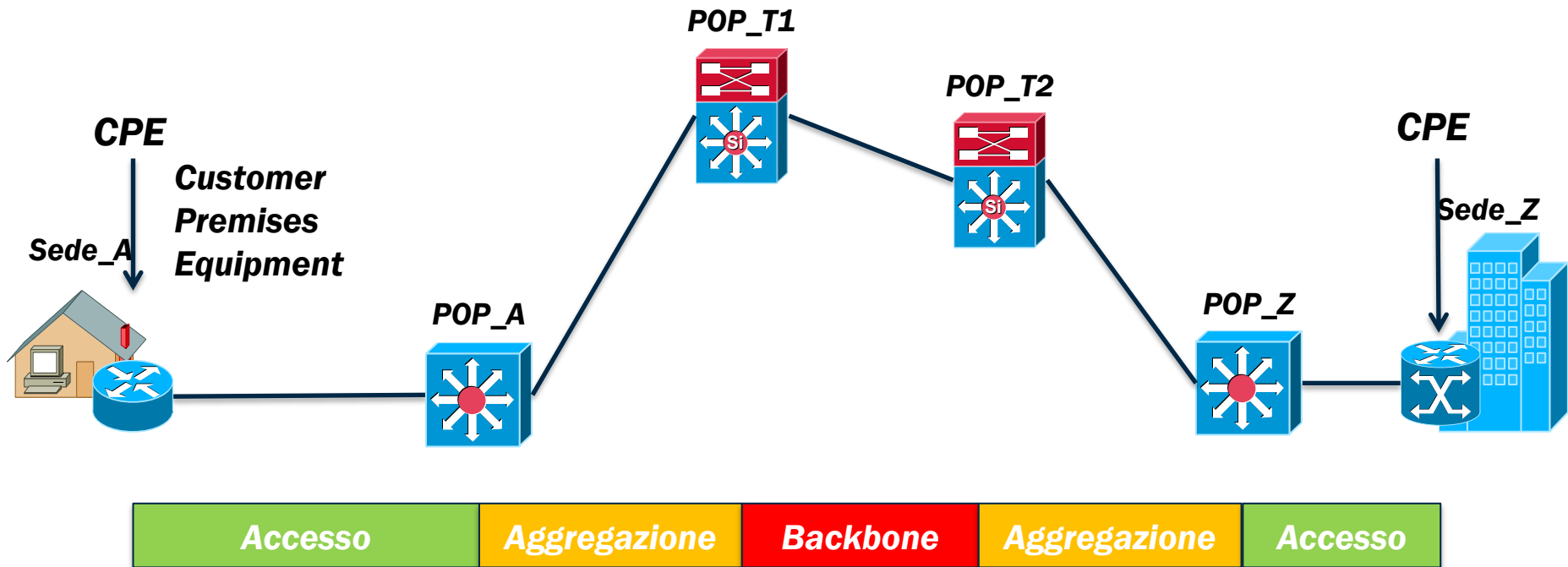
Architettura gerarchica



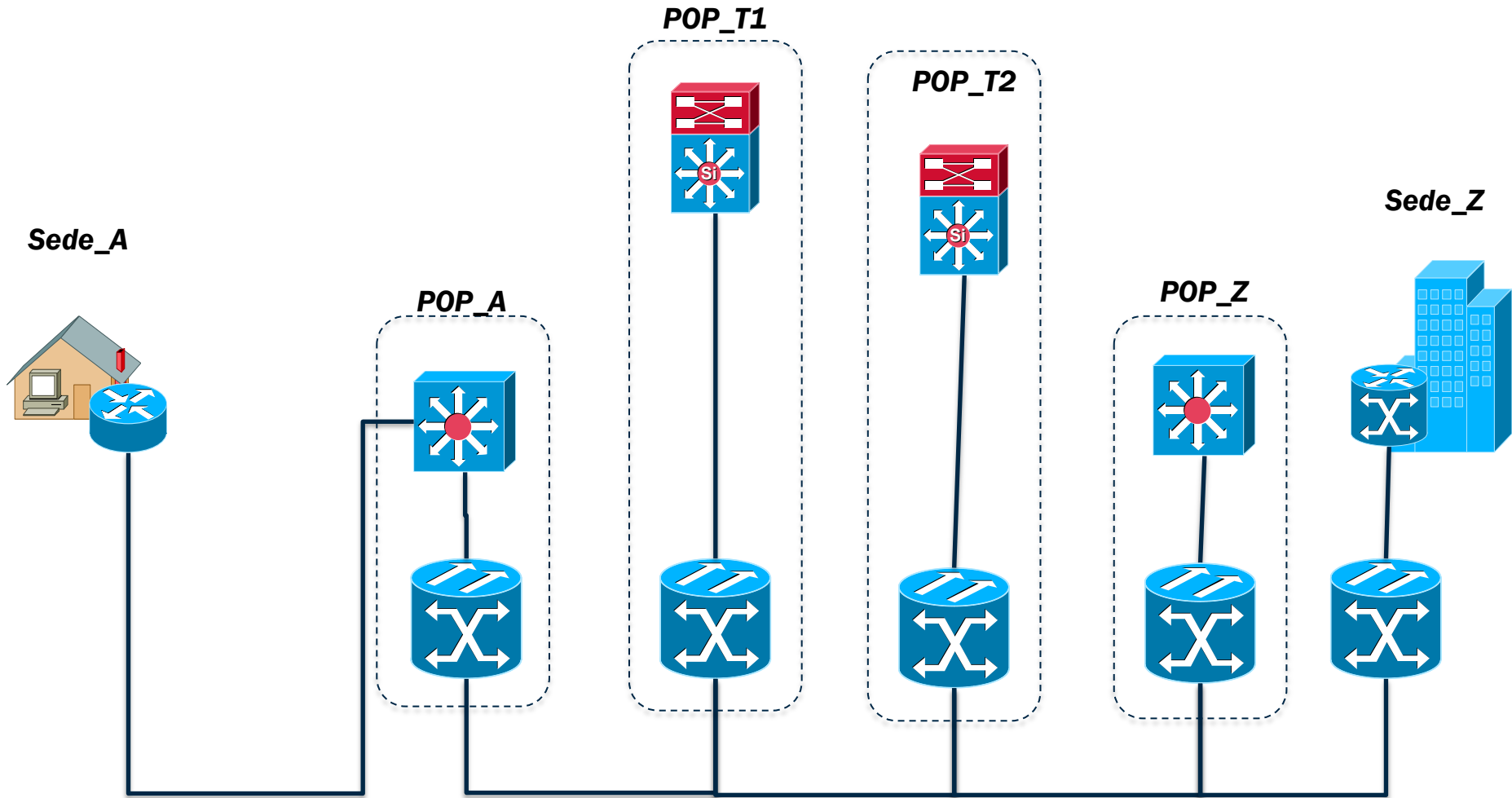
Architettura non gerarchica



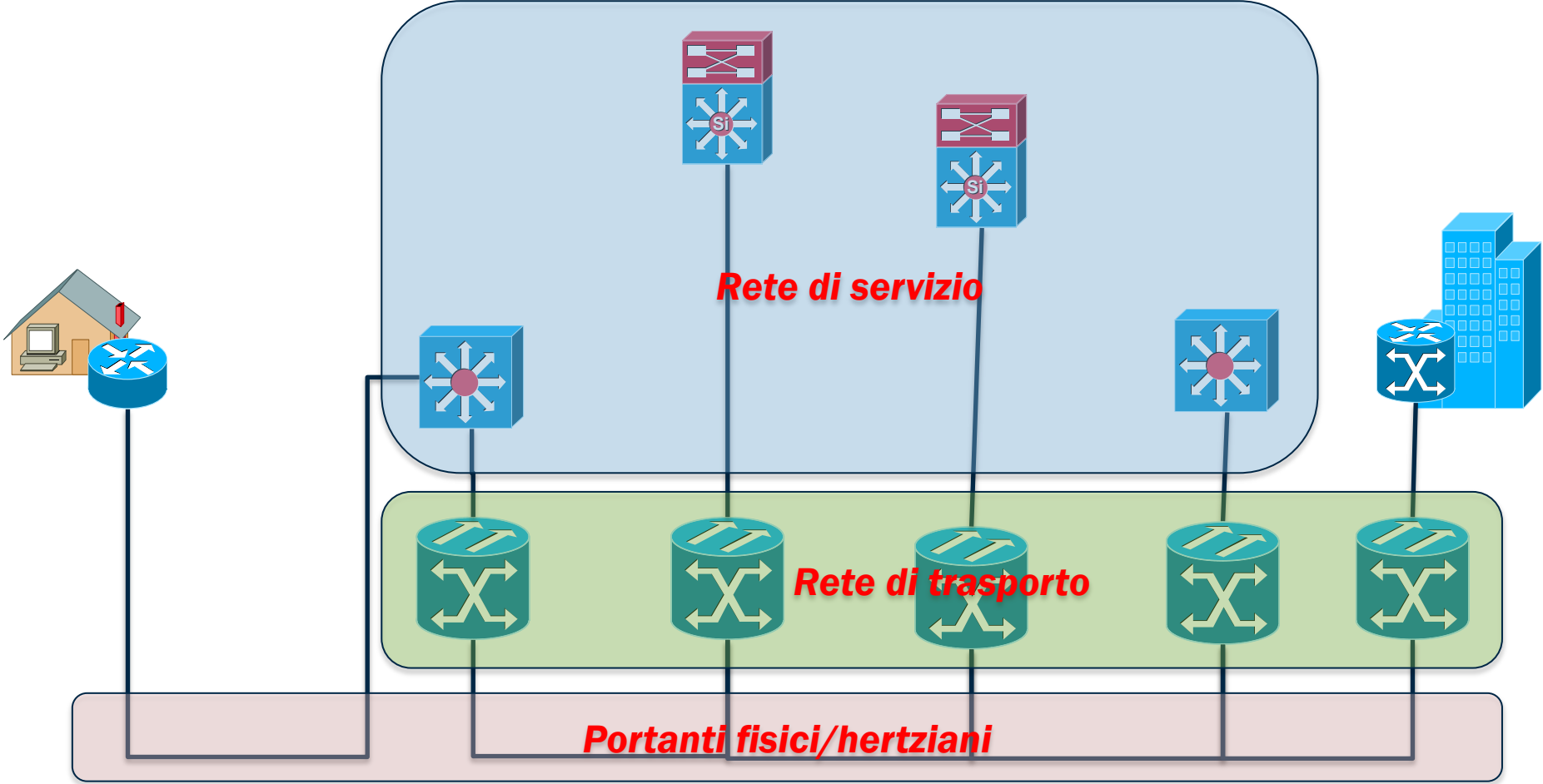
Architettura funzionale di una rete di telecomunicazioni



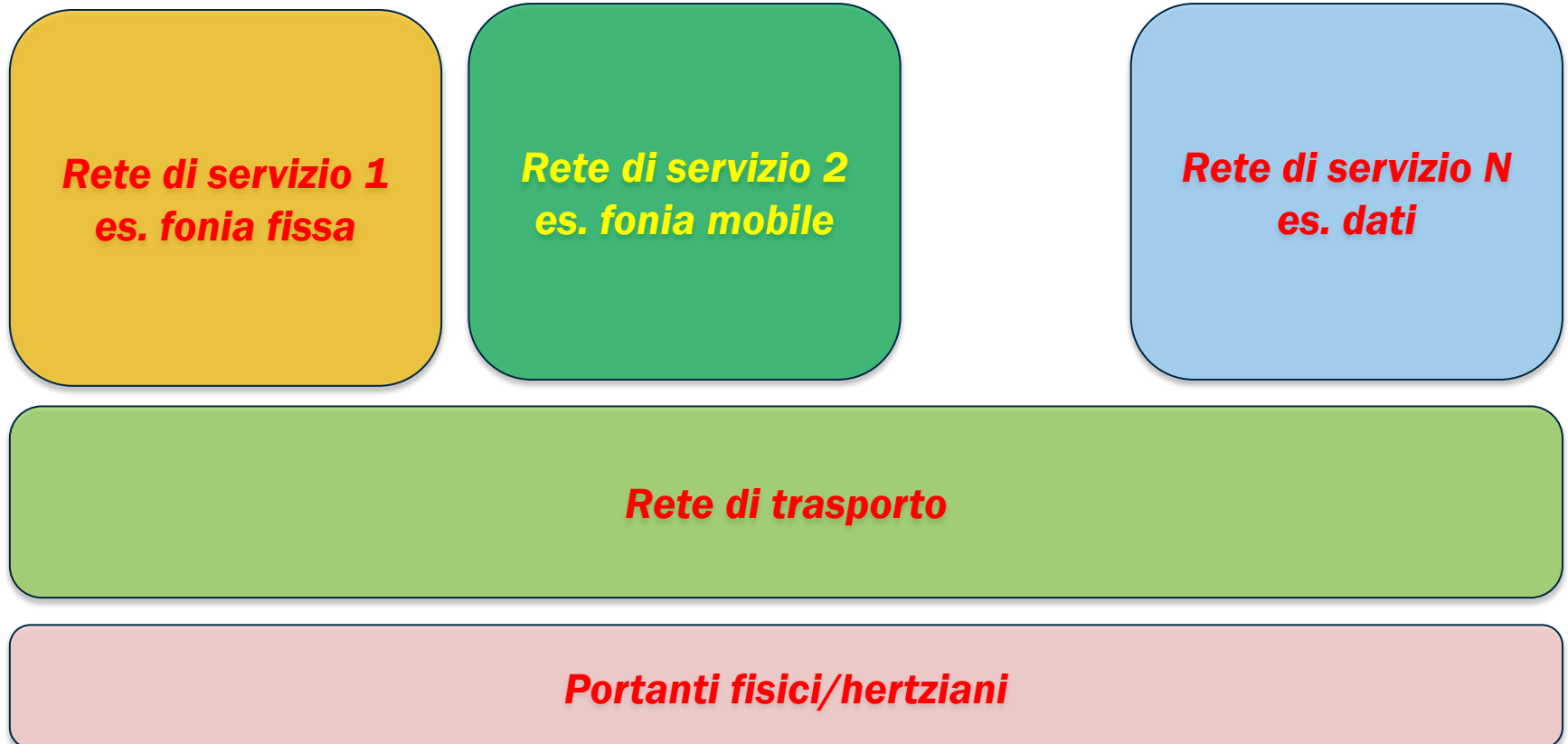
Architettura funzionale di una rete di telecomunicazioni



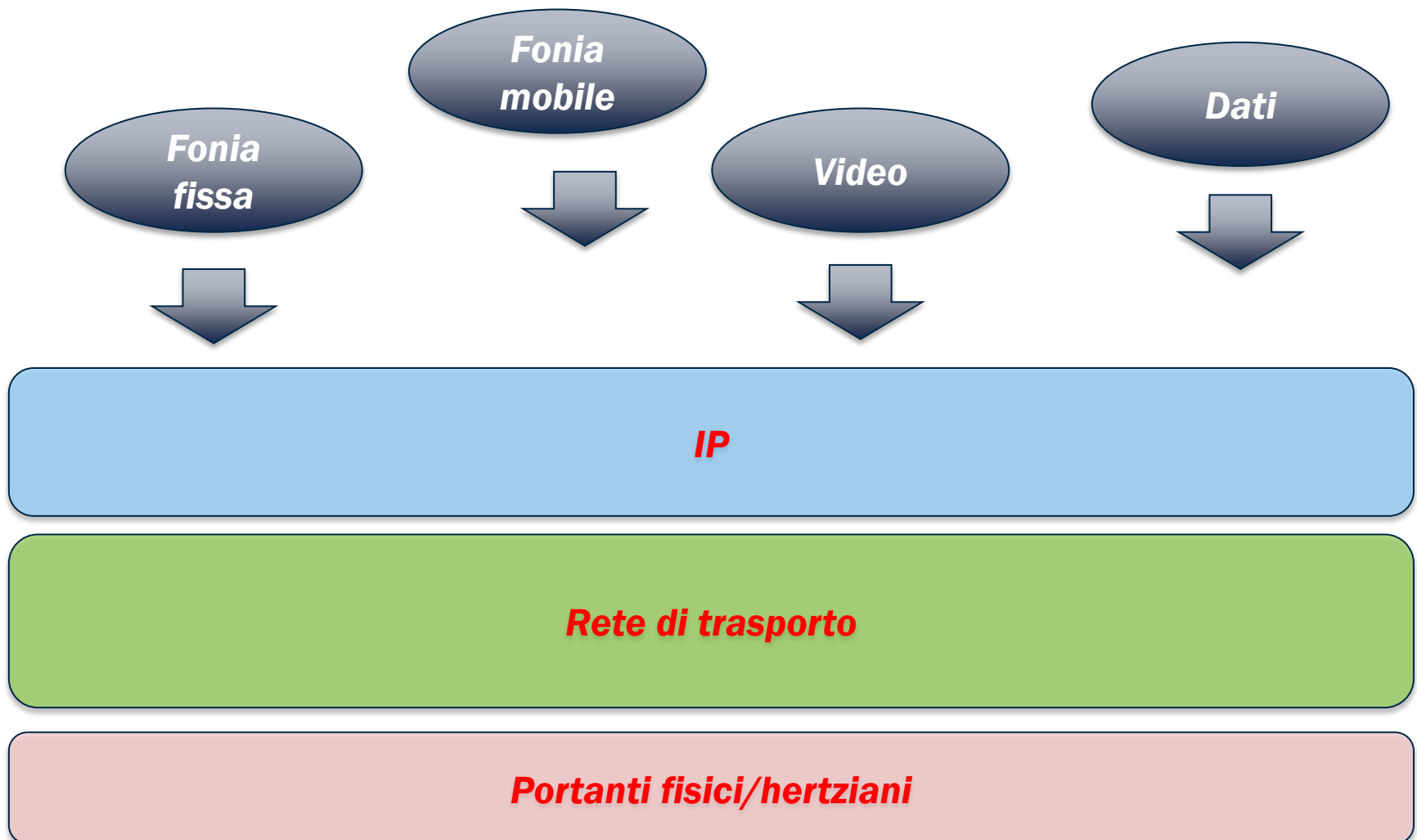
Architettura funzionale di una rete di telecomunicazioni



E in generale...



La prospettiva di convergenza



Servizi offerti

Video

Internet

Fonia mobile

Fonia fissa

IP

VPN IP/MPLS

Rete di trasporto

Servizi L2 (metro GBE, VPLS, pseudowire)

**Circuiti SDH
Canali ottici WDM**

Portanti fisici/hertziani

**Dark fiber (fibra spenta o buia)
Infrastrutture di posa**

Agenda

Motivazione, obiettivi (e limiti) dell'intervento

Panoramica sull'architettura della rete di un operatore

❖ Il livello di Backbone/Aggregazione

Il livello di accesso

Le reti di accesso di nuova generazione (NGAN)

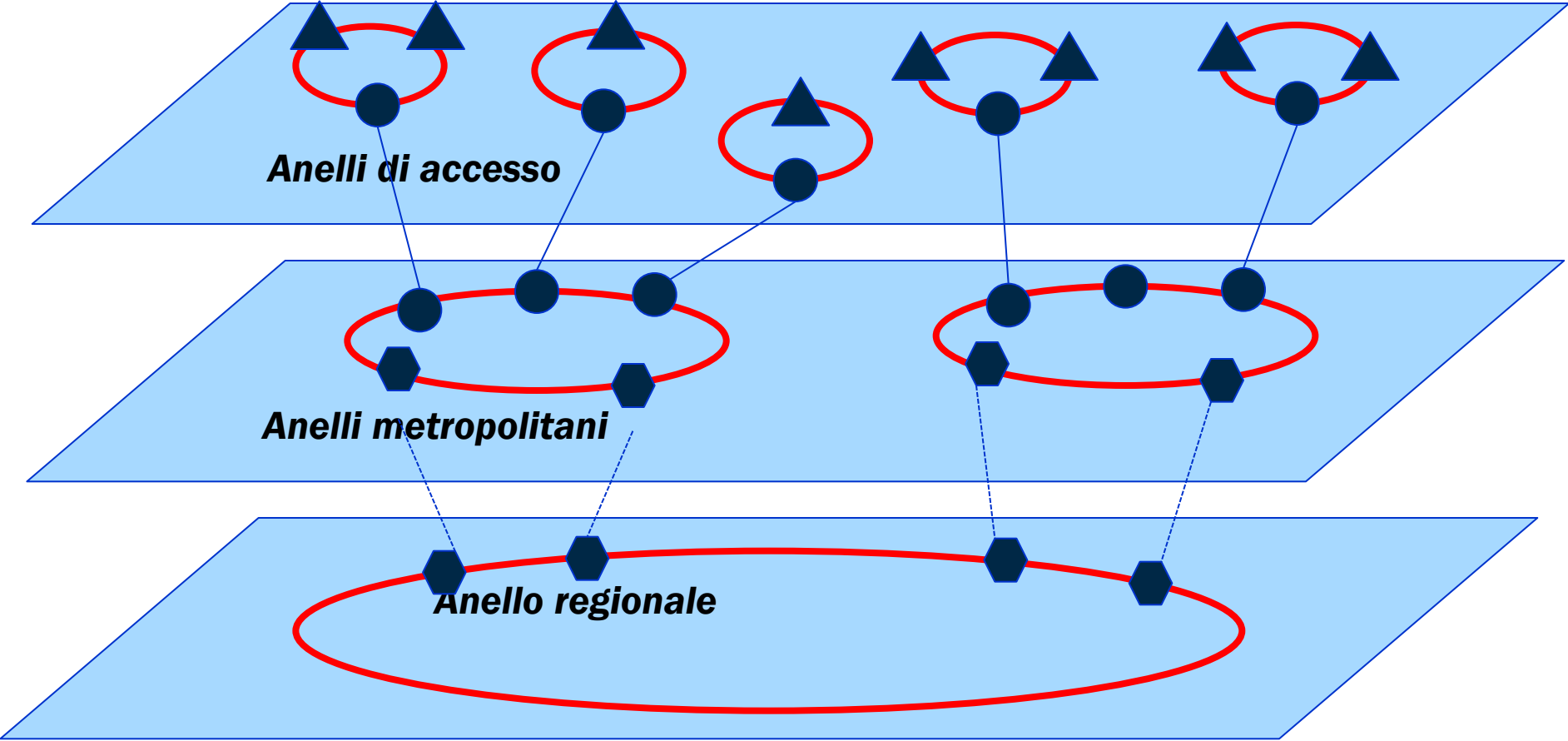
La rete di trasporto

- Il livello di trasporto ha un ruolo fondamentale nelle reti degli operatori, realizza i canali di comunicazione ptp utilizzati dagli elementi di rete di livello superiore
- La rete di trasporto «virtualizza» il livello fisico, e permette di costruire sopra la maglia di dorsali (ottiche) una o molteplici topologie logiche a supporto delle «reti di servizio» ovvero delle reti dei clienti finali o di altri operatori.
- La rete di trasporto mette a disposizione meccanismi di protezione con bassi tempi di latenza (< 50 ms).
- La rete di trasporto è normalmente presente a livello di backbone e aggregazione. In accesso i sistemi di trasporto sono utilizzati in casi particolari, in genere quando occorre portare collegamenti ad altissima velocità.
- Le tecnologie utilizzate oggi per le reti di trasporto sono:
 - SDH («congelata»/in via di dismissione)
 - DWDM

Sistemi SDH – Synchronous Digital Hierarchy

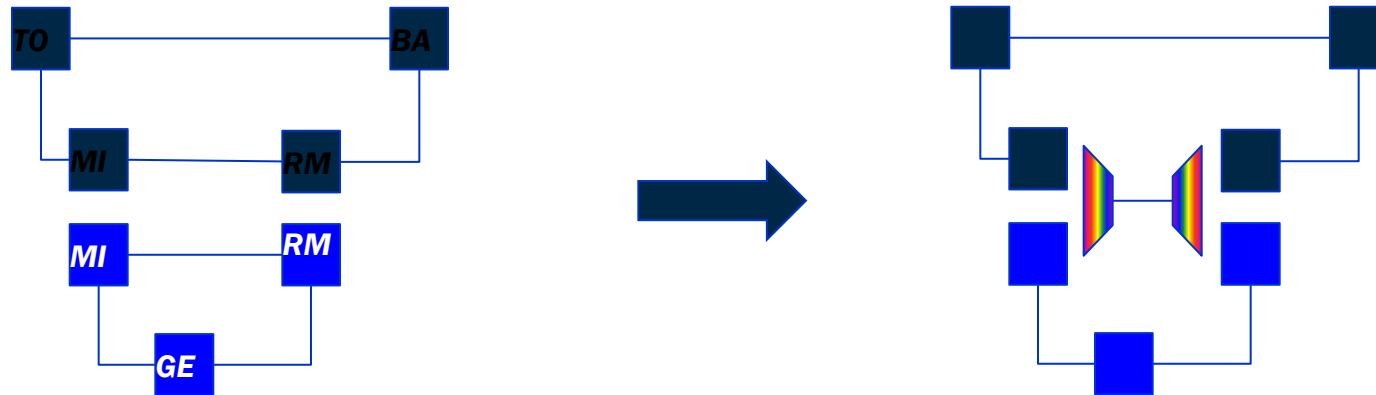
- E' una tecnologia di trasporto di tipo TDM standardizzata da ITU-T e introdotta all'inizio degli anni '90 nella rete di Telecom Italia
- Permette di realizzare in modo efficiente e flessibile collegamenti punto-punto a bitrate prefissata da 2 a 2488 Mbit/s
- Caratteristiche importanti:
 - Presuppone l'utilizzo di connessioni fisiche in fibra ottica
 - Topologie di rete basate su anelli
 - Sofisticati meccanismi di protezione dei collegamenti con elevata velocità di commutazione (~50 ms)
 - Possibilità di aggregare, inserire ed estrarre singoli canali trasmissivi nei nodi di rete
- Capillarmente diffusa nelle reti di trasporto degli operatori, è in corso di dismissione, sostituita da altre tecnologie (Ethernet in accesso, WDM nel trasporto)

Architettura gerarchica ad anelli



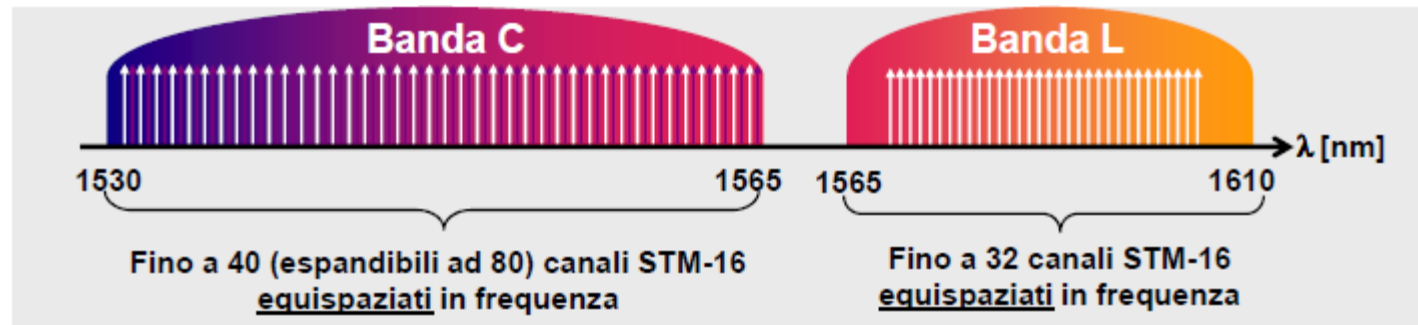
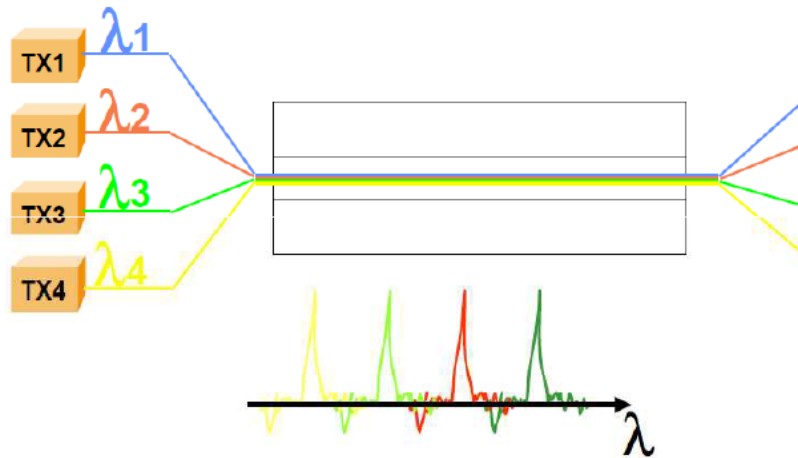
Sistemi WDM - Wavelength Division Multiplexing

- I sistemi WDM sono stati introdotti agli inizi degli anni 2000, per moltiplicare la capacità trasmissiva delle dorsali in fibra ottica, con topologie di tipo punto-punto

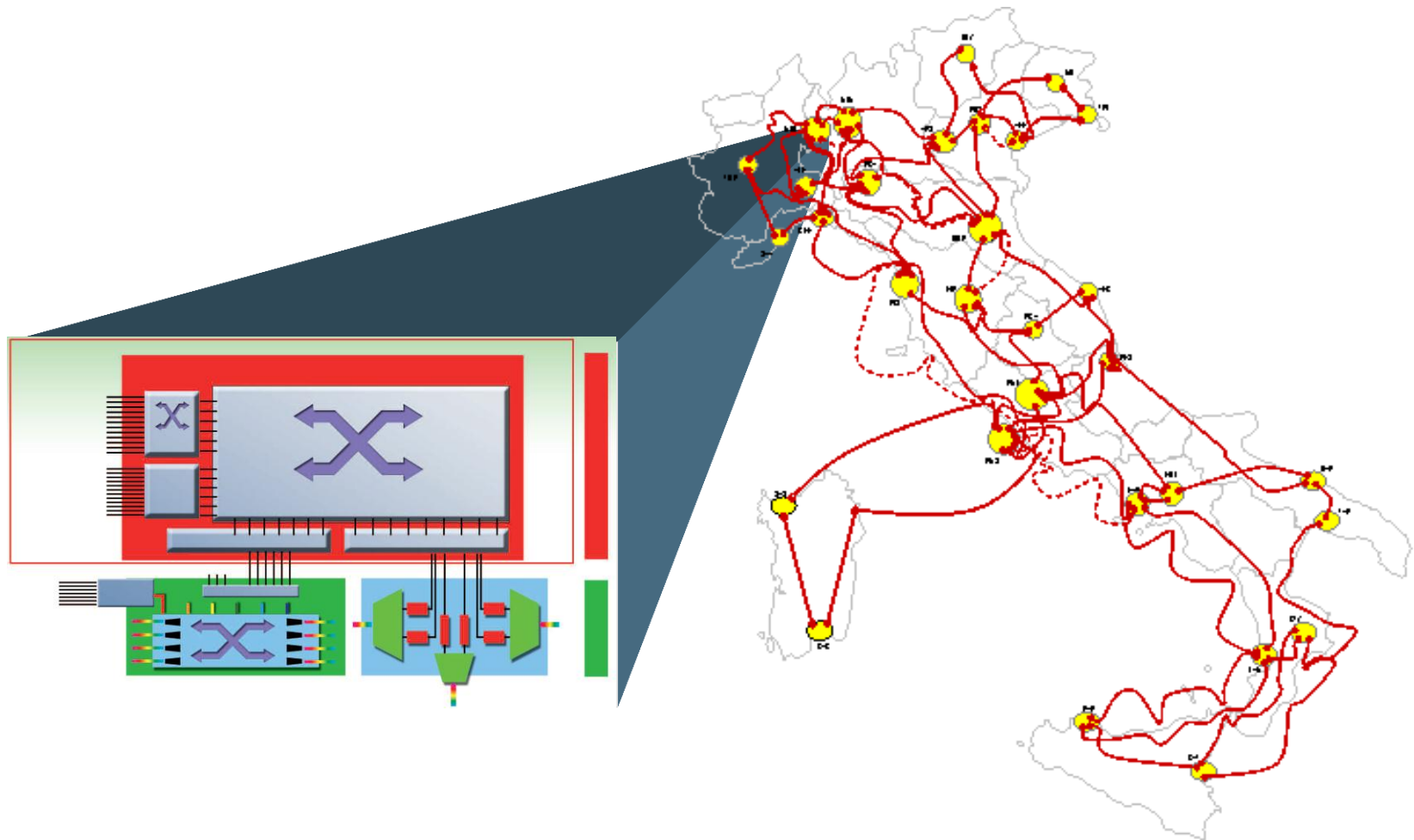


- Il progresso delle tecnologie ottiche permette ora di realizzare architetture complesse, con prestazioni evolute di reinstradamento dei singoli canali ottici in caso di guasto o di riconfigurazione della rete

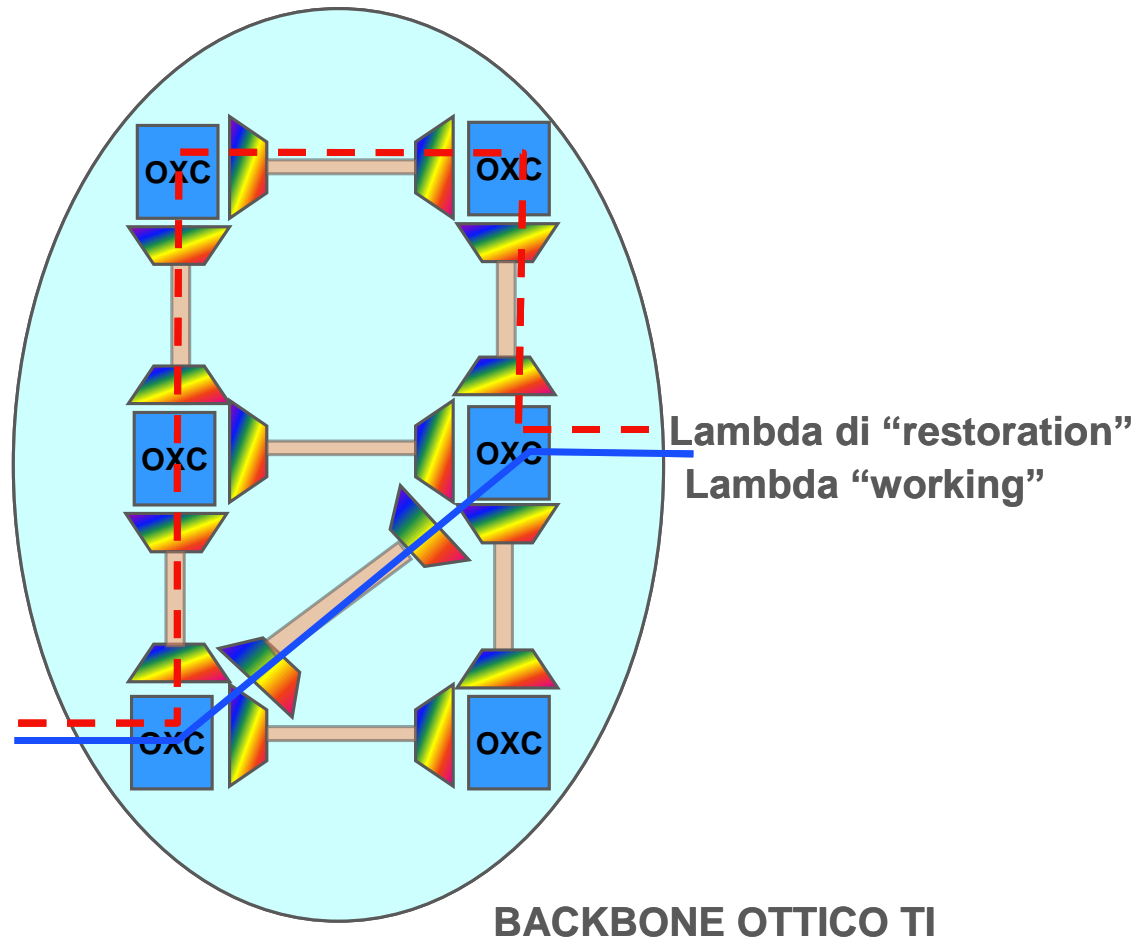
Principio base della multiplazione di lunghezze d'onda



La rete DWDM di Telecom Italia



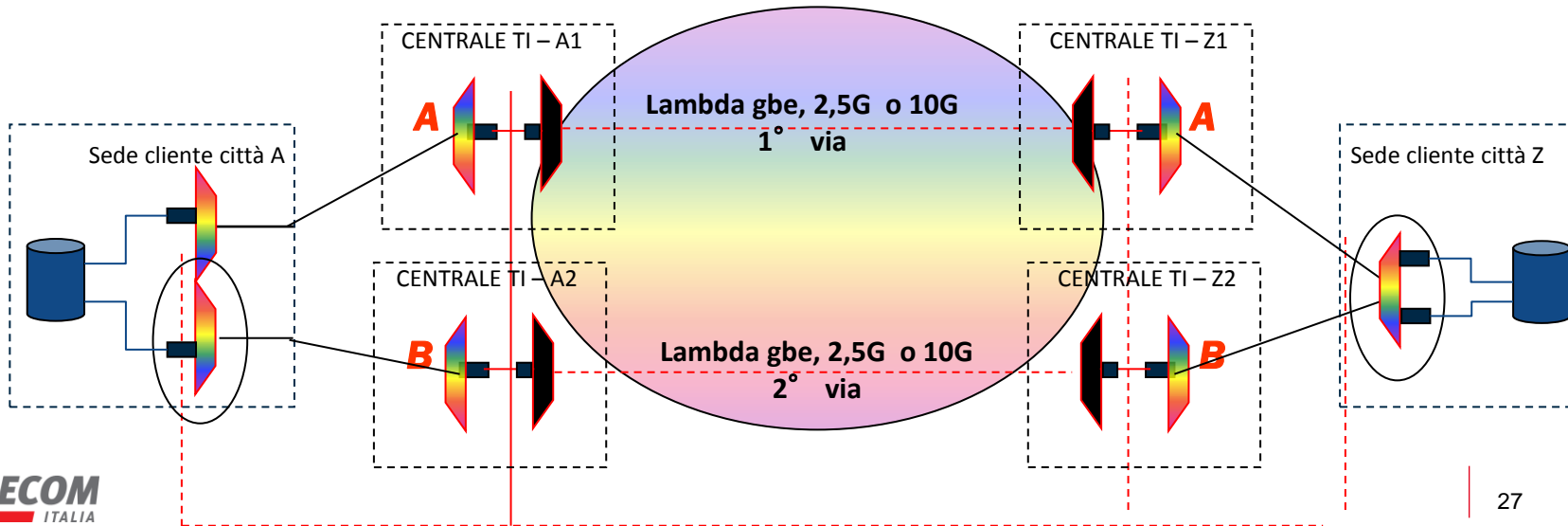
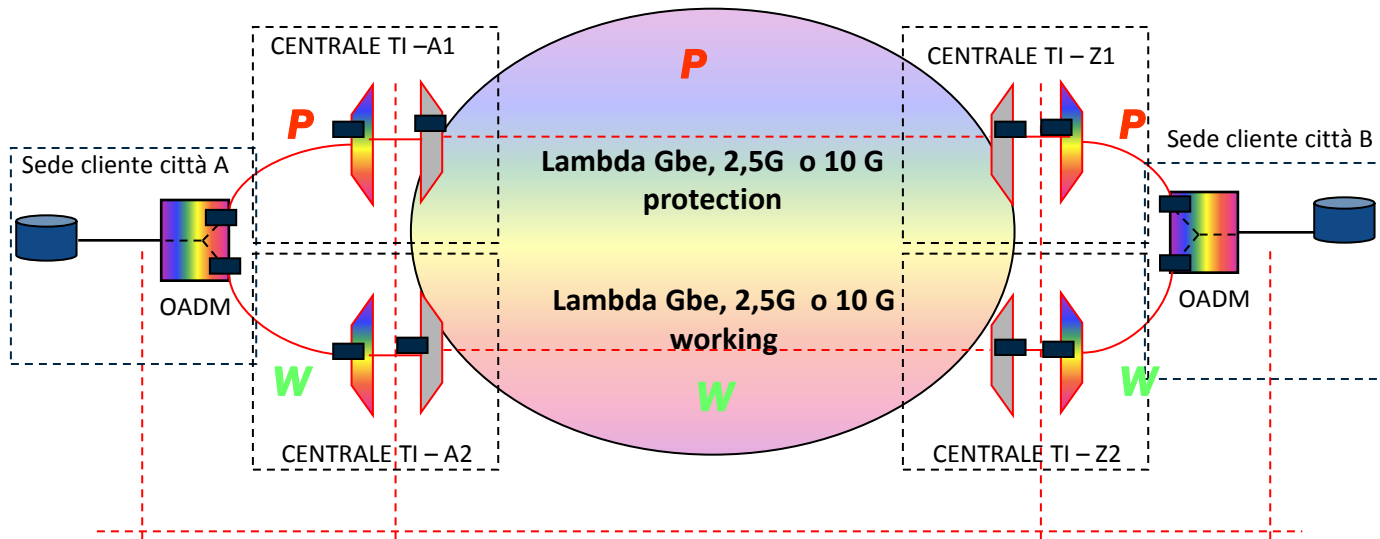
Costruzione di un circuito sulla rete ottica di TI



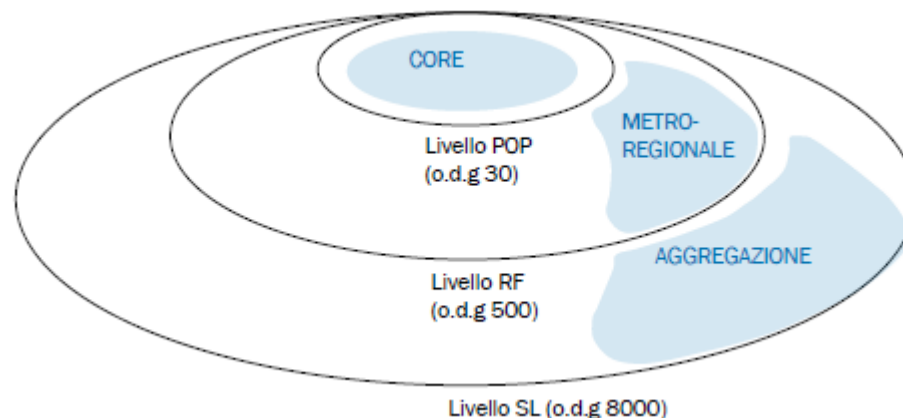
Collegamenti SDH e WDM

- TI mette a disposizione le proprie infrastrutture di trasporto SDH e WDM per i clienti con esigenze di collegamenti ad elevata velocità ed affidabilità, trasparenti rispetto ai protocolli di livello superiore
- Il vincolo è la limitata diffusione: solo un numero limitato di centrali sono sedi di nodi SDW e/o WDM. Tipicamente si trovano nei capoluoghi di provincia; bisogna quindi prevedere raccordi (in fibra) dalla sede da collegare fino a queste centrali.

Collegamenti WDM protetti vs diversificati



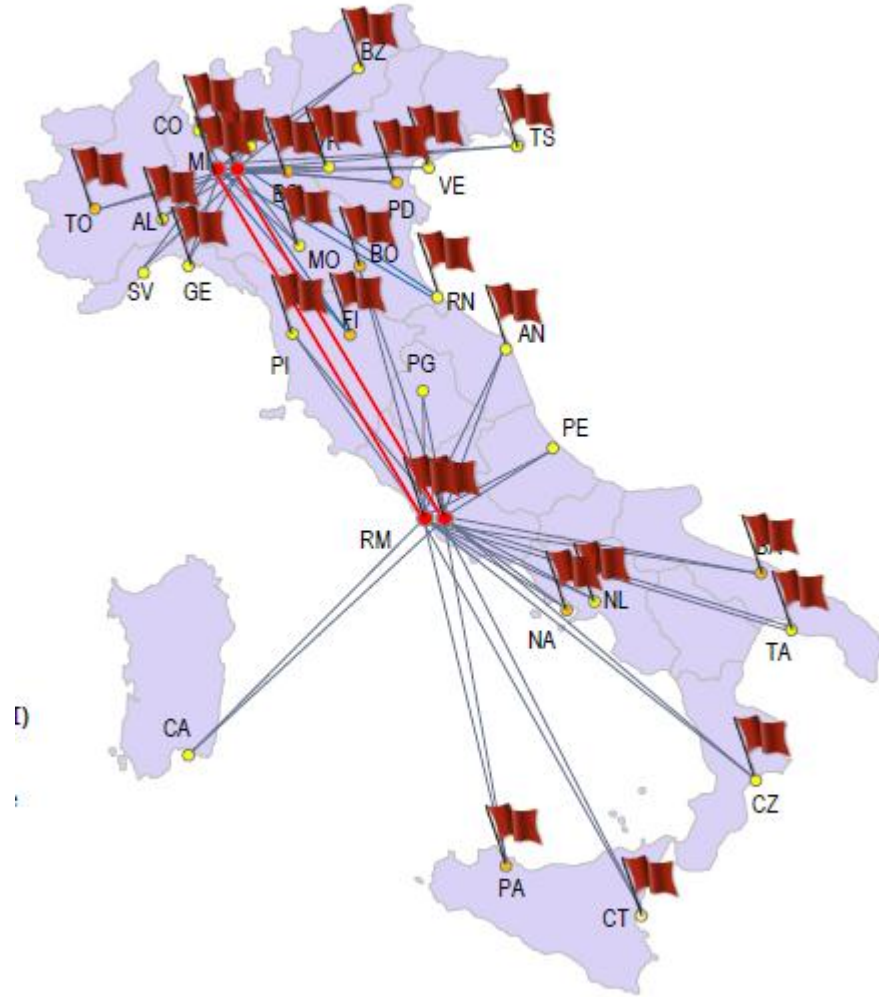
La Rete TI al massimo livello di astrazione



1. **CORE**: delimitato dai 32 POP attuali, che contengono i nodi di servizio per fisso e mobile. Utilizza sistemi trasporto DWDM a lunga distanza e coincide a livello IP con la rete OPB (IP-MPLS).
2. **METRO-REGIONALE**: coincide con l'estensione della rete metropolitana OPM (IP-MPLS), organizzata in 30 MAN. Anche in questa regione il trasporto è garantito da una vasta presenza di sistemi DWDM.
3. **AGGREGAZIONE**: questa porzione di rete ha il maggior volume di impianti legacy. La tecnologia trasmissiva più diffusa è l'SDH, poco adatta ad una evoluzione Ultra BroadBand e full IP della rete.

Il Core della rete

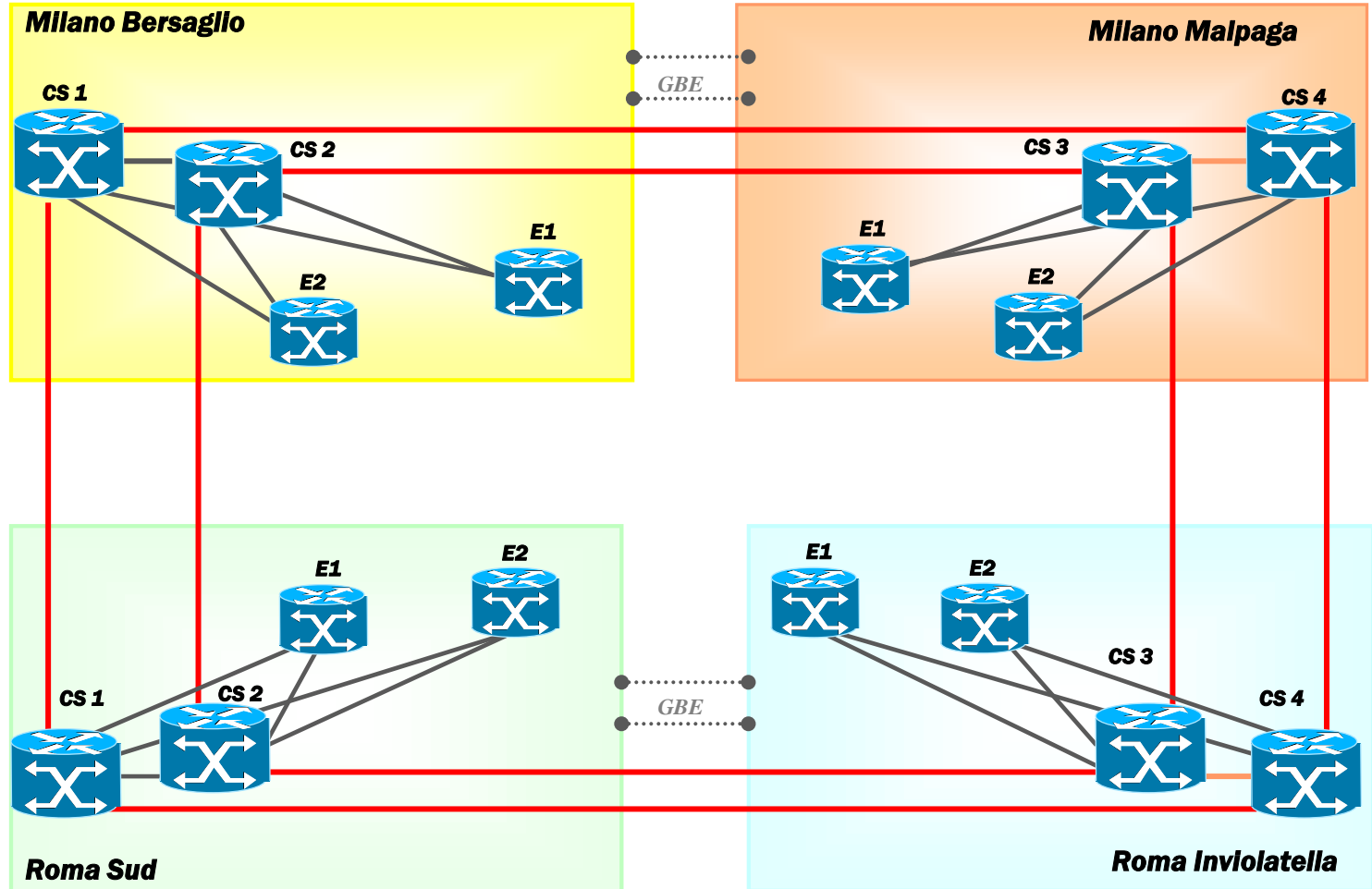
- **OPB, Optical Packet Backbone**
- 32 POP di cui
 - 4 costituenti l'inner core: 2xMI, 2xRM
 - 8 primari: TO, BS, PD, **BO**, FI, NA, BA, PA
 - 20 secondari, in ER: **MO** e **RN**
- Collegamenti multipli a 10 Gbit/s (forniti dalla rete di trasporto)



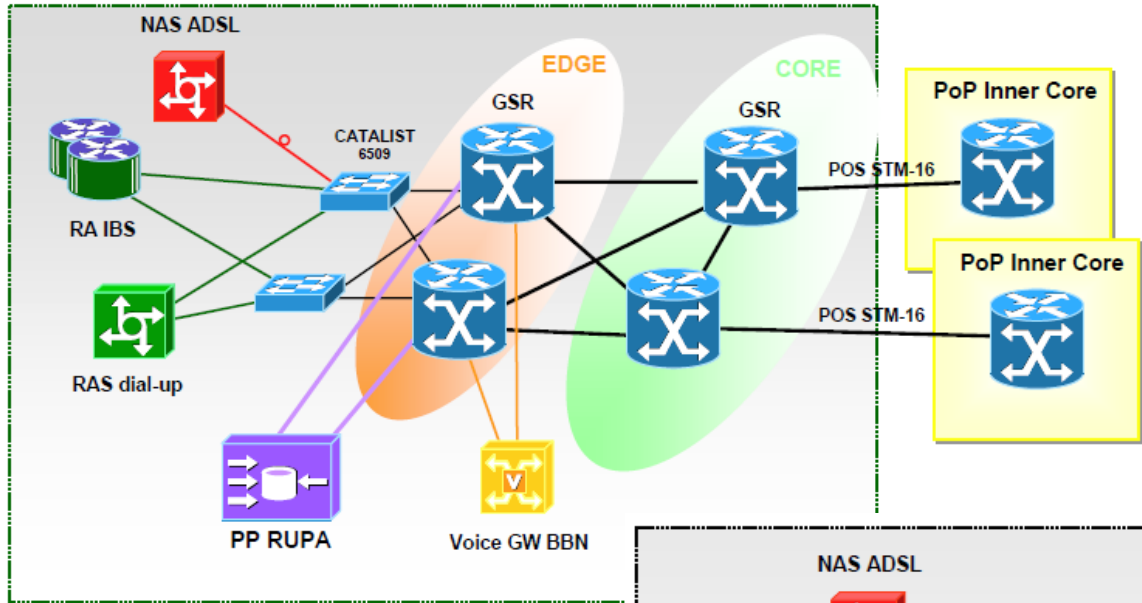
Un po' di storia...

- OPB è nata all'inizio degli anni '2000 come dorsale IP per l'erogazione del servizio di connettività Internet di TI.
- Nel corso degli anni si è evoluta sia nella tecnologia dei nodi e nella velocità delle dorsali e su di essa convergono gradualmente tutti i servizi erogati da TI

Inner Core

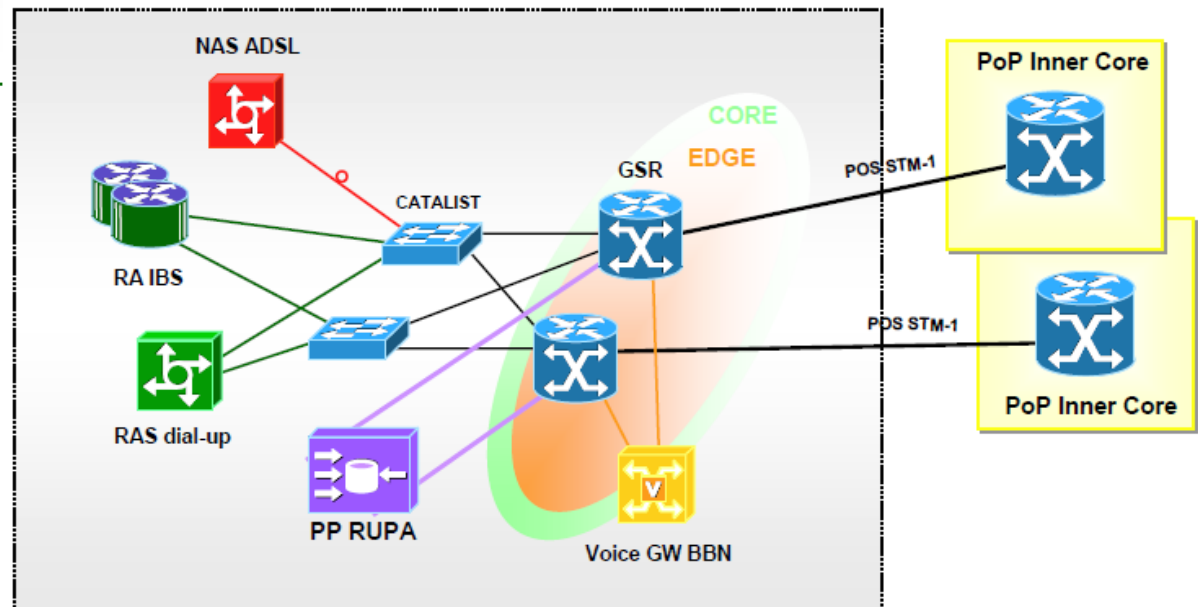


Architettura esemplificativa dei POP dell'Outer Core



Principale (es. Bologna)

Secondario (es. Modena)



Il livello di aggregazione

- La rete **OPM** (***Optical Packet Metro***) permette di raccogliere i punti di erogazione del servizio sui POP della rete OPB:
 - DSLAM
 - MSAN
 - BTS
 - GBE Business/OLO
- Utilizza portanti in fibra n x 1 Gbit/s, n x 10 Gbit/s (forniti dalla rete di trasporto)
- Architettura in fase di migrazione da livello 2 puro (VLAN) a IP/MPLS (maggiore scalabilità)

Agenda

Motivazione, obiettivi (e limiti) dell'intervento

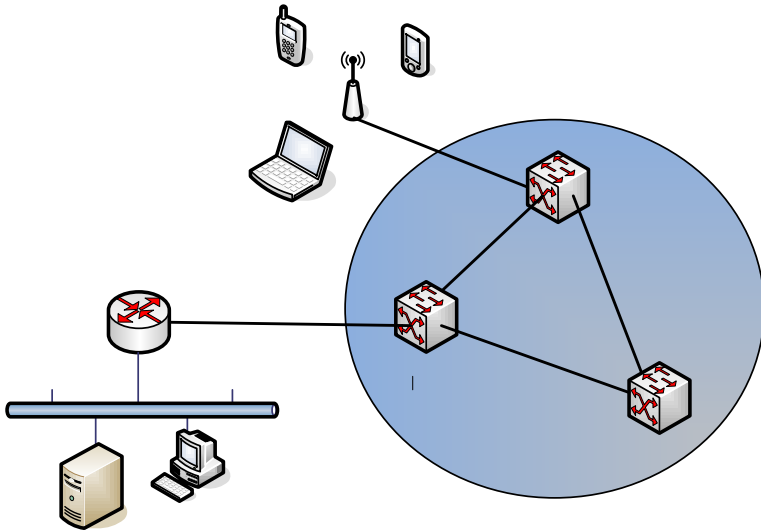
Panoramica sull'architettura della rete di un operatore

Il livello di Backbone/Aggregazione

❖ **Il livello di accesso**

Le reti di accesso di nuova generazione (NGAN)

Focus sulla rete di accesso



- La rete di accesso è la parte di una rete di telecomunicazioni (apparati & collegamenti) che raggiunge gli utilizzatori finali.
- Si distingue dalla rete di dorsale (o *backbone*), che interconnette le sedi (PoP) di un fornitore di servizi di telecomunicazioni o le sedi principali di una grande azienda multisede
- Rete di accesso:
 - Molti collegamenti (anche milioni)
 - Bassa velocità ($\sim 10^2 - 10^3$ Mbit/s)
 - Brevi distanze (< 50 km)
 - Frequenti riconfigurazioni
- Rete di dorsale
 - Pochi collegamenti
 - Alta Velocità ($\sim 10 - 10^2$ Gbit/s)
 - Lunghe distanze (> 100 km)
 - Limitate riconfigurazioni

Caratteristiche della rete di accesso

- La rete di accesso è quella che «tocca» l'utilizzatore finale e che determina in modo rilevante le caratteristiche del servizio erogato
- Vi sono molteplici tecnologie disponibili per realizzare «l'ultimo miglio», aventi ciascuna differenti prestazioni e **aree di copertura**
- E' la componente di maggior valore economico di una rete di telecomunicazioni
- In Telecom Italia, la rete di accesso impegna la maggior parte dei tecnici e rappresenta oltre il 30% delle spese
- ...la maggior parte dei guasti riguarda la rete di accesso

Reti di accesso pubbliche

- Nel seguito di questo intervento considereremo solo le reti di accesso, che permettono il collegamento tra le sedi del Cliente e i punti di presenza (PoP) dell'Operatore.
- Salvo eccezioni, solo gli Operatori di telecomunicazioni possono realizzare reti che si estendono al di fuori di un comprensorio privato e offrire servizi ad una molteplicità di Clienti.

Principali tecnologie impiegate nella rete d'accesso

- **Sistemi in rame**

 - xDSL**

 - «legacy»: trasmissione analogica o numerica in banda stretta

- **Sistemi in fibra ottica**

 - Metro Ethernet**

 - PON/GPON** (*ne parleremo nell'architettura della NGAN*)

 - Sistemi DWDM

 - Sistemi SDH

- **Sistemi radio (*wireless*)**

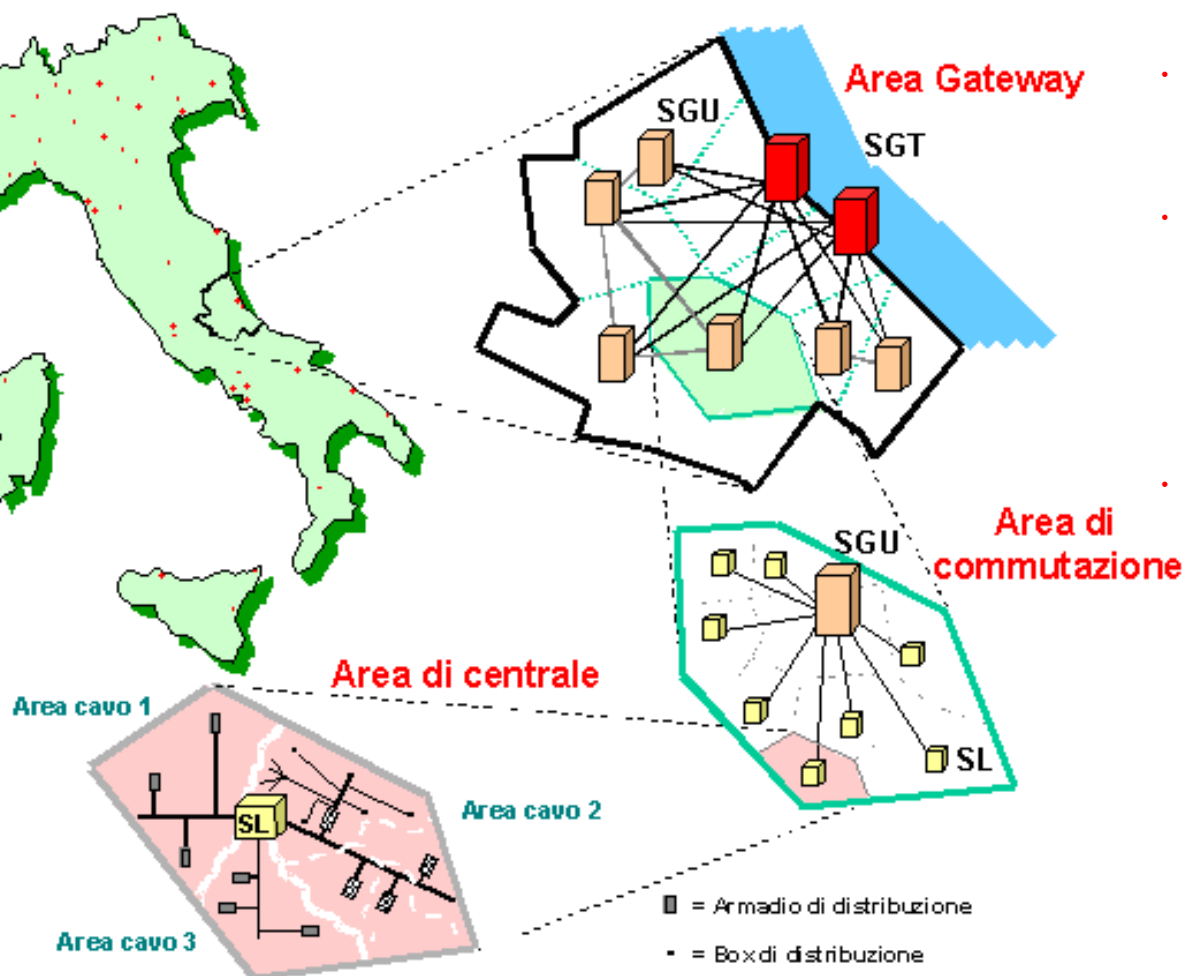
 - Mobile wireless (GPRS, EDGE, UMTS, HSDPA, LTE)**

 - Ponti radio

 - Fixed wireless (WiFi, WiMAX)

 - Satellite

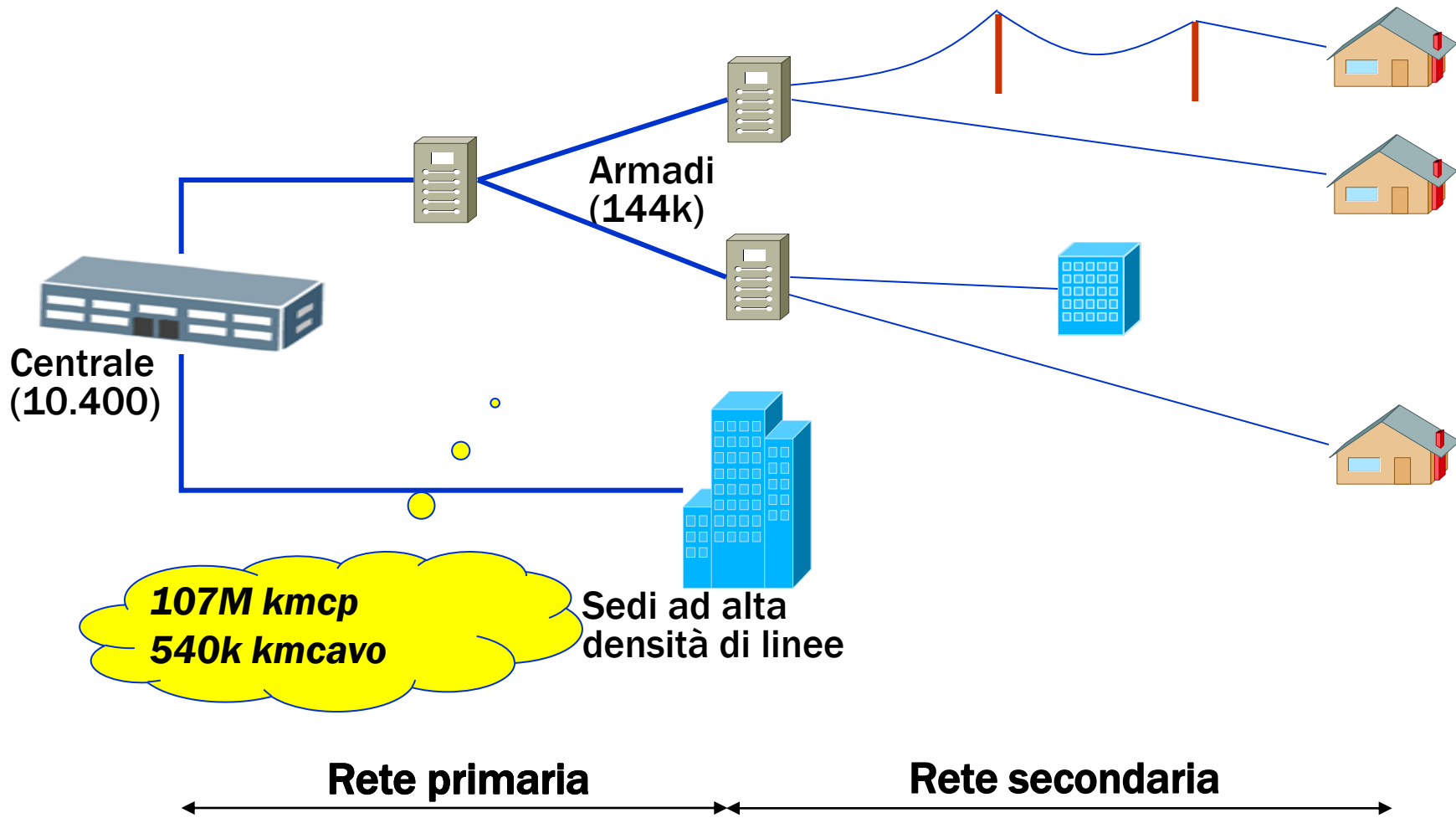
Architettura della rete di accesso in esercizio: la rete fissa



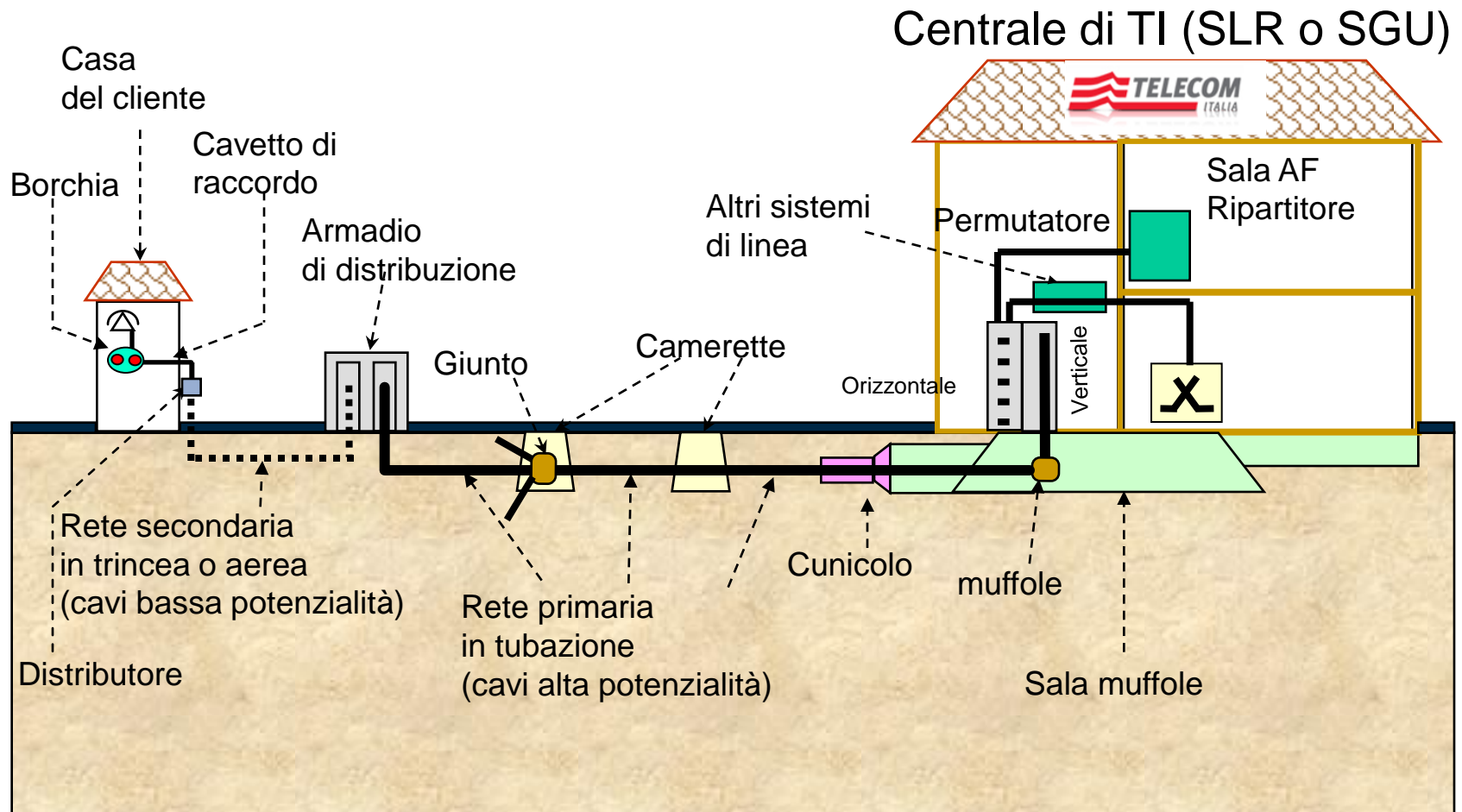
- La figura mostra la struttura della rete telefonica tradizionale
- E' importante tenerla presente perché su di essa si pianifica la struttura e l'evoluzione della rete di accesso
- La ripartizione del territorio coincide solo approssimativamente con le suddivisioni amministrative

RETE DI ACCESSO IN RAME

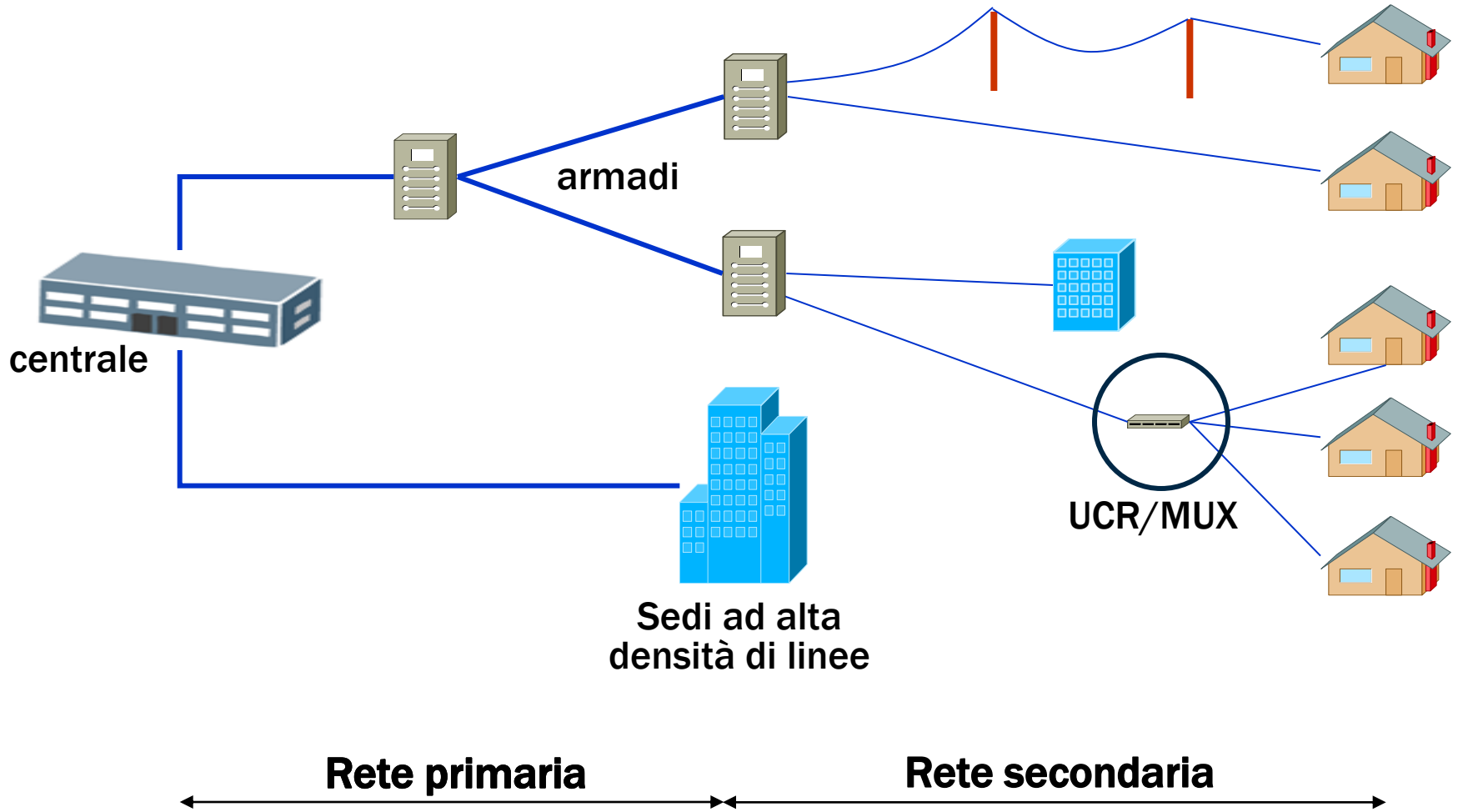
Rete di accesso passiva in rame



Componenti della rete in rame



Rete di accesso *attiva* in rame

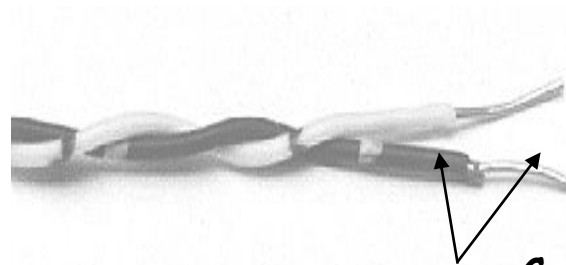


Esempi di cavi a coppie simmetriche



← Esempi di cavi a coppie simmetriche

L'unità costituente il cavo è il "doppino"



Isolamento in plastica

Conduttori in rame
Ø 0,4 - 0,6 - 0,9 mm

Caratteristiche dei cavi in rame utilizzati nella rete

Tipo di posa	Diametro dei conduttori (mm)	Potenzialità del cavo (n. coppie)
nei manufatti o tubi predisposti	0,4	10, 20, 30, 50, 100, 200, 400, 600, 800, 1200, 1600, 2400
	0,6	10, 20, 30, 50, 100, 200, 400, 600, 800, 1200
in trincea	0,4	20, 30, 50, 100, 200, 400, 600, 800, 1200, 1600, 2400
aerea	0,6	10, 20, 30, 50, 100, 200

A che cosa serve la rete d'accesso in rame?

Servizi tradizionali (*legacy, in progressiva dismissione*)

Telefonia (analogica e digitale)

Circuiti dedicati in banda fonica 0 – 4 kHz (CDA, Circuiti Dedicati Analogici)

CDN, Circuiti Dedicati Numerici (1,2 – 8.192 kbit/s)

Servizi con accessi DSL (*Digital Subscriber Loop*)

ADSL/ADSL2+ (A = Asymmetric)

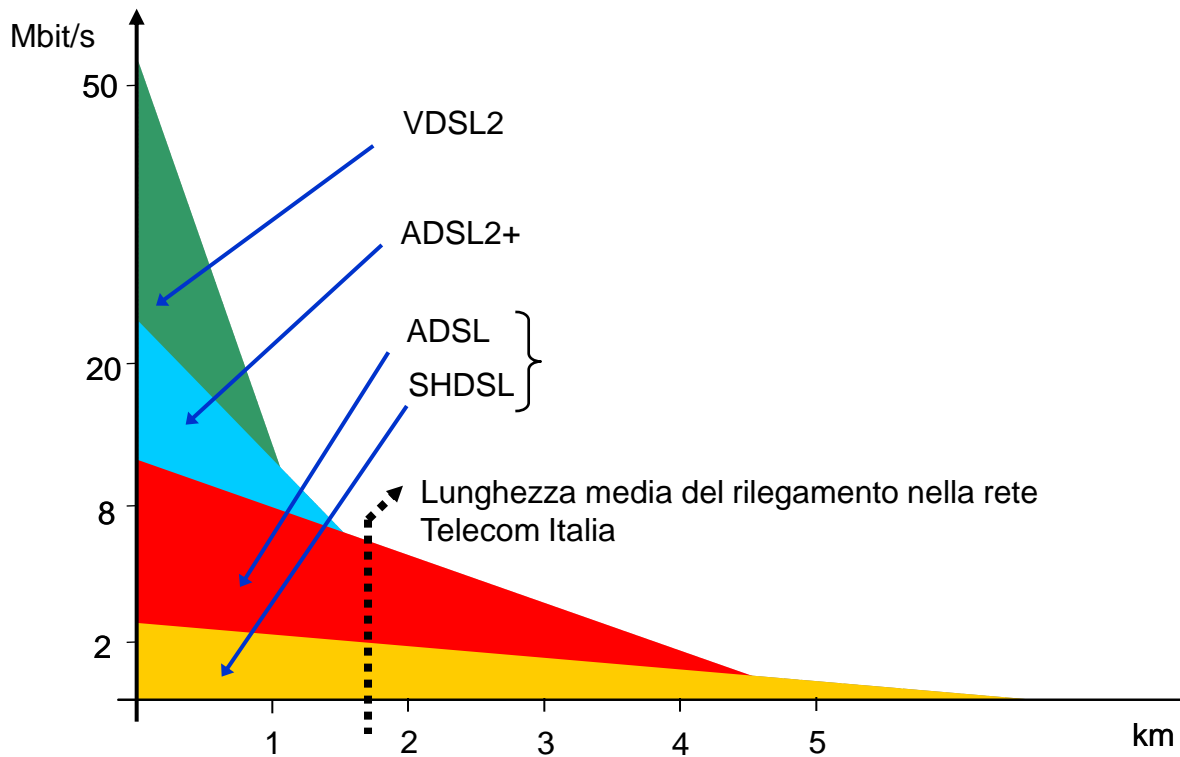
HDSL (H = High-speed)

SHDSL (SH = Symmetric High-speed)

Le tecnologie DSL

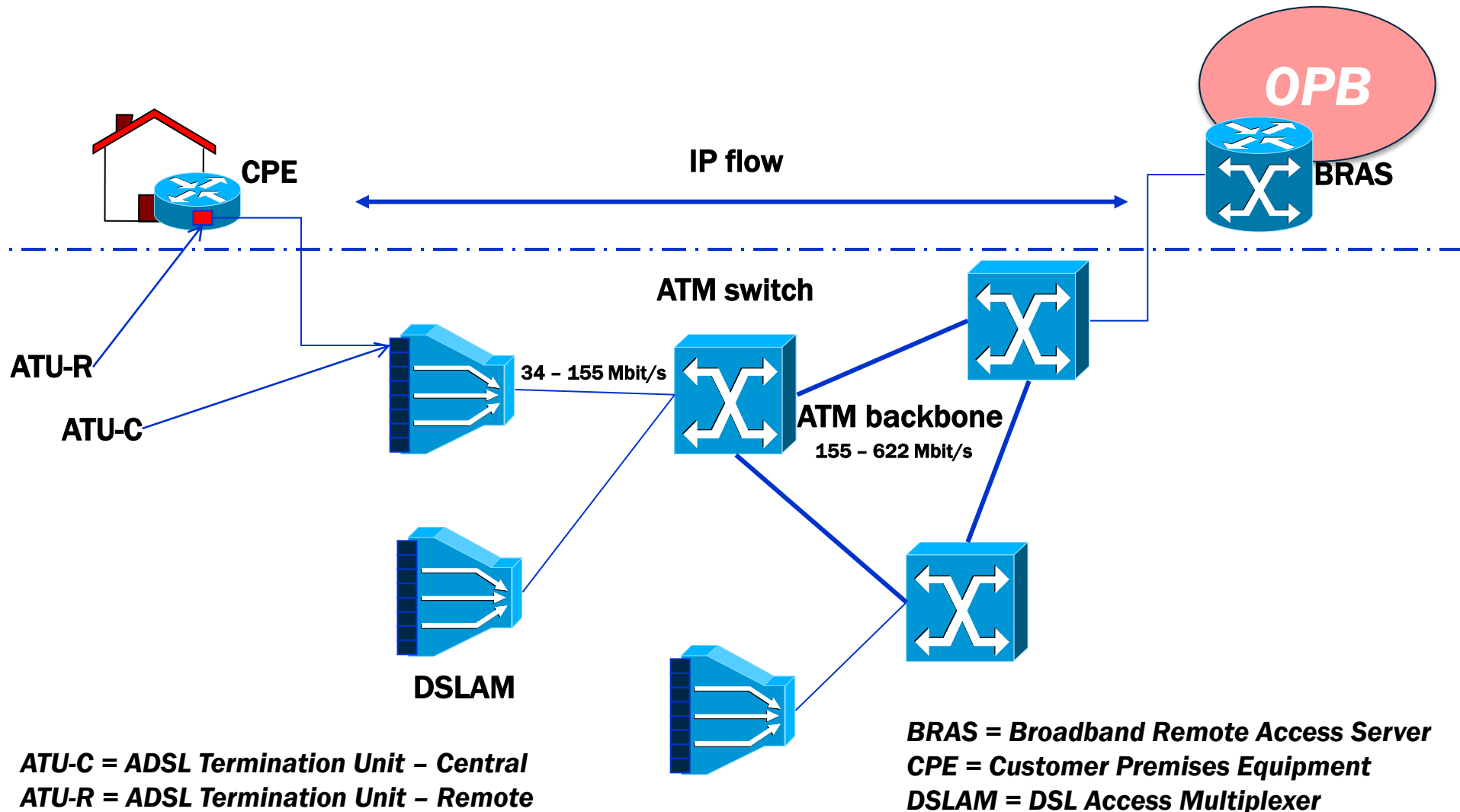
- Operano su 1 o più coppie in rame
- Utilizzano una banda molto maggiore della banda fonica (~MHz)
 - In configurazione “over-voice” per garantire la coesistenza con il servizio telefonico (es. ADSL)
 - In alternativa al servizio telefonico per servizi solo dati (es. HDSL)
- Permettono di raggiungere bit-rate dell’ordine delle decine di Mbit/s
- Si basano su schemi complessi di modulazione, resi possibili su scala industriale dall’utilizzo di DSP a basso costo
- Richiedono continuità galvanica e hanno prestazioni fortemente dipendenti dalla lunghezza della coppia e dalla presenza di segnali interferenti
- Concepite per realizzare il collegamento tra la sede cliente e il nodo dell’operatore (no end-to-end)

Tecnologie xDSL: prestazioni e distanze

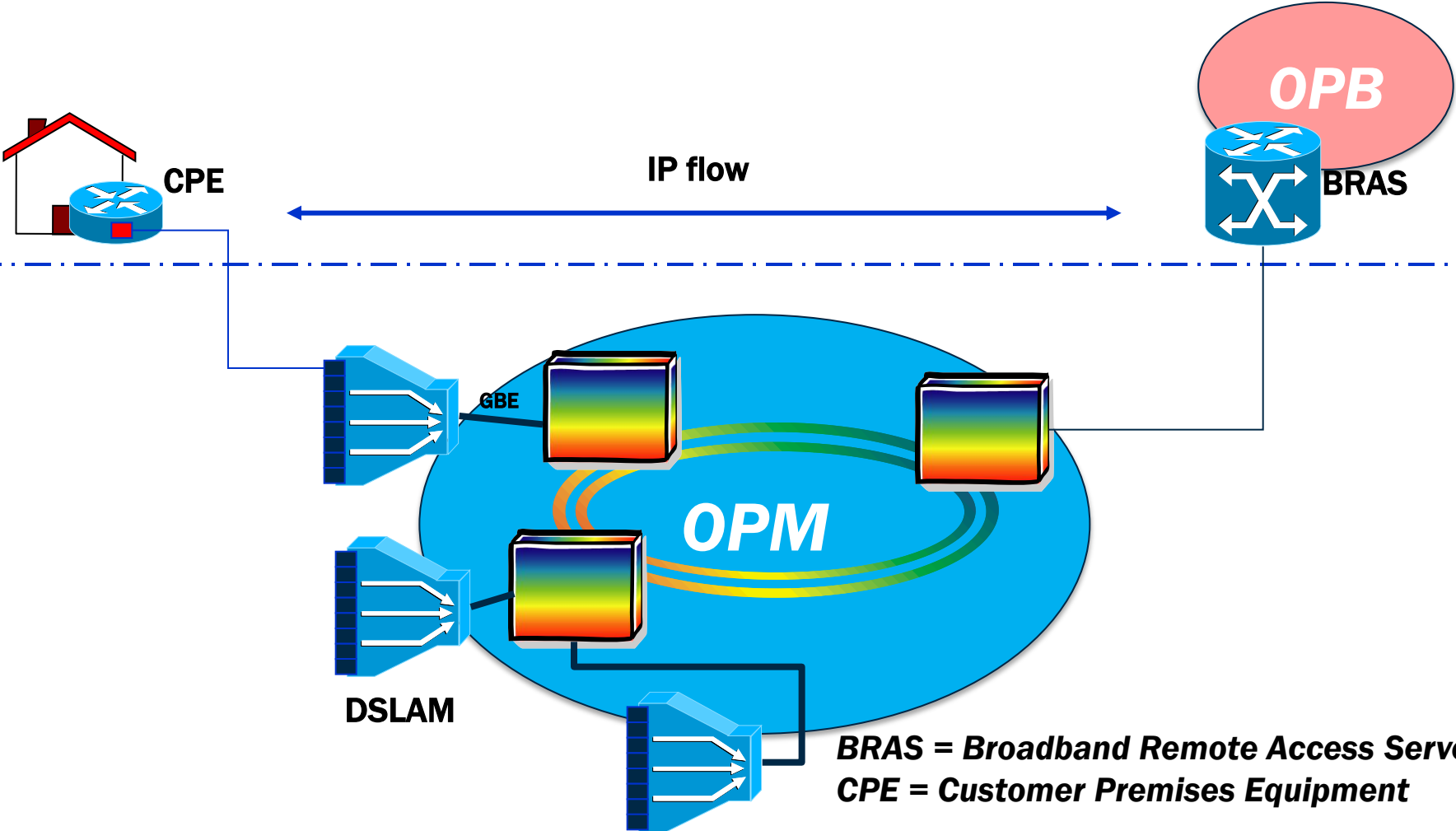


	# Cp
ADSL	1
SHDSL	1
HDSL	2
VDSL/2	1

Architettura di rete xDSL: ieri



Architettura di rete xDSL: oggi

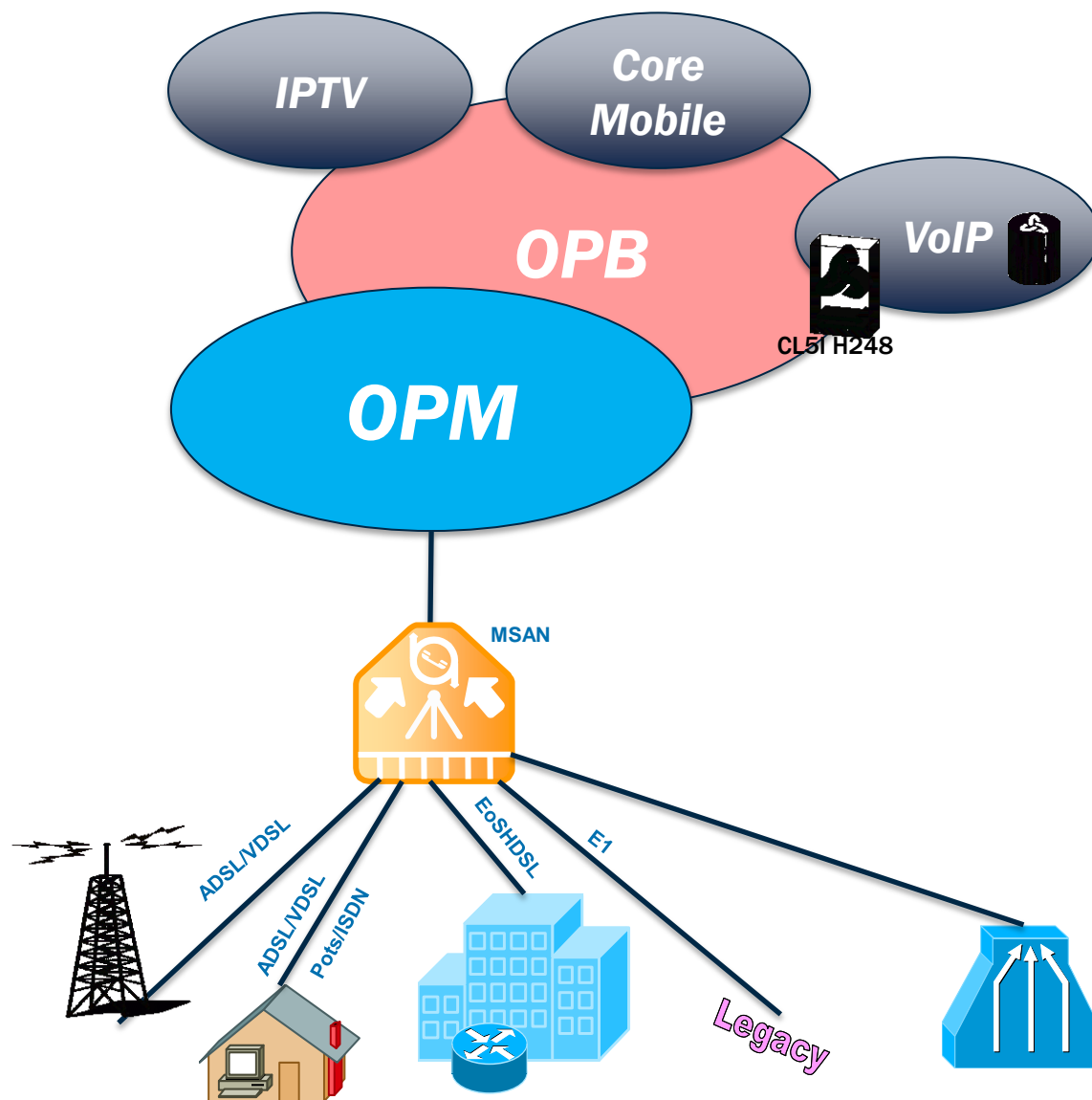


BRAS = Broadband Remote Access Server
CPE = Customer Premises Equipment

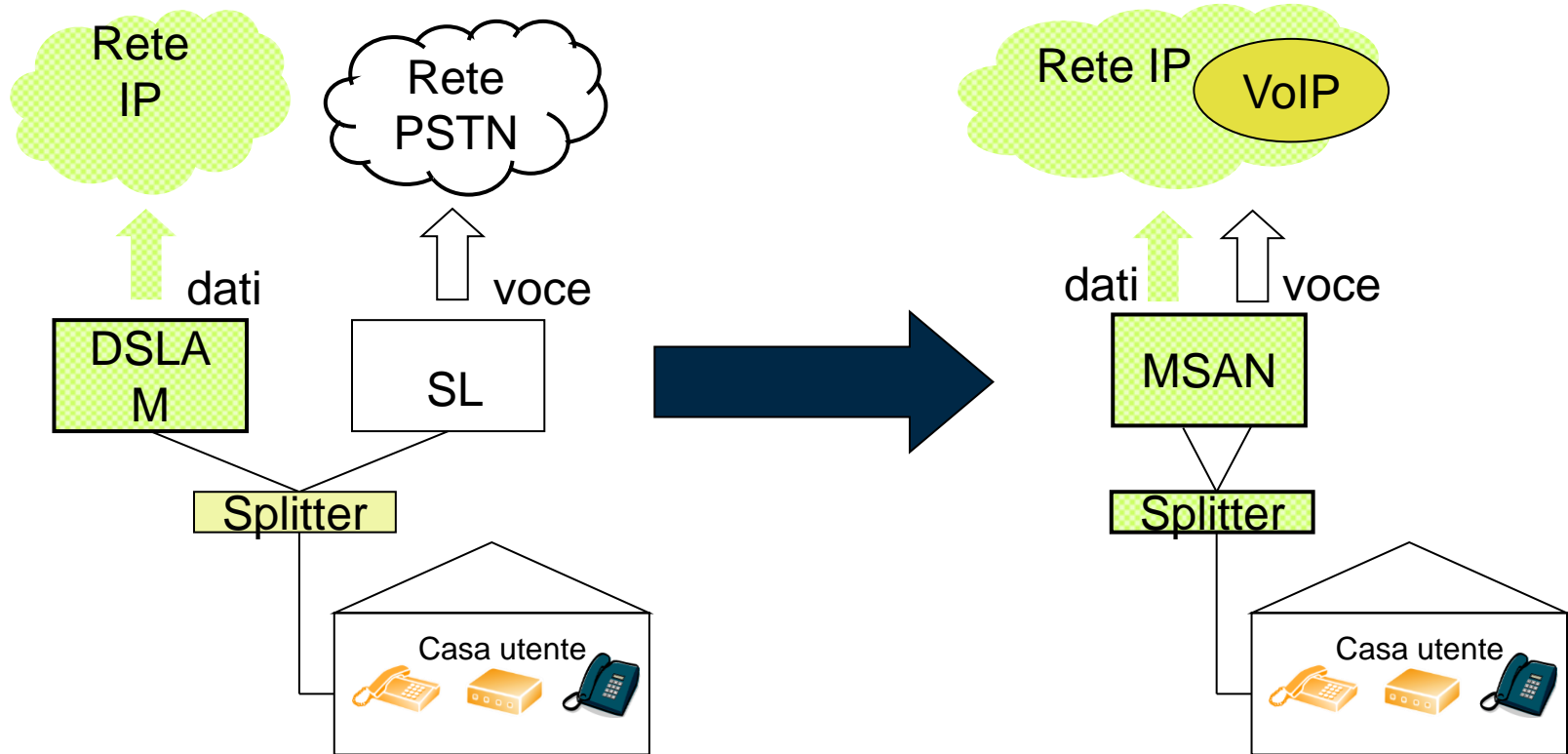
Evoluzione del DSLAM: il MSAN

- La soluzione **MSAN (Multi-Service Access Node)** prevede l'utilizzo di un unico apparato in rete di accesso in grado di fornire i seguenti servizi:
 - Servizi di fonia e dati narrowband
 - POTS e ISDN BRA (codifica 2B1Q)
 - Servizi di connettività broadband
 - ADSL, VDSL2, SHDSL, E1, FE (elettrica e ottica) e GbE
- L'apparato MSAN è un DSLAM IP con interfacce dedicate per ciascuna tipologia di servizio offerto
- La soluzione MSAN trova applicazione nei seguenti casi
 - Aree in Digital Divide
 - Sostituzione di apparati stradali obsoleti (MPX-1, MD-48, MPXA, UCR,...)
 - Liberazione centrali
 - Evoluzione rete telefonica tradizionale

MSAN: Architettura

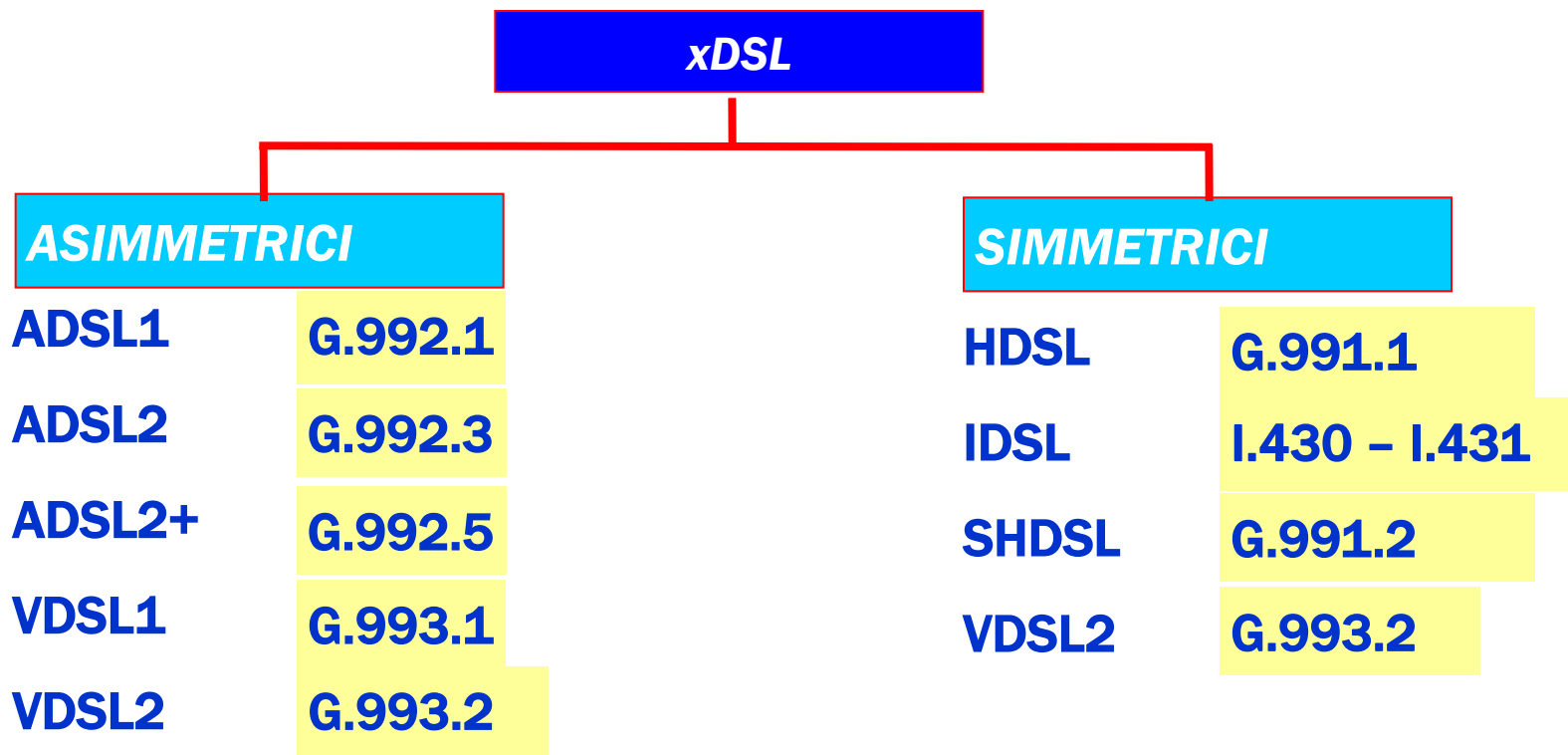


MSAN: Servizi POTS e ISDN



L'MSAN consente di attestare utenza narrowband (POTS ed ISDN) e broadband sullo stesso apparato di accesso, consentendo di fatto la migrazione di un utente dalla rete PSTN sulla rete VoIP.

La famiglia dei sistemi xDSL



...e un nuovo arrivato: G.FAST (G.9700)

La famiglia dei sistemi xDSL (1/2)

❑ **IDSL (ISDN Digital Subscriber Line)**

Capacità trasmissiva di 160 kbit/s simmetrici su 1 cp

Portata fino a circa 4 km

Codifica di linea 2B1Q (e 4B3T) a cancellazione d'eco

❑ **HDSL (High-bit-rate DSL)**

Capacità trasmissiva di 2 Mbit/s equamente suddivisa su due 2 coppie

Portata di circa 2.5 km

Codifica di linea 2B1Q a cancellazione d'eco

Possibilità di rigeneratori

❑ **SHDSL (Single Pair High-bit-rate DSL)**

Capacità trasmissiva multirate fino a 2.3 Mbit/s su 1 cp (TC-PAM 16) o fino a 5,696 Mbit/s su 1cp (TC-PAM 32)

Portata variabile in base alla velocità (es. 3km a 1024kbps, 1,8km a 2304kbps, 650m a 5696kbps)

Codifica di linea 16-PAM o 32-PAM con codice a traliccio (TC) e cancellazione d'eco

Possibilità di rigeneratori

La famiglia dei sistemi xDSL (2/2)

□ **ADSL (Asymmetric DSL)**

Capacità trasmissiva fino a 8 Mbit/s downstream e fino a 1 Mbit/s upstream su una coppia

Compatibile con il segnale analogico in banda 4 kHz (POTS) sulla stessa coppia

Codifica di linea DMT – Duplexing FDD

No rigeneratori

□ **ADSL2/2+ (Asymmetric DSL seconda generazione)**

Capacità trasmissiva fino a 24 Mbit/s downstream e 1 Mbit/s upstream su una coppia

Compatibile con il segnale analogico in banda 4 kHz (POTS) sulla stessa coppia

Codifica di linea DMT – Duplexing FDD

No rigeneratori

□ **VDSL2 (Very high-bit-rate DSL 1/2)**

Capacità trasmissiva fino a 100 Mbit/s downstream e 10 Mbit/s upstream su una coppia

Compatibile con il segnale analogico in banda 4 kHz (POTS) sulla stessa coppia

Codifica di linea DMT – Duplexing FDD

No rigeneratori

VDSL2 (standard ITU-T G.993.2)

- Il VDSL2 (ITU-T G.993.2) costituisce l'evoluzione naturale del VDSL di prima generazione, e rispetto a questo ultimo introduce diverse migliorie, tra cui si segnalano:

Trasporto nativo di frame Ethernet in maniera efficiente (standard EFM 802.3ah).

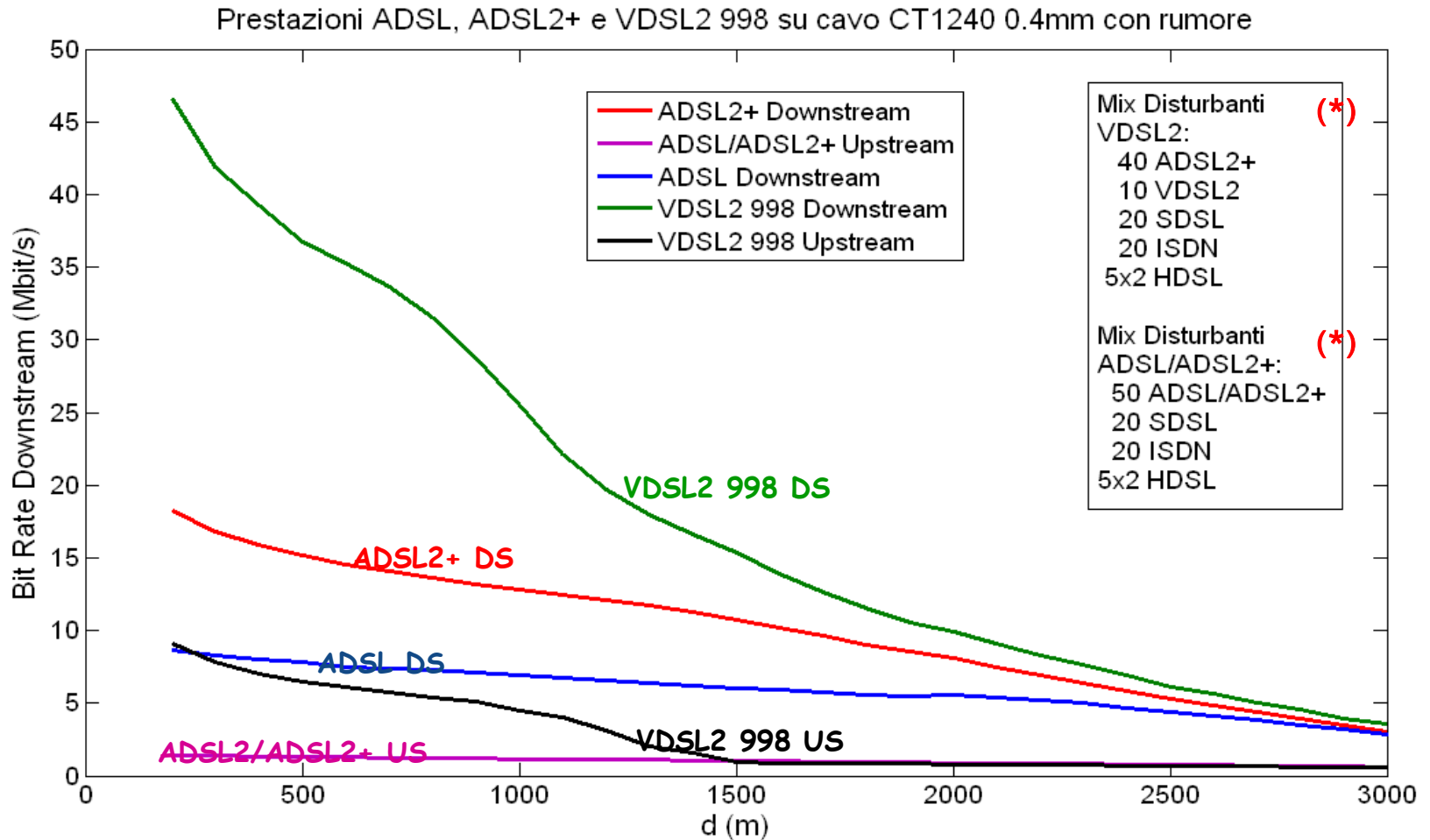
Possibilità di gestione della PSD (Power Spectral Density) così che un Operatore può definire una propria PSD inferiore rispetto a quella massima ammessa dallo standard al fine di rispettare specifiche regole di Spectrum Management.

Gestione “dinamica” della PSD in funzione della lunghezza del collegamento. La potenza sottesa dalla maschera ITU-T è > della potenza aggregata permessa dal profilo VDSL2.

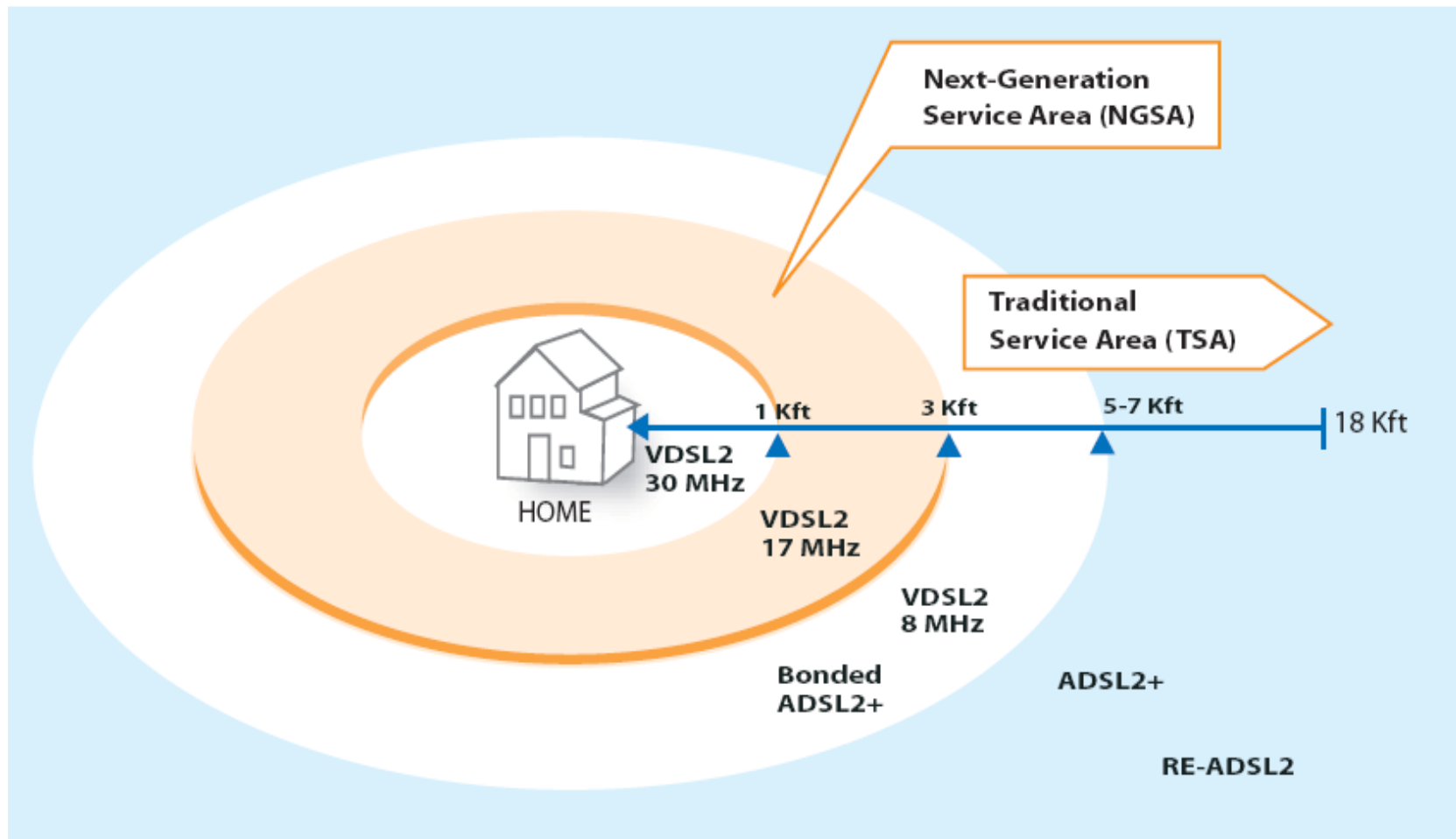
Disponibilità di meccanismi di power back-off (PBO) in grado di permettere la coesistenza nello stesso cavo di sistemi VDSL2 da cabinet con gli altri sistemi xDSL dispiegati da centrale.

bonding di più doppini VDSL2 tramite tecniche ATM o Ethernet.

Confronto prestazioni ADSL/ADSL2+/VDSL2



VDSL2 e ADSL2+: distanze di convenienza



Nuove tecnologie per la rete in rame

Bonding = tecnica per utilizzare linee multiple DSL (ADSL, SHDSL, VDSL...) al fine di trasportare un singolo stream di celle ATM (G.998.1) o trame Ethernet (G.998.2).

Seamless Rate Adaptation (SRA) = consente di adattare la velocità di linea in caso di variazioni, sia positive che negative, del rumore al ricevitore (ad es. rumore di diafonia generato dalle altre linee nel cavo), portando il sistema ad una condizione di ottimalità.

DSL Quality Management (DQM) = capacità di controllare in modo pro-attivo ed efficiente la qualità e stabilità delle linee DSL

Ritrasmissione = Il protocollo di ritrasmissione, implementato dai chipset a livello fisico, interviene ritrasmettendo solo i dati che al ricevitore risultano corrotti, senza proteggere a priori tutti i dati.

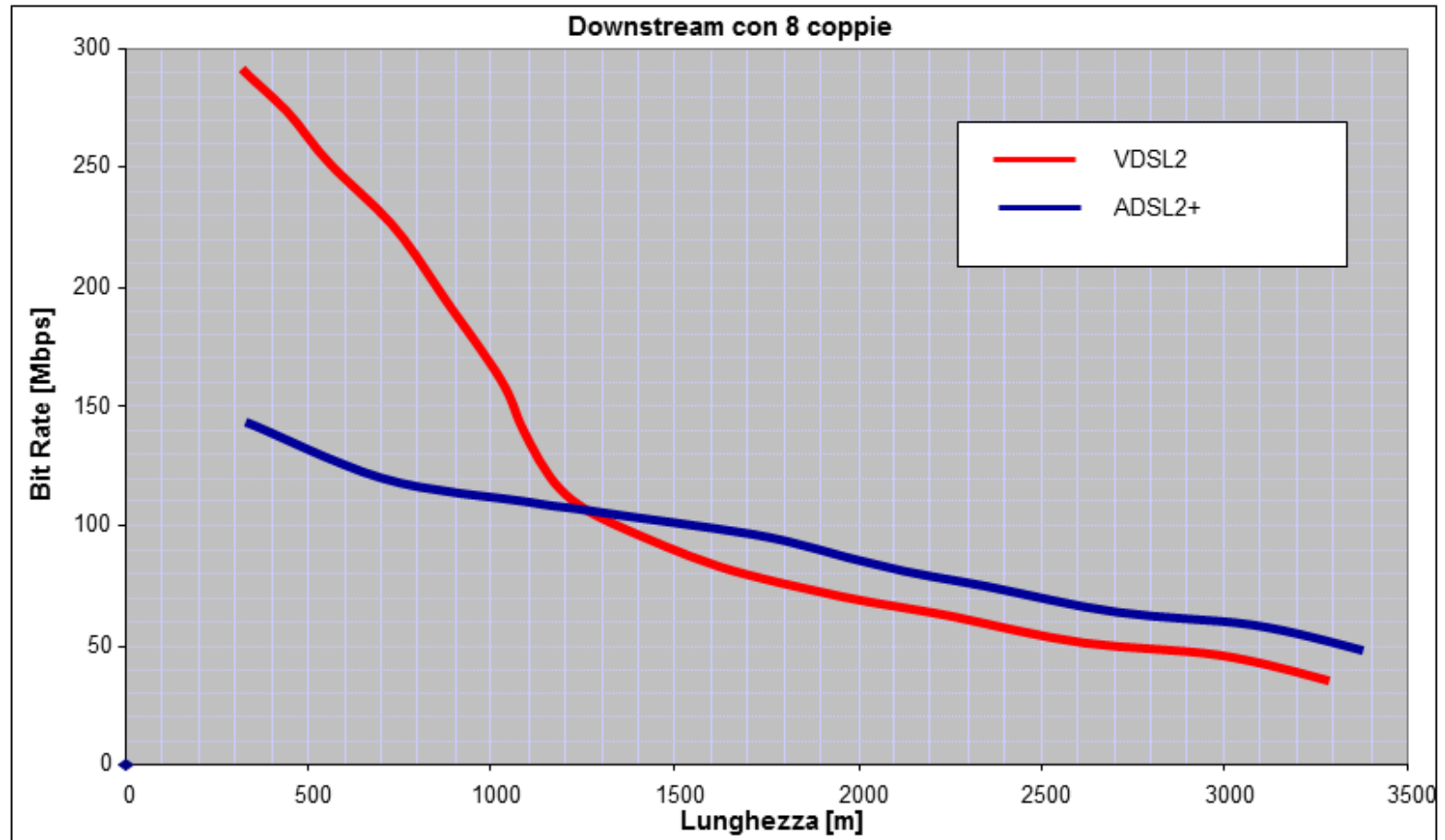
Vectoring = metodo di trasmissione che utilizza il coordinamento dei segnali sulle linee a livello fisico, allo scopo di ridurre (in teoria 'eliminare') i livelli di diafonia e incrementare le prestazioni del sistema.

L'evoluzione dei sistemi xDSL

tipo di tecnica	beneficio apportato	tecnologia dove è applicabile	dove occorre intervenire	stato dello standard
RITRASMISSIONE	aumenta la stabilità	ADSL2/2+/VDSL2	DSLAM/CPE	G.998.4
BONDING	aumenta il bit rate	ADSL2/2+/VDSL2 (nota 1)	DSLAM/CPE	G.998.1 (ATM bonding) e G.998.2 (Ethernet Bonding)
SEAMLESS RATE ADAPTATION (SRA)	aumenta la stabilità	ADSL2/2+/VDSL2	DSLAM/CPE	G.992.3/5 e G.993.2
DSL Quality Management (DQM)	controllo pro-attivo ed efficiente della qualità e stabilità	ADSL2/2+/VDSL2	DSLAM/sistema di gestione	
VECTORING	aumenta il bit rate	VDSL2	soprattutto sul DSLAM, meno sul CPE	G.993.5

nota 1: 2-4 coppie in bonding per accessi ADSL2+; fino a 8 coppie per accessi VDSL2

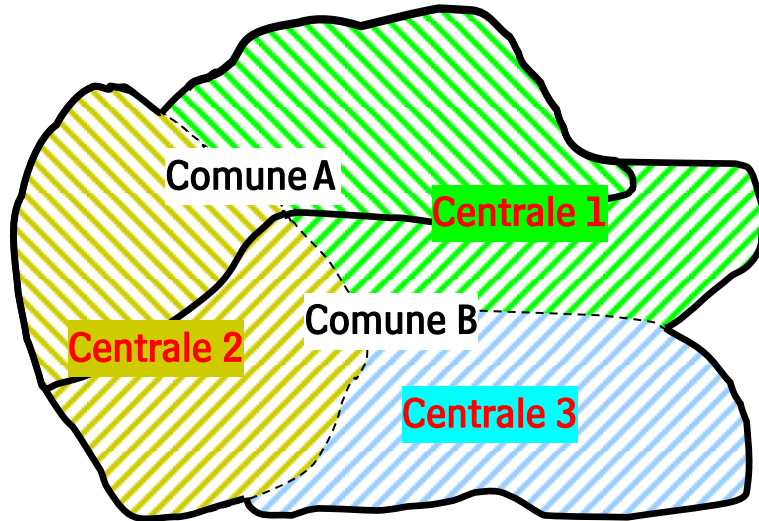
Misure di performance del bonding



Collegamenti xDSL

- I collegamenti xDSL sono disponibili in tutte le aree di centrale dove sono stati attivati DSLAM/MSAN
- Sono utilizzati per erogare tre grandi famiglie di servizi
 - Accesso ad Internet per la clientela privata
 - Accesso ad internet per la clientela affari
 - Accesso a VPN IP/MPLS per la clientela affari
- La copertura attuale del servizio ADSL è superiore al 96%.
- I vincoli alla disponibilità dei servizi ADSL derivano da:
 - DSLAM non presente nell'area di centrale
 - Saturazione risorse (situazione temporanea)
 - Presenza di apparati attivi in rete di accesso
 - Lunghezza eccessiva della coppia

Copertura per Centrale vs. per Comune

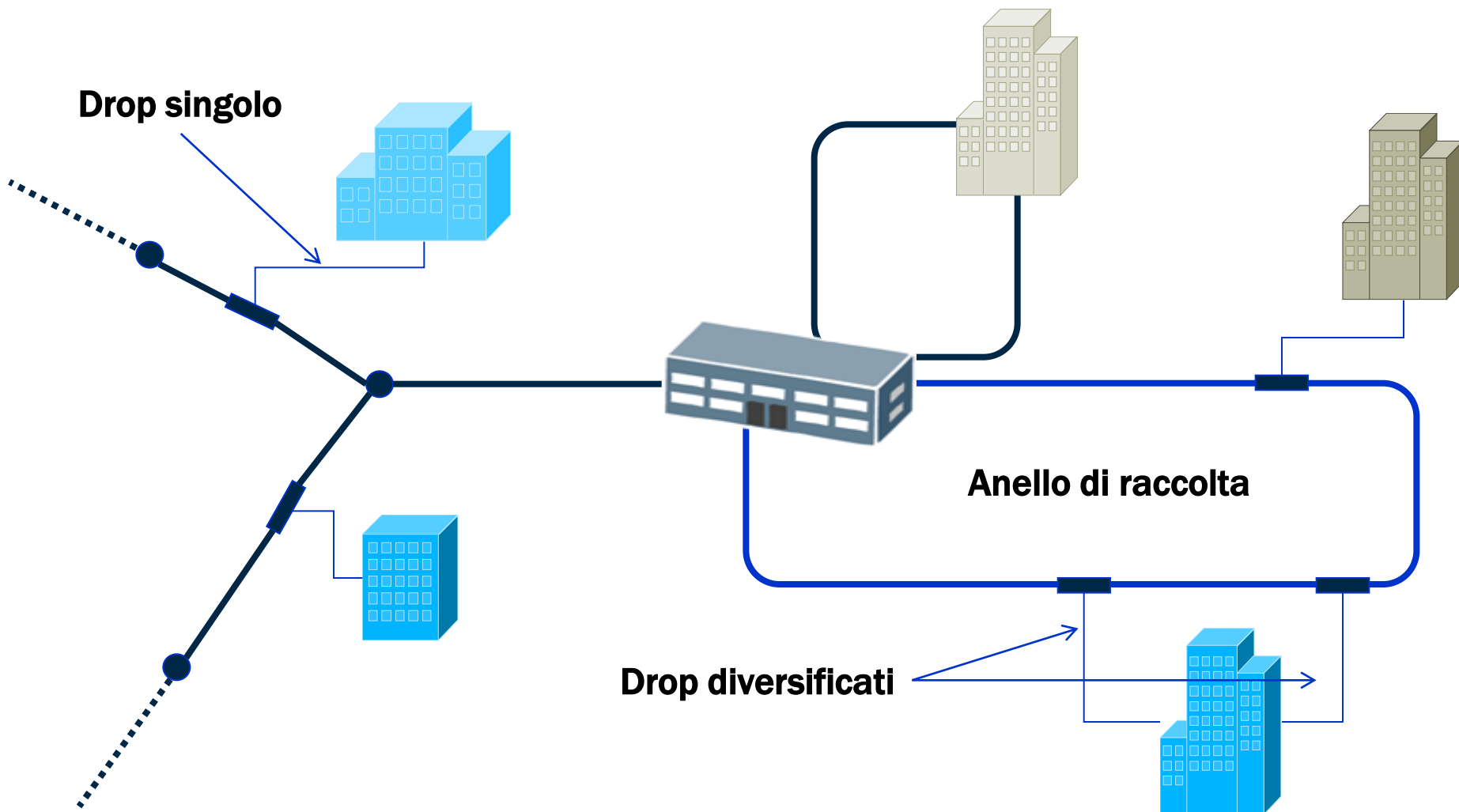


Pur in presenza di alto livello di copertura xDSL, il numero dei Comuni con copertura non elevata risulta essere ancora relativamente consistente

- ▶ ***Una centrale telefonica distribuisce spesso i suoi accessi su due o più Comuni; pertanto non esiste una corrispondenza univoca tra centrali e Comuni***
- ▶ ***Un elevato numero di Comuni presenta dimensioni piccole o piccolissime***

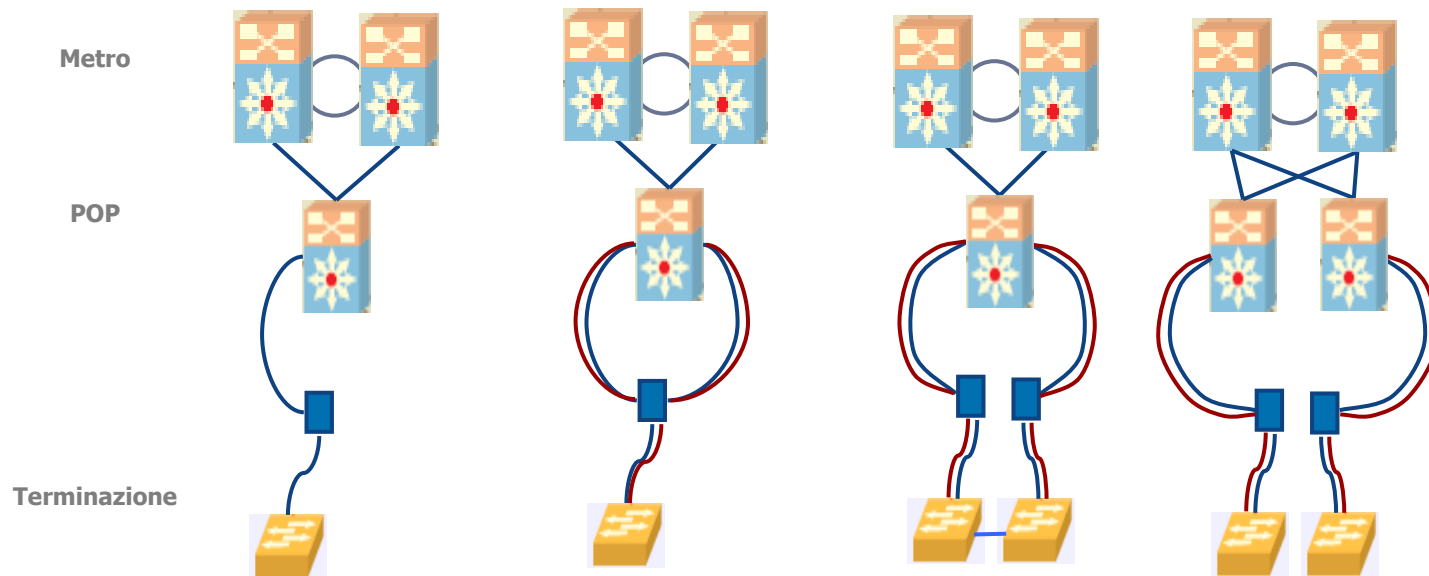
RETE DI ACCESSO IN FIBRA

Rete di accesso tradizionale in fibra ottica



Collegamenti GBE

- Sfruttando la rete di aggregazione OPM, sono disponibili collegamenti in fibra con terminazione di tipo Gigabit Ethernet (GBE) e molteplici configurazioni di accesso, in funzione del livello di affidabilità richiesto.
- La banda disponibile può essere scelta nell'intervallo 10 Mbit/s – 1 Gbit/s
- Questi collegamenti permettono di realizzare differenti tipologie di rete:
 - VPN di livello 2 (in ambito metropolitano, che può essere esteso in ambito interurbano)
 - Accesso a VPN IP/MPLS
 - Accesso Internet
- La copertura del servizio è estesa a oltre 7.000 centrali (in confronto a circa 1.400 centrali con nodi WDM)



Agenda

Motivazione, obiettivi (e limiti) dell'intervento

Panoramica sull'architettura della rete di un operatore

Il livello di Backbone/Aggregazione

Il livello di accesso

...  **Le reti di accesso di nuova generazione (NGAN)**



La Next Generation Access Network (NGAN) di Telecom Italia

T.I. , come tutti gli altri operatori di TLC nel mondo, ha deciso di evolvere verso una rete “All IP”, in grado di supportare i servizi attuali e soprattutto di fornire le capability per i servizi futuri. Questo percorso è iniziato nel 2000:

Pan European Backbone (PEB) per il traffico voce internazionale e il traffico dati: 2000÷2001;

Optical Transport Network (OTN) & Optical Packet Backbone (OPB): 2000÷2004;

BBN per migrare tutta la fonia di transito su backbone IP (Class 4 replacement): 2001÷2004;

Piattaforma di controllo SIP per supportare i servizi VoIP (Alice Voce) e IP Centrex: 2003÷2005;

Optical Packet Metro (OPM): 2004÷2006

NGAN: motivazioni

Sviluppo servizi

Mass Market fisso: servizi multimediali (Triple Play), abilitati dalla larga diffusione di profili ultra broadband, con velocità di picco downstream a 50/100 Mbit/s

Aziende/Pubblica Amministrazione: distribuzione applicazioni informatiche

Mobile: evoluzione verso il broadband mobile (>10 Mbit/s)

Ottimizzazione delle infrastrutture

Progressiva obsolescenza della rete di commutazione tradizionale, che richiede la sostituzione nel medio-lungo termine;

Progressiva saturazione della rete di accesso in rame, al crescere della penetrazione dei servizi broadband;

Minori costi operativi

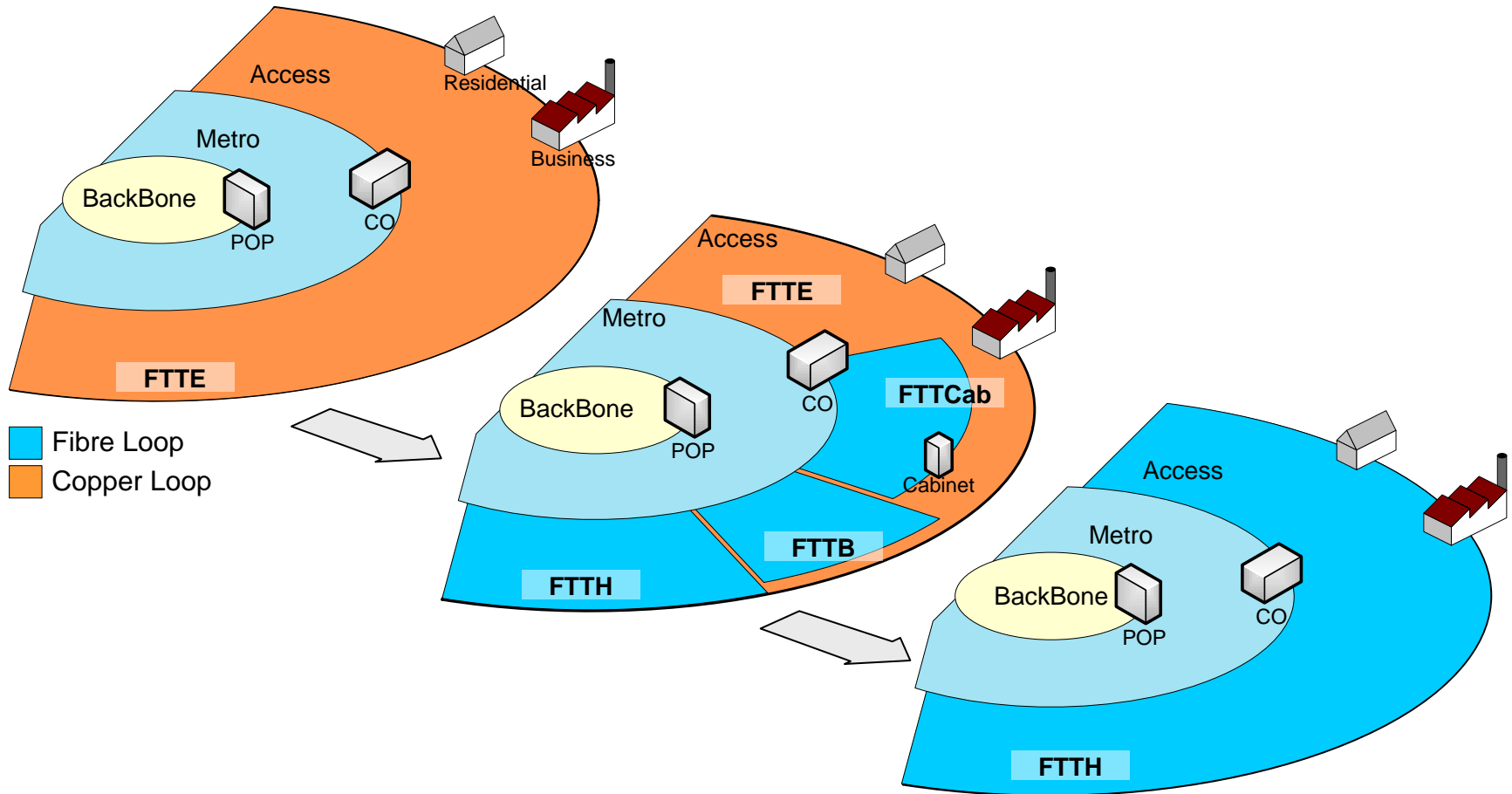
NGAN: scenari di diffusione

Il percorso verso la NGN prevede in generale due metodologie di diffusione :

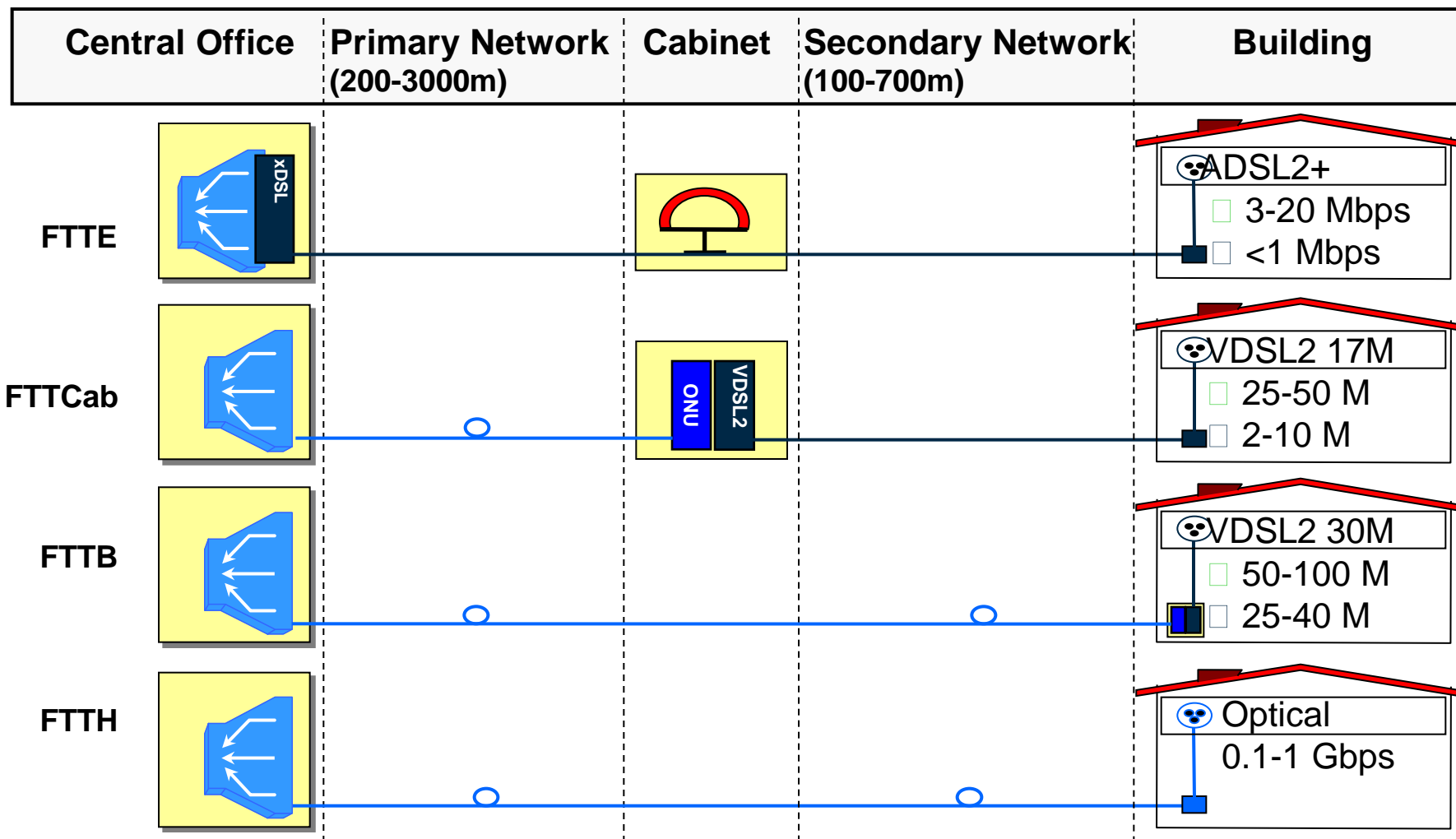
Overlay: affiancamento alle reti tradizionali di una nuova rete di accesso ultra-broadband per offrire servizi IP evoluti solo ai clienti che ne fanno richiesta

Total replacement: realizzazione di una nuova rete di accesso ultra-broadband sulla quale migrare la totalità dei clienti di una centrale (sia BB che NB) e sostituzione delle reti di accesso tradizionali (servizi tradizionali simulati/implementati su IP)

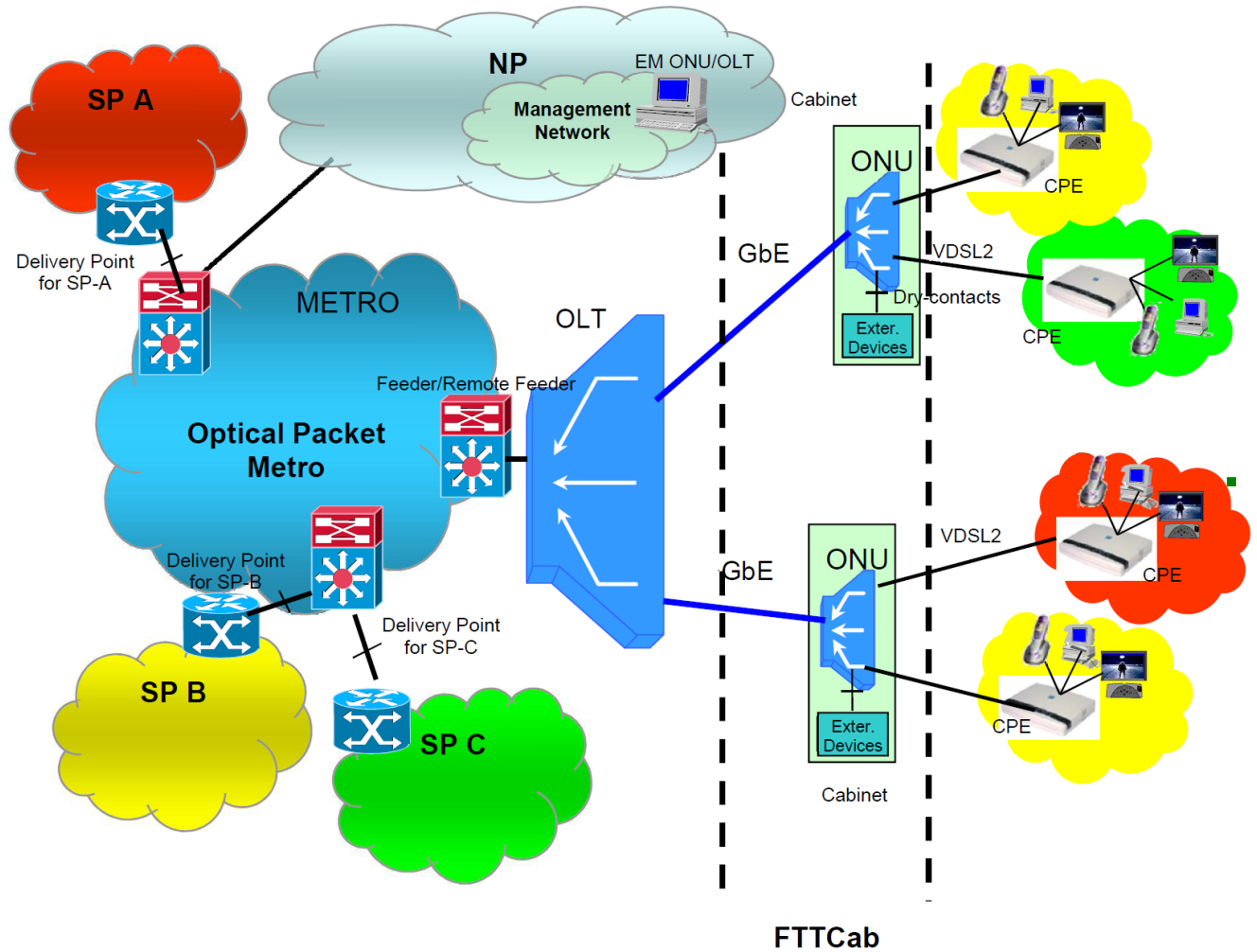
Le scelte tecnologiche e le prospettive di sviluppo della NGAN



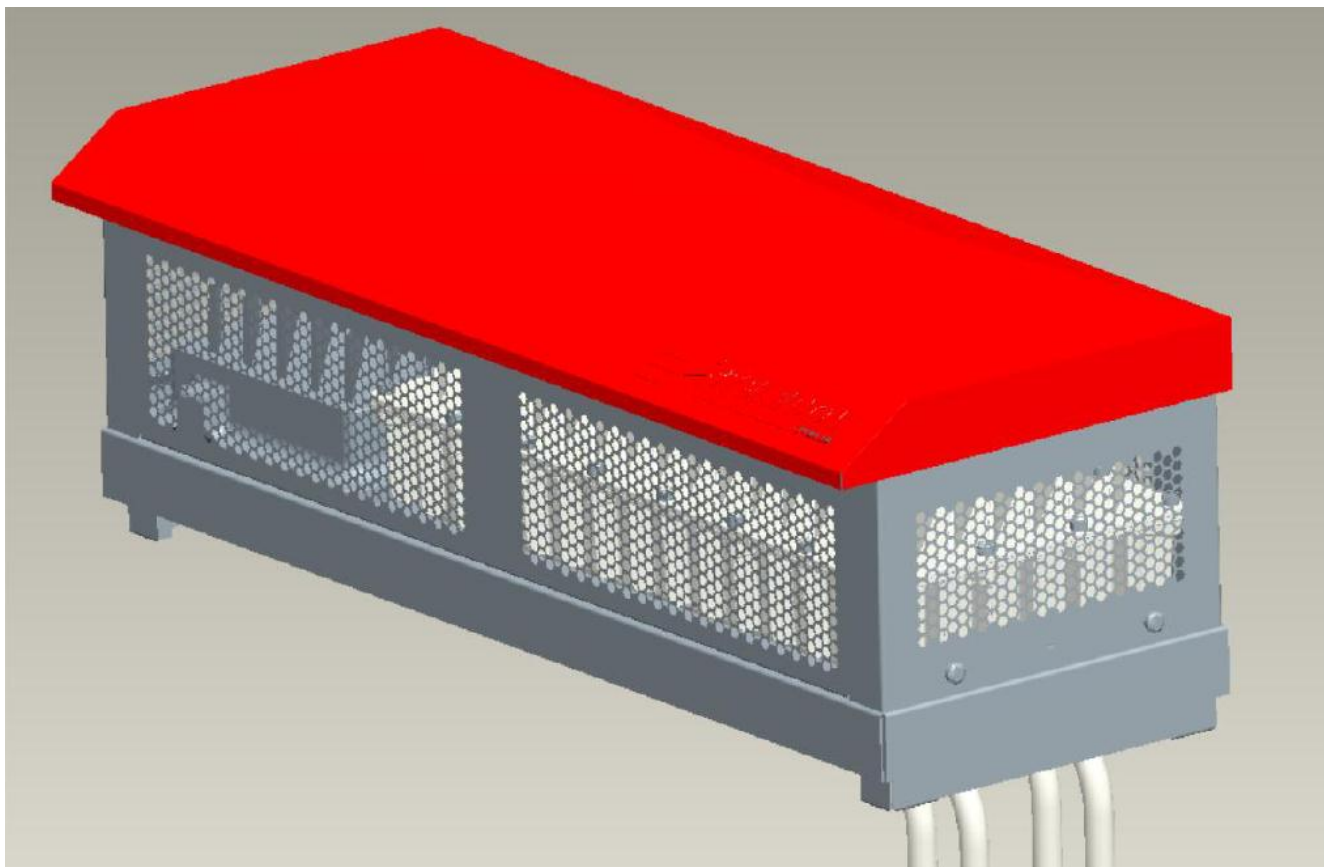
Le soluzioni architetturali per l'accesso NGN2



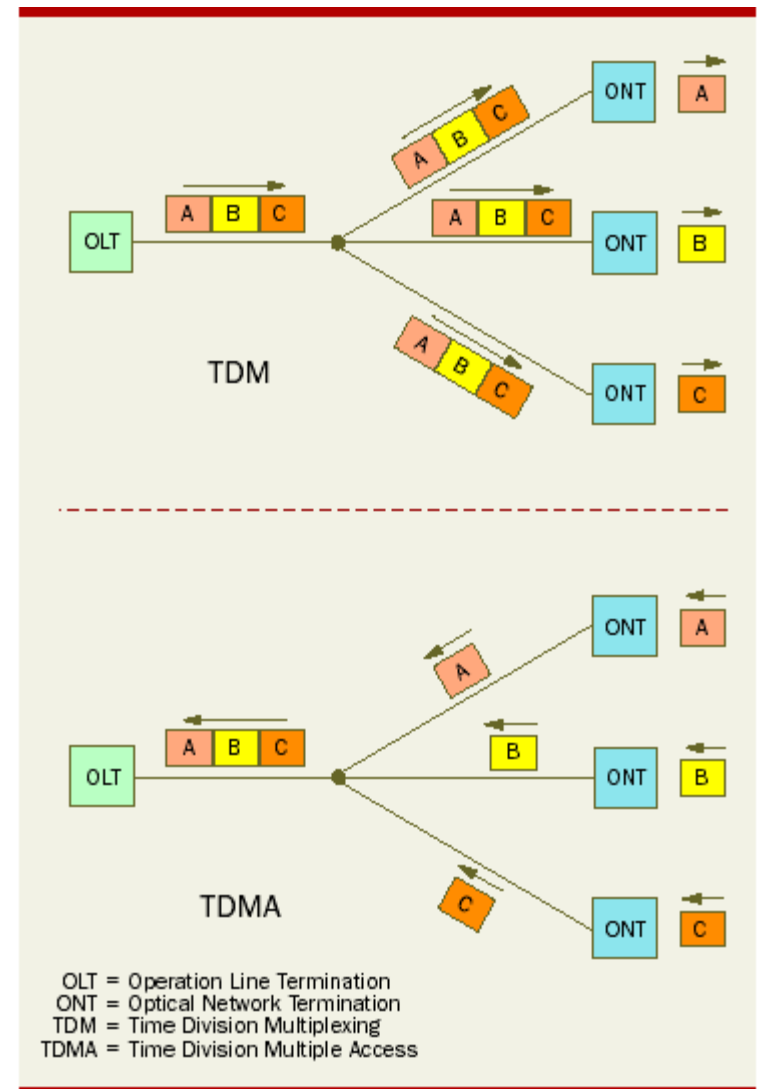
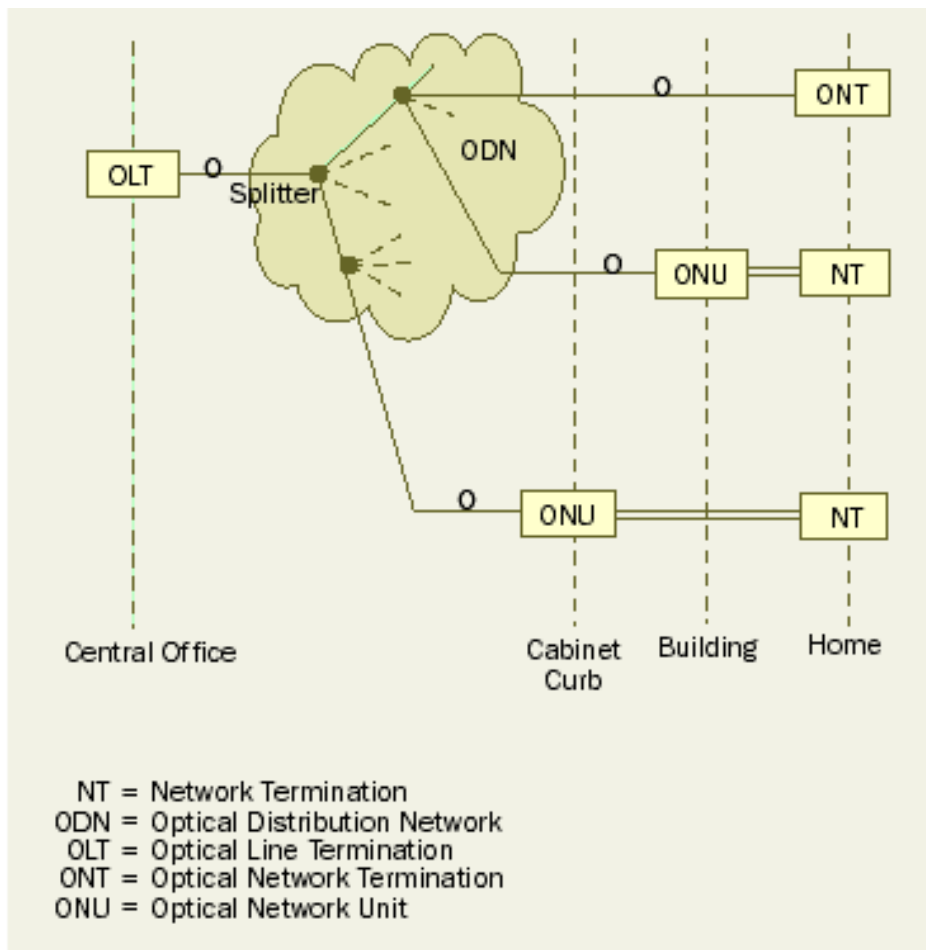
Architettura odierna FTTCab



Alloggiamento ONU + VDSL sull'armadio



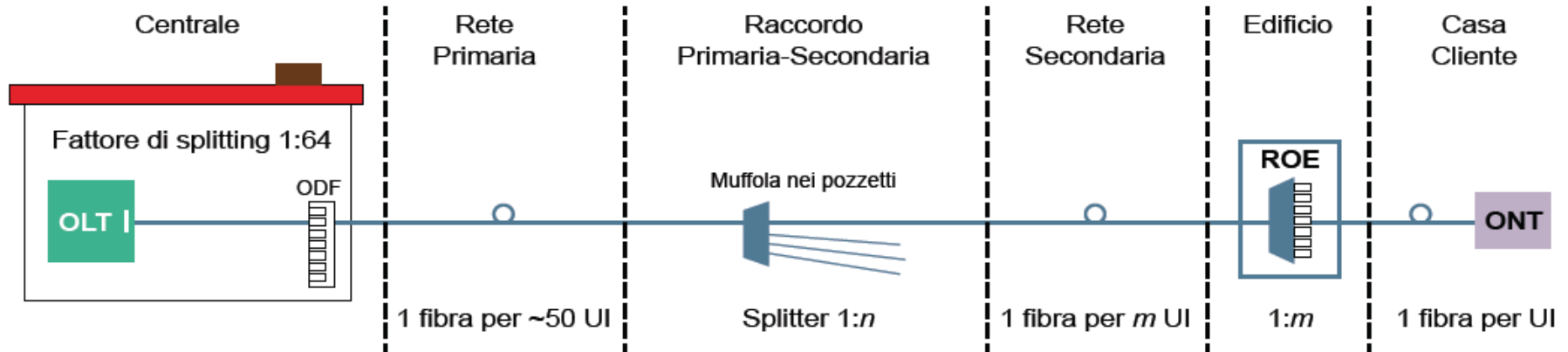
PON e GPON



Dettagli sulle GPON

- Standard di riferimento: ITU-T G.984.x, prodotti dal SIG FSAN
- I componenti attivi della GPON sono la OLT e la ONU/ONT, mentre la ODN è interamente passiva (= è composta di fibra e di diramatori)
- Con le tecnologie attuali, una OLT può pilotare fino a 128 ONU/ONT (= *il fattore di splitting della GPON è 1:128*)
- Fattori di splitting più alti (=maggior numero di ONU/ONT) determinano
 - Banda condivisa tra un maggior numero di utenti
 - Minore distanza massima OLT – ONU/ONT perché si riduce il power budget per terminazione
- Una sola fibra per entrambi i versi di trasmissione
 - Upstream nella banda 1260-1360 nm - @ 1,244 Gbit/s
 - Downstream nella banda 1480-1500 nm @ 2,488 Gbit/s
- Evoluzione GPON e protezione degli investimenti
 - Aumento fattore di splitting
 - Aumento bitrate (XG-PON 10 Gbit/s PON, NG-PON2 = WDM + PON)

Architettura GPON per NGAN FTTH



Due stadi di splitting (Muffola + Edificio) dove $n \times m = 64$

ODF = Optical Distribution Frame (Permutatore ottico)

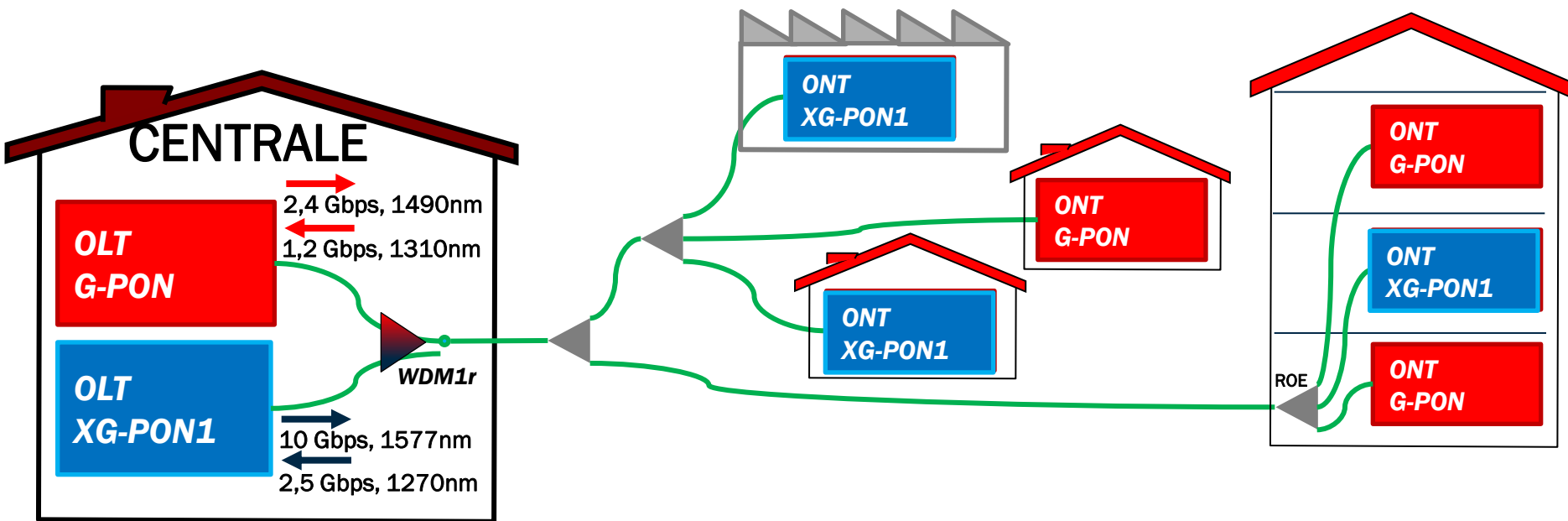
ROE = Ripartitore Ottico di Edificio

GPON negli scenari NGAN

Scenario	Descrizione	Pro	Contro
FTTH	La ODN è estesa all'edificio, con una distribuzione in fibra fino alle singole unità abitative, dove saranno collocate le ONT destinate a servire il singolo Cliente	Banda (e sua scalabilità) per il Cliente finale	Cablaggio in fibra sino alla sede Cliente
FTTB	Il secondo livello di splitting è esterno all'edificio, dove si trova una ONU (alimentata), dalla quale partono doppi in rame su cui si utilizza VDSL2 verso i singoli Clienti.	Riutilizzo cablaggio interno in rame	Minore banda per Cliente Ospitalità ONU
FTTC	La ODN è terminata sull'armadio ripartilinea. La ONU è telealimentata e da essa partono i circuiti in rame VDSL2	Riutilizzo cablaggio interno in rame Assenza servitù	Minore banda per Cliente Limitazione sulle distanze

XG-PON1: Evoluzione delle GPON verso 10 Gbps

- **10 Gbps** Downstream + **2.5 Gbps** Upstream
- **Interoperabilità** OLT-ONT ereditata dai sistemi GPON
- **Coesistenza** GPON e XG-PON1 sulla **stessa infrastruttura ottica passiva**



Confronto tra GPON e XGPON

GPON	XGPON
ITU.T G.984	ITU.T G.987
2,488 Gbit/s downstream @ 1490 nm 1,244 Gbit/s upstream @ 1270 nm	9,953 Gbit/s downstream @ 1577 nm 2,488 Gbit/s upstream @ 1270 nm
1:32 oppure 1:64	1:128
20 km	20 km

Piano copertura NGN 2014-2017

2014	2015	2017
133 Comuni di cui 25 BUL	551 Comuni di cui 366 BUL	1.156 Comuni di cui 708 BUL
26.298 Cabinet attivi	45.000 Cabinet pianificati	99.000 Cabinet pianificati
1 città FTTH	1 città FTTH	41 città FTTH
25% copertura	44% copertura	75% copertura



-  **Distretti Industriali**
-  **Regioni Progetto BUL BUL (Banda Ultra Larga, co-finanziato dal MISE)**
-  **Regioni Piano Base**

Grazie

massimo1.giuliani@telecomitalia.it

