

Progetto **NETWORK SCUOLA IMPRESA**
2016 - VIII Edizione
I.I.S. Benedetto Castelli

TIM – Il mondo iperconnesso

Secondo modulo : La rete di accesso

TIM Teachers: Marco Zanini
marco.zanini@telecomitalia.it
335.7291865

Prof. Marco Belloni



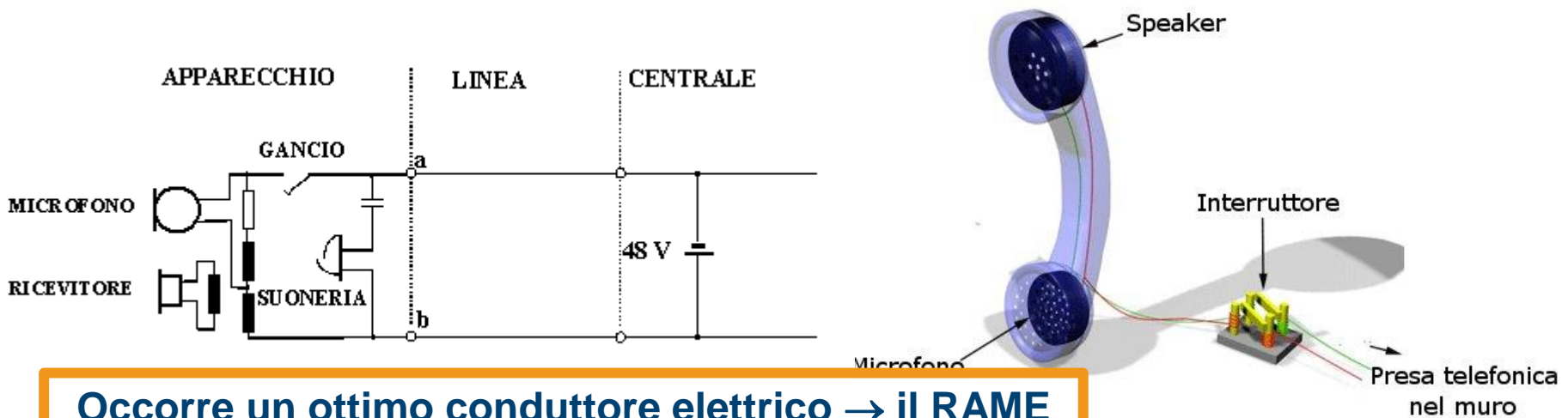
La rete di accesso in rame, parametri fondamentali

Perché il Rame?

Studiando un telefono è sorprendente vedere la semplicità di questo oggetto. E' così semplice che dopo un secolo di vita è pressoché lo stesso.

Un telefono funzionante deve avere solamente 3 componenti:

- **Un microfono** per poter parlare
- **Uno speaker** per poter sentire
- **Un interruttore** per connettersi o disconnettersi dalla linea telefonica

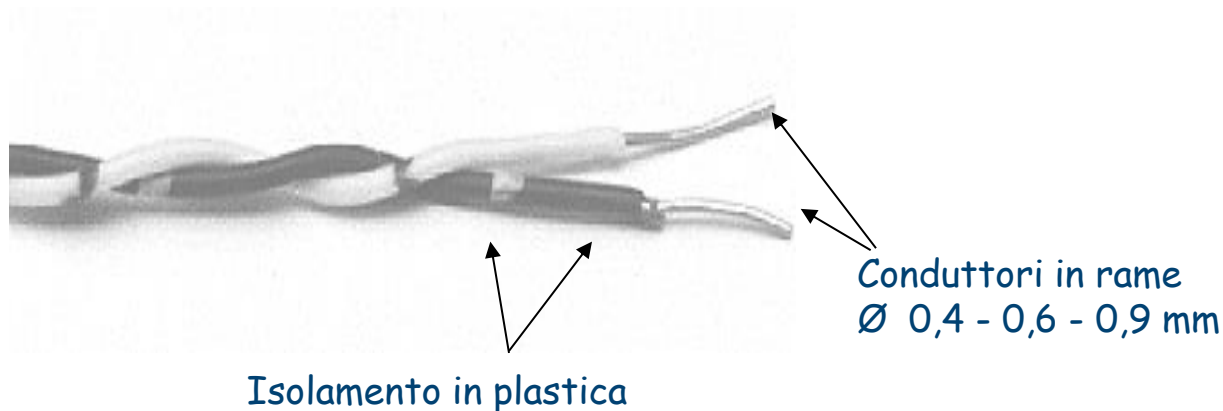


Occorre un ottimo conduttore elettrico → il RAME

"(...) queste alterazioni di corrente, trasmettendosi all'altro capo del filo, imprimono analoghe vibrazioni al diaframma ricevente, riproducendo la parola."
(A. Meucci, 1857)

Cavo telefonico in rame ("doppino")

L'unità costituente il cavo è il "doppino": linea di trasmissione composta da una coppia di fili conduttore di rame ritorti



Il doppino in rame è il canale di comunicazione (circuito fisico diretto) tra la sede Cliente e la Centrale telefonica

Cavo telefonico in rame.

Fattori che influenzano la qualità trasmissiva

ATTENUAZIONE

DISPERSIONE DELL' IMPULSO

RIFLESSIONE

- Disadattamento del ricetrasmittitore
- Transizioni del diametro

RUMORE E INTERFERENZE

- Rumore bianco
- Intermodulazione
- Interferenza a radio frequenza (RFI)
- Rumore impulsivo

Rapporto Segnale-Rumore

In telecomunicazioni ed elettronica il rapporto segnale/rumore, spesso abbreviato con la sigla inglese SNR (**Signal to Noise Ratio**) o S/N, è una grandezza numerica che mette in relazione la **potenza del segnale utile** rispetto a quella del **rumore** in un qualsiasi sistema di acquisizione, elaborazione o trasmissione dell'informazione.

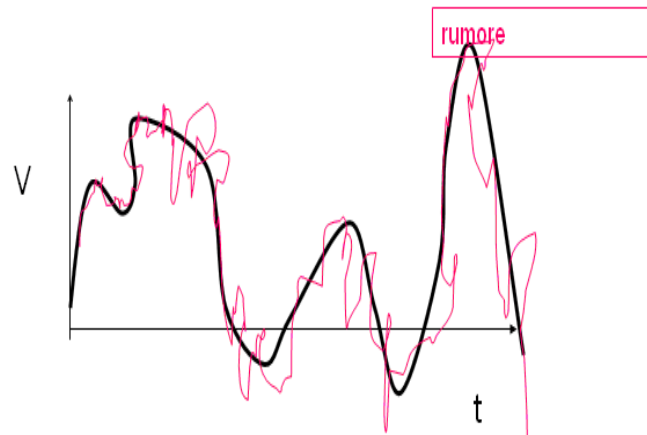
$$SNR = \frac{P_{segnale}}{P_{rumore}} \quad \text{con} \quad 0 \leq SNR < \infty$$

Rapporto Segnale-Rumore: degrado del segnale ed errori

- Segnale Analogico

Non si può correggere, ma si può lo stesso intuire l'informazione

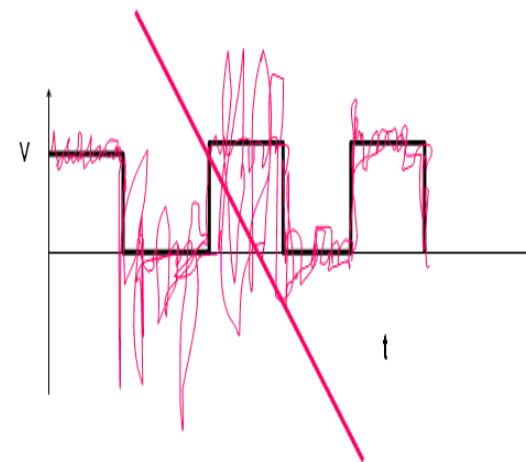
Un esempio: in una telefonata disturbata, l'orecchio umano insieme all'elaborazione del cervello riesce ad estrapolare l'intellegibilità dell'informazione (rumori di fondo, traffico, eco, grida, brusio) ed a ricostruirla.



- Segnale Digitale

Si può correggere, ma nel caso non ci si riesca l'informazione è persa

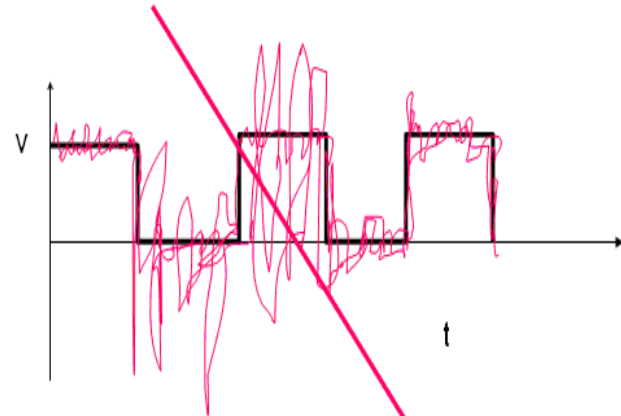
Una informazione pervenuta errata, va richiesta ex-novo alla fonte. Inoltre ci deve essere una logica in grado di capire se il pacchetto sia effettivamente errorato.



Rapporto Segnale-Rumore: degrado del segnale ed errori

- Misurazione di un errore TASSO DI B.E.R.

Un metodo per la rilevazione di un errore è la misurazione dei bit/byte errati rispetto a quelli effettivamente trasmessi



Bit Error Ratio: in un sistema di trasmissione digitale il Bit Error Ratio (BER), è il rapporto tra i bit errati ed i bit trasmessi.

La sua formula è pertanto: **BER = (bit errati) / (totale di bit trasmessi)**

Il BER evidenzia quanto della originaria trasmissione viene perso o giunge distorto all'apparecchio ricevente a causa, ad esempio, di disturbi nel canale di trasmissione, di problemi degli impianti, di malformazioni originarie del flusso dati (errore bits-out).

L'indice è ovviamente applicabile allo stesso modo per trasmissione di segnali via etere (radio-tv), via cavo (telefonia, telematica) o anche all'interno stesso di sistemi informatici.

Allo stato, la ricerca di un metodo per la trasmissione assolutamente esente da errori (trasmissione perfetta) non ha ancora avuto successo: in qualsiasi sistema e con qualunque tecnologia, il valore del BER, seppur molto piccolo nei sistemi sofisticati, è sempre maggiore di zero.

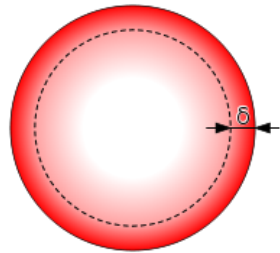
Per prevedere e correggere l'errore, dove questo non è assolutamente tollerato (come Internet) ai normali pacchetti di dati vengono aggiunti dei bit di controllo d'errore, che consentono al ricevente di riconoscere un'informazione errata ed eventualmente ripetere la richiesta.

Cavo telefonico in rame: Attenuazione per effetto pelle

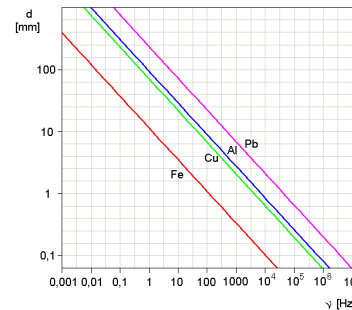
L'effetto pelle è la tendenza di una corrente elettrica alternata a distribuirsi dentro un conduttore in modo non uniforme: la sua densità è maggiore sulla superficie ed inferiore all'interno. Questo comporta un aumento della resistenza elettrica del conduttore particolarmente alle alte frequenze. In altre parole, una parte del conduttore non viene utilizzata.

Questo comporta maggiore dissipazione di potenza a parità di corrente applicata o una minore corrente a parità di tensione applicata (legge di Ohm).

Il fenomeno venne spiegato, per la prima volta, da Lord Kelvin nel 1887, e successivamente da Nikola Tesla.



$$J = J_0 e^{-d/\delta}$$



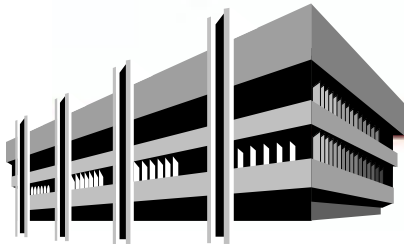
Da un punto di vista teorico la corrente che attraversa l'unità di superficie in un conduttore decresce esponenzialmente man mano che dalla superficie esterna si penetra nel suo interno.

Cavo telefonico in rame: Attenuazione

L'attenuazione del cavo è il parametro che limita la distanza copribile con una coppia binata (ovvero ritorta) senza introdurre ripetitori.

Per il cosiddetto "effetto pelle", si ha un'attenuazione del segnale progressivamente crescente al crescere della frequenza trasmessa sul doppino.

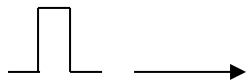
Centrale Urbana



Cliente



4 Km di conduttore di rame da 0,5 mm introducono una perdita di **32 dB** a 150 KHz
5 Km di conduttore di rame da 0,5 mm introducono una perdita di **55 dB** a 300 KHz



Impulso trasmesso

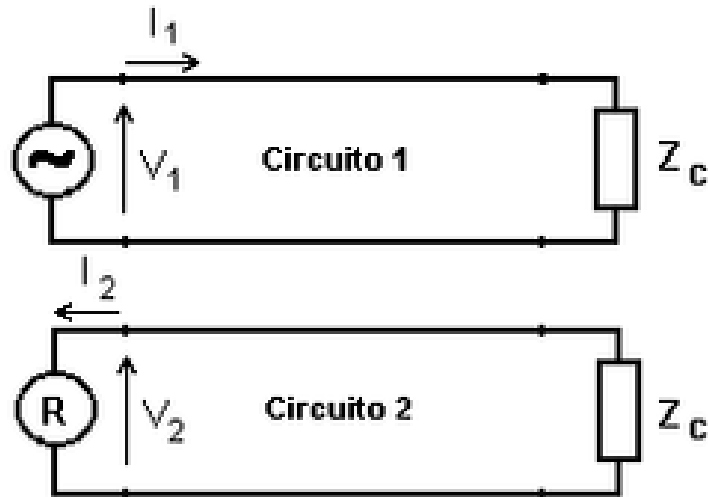


Impulso ricevuto

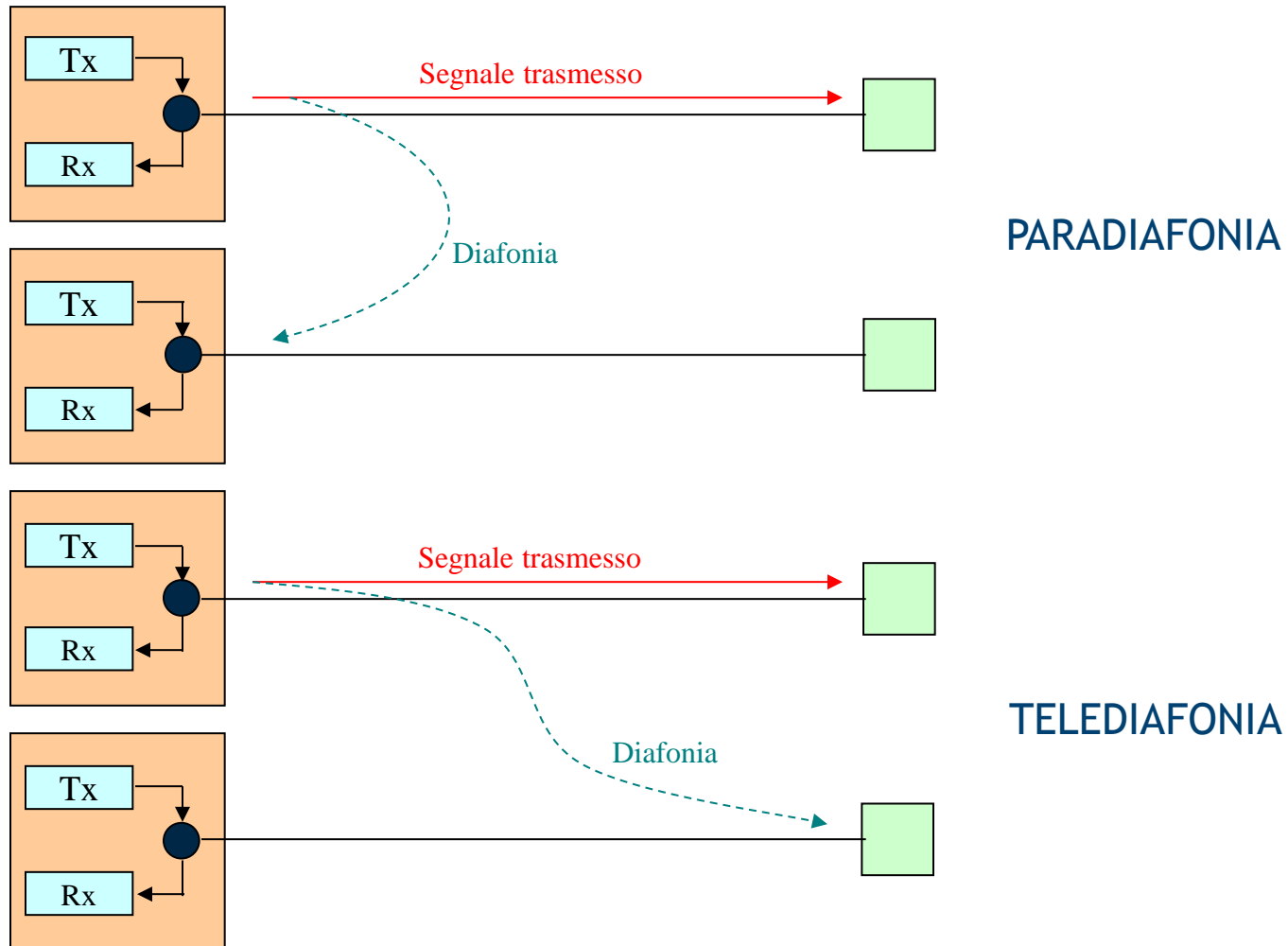
Cavo telefonico in rame: Diafonia

Con il termine diafonia si intende comunemente l'accoppiamento elettromagnetico indesiderato tra un circuito riservato ad un segnale ed un altro circuito riservato ad un altro segnale.

Nell'ambito delle coppie in rame, essa è dovuta ad un accoppiamento diretto (induttivo e/o capacitivo). L'effetto della diafonia è quello di trasferire parte del segnale utile da una coppia all'altra.



Cavo telefonico in rame: Diafonia



TIPOLOGIE DI RETE

LA RETE DI ACCESSO

Livelli / tipologie di reti nelle Telecomunicazioni

Rete di Accesso

Collegamento fra la sede del Cliente e la centrale locale di appartenenza.

Rete di Commutazione

Auto-commutatori locali e di transito, per la connessione in fonia dei Clienti.

Rete di Trasporto / Trasmissiva

Mezzi e portanti trasmissivi per l'interconnessione dei nodi della rete.
Definita talvolta come "Rete di giunzione"

Rete di Accesso

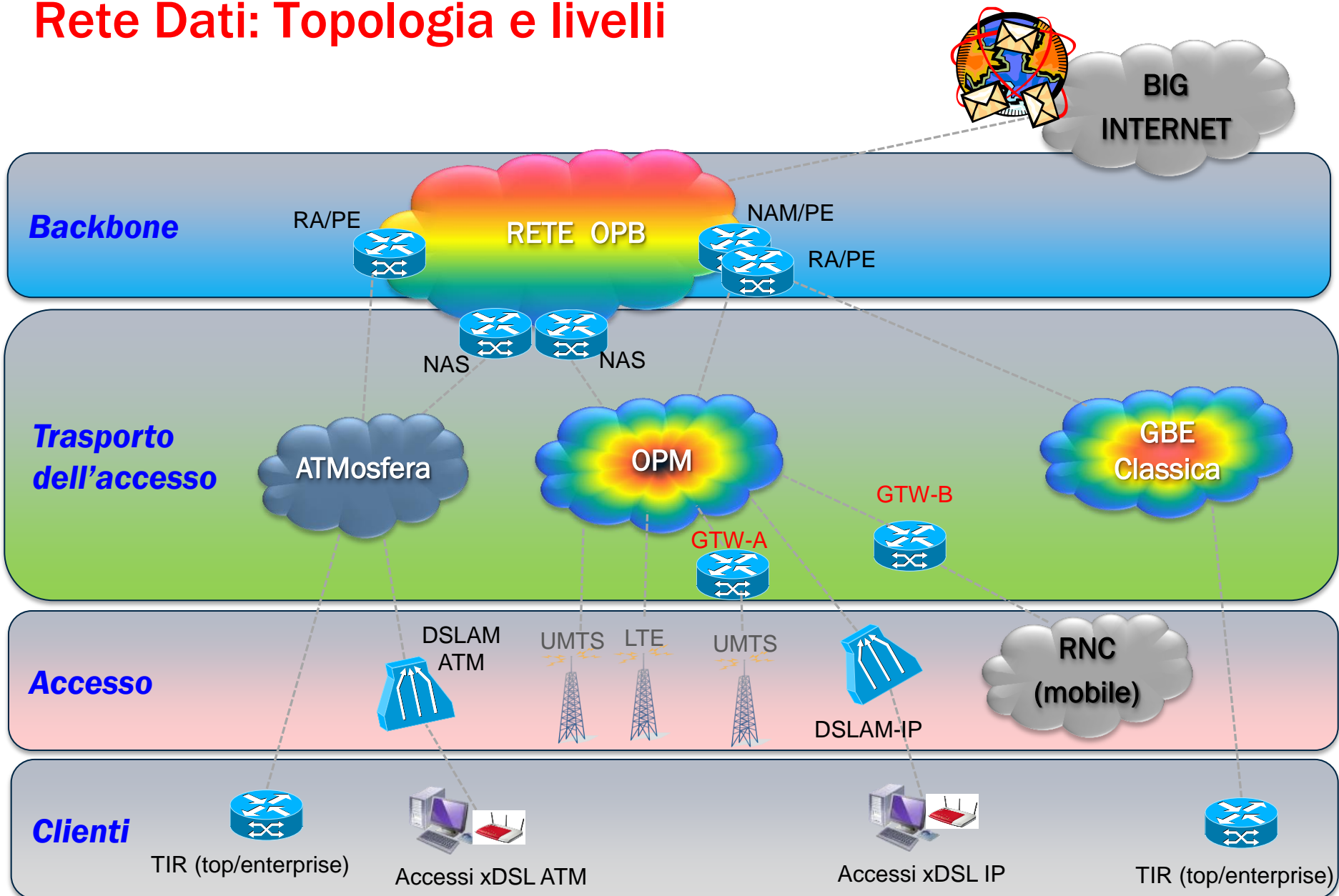
Rappresenta la parte più capillare della rete ed è costituita da portanti fisici ed apparati trasmissivi e di moltiplicazione/concentrazione.

Rete di distribuzione

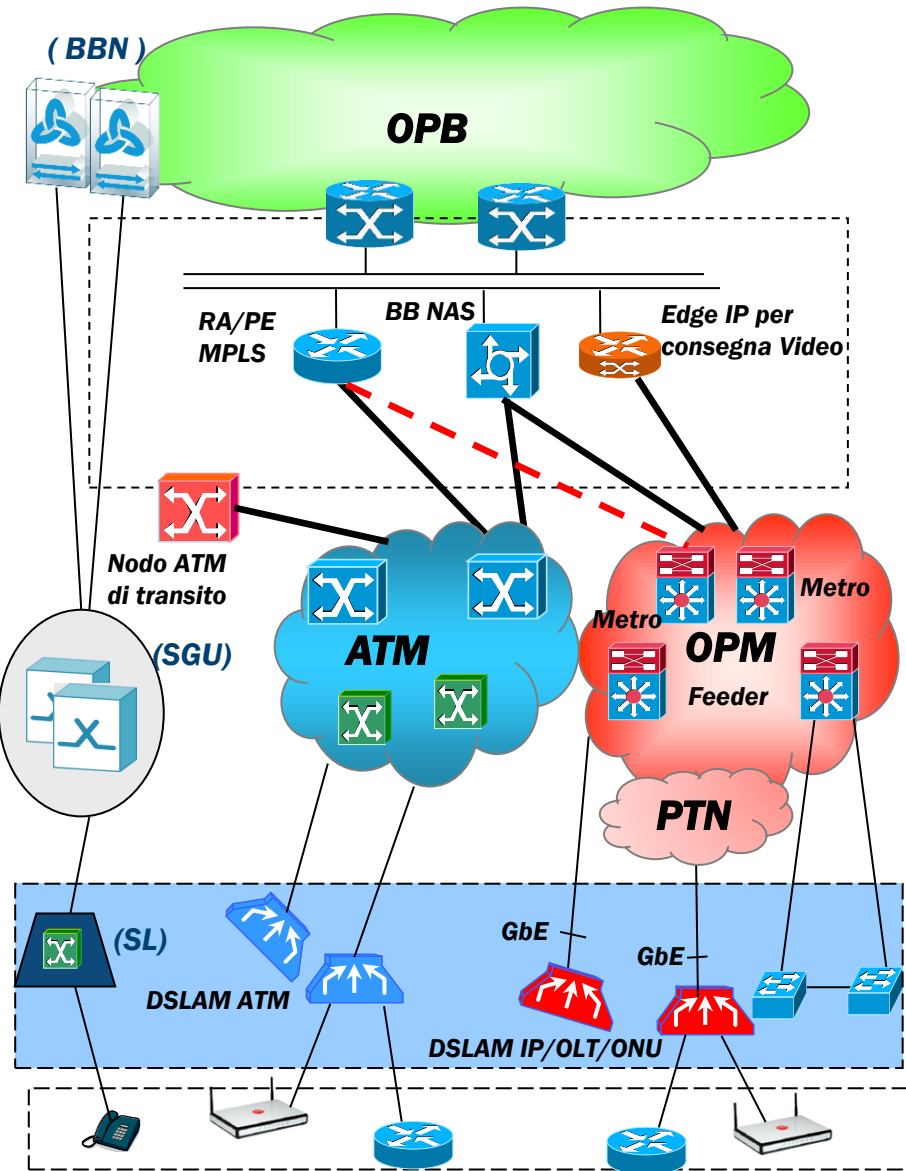
Insieme di circuiti che si estendono sul territorio servito da una centrale di commutazione.

Ha la funzione di dare continuità ai collegamenti fino al Cliente.

Rete Dati: Topologia e livelli



Architettura semplificata rete dati fissa TIM



← **Optical Packet Backbone:** rappresenta la rete di trasporto TIM. Permette la comunicazione tra tutti gli elementi di rete sottostanti e la comunicazione con le reti di altri operatori (esteri o italiani). Lavorano a livello 3 della pila OSI (IP)

← **Router di Edge:** rappresentano gli elementi di rete fornitori del servizio (abilitano l'autenticazione, attivano reti private virtuali, consentono l'accesso ad Internet, ecc..). Lavorano a livello 3 della pila OSI (IP)

← **Apparati Rete di aggregazione (Asynchronous Transfer Mode / Optical Packet Metro):** Rappresentano le reti di aggregazione. Nel senso upstream raccolgono il traffico dai livelli sottostanti, lo multiplano e lo consegnano ai Router di Edge. Lavorano usualmente a livello 2 della pila OSI (ATM od Ethernet); la rete OPM per particolari servizi lavora anche a livello 3

← **PTN Packet Transport Network:** Rappresentano gli elementi di rete in grado di raccogliere traffico proveniente da apparati della rete di accesso situate in centrali di medie/piccole dimensioni. Apparati della rete di accesso in centrali medio/grandi si connettono direttamente ad OPM

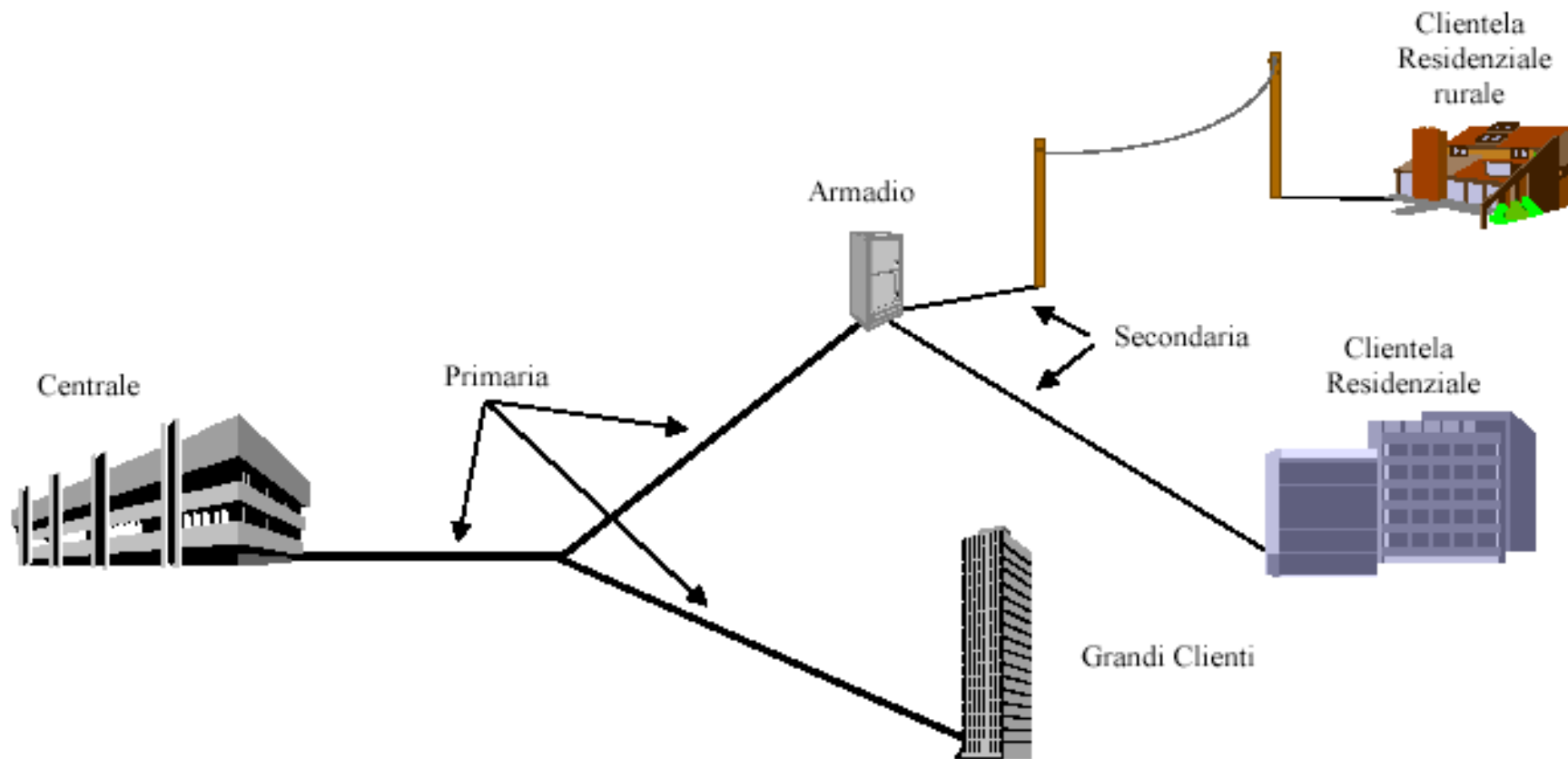
← **Apparati Rete di Accesso (DSLAM / OLT / ONU):** Rappresentano gli elementi di rete più vicini alla casa del cliente. Nel senso upstream effettuano il primo livello di multiplazione di traffico. Lavorano usualmente a livello 2 della pila OSI (ATM o Ethernet)

← **Terminali (AG / CPE / TIR):** Costituiscono gli apparati posizionati in casa cliente. Ad essi il cliente connette i propri dispositivi (PC, PAD, ...). Possono essere di proprietà TIM o del cliente

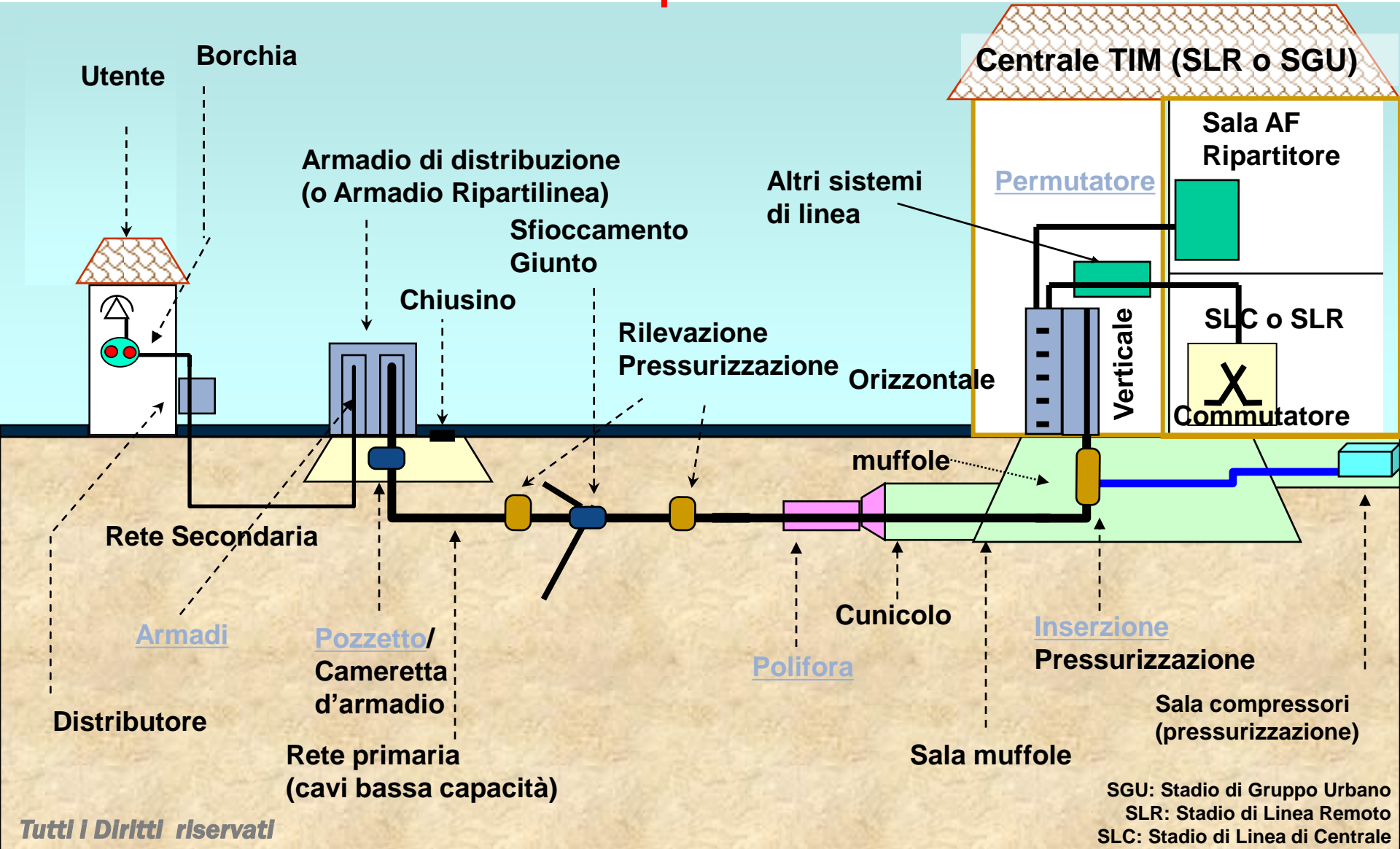
Rete di Accesso: collegamento tra sede Cliente e Centrale



Rete di Accesso: collegamento tra sede Cliente e Centrale



La Rete di Accesso in rame: panoramica elementi della rete



La Rete di Accesso in rame: panoramica elementi della rete

La struttura della rete in rame esistente, pur con diverse varianti e peculiarità di carattere locale, è quella rappresentata in figura.

Dalla centrale telefonica si dipartono a stella verso l'area servita un certo numero di cavi a coppie simmetriche di grande potenzialità (al massimo 2400 coppie).

Il punto di interfaccia tra il mondo interno alla centrale e l'esterno è il permutatore urbano dove - nel caso telefonico - si realizza la permuta tra la coppia di utenti ed il relativo attacco all'autocommutatore. La sede di posa del cavo è quasi sempre sotterranea in canalizzazione e il cavo è pressurizzato (viene pompata aria secca con leggera sovrappressione rispetto all'ambiente per prevenire i guasti dovuti a rottura dell'isolamento esterno).

Penetrando nell'area di distribuzione il cavo viene “*sfioccato*”, nel senso che si derivano cavi di potenzialità minore che vanno ad alimentare gli armadi di distribuzione. La parte di rete compresa tra la centrale e l'armadio di distribuzione è detta *rete primaria*.

L'armadio è raggiunto da un cavo a 400 coppie, mentre distribuisce *nell'area di armadio* - tipicamente - 600 coppie (di cui, evidentemente, solo 400 possono essere effettivamente occupate).

I cavi a bassa capacità che dall'armadio raggiungono i distributori costituiscono la *rete secondaria*. Dal distributore si raggiunge finalmente la borchia in casa dell'utente, attraverso il cavetto di abbonato realizzato con una coppia bianco-rosso.

La Rete di Accesso in rame: panoramica elementi della rete

Permutatore



Polifera



Armadio



Pozzetto cameretta



Rete Secondaria



Rete di Accesso

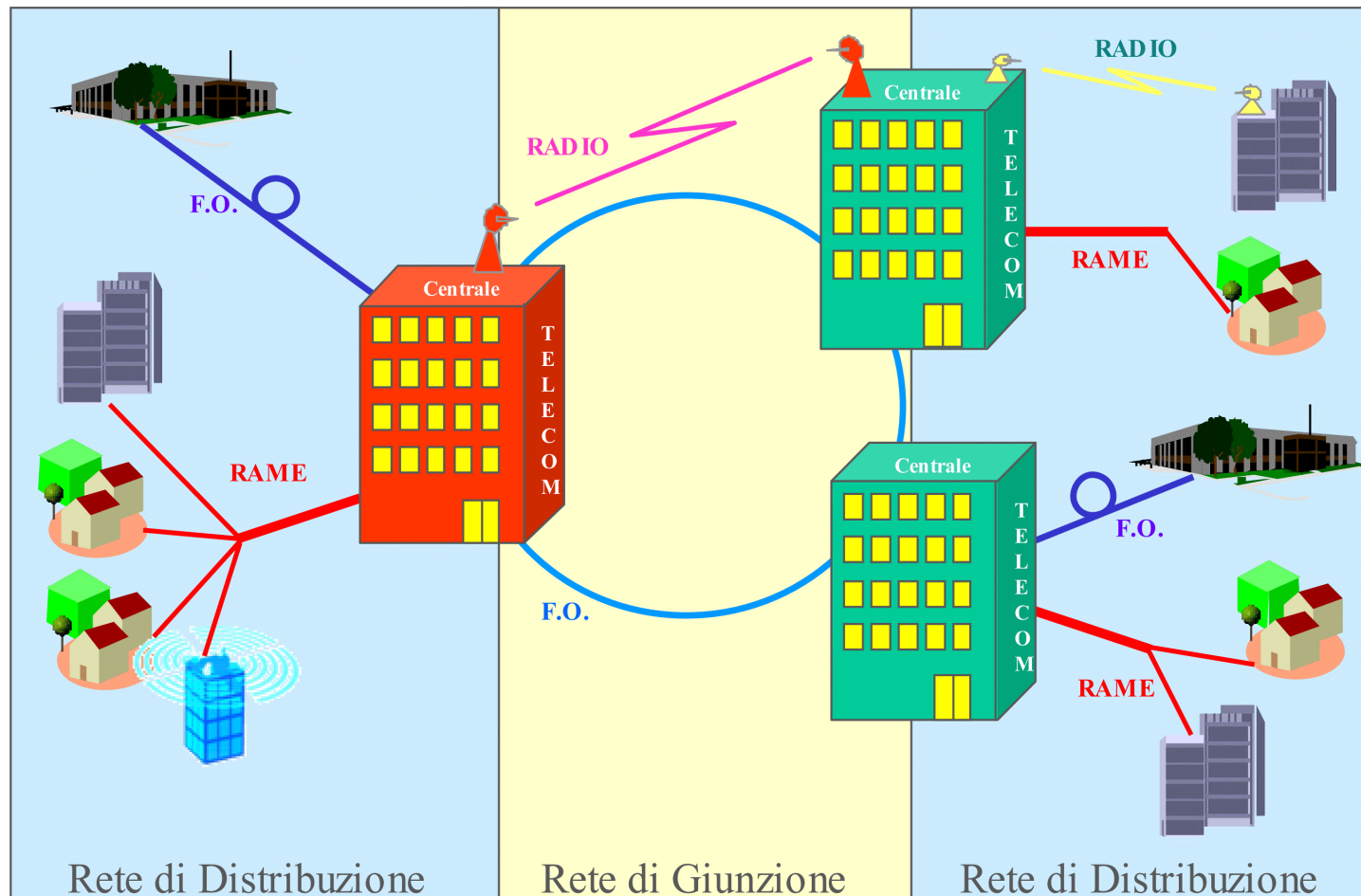
- La centrale telefonica
- Permutatore di centrale
- Armadio ripartilinea
- Elemento terminale di rete, distributore, permutatore presso utente
- Impianto interno Cliente

La Centrale Telefonica



organo di commutazione di una rete telefonica pubblica o autocommutatore

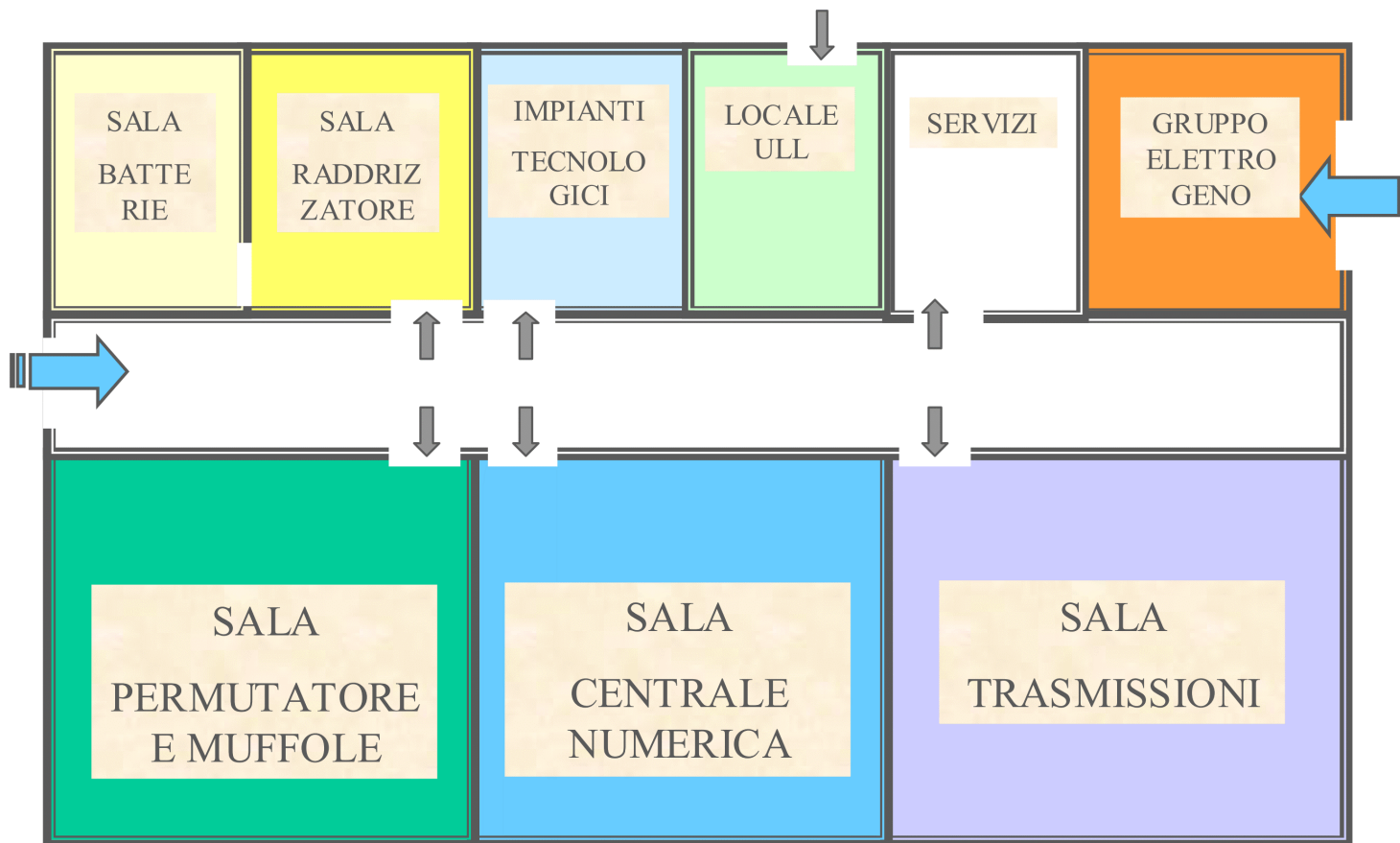
Collegamenti trasmissivi



La Centrale Telefonica

immagini

Suddivisione locali



La Centrale Telefonica

Collegamenti interni

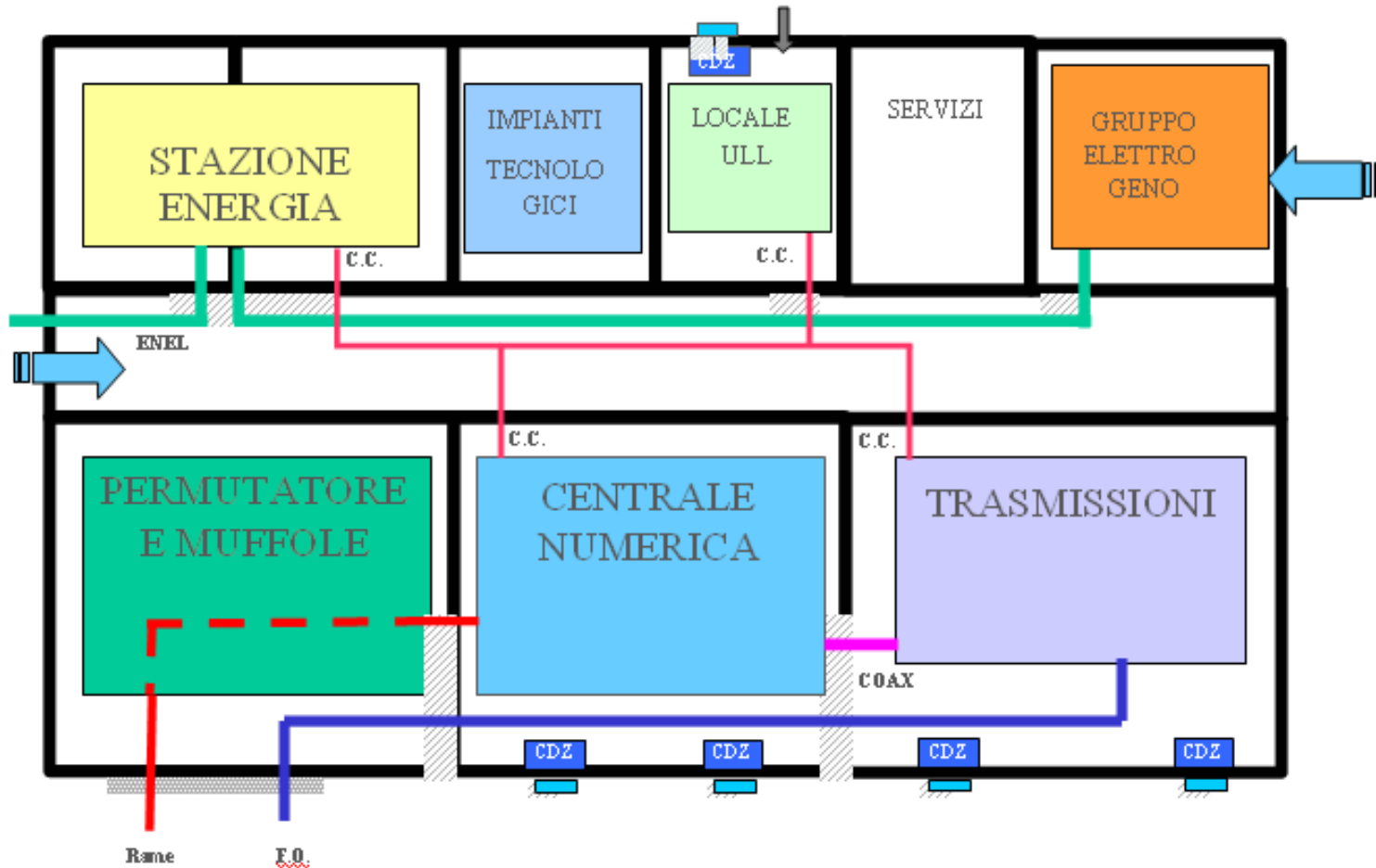


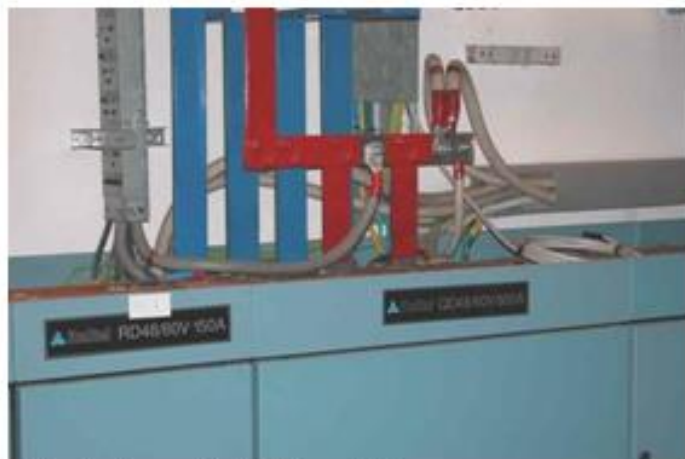
Foto stazione di energia



Sala batterie



Sala raddrizzatore



Uscita barre C.C. dal raddrizzatore



Quadro elettrico distribuzione C.C.

La Stazione di Energia

Quadro Elettrico in corrente alternata:

Riceve l'alimentazione dalla rete elettrica esterna (ENEL) o dal gruppo elettrogeno e la distribuisce ai vari utilizzatori: Stazione di Energia in c.c. , impianti tecnologici (CDZ), utenze in alternata.

Quadro Elettrico in corrente continua:

Riceve alimentazione dalla Stazione di Energia in c.c. e la distribuisce ai carichi di TLC che richiedono alimentazione in c.c. con continuità assoluta.

Raddrizzatore:

Effettua la conversione da corrente alternata (230/400V) in corrente continua a 48V. L'insieme di più raddrizzatori in parallelo forma una Stazione di Energia in c.c..

Batterie:

Connesse in parallelo al carico, consentono la continuità assoluta dell'alimentazione alle utenze, al mancare della erogazione ENEL.

ELEMENTI DELLA RETE DI ACCESSO

IL PERMUTATORE DI CENTRALE

Il Permutatore

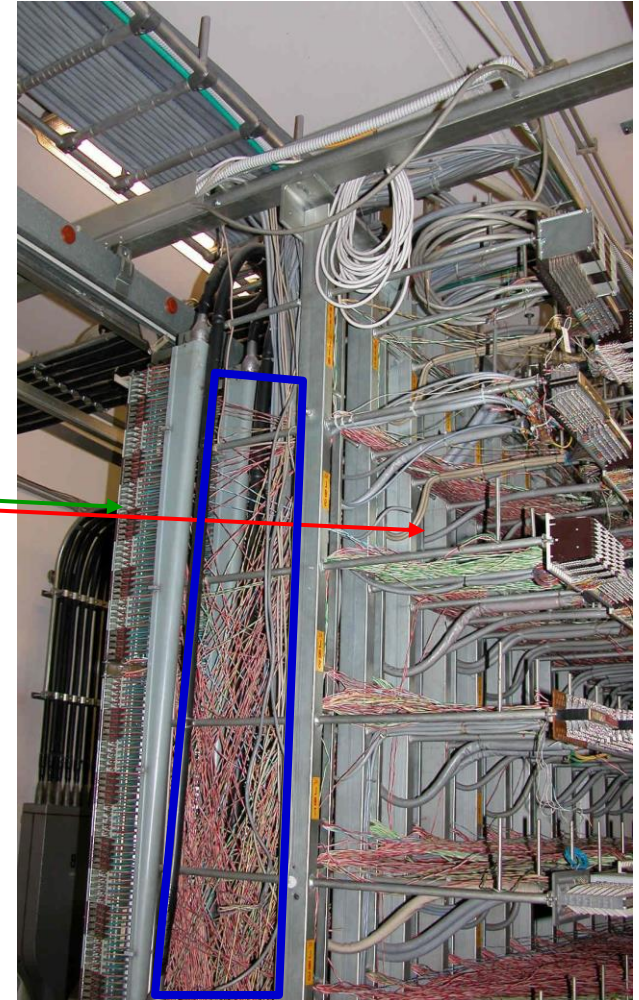
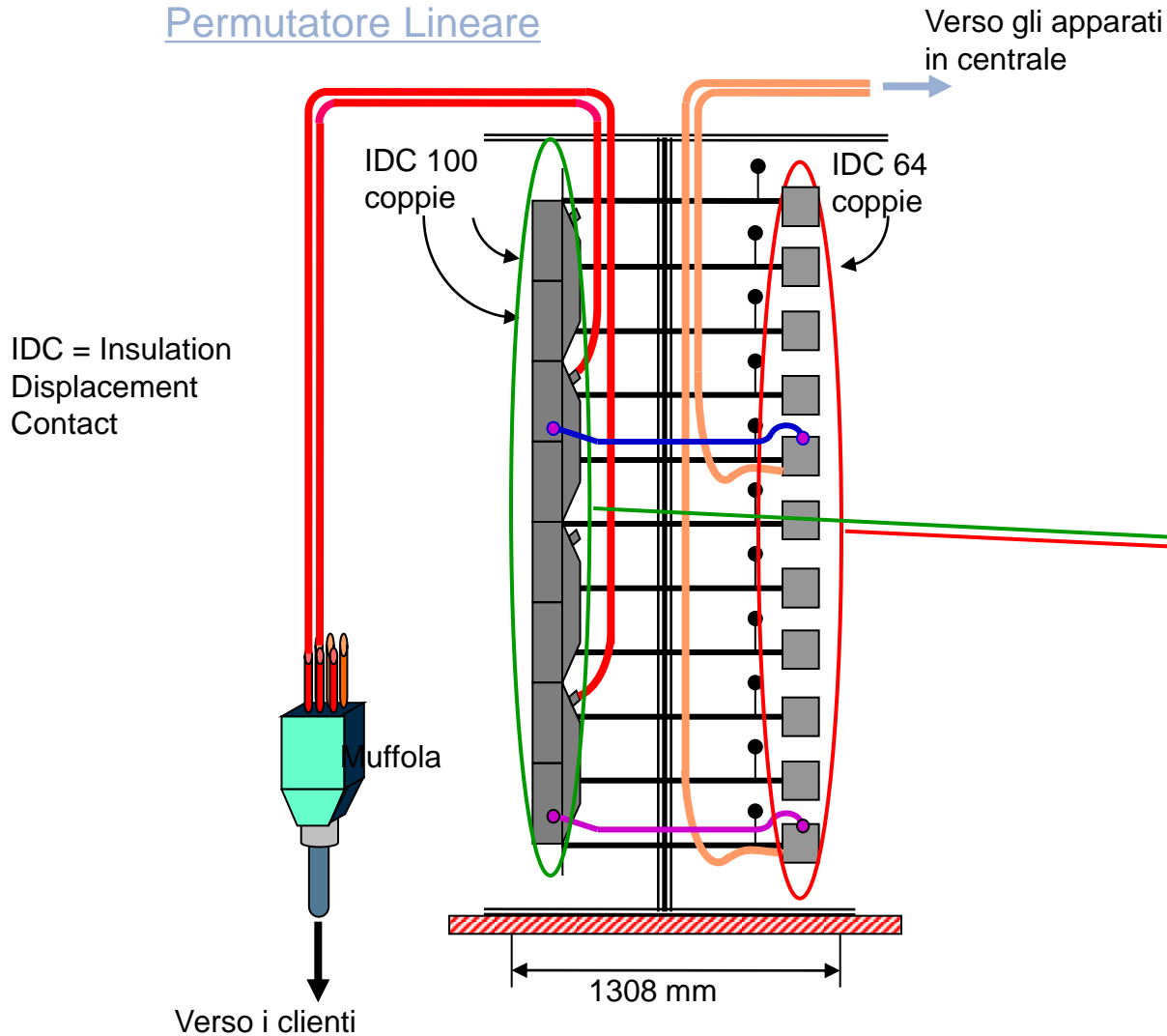
Elemento di confine tra rete di distribuzione ed Autocommutatore

- Svolge le funzioni di terminazione, numerazione, permutazione, protezione e sezionamento delle coppie.

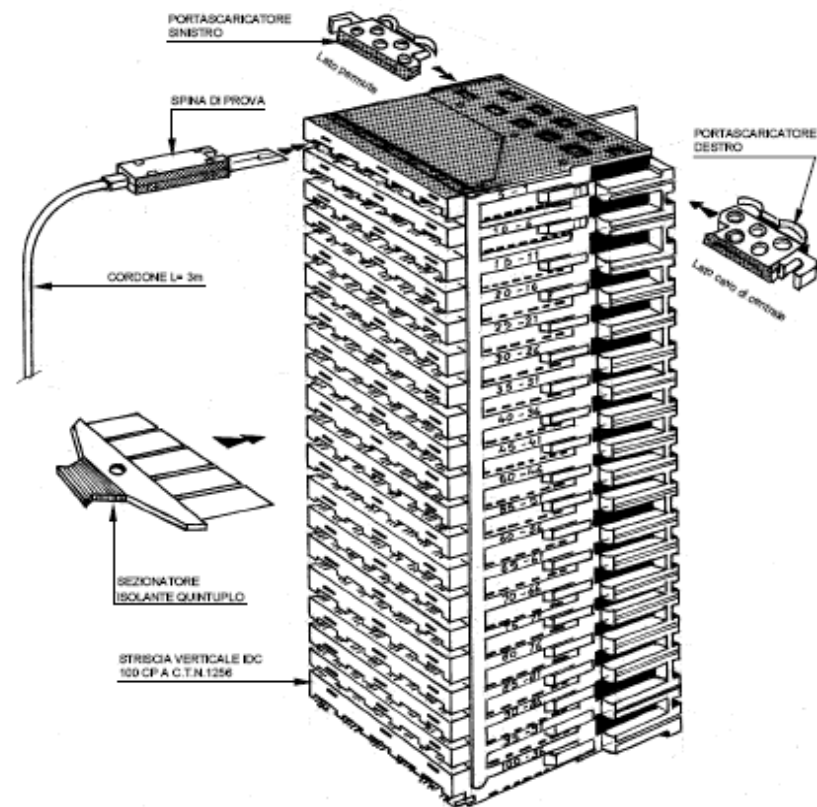
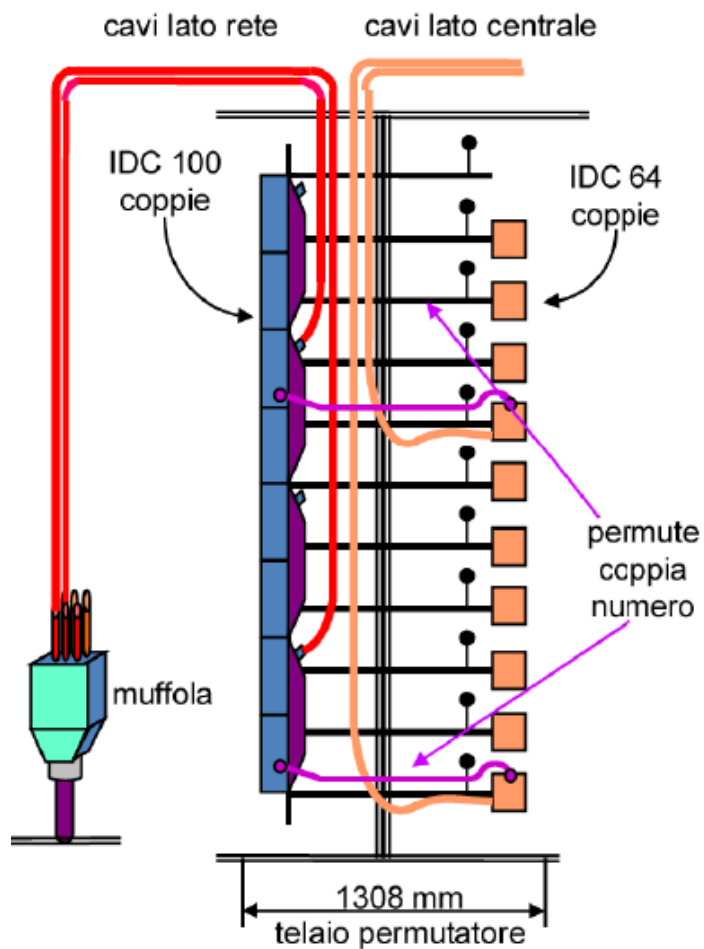
- Punto di flessibilità tra porte dell'autocommutatore (attacchi di utente) e coppie fisiche in rete di distribuzione.

Il permutatore urbano

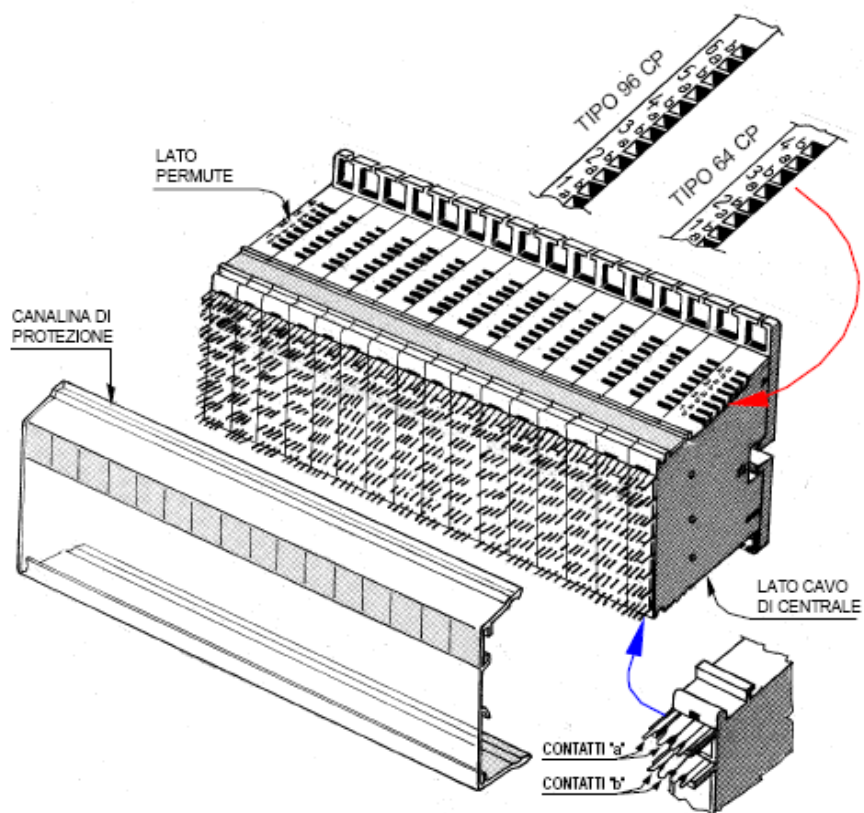
Permutatore Lineare



Il Permutatore

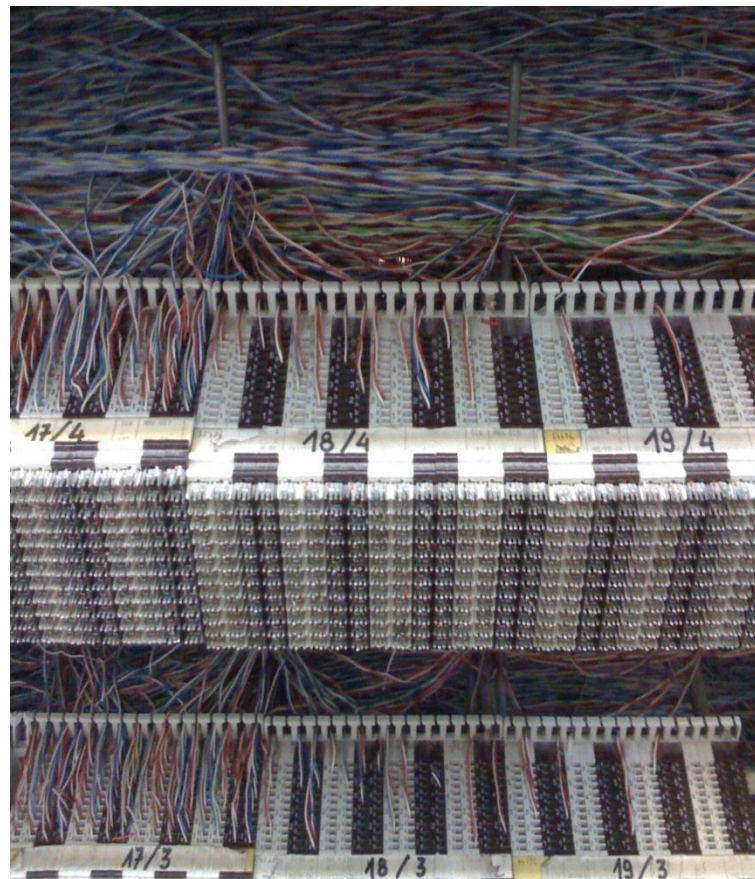
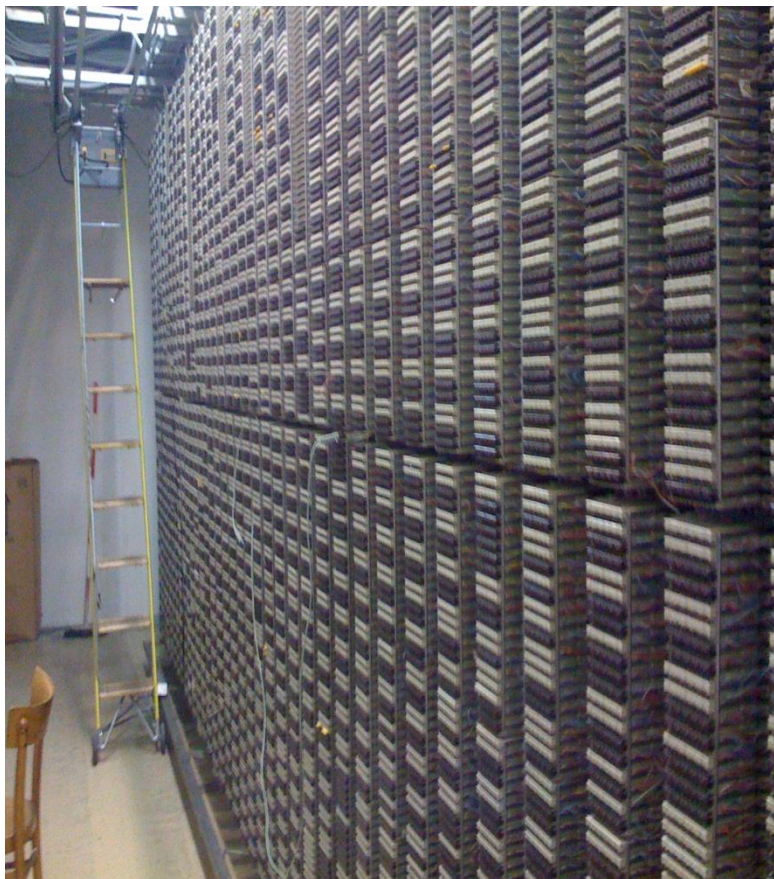


Il Permutatore

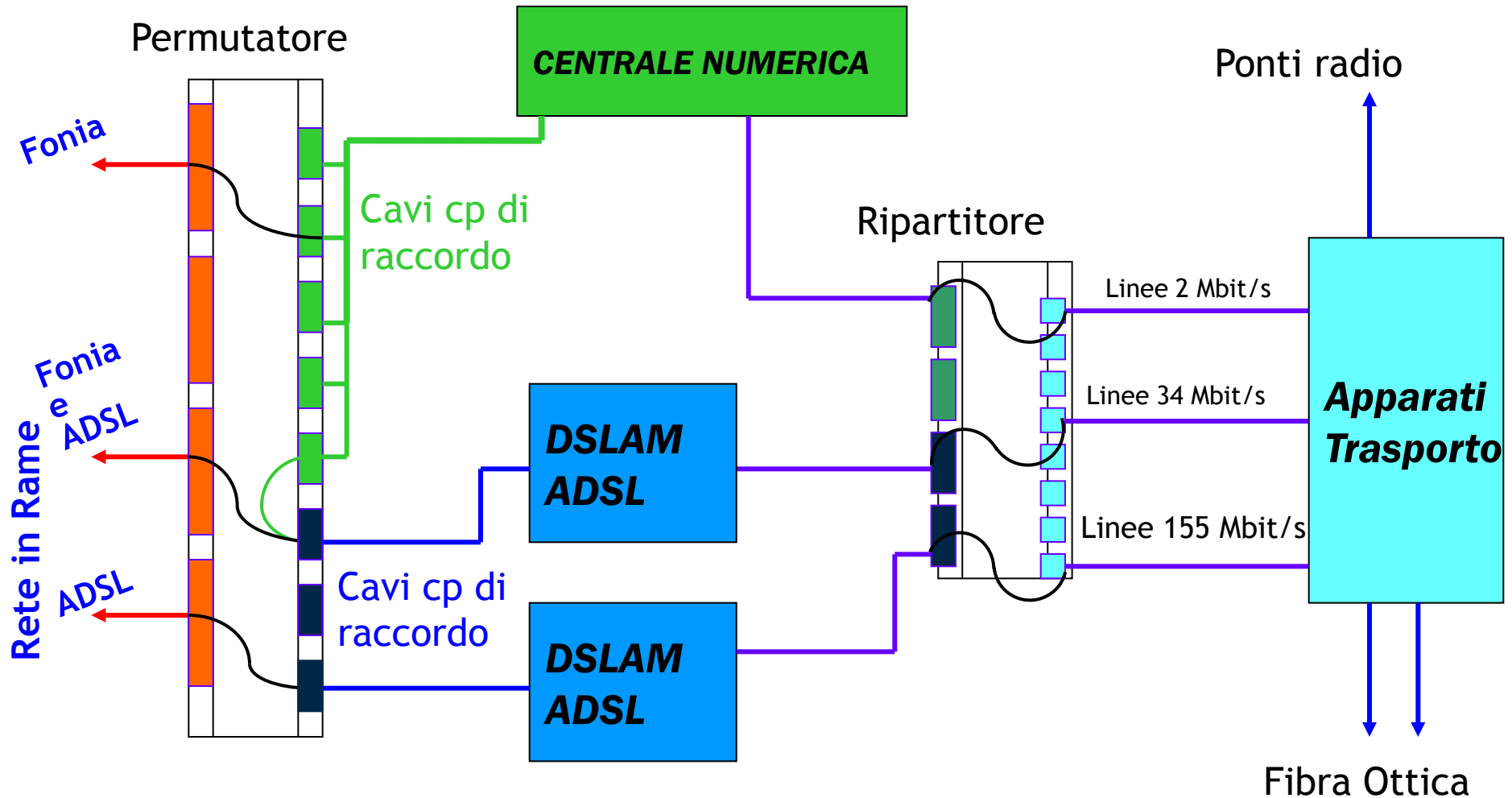


Elementi della RETE

PERMUTATORE- PARTICOLARI



Elementi della RETE LOGICA DEI COLLEGAMENTI



ELEMENTI DELLA RETE DI ACCESSO

MUFFOLE E PRESSURIZZATORI

Muffole

Muffole

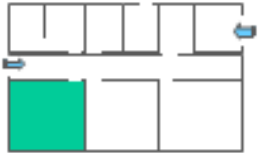
La tecnica dello sfioccamento consente di attestare alle terminazioni in centrale i conduttori dei cavi provenienti dalla rete senza eseguire giunti intermedi.

Nel punto di sfioccamento la guaina esterna del cavo viene interrotta lasciando liberi i fasci di conduttori

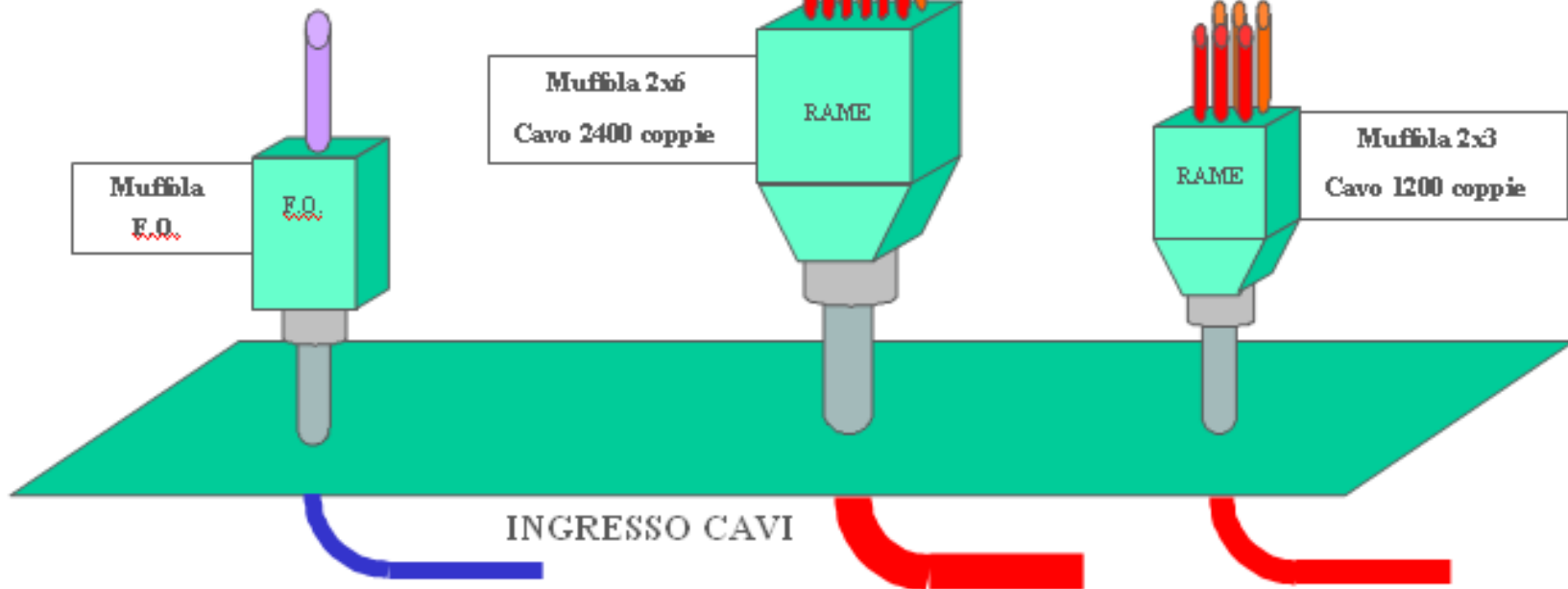
Le muffole hanno funzione di protezione dei conduttori nel punto di sfioccamento e consentono il collegamento equipotenziale delle guaine metalliche dei cavi.

Elementi della RETE

MUFFOLE 1/2



CAVI F.O. ATTESTATI IN
SALA TRASMISSIONE



CAVI ATTESTATI AL
PERMUTATORE

Elementi della RETE

MUFFOLE 2/2



Muffole f.o.



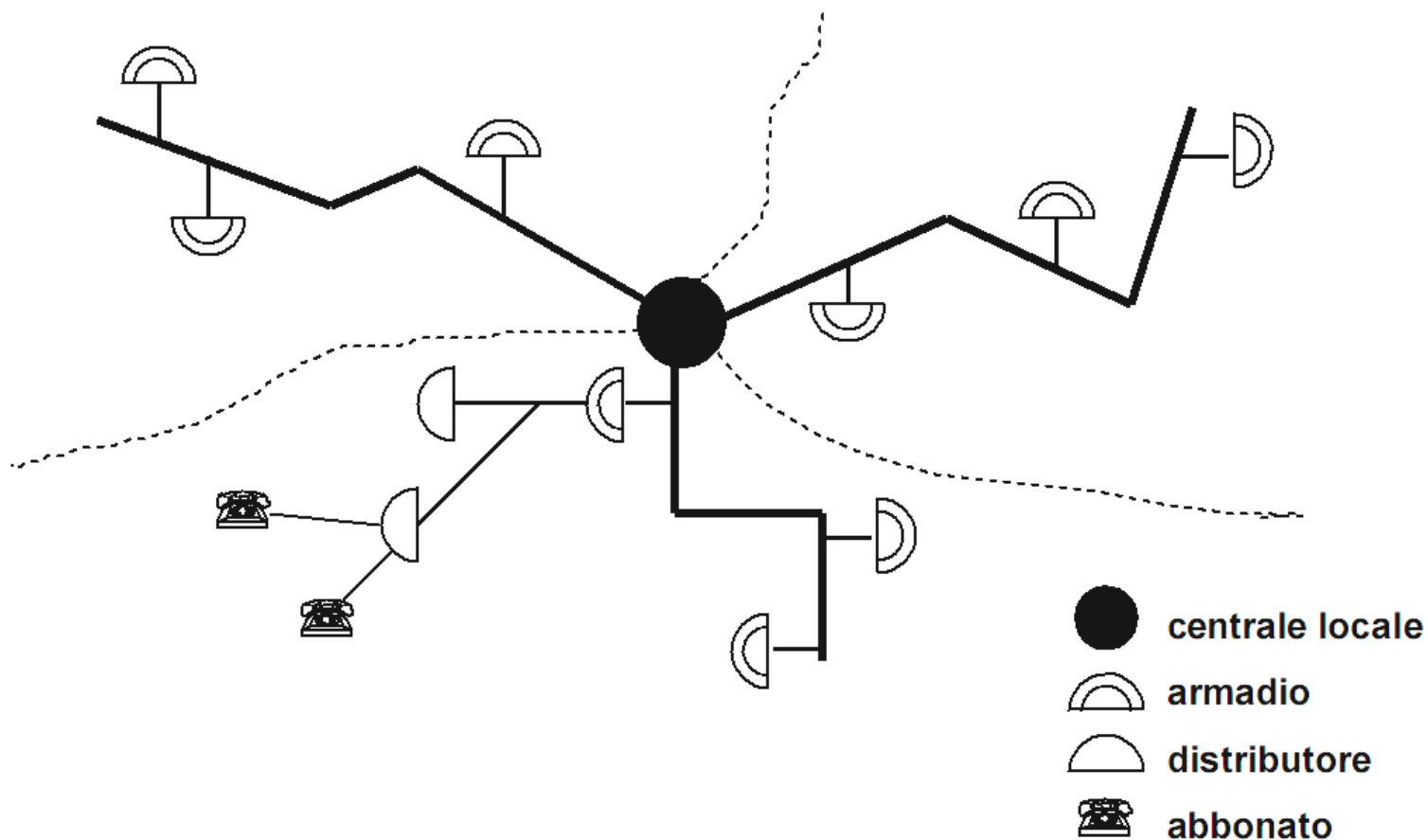
FIBRA OTTICA

Muffola Giunzione fibre (cavi)

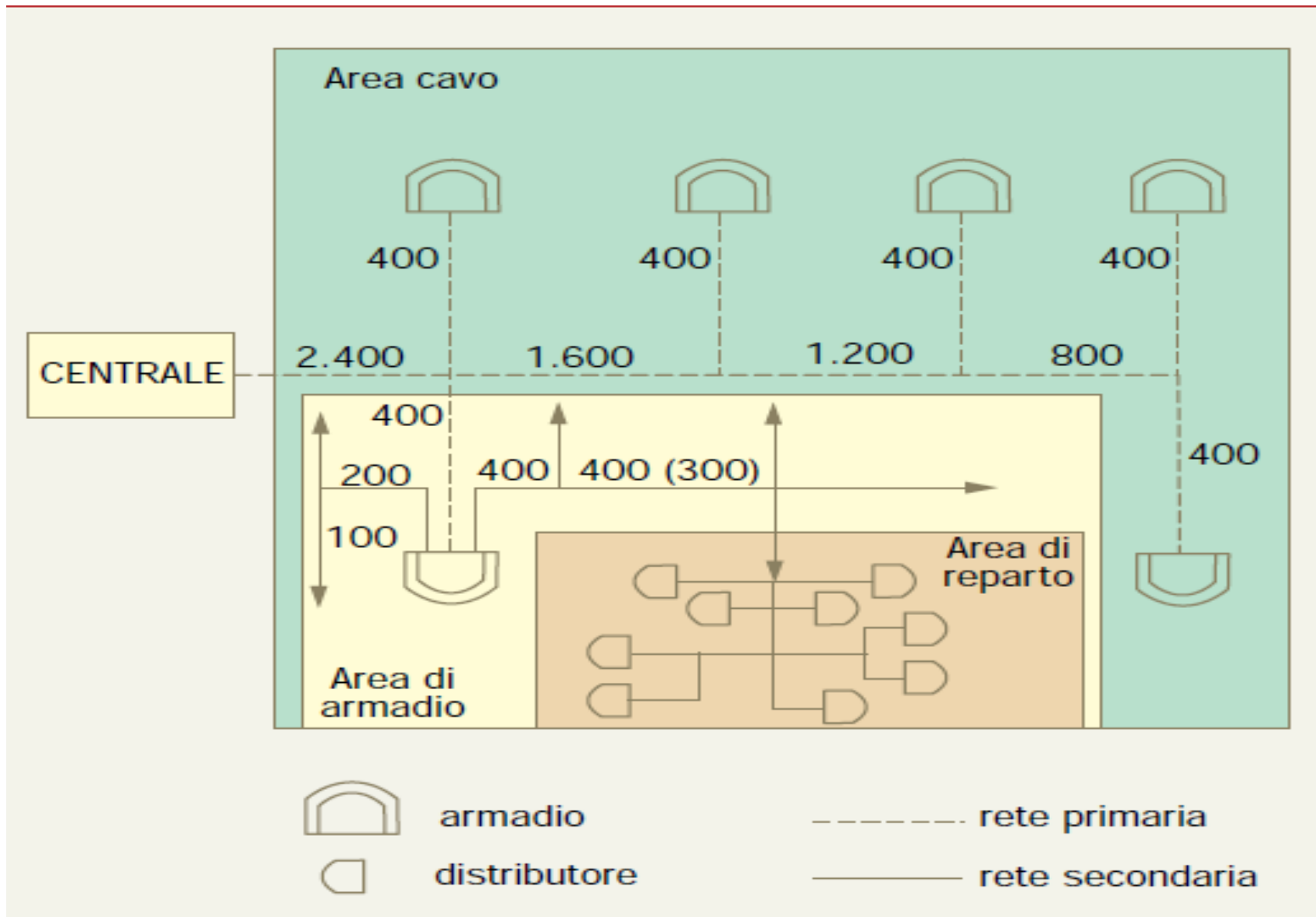


Rete di distribuzione in rame

Esempio di Area Cavo

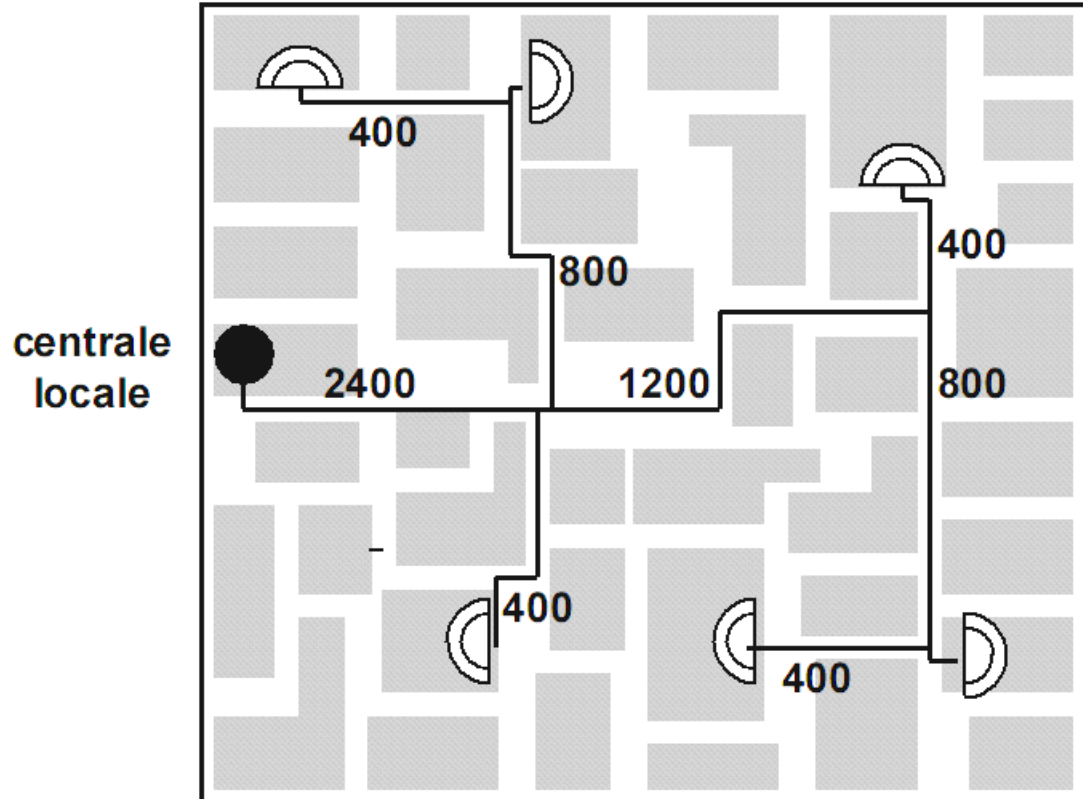


Rete di distribuzione in rame



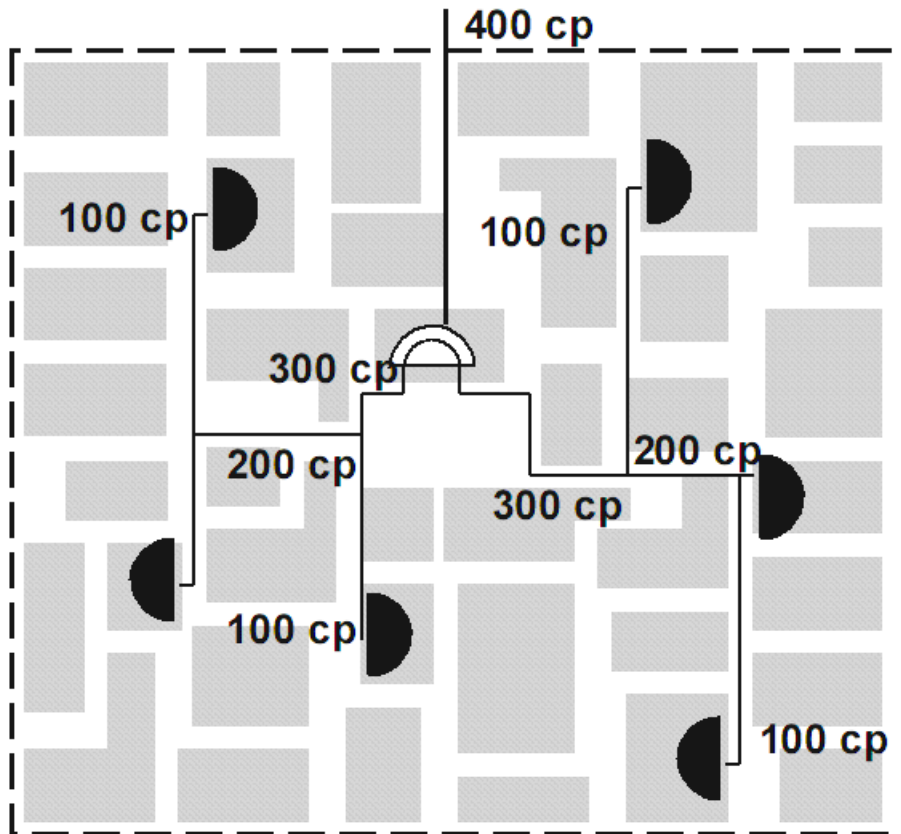
Rete di distribuzione in rame

Esempio di area di centrale



Rete di distribuzione in rame

Esempio di area di armadio



L'armadio smista
600 cp e ne riceve in
ingresso 400
(rapporto di
elasticità tipico 1.5)

ELEMENTI DELLA RETE DI ACCESSO

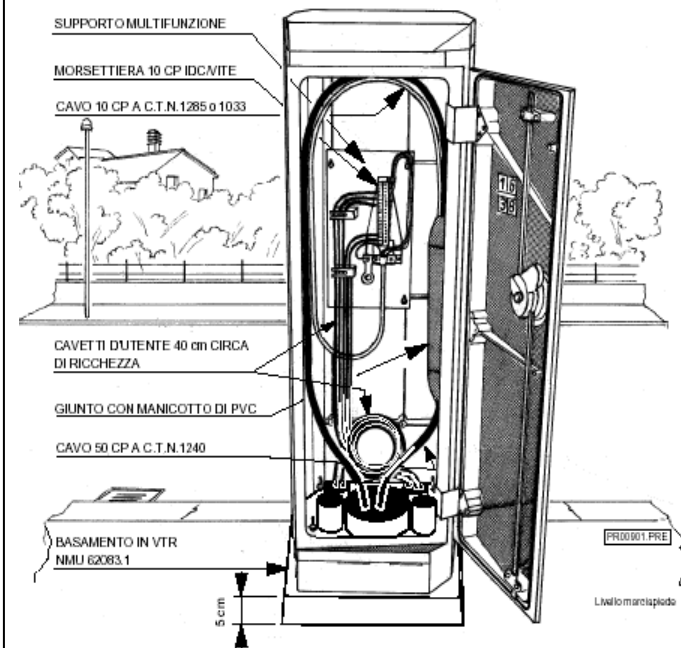
ARMADI RIPARTILINEA E DISTRIBUTORI

Armadi Ripartilinea e distributori

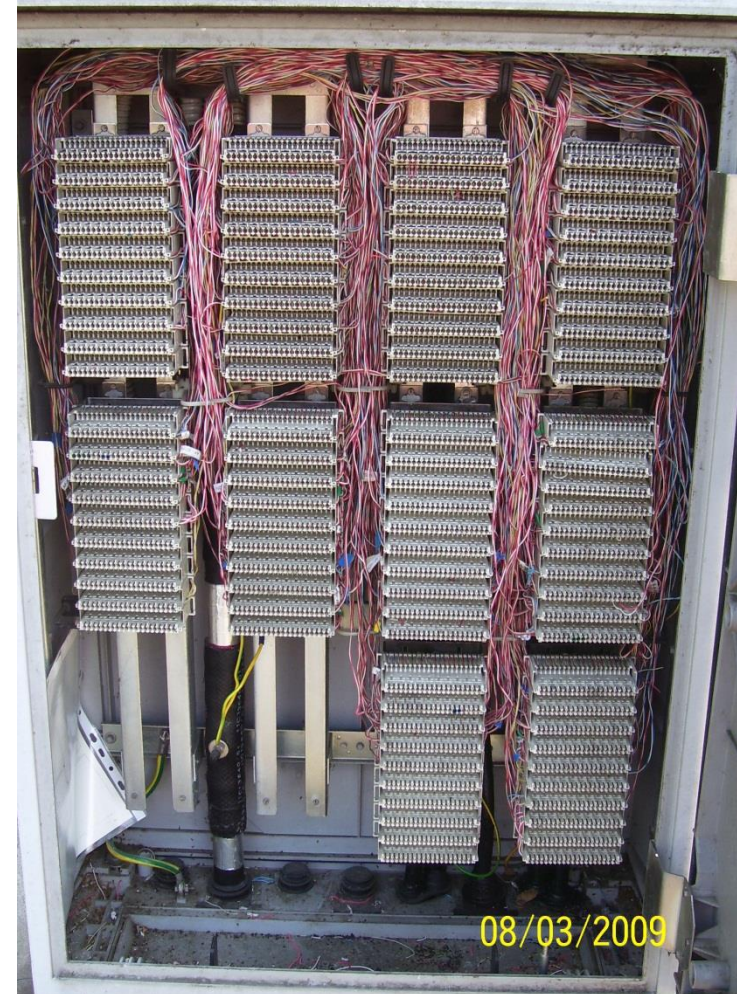
ARMADIO DI DISTRIBUZIONE



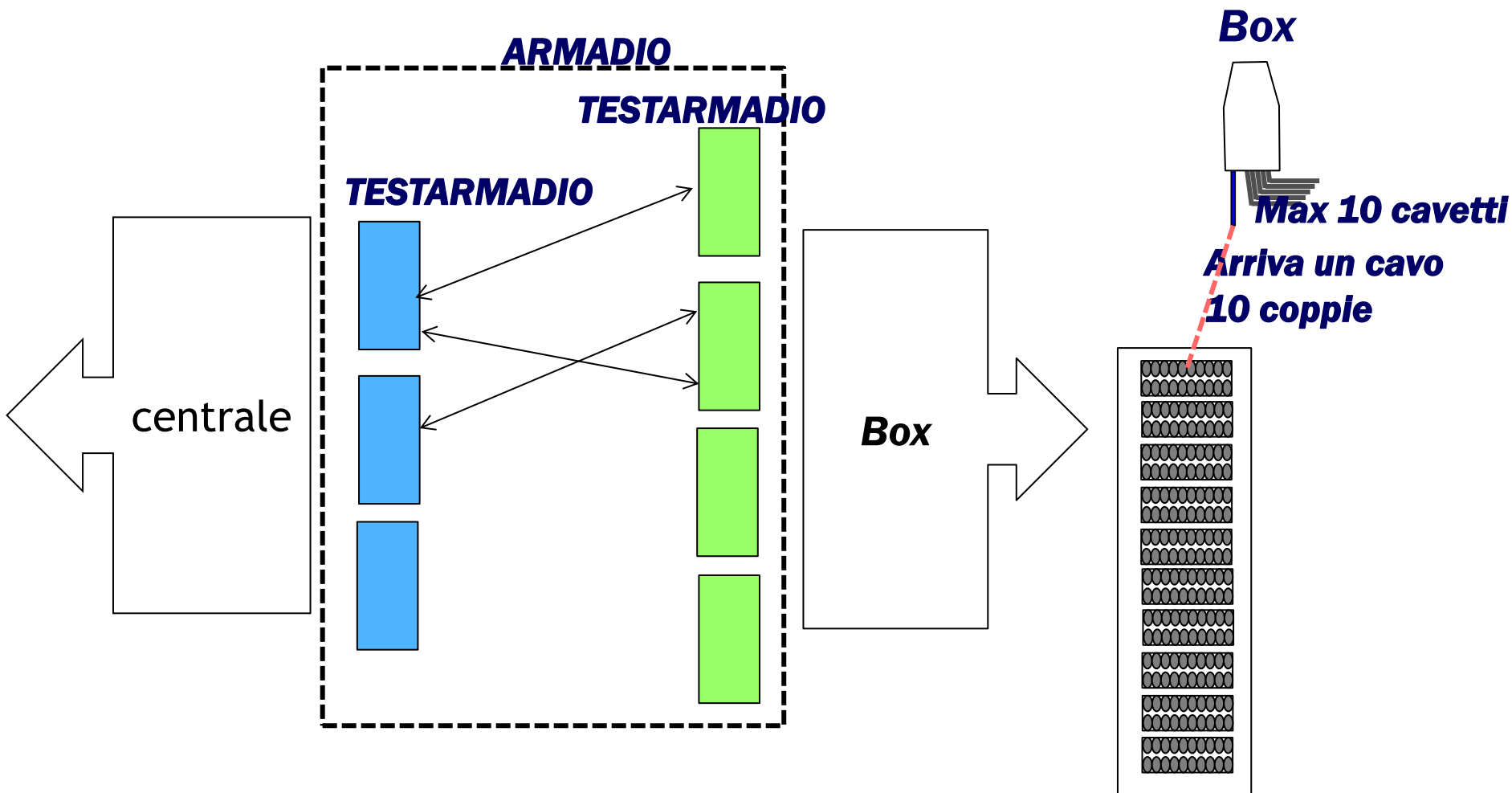
DISTRIBUTORE (O CHIOSTRINA O BOX)



Elementi della RETE INTERNA DI UN ARMADIO 1/2



LOGICA UTILIZZO DELL'ARMADIO



Il collegamento tra il testarmadio "lato centrale" e il testarmadio «lato Box»; avviene tramite delle "trecciole": cavo cordato con 2 conduttori. *I Testarmadio = 100 cp*

Elementi della RETE

EVOLUZIONE DEGLI ARMADI



Armadio ripartilinee in ferro 700 cp.



Armadio ripartilinee modulare in VTR da 1200 cp.

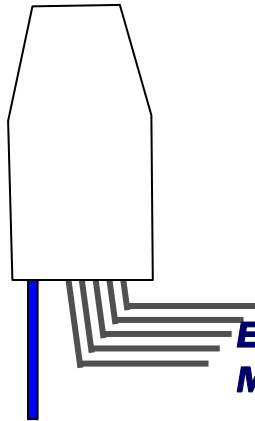


Armadio ripartilinee in VTR "linea 90" 1200 cp.

Elementi della RETE DISTRIBUTORE «BOX»

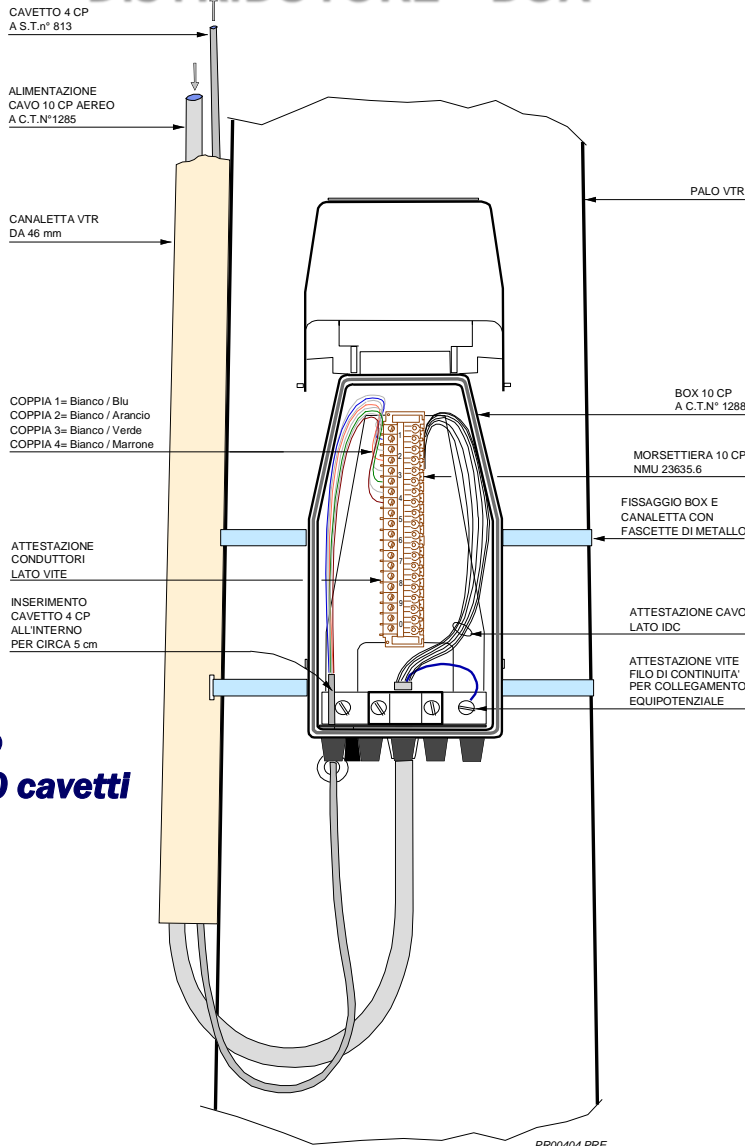


Logica



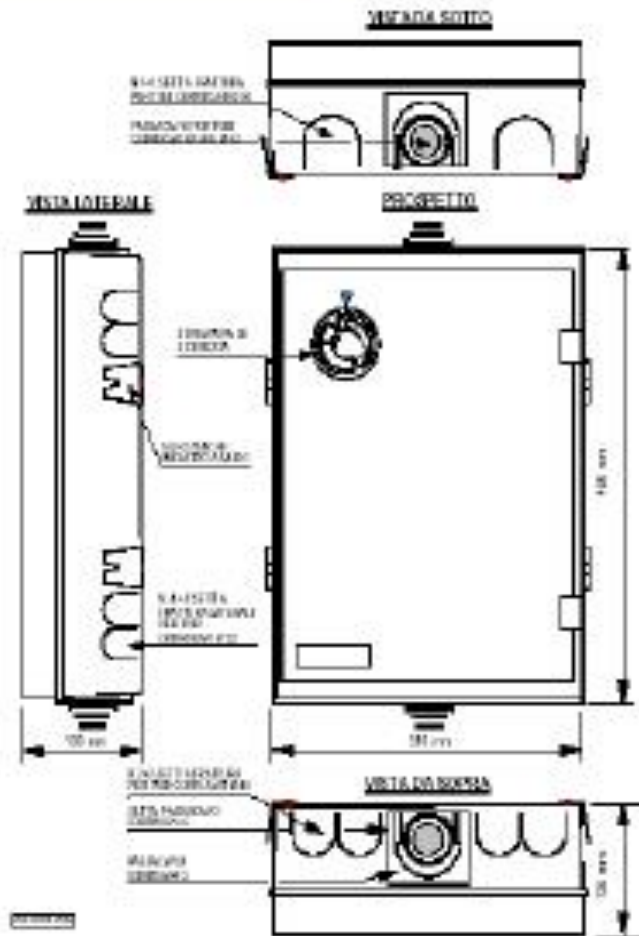
**Escono
Max 10 cavetti**

**Arriva un cavo
10 coppie**

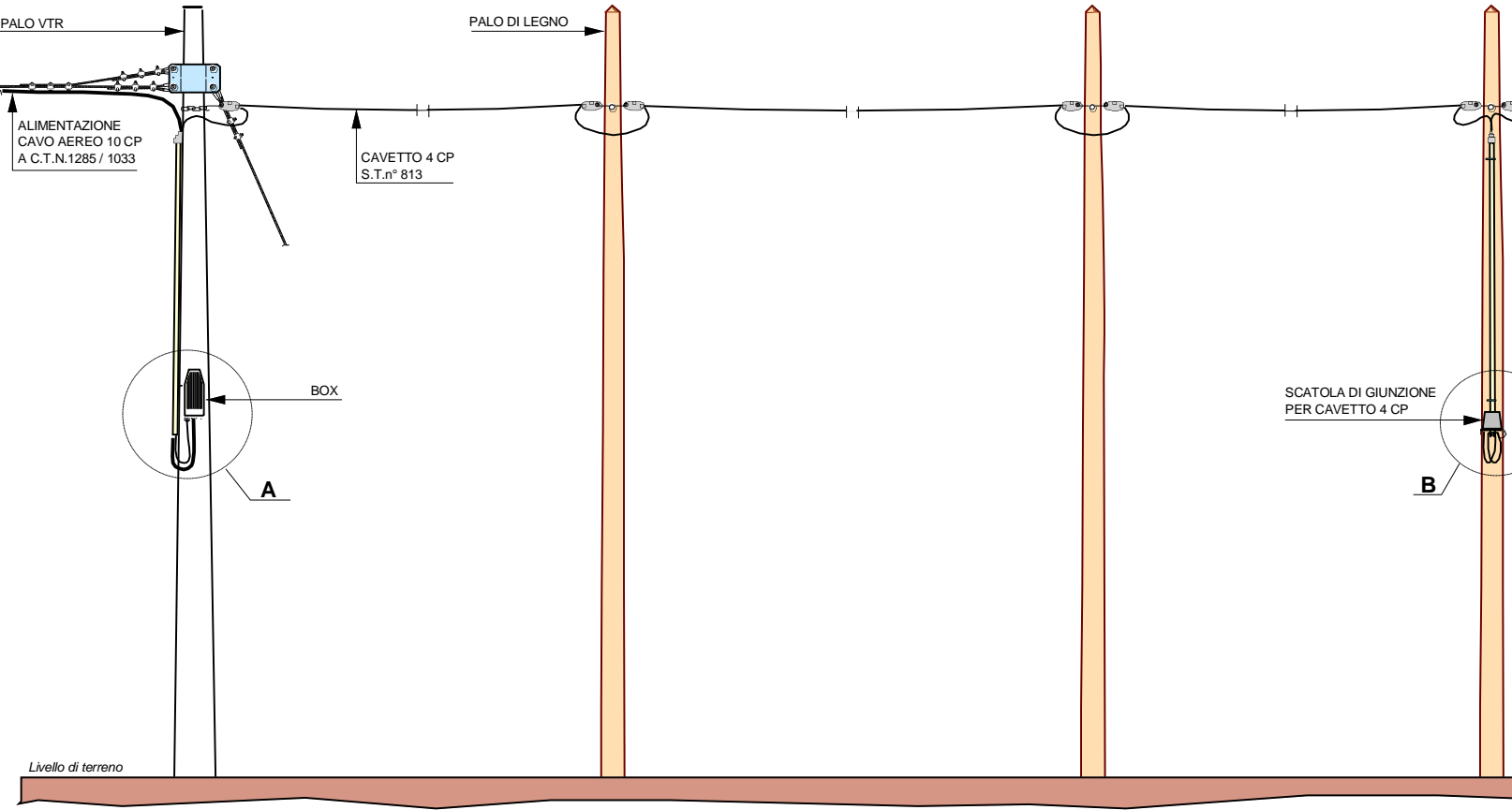


PR00404.PRE

Distributore in armadietto da int. e ext.



Elementi della RETE IMPIANTO AEREO

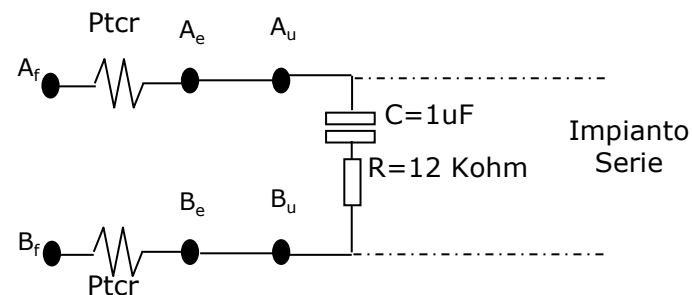
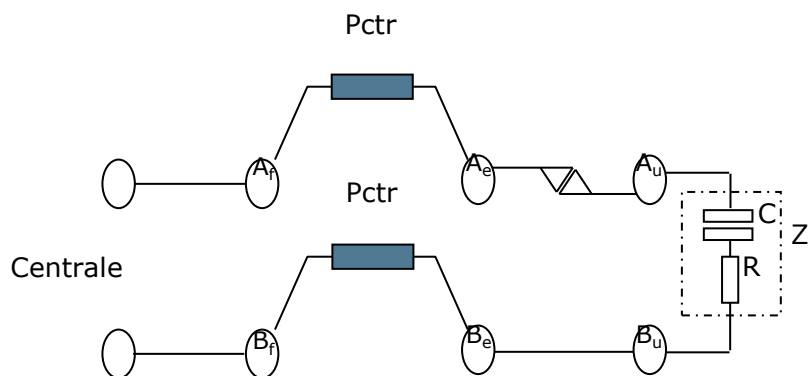


PR00504.PRE

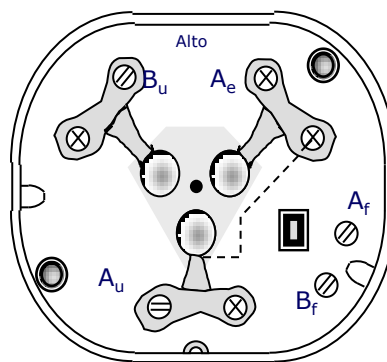
ELEMENTI DELLA RETE DI ACCESSO

IMPIANTO INTERNO SEDE CLIENTE

Prima presa unificata tripolare



Modello prima presa tripolare



- $A_f - B_f$ = Punto attestazione
Linea entrante (uso TI)
- $A_u - B_u$ = Punto attestazione
Linea uscente (uso Cliente)
- ⊗ Viti per il serraggio cavetti
- ▣ Viti inamovibili
- Jumper per l'inserzione o meno dell'impedenza $R+C$ $R= 12 \text{ kohm} - C = 1 \text{ uF}$

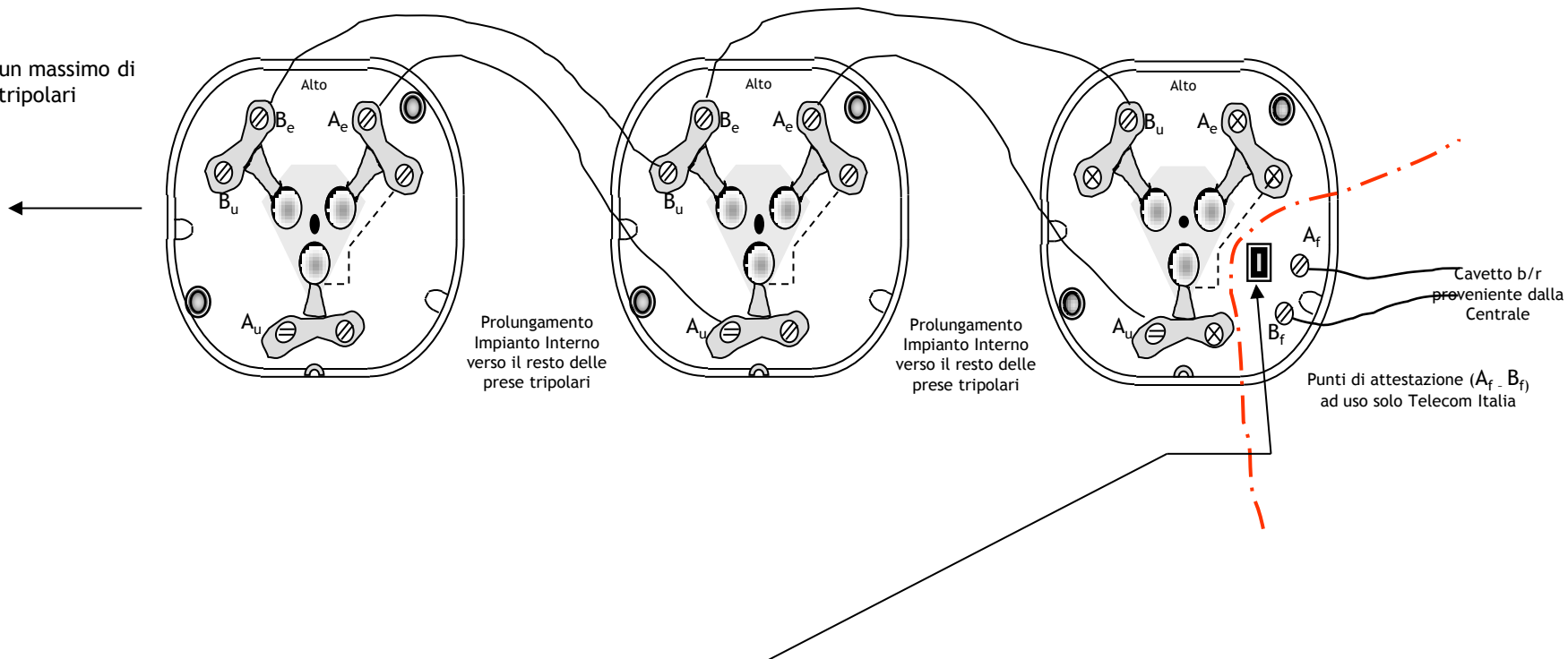
Impianto a spina

3° Presa Tripolare

2° Presa Tripolare

1° Presa Tripolare
Con PTC ed Impedenza

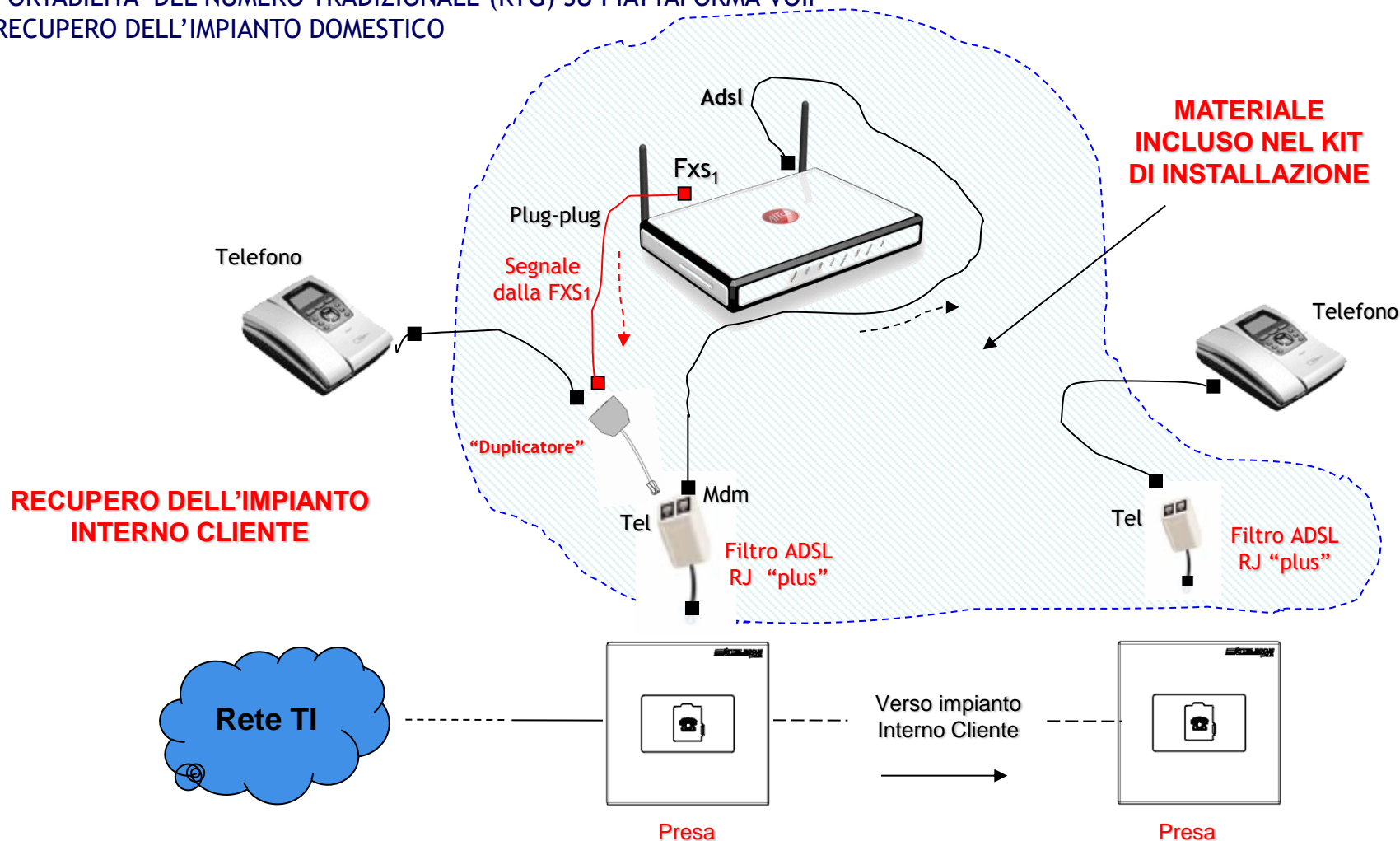
Fino ad un massimo di
5 prese tripolari



Per l'impianto a spina in manutenzione TI il "jumper" va rimosso; l'impedenza va inserita tra i contatti au-bu dell'ultima presa tripolare dell'impianto.

Caratteristiche tecniche principali del servizio Alice Casa

- DISTACCO DALLA CENTRALE TRADIZIONALE
- PORTABILITA' DEL NUMERO TRADIZIONALE (RTG) SU PIATTAFORMA VOIP
- RECUPERO DELL'IMPIANTO DOMESTICO



Tipologie di accesso in Fibra Ottica FTTx: FTTH, FTTB, FTTC e FTTE

Architetture FTTx

Le architetture FTTx fanno riferimento al grado di diffusione della fibra ottica nella rete di accesso.

Si distinguono 4 tipologie di architetture FTTx:

- ▶ **FTTE (Fiber To The Exchange)** → **Fibra fino alla prima centrale TIM e rame dalla centrale fino ai clienti finali**
- ▶ **FTTCab (Fiber To The Cabinet)** → **Fibra fino all'Armadio Ripartilinea TIM e rame dall'armadio fino ai clienti finali**
- ▶ **FTTB (Fiber To The Building) o FTTdP (Fiber To The Distribution Point)** → **Fibra fino all'ultima chiostrina (all'interno o esterno dell'edificio) e rame dalla chiostrina fino ai clienti finali (verticale di edificio)**
- ▶ **FTTH (Fiber To The Home)** → **Fibra fino al cliente finale (non è presente alcuna tratta della rete di accesso in rame)**

FTTCab [FTTE (*)]






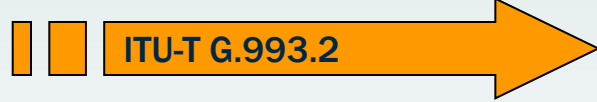
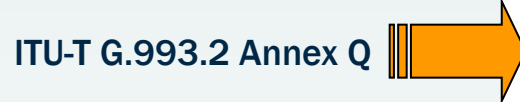

FTTB/FTTdP

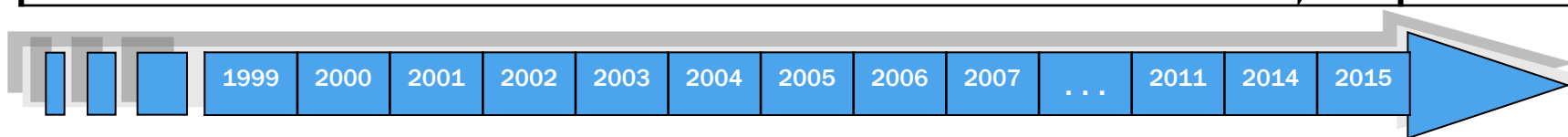
FTTH

Sono indicate anche come architetture per la Banda Ultra Larga (*) o NGAN in quanto permettono bit rate $\geq 30M$ in downstream

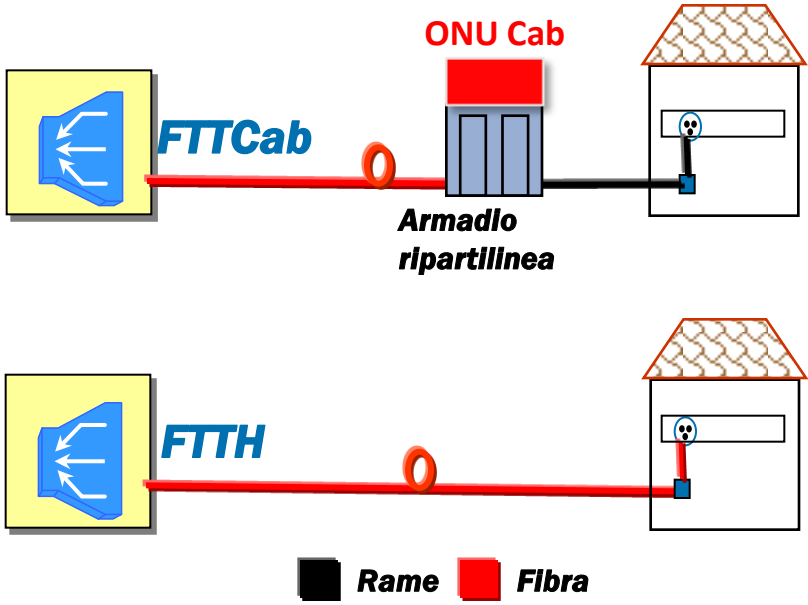
Tecnologie xDSL: standard di riferimento ed evoluzione

La seguente tabella riporta le tecnologie utilizzabili sulla rete di accesso

ADSL ADSL lite 	7 Mbps down, 800 kbps up
SHDSL 	2.3 Mbps symmetrical
ADSL2 ADSL2 lite 	8 Mbps down, 1 Mbps up
ADSL2+ 	24 Mbps down, 1 Mbps up
VDSL1 	55 Mbps down 15 Mbps up
VDSL2 17 MHz 	100 Mbps down 50 Mbps up
VDSL2 35 MHz 	200 Mbps 50 Mbps up
G.fast 106 MHz (futuro 212 MHz) 	500 Mbps DS+US (1000 Mbps)



Architetture NGAN: FTTH e FTTCab a confronto



← Sopralzo UBB

← Armadio ripartilinea (terminazione rete rame secondaria)

	Velocità in DS [Mbit/s]	Capex/linea	Velocità di deployment
FTTH	>100 Mbit/s		Primaria + secondaria + building
FTTCab	30 ÷ 100 Mbit/s	-75%	Primaria + cab -60/75%

Architetture FTTx – Le scelte di TIM

TIM per lo sviluppo della propria rete utilizza le seguenti architetture:

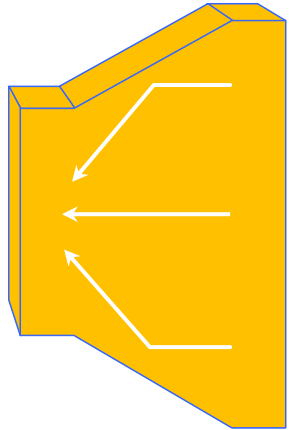
- ▶ **FTTE (*)** → *Dispiegata in tutta Italia attraverso gli apparati DSLAM con tecnologia di accesso di tipo ADSL2+ (nelle vecchie centrali anche ADSL)*
- ▶ **FTTCab** → *In fase di deployment nelle più importanti città italiane. Utilizza apparati OLT ed ONU con tecnologia di accesso di tipo VDSL2*
- ▶ **FTTH** → *Sviluppata nella città di Milano ed a breve in altre grandi città. Utilizza apparati OLT e tecnologia trasmissiva di tipo GPON*



La rete NGAN è sviluppata essenzialmente con architetture(*) FTTCab ed FTTH ed un approccio orientato a posporre il più possibile nel tempo gli investimenti ...

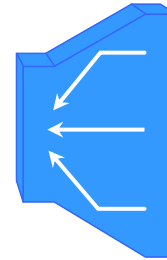
Simbologia utilizzata

Le slide che seguono descrivono gli elementi di rete e l'architettura realizzativa di principio delle diverse tipologie di deployment FTTx presenti in rete. La simbologia utilizzata è riassunta qui sotto.



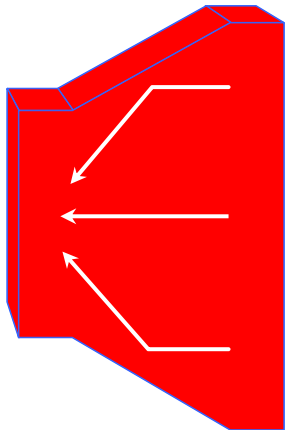
OLT (Optical Line Termination)

Raccolta di ONU, MSAN, Nodi Mobili (2G, 3G e 4G) e clienti FTTH (GPON)



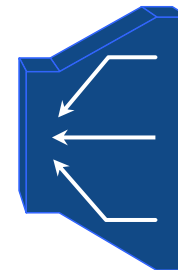
ONU (Optical Network Unit)

Raccolta di clienti VDSL2



DSLAM IP (DSL Access Multiplexer IP)

Raccolta di clienti ADSL2+, clienti SHDSL, Nodi Mobili (2G e 3G)



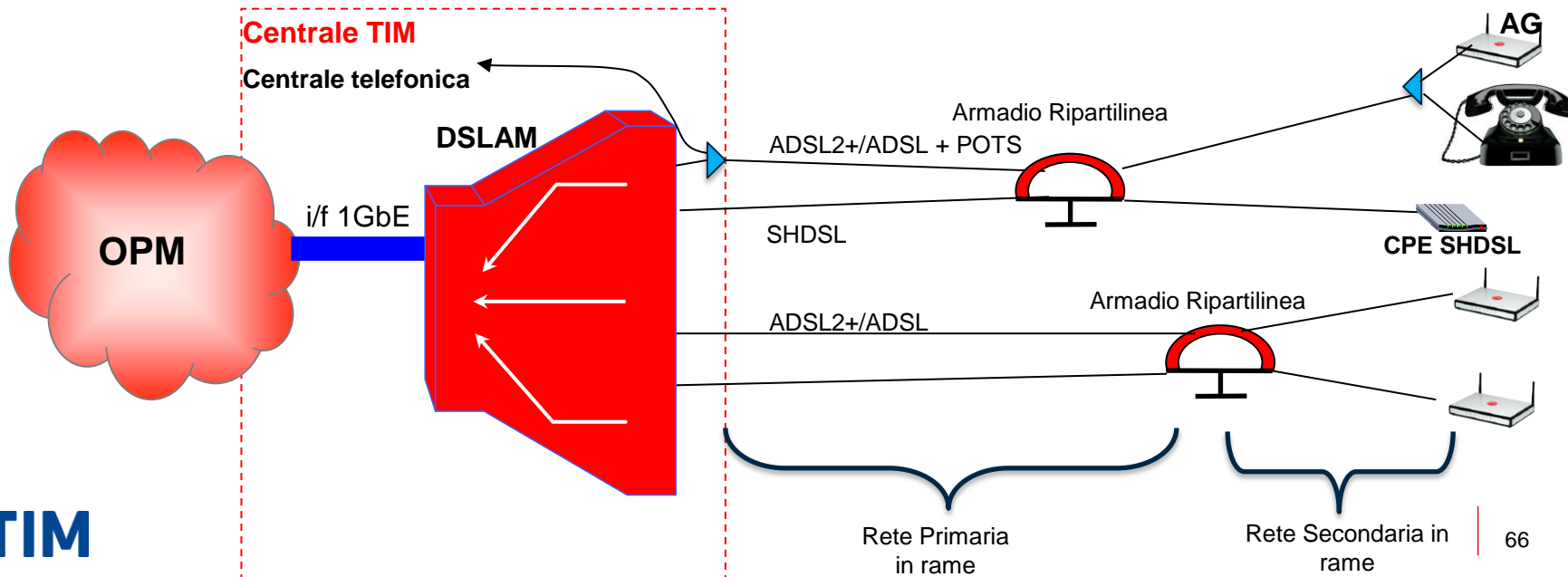
MSAN (Multi Service Access Node)

Raccolta di clienti ADSL2+/VDSL2 e POTS

Architettura FTTE (ADSL2+) – Elementi fondamentali

Caratteristiche principali:

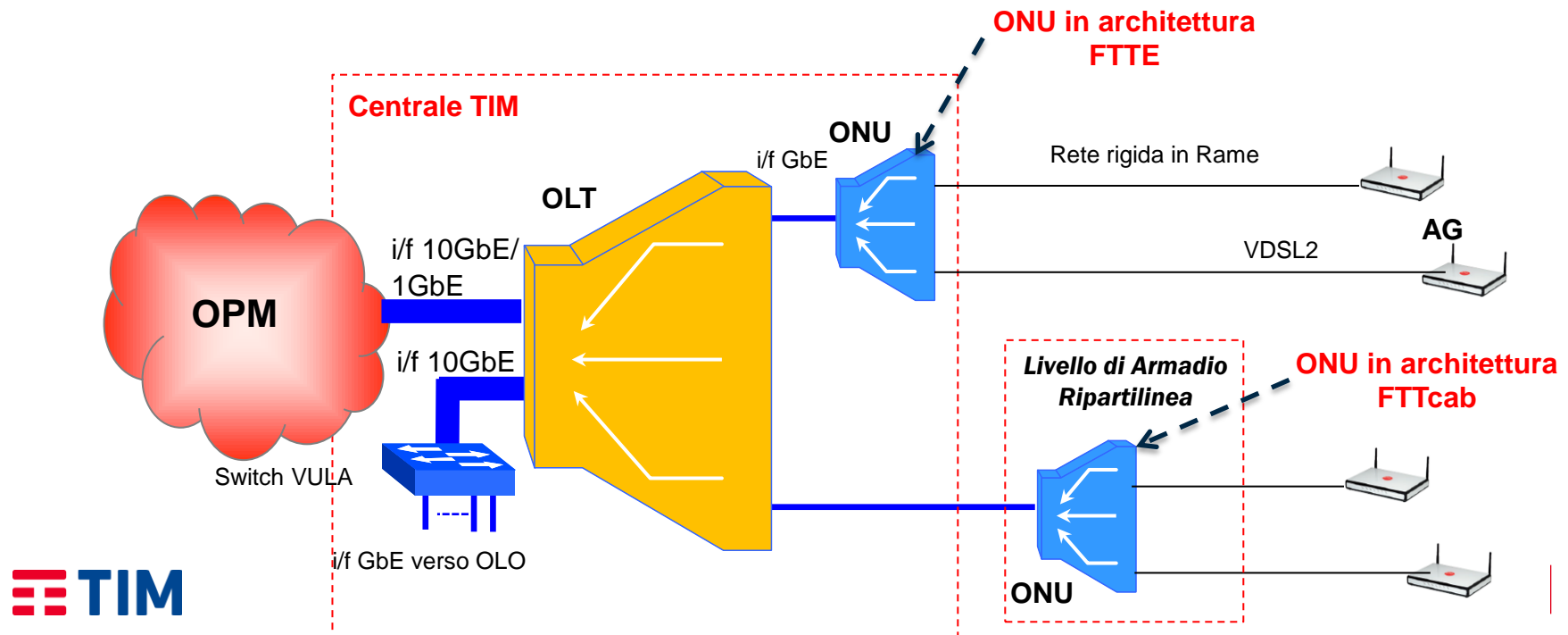
- Architettura FTTE con tecnologia ADSL/ADSL2+/SHDSL su rete di accesso in rame
- DSLAM posizionato in centrale in grado di raccogliere accessi (clienti finali) con:
 - Tecnologia ADSL2+/ADSL (accessi asimmetrici)
 - Tecnologia SHDSL (accessi simmetrici: essenzialmente clienti Business o Wholesale)
- DSLAM connesso alla rete OPM usualmente con interfaccia 1Gbps
- Il DSLAM è in grado di raccogliere circa 800 clienti. È possibile connettere altri due DSLAM in configurazione subtending (totale 3 DSLAM per catena)



Architettura FTTE (VDSL2)- Elementi fondamentali

Caratteristiche principali:

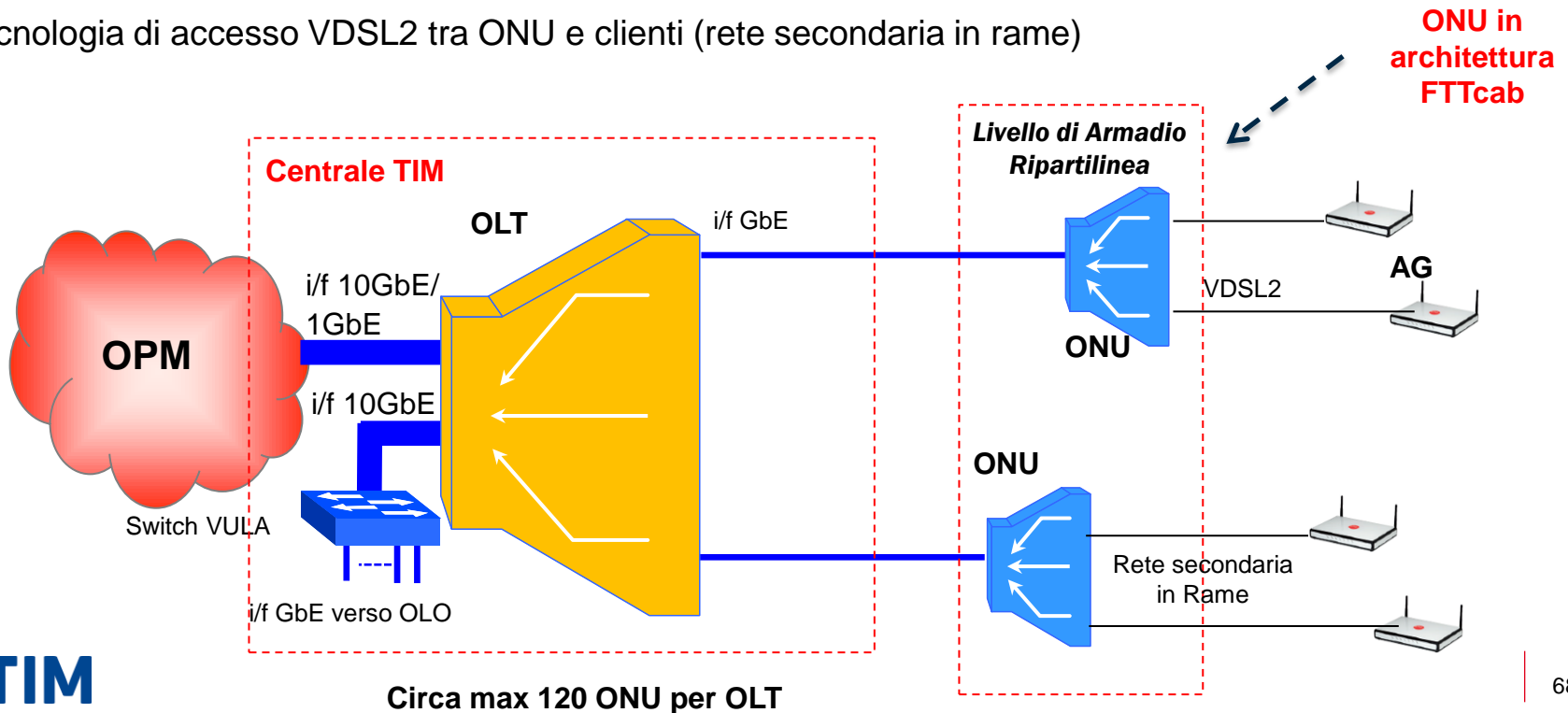
- Architettura FTTE per NGAN utilizzata solo su rete in rame rigida (ossia senza Armadio Ripartilinea)
- OLT d ONU posizionati in centrale (ONU collocato con OLT)
- Connessione punto-punto 1GbE tra OLT ed ONU
- ONU da 48 porte di prima generazione od ONU da 192 porte di terza generazione.
- Tecnologia di accesso VDSL2 tra ONU e clienti (rete rigida)



Architettura FTTCab – Elementi fondamentali (1 di 2)

Caratteristiche principali:

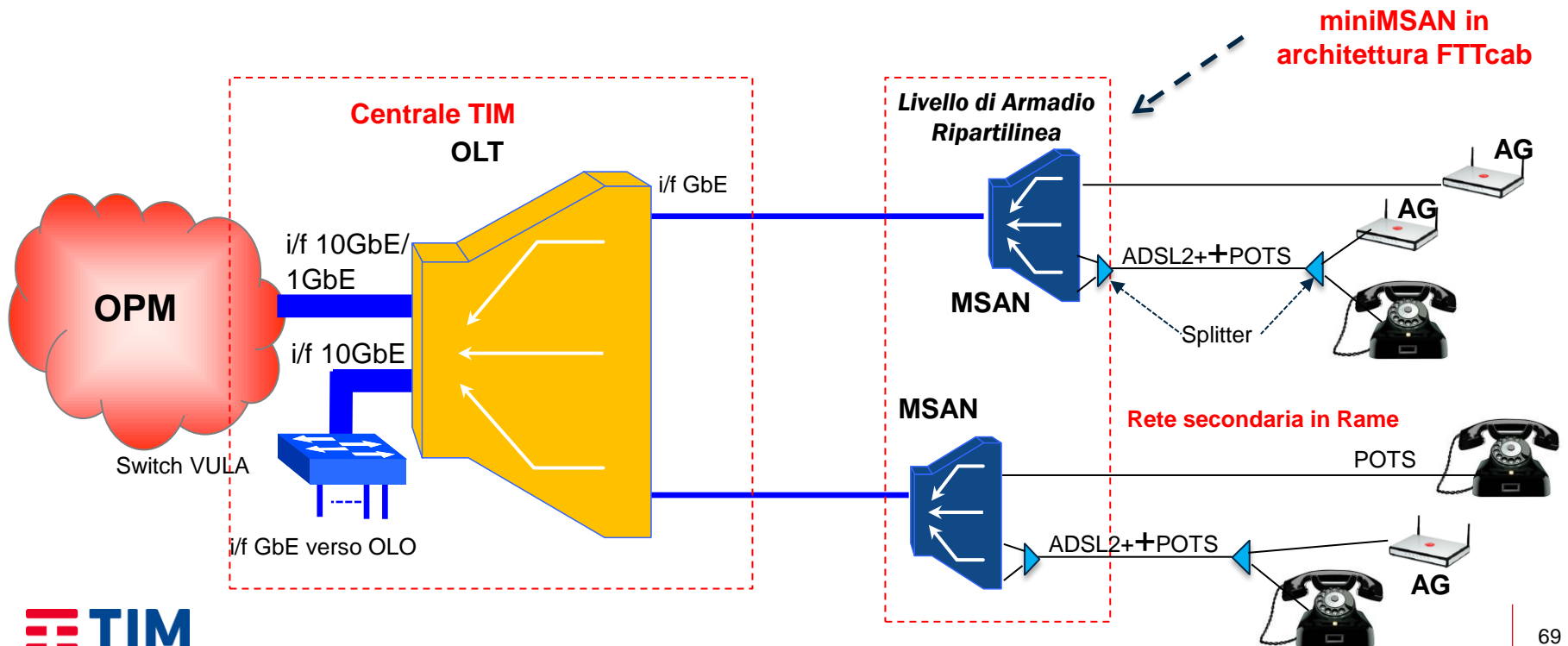
- OLT posizionato in centrale ed ONU vicino Armadio Ripartilinea
- Alimentazione ONU, due alternative:
 - telealimentata dalla centrale attraverso doppiini della primaria (la maggior parte delle ONU 48porte)
 - Alimentata localmente (tutte le ONU da 192porte e qualche ONU da 48porte)
- Connessione punto-punto 1GbE tra OLT ed ONU
- ONU fino a 48 o 192 porte VDSL2 (max 48 o 192 clienti)
- Tecnologia di accesso VDSL2 tra ONU e clienti (rete secondaria in rame)



Architettura FTTCab – Elementi fondamentali (2 di 2)

L'architettura FTTCab è utilizzata anche per raccogliere i miniMSAN stradali

- OLT posizionato in centrale e (mini) MSAN vicino Armadio Ripartilinea
- Gli MSAN sono sempre alimentati in locale
- Connessione punto-punto 1GbE tra OLT e miniMSAN
- Equipaggio tipico di MSAN: 128 porte POTS+ 64 (o 96) porte ADSL2+/VDSL2 (è possibile variarlo distribuendo in modo diverso le cards POTS ed ADSL2+/VDSL2)
- Più miniMSAN possono essere posti in configurazione parenting/subtending



Architettura FTTH – Elementi fondamentali

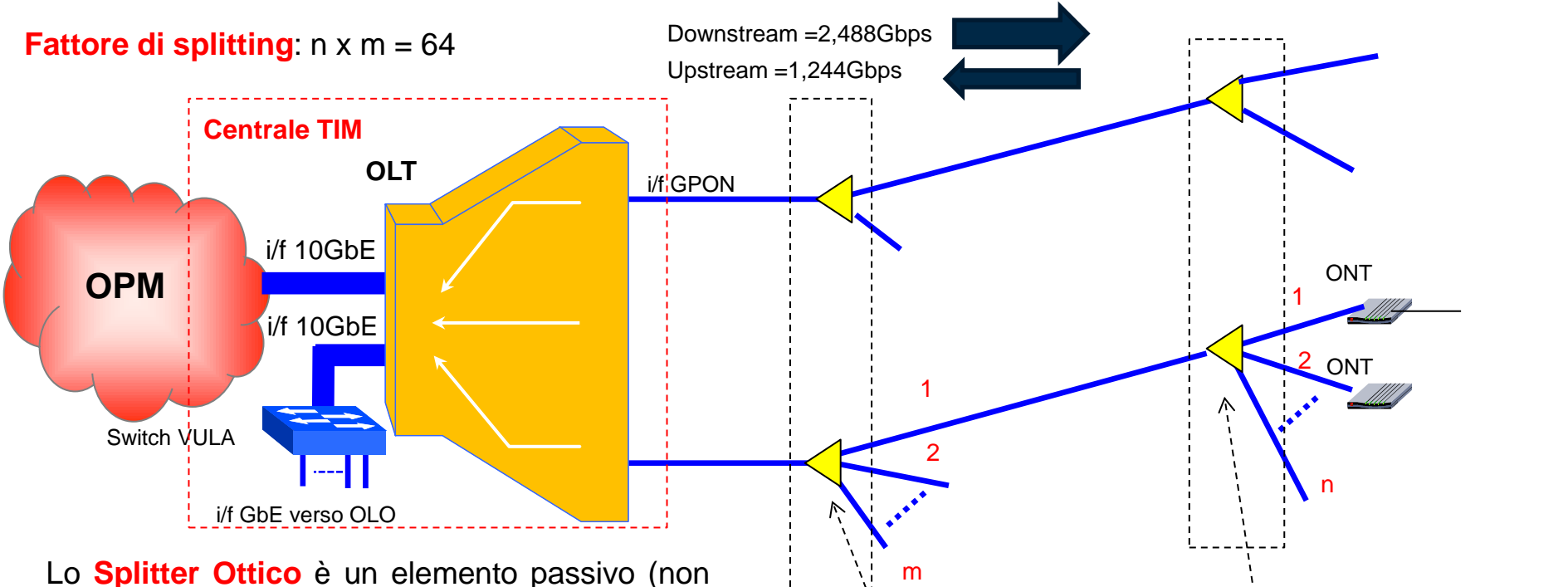
Gli elementi fondamentali sono: OLT, ONT, fibra ottica e splitter ottici.

Fattore di splitting: $n \times m = 64$

Velocità per ciascun Albero GPON

Downstream = 2,488Gbps

Upstream = 1,244Gbps



Lo **Splitter Ottico** è un elemento passivo (non alimentato) col seguente comportamento:

- nel senso US somma i contributi di luce provenienti dai suoi rami di ingresso sul ramo di uscita.
- Nel senso DS ricopia la luce dal ramo di ingresso su tutti i rami di uscita

Splitter posti al livello di Armadio Ripartilinea (**CNO** = Centro Nodale Ottico)

Splitter posti alla Base del Building (**ROE** = Ripartitore Ottico di edificio)

FTTCab: ONU di Prima generazione

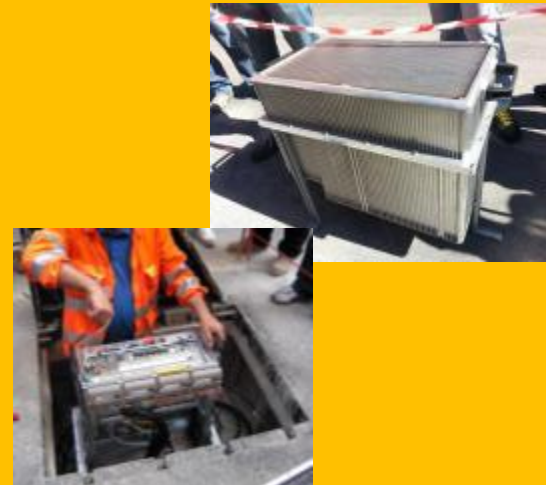
ONU Modulare o PizzaBox (48 porte)



Sopralzo 48 porte VDSL2 installato su armadio stradale



Sopralzo 48 porte VDSL2 installato su colonnina affiancata ad armadio



ONU da 48 porte VDSL2 installato in pozzetto affiancato ad armadio

FTTCab: ONU di Seconda generazione

ONU Compatta (48 porte)



FTTCab: ONU di Terza generazione

ONU Modulare (sino a 192 porte)



ALU: iSAM 7363 MX-6

- ▶ Dimensioni: 88x442x245 (HxWxD)
- ▶ Equipaggiamento: 6 schede da 32 porte VDSL2



Huawei: MA5616

- ▶ Dimensioni: 88,1x442x245 (HxWxD)
- ▶ Equipaggiamento: 4 schede da 48 porte VDSL2



Selta: SAMBHA200

- ▶ Dimensioni: 110x482x260 (HxWxD)
- ▶ Equipaggiamento: 6 schede da 32 porte VDSL2

