

## Capitolo 2

Livello Fisico

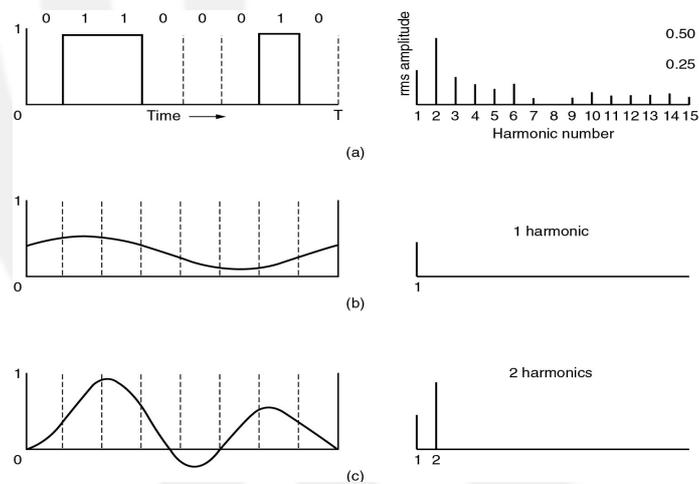
## Teoria della comunicazione

- Fourier Analysis
- Bandwidth-Limited Signals
- Modulation
- Error sources
- Maximum Data Rate of a Channel

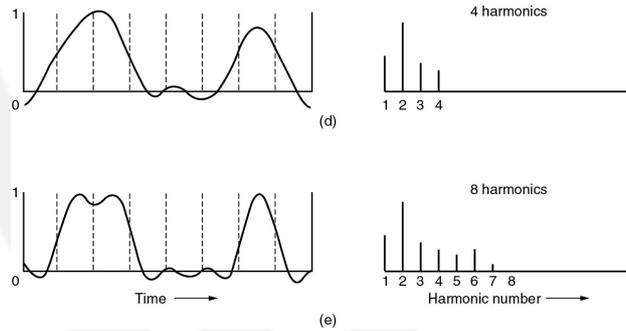
## Nemici della trasmissione

- Attenuazione
- Distorsione
- Rumore
  - Esterno
  - Diafonia o cross-talk

## Attenuazione



## Attenuazione (2)



5

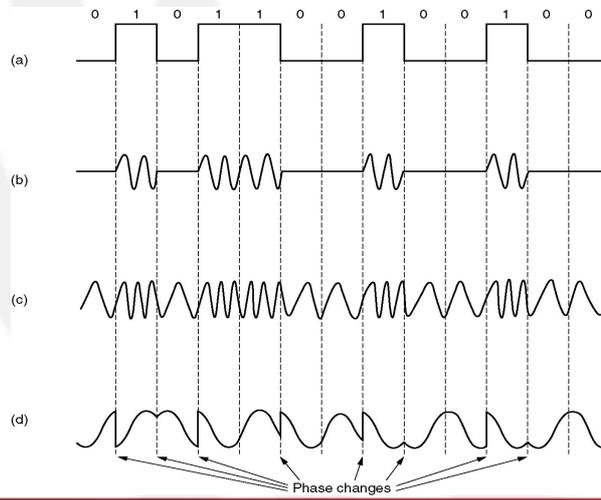
## Attenuazione (3)

Relation between data rate and harmonics.

Bps	T (msec)	First harmonic (Hz)	# Harmonics sent
300	26.67	37.5	80
600	13.33	75	40
1200	6.67	150	20
2400	3.33	300	10
4800	1.67	600	5
9600	0.83	1200	2
19200	0.42	2400	1
38400	0.21	4800	0

6

## Modulazioni



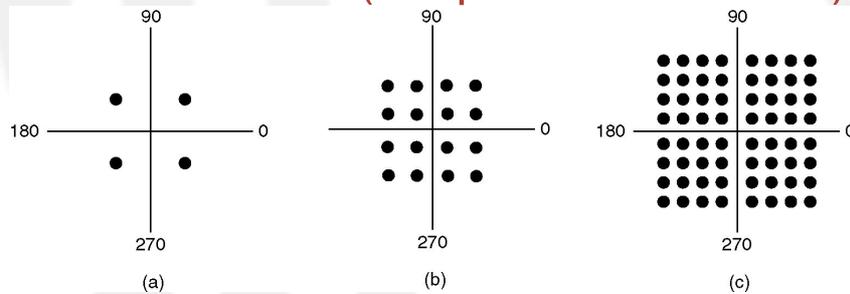
7

## Baud e bit

- Baud
- Baud rate
- Bitrate e Baud rate

8

## Costellazioni (frequenza costante)



- (a) QPSK.
- (b) QAM-16.
- (c) QAM-64.

## Limiti teorici sulla velocità di trasmissione

- Limite di Nyquist (no rumore)

$$V_{bit} = 2H \log_2 V_{baud}$$

- Limite di Shannon (rumore termico)

$$V_{bit} = H \log_2 (1 + SNR_{dB})$$

## Trasmissione su cavo

- Doppino in rame (copper twisted pair cable)
- Fibra ottica

## Doppino in rame

- Trasmissione bilanciata o differenziale
  - Non serve riferimento di massa comune tra TX e RX
  - Elevata immunità ai rumori (ingresso e uscita)
  - Attorcigliamento
- Tipologie:
  - Non schermato: un-shielded twisted pair (UTP)
  - Schermato: shielded twisted pair (STP)

## Doppino in rame non schermato



(a)

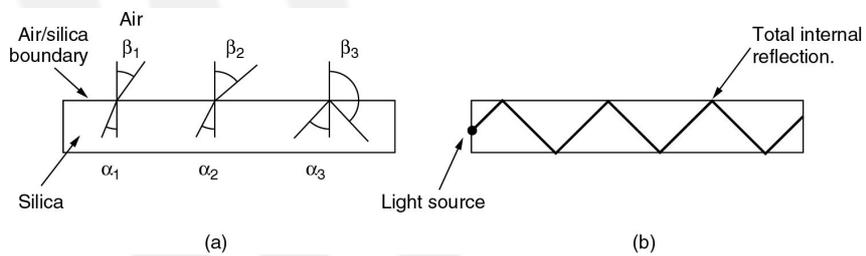


(b)

(a) Category 3 UTP.

(b) Category 5 UTP.

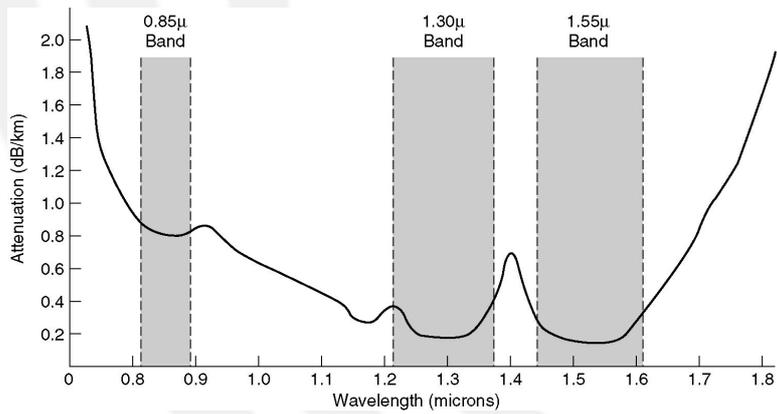
## Fibra ottica



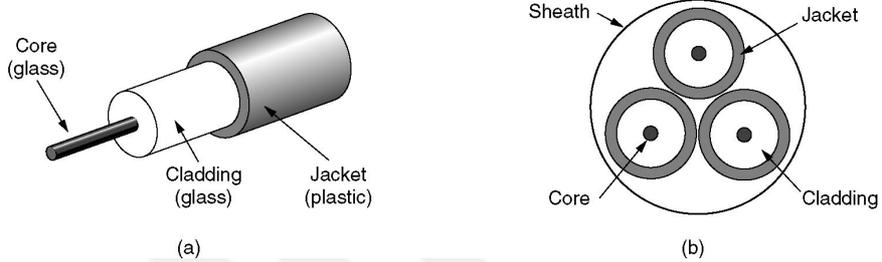
(a)

(b)

## Attenuazione in funzione del colore



## Cavi in fibra

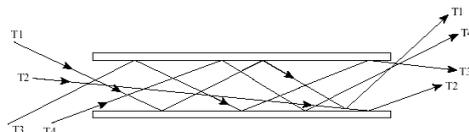


## Tipi di fibra ottica

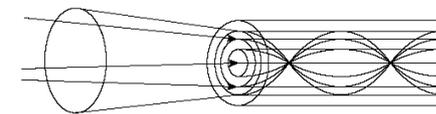
- Multimodale
  - 62.5/125 micron (core/cladding)
  - Step-index
  - Graded-index
  - LED
- Monomodale
  - 10/125 micron (core/cladding)
  - Laser

## Tipi di fibra ottica (2)

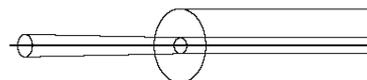
Multimodale step-index



Multimodale graded-index



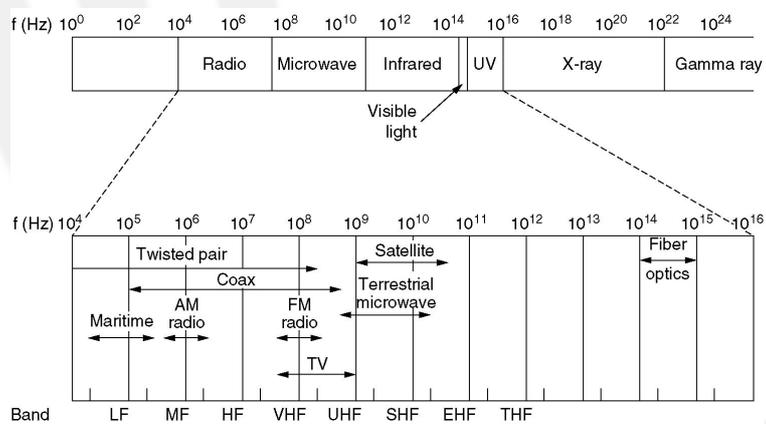
Monomodale



## Trasmissione wireless

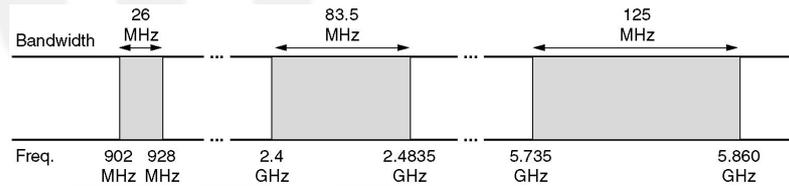
- The Electromagnetic Spectrum
- Radio Transmission
- Microwave Transmission
- Infrared and Millimeter Waves
- Lightwave Transmission

## Lo spettro elettromagnetico



## Assegnazione delle frequenze radio

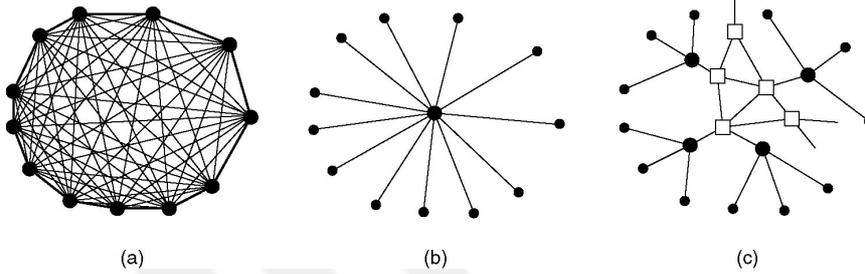
### Le bande ISM



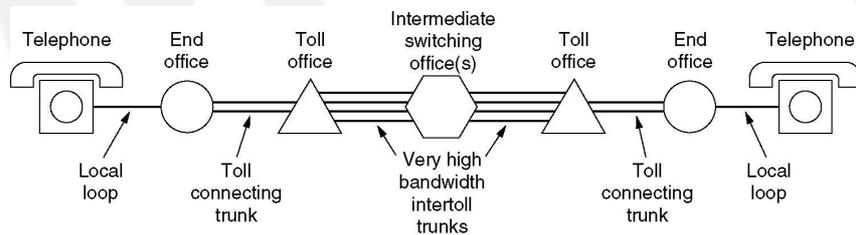
## Comunicazioni tramite satellite

- Geostationary Satellites
- Medium-Earth Orbit Satellites
- Low-Earth Orbit Satellites
- Satellites versus Fiber

## Struttura del sistema telefonico



## Struttura del sistema telefonico (2)



## Struttura del sistema telefonico (3)

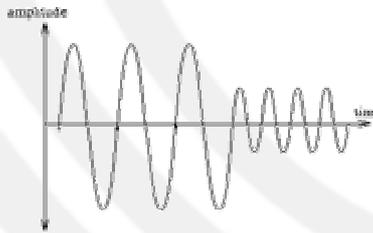
- Local loops
  - Analog twisted pairs going to houses and businesses
- Trunks
  - Digital fiber optics connecting the switching offices
- Switching offices
  - Where calls are moved from one trunk to another

## Telefonia analogica e digitale

- I normali telefoni (non ISDN) generano un segnale analogico corrispondente al suono acquisito dal microfono.
- Il segnale vocale sul local loop e' analogico
- Nella prima centrale telefonica il segnale analogico viene trasformato in digitale.
- La conversazione e' trasmessa in maniera digitale nella rete dell'operatore telefonico.
- Nella centrale a cui e' attaccato il ricevente la conversazione digitale e' convertita in segnale analogico che viene trasmesso al telefono destinatario.

## Generazione dei suoni

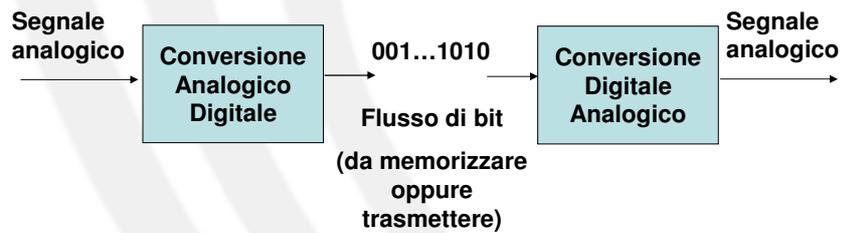
- I suoni sono generati da onde di pressione dell'aria che fanno vibrare la membrana dell'orecchio
  - L'ampiezza delle vibrazioni determina l'intensità (volume) del suono.
  - La frequenza di vibrazione determina l'acutezza del suono.
  - Il segnale ha sempre media nulla



## Conversione analogico/digitale

- La pressione dell'aria varia nel tempo assumendo **valori continui** esprimibili mediante **numeri reali** (segnale analogico).
- Affinché tali valori possano essere elaborati occorre trasformarli in una **sequenza discreta** di numeri binari interi con **precisione finita** (segnale digitale)
- Due azioni:
  - campionamento
  - quantizzazione

## Conversione analogico/digitale

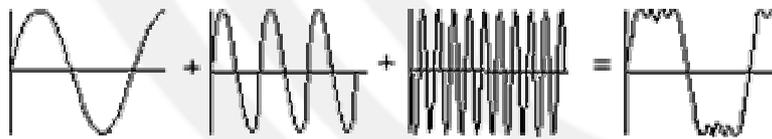


## Campionamento di un segnale

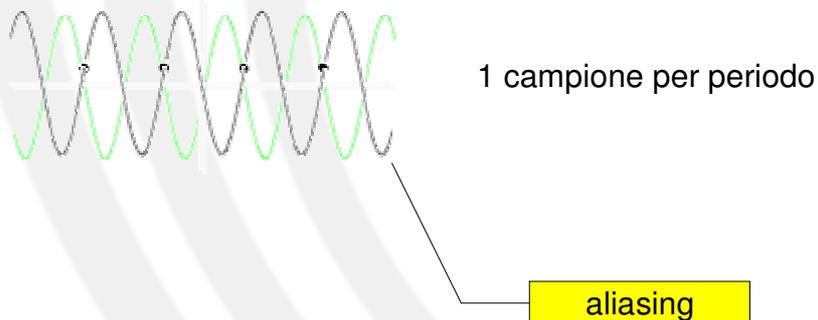
- Per catturare la variazione di un segnale nel tempo occorre ripetere la misura ad intervalli regolari di tempo.
- Intuitivamente più il segnale varia velocemente e maggiore deve essere la frequenza di campionamento.

## Teorema del campionamento

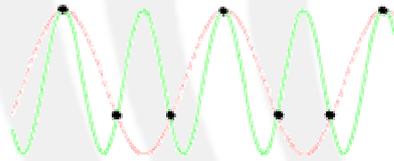
- Un segnale può sempre essere rappresentato come **somma di sinusoidi** (rappresentazione in frequenza).
- Per ricreare fedelmente un segnale occorre catturare **tutte** le sinusoidi che lo compongono.



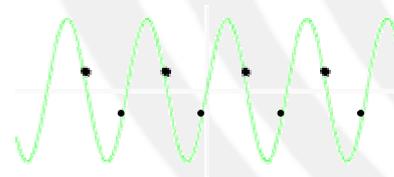
## Teorema del campionamento (2)



## Teorema del campionamento (3)



1.5 campioni per periodo



**2 campioni per periodo**

## Teorema del campionamento (4)

- Per riprodurre fedelmente una sinusoide occorrono 2 campioni per periodo.
- La frequenza di campionamento deve essere doppia della frequenza della sinusoide.
- Se il segnale da campionare ha larghezza di banda  $f$  allora la sua componente sinusoidale a frequenza più alta ha periodo  $T=1/f$ .
- Quindi la frequenza di campionamento di tale segnale deve essere doppia della larghezza di banda del segnale (Teorema di Nyquist).

## Conversione analogico/digitale della voce

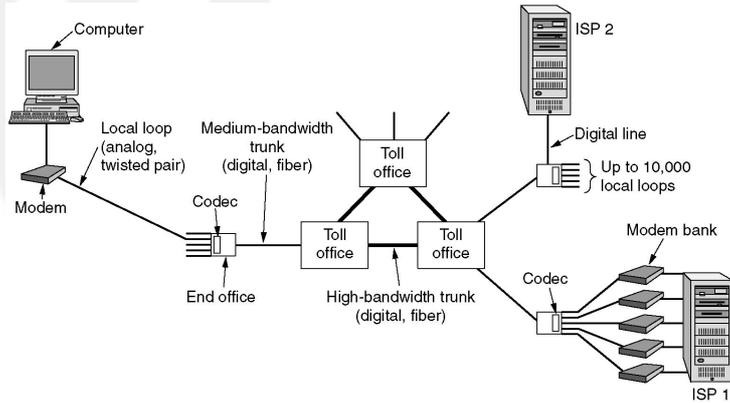
- Si assume che il contenuto principale della voce sia nell'intervallo [300-3300] Hz.
- Si mette un filtro anti-aliasing per eliminare le frequenze superiori a 4 kHz.
- Frequenza di campionamento: 8000 Hz (cioè 8000 campioni/s).
- Ciascun campione è su 8 bit.
- Bitrate risultante: 64 kb/s.



## Trasmissione dati su linea tel: modem

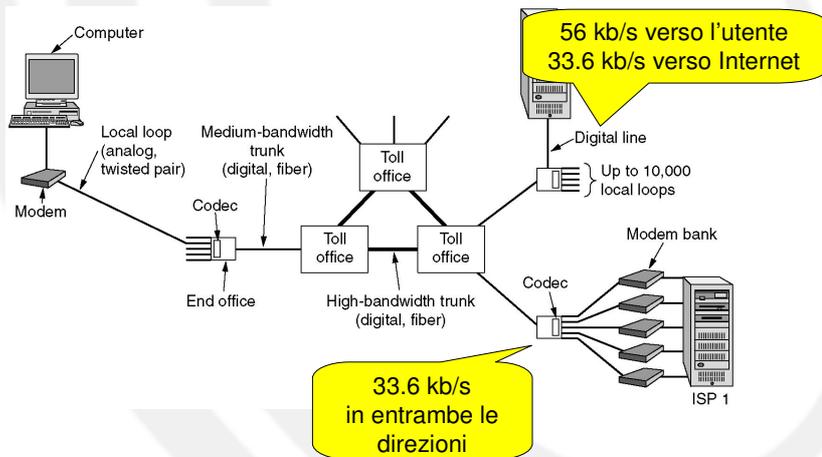
- Si utilizza la linea telefonica per trasmettere/ricevere dati (ad es. collegamento ad Internet).
- Si trasmettono i bit come suoni (MOdulazione/DEModulazione).
- La presenza del filtro anti-aliasing consente di raggiungere al max 33.6 kb/s (limite di Shannon)

## Trasmissione dati su linea tel: modem



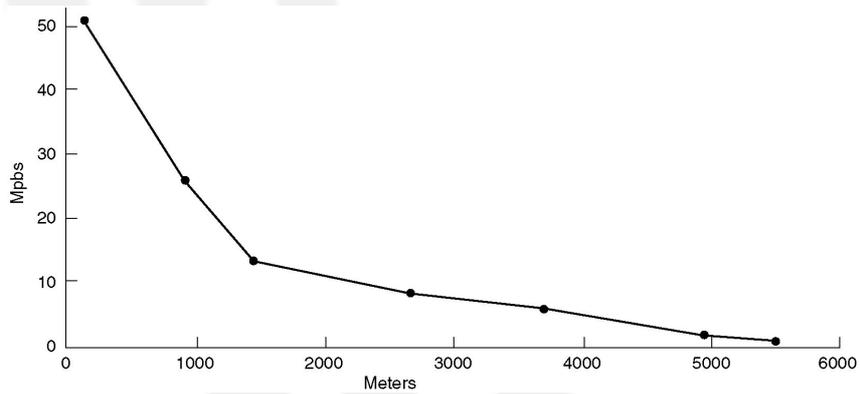
37

## Trasmissione dati su linea tel: modem

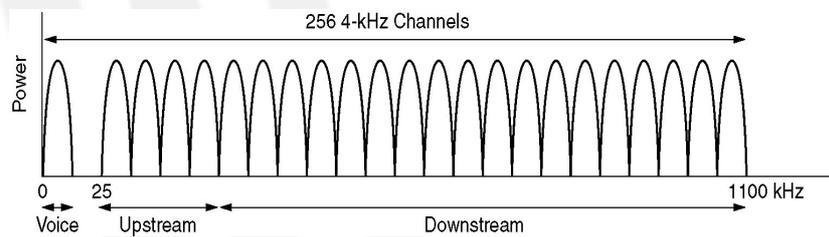


38

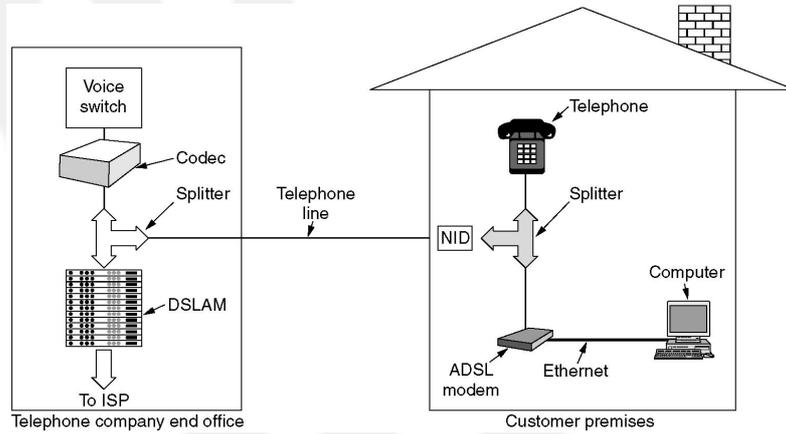
## Velocita' in funzione della distanza sul local loop



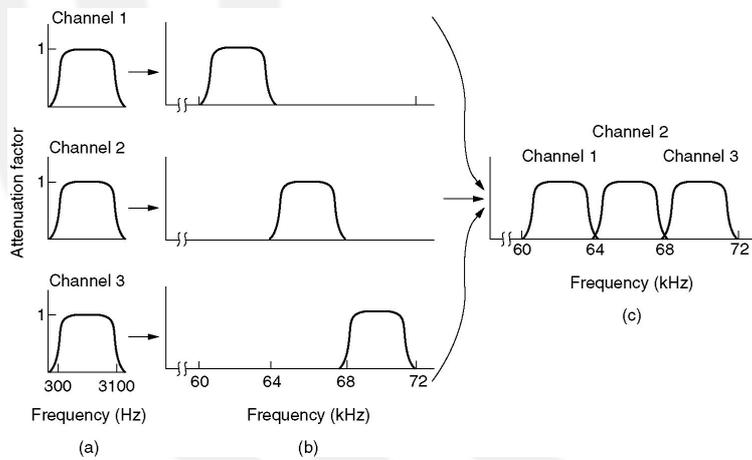
## xDSL



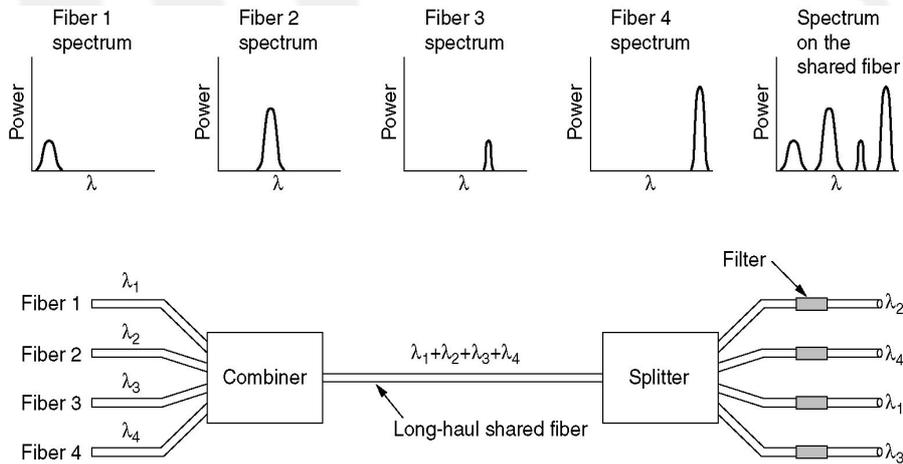
# Architettura xDSL



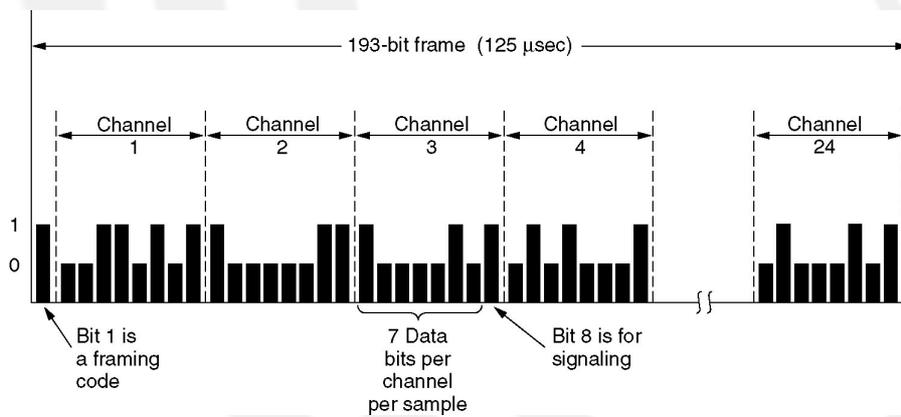
# Frequency Division Multiplexing



## Wavelength Division Multiplexing

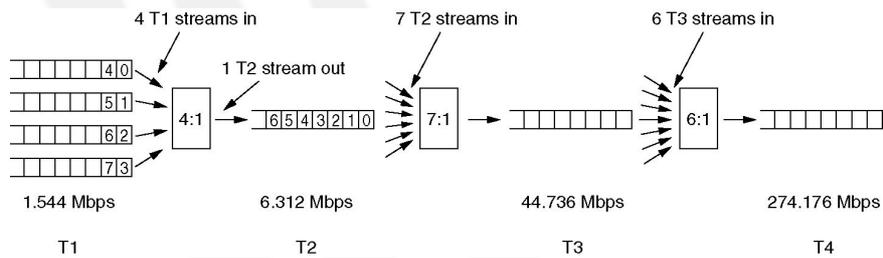


## Time Division Multiplexing

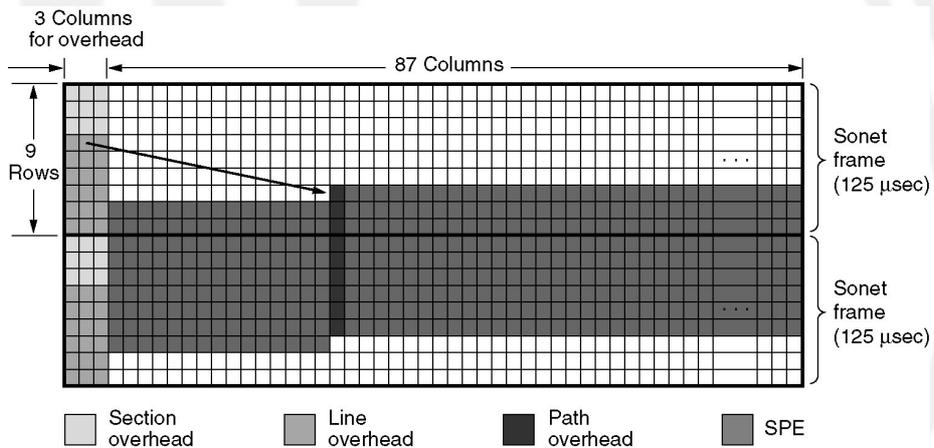


## Time Division Multiplexing (2)

Multiplexing T1 streams into higher carriers.



## Time Division Multiplexing (3)



## Time Division Multiplexing (4)

SONET		SDH	Data rate (Mbps)		
Electrical	Optical	Optical	Gross	SPE	User
STS-1	OC-1		51.84	50.112	49.536
STS-3	OC-3	STM-1	155.52	150.336	148.608
STS-9	OC-9	STM-3	466.56	451.008	445.824
STS-12	OC-12	STM-4	622.08	601.344	594.432
STS-18	OC-18	STM-6	933.12	902.016	891.648
STS-24	OC-24	STM-8	1244.16	1202.688	1188.864
STS-36	OC-36	STM-12	1866.24	1804.032	1783.296
STS-48	OC-48	STM-16	2488.32	2405.376	2377.728
STS-192	OC-192	STM-64	9953.28	9621.504	9510.912

47

## CDMA – Code Division Multiple Access

A: 0 0 0 1 1 0 1 1	A: (-1 -1 -1 +1 +1 -1 +1 +1)
B: 0 0 1 0 1 1 1 0	B: (-1 -1 +1 -1 +1 +1 +1 -1)
C: 0 1 0 1 1 1 0 0	C: (-1 +1 -1 +1 +1 +1 -1 -1)
D: 0 1 0 0 0 0 1 0	D: (-1 +1 -1 -1 -1 -1 +1 -1)

(a)

(b)

Six examples:

-- 1 -	C	$S_1 = (-1 +1 -1 +1 +1 +1 -1 -1)$
- 1 1 -	B + C	$S_2 = (-2 0 0 0 +2 +2 0 -2)$
1 0 --	A + B	$S_3 = (0 0 -2 +2 0 -2 0 +2)$
1 0 1 -	A + B + C	$S_4 = (-1 +1 -3 +3 +1 -1 -1 +1)$
1 1 1 1	A + B + C + D	$S_5 = (-4 0 -2 0 +2 0 +2 -2)$
1 1 0 1	A + B + C + D	$S_6 = (-2 -2 0 -2 0 -2 +4 0)$

(c)

$S_1 \cdot C = (1 +1 +1 +1 +1 +1 +1)/8 = 1$   
 $S_2 \cdot C = (2 +0 +0 +0 +2 +2 +0 +2)/8 = 1$   
 $S_3 \cdot C = (0 +0 +2 +2 +0 -2 +0 -2)/8 = 0$   
 $S_4 \cdot C = (1 +1 +3 +3 +1 -1 +1 -1)/8 = 1$   
 $S_5 \cdot C = (4 +0 +2 +0 +2 +0 -2 +2)/8 = 1$   
 $S_6 \cdot C = (2 -2 +0 -2 +0 -2 -4 +0)/8 = -1$

(d)

48

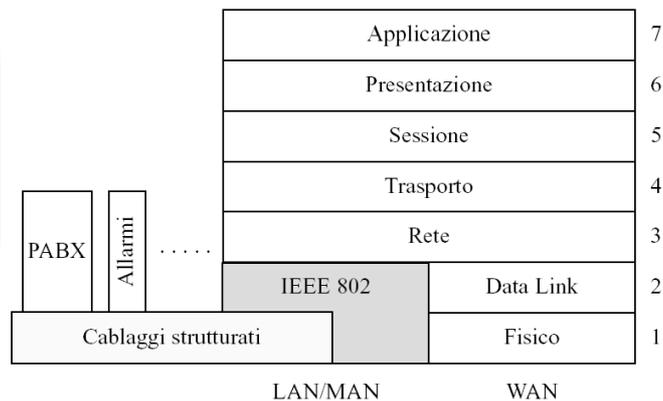
# IL CABLAGGIO STUTTURATO DEGLI EDIFICI

Pietro Nicoletti  
Silvano Gai

## Nota di copyright

- Questo insieme di trasparenze (detto nel seguito slides) è protetto dalle leggi sul copyright e dalle disposizioni dei trattati internazionali. Il titolo ed i copyright relativi alle slides (ivi inclusi, ma non limitatamente, ogni immagine, fotografia, animazione, video, audio, musica e testo) sono di proprietà degli autori indicati a pag. 1.
- Le slides possono essere riprodotte ed utilizzate liberamente dagli istituti di ricerca, scolastici ed universitari afferenti al Ministero della Pubblica Istruzione e al Ministero dell'Università e Ricerca Scientifica e Tecnologica, per scopi istituzionali, non a fine di lucro. In tal caso non è richiesta alcuna autorizzazione.
- Ogni altra utilizzazione o riproduzione (ivi incluse, ma non limitatamente, le riproduzioni su supporti magnetici, su reti di calcolatori e stampate) in toto o in parte è vietata, se non esplicitamente autorizzata per iscritto, a priori, da parte degli autori.
- L'informazione contenuta in queste slides è ritenuta essere accurata alla data della pubblicazione. Essa è fornita per scopi meramente didattici e non per essere utilizzata in progetti di impianti, prodotti, reti, ecc. In ogni caso essa è soggetta a cambiamenti senza preavviso. Gli autori non assumono alcuna responsabilità per il contenuto di queste slides (ivi incluse, ma non limitatamente, la correttezza, completezza, applicabilità, aggiornamento dell'informazione).
- In ogni caso non può essere dichiarata conformità all'informazione contenuta in queste slides.
- In ogni caso questa nota di copyright non deve mai essere rimossa e deve essere riportata anche in utilizzi parziali.

## Cablaggio strutturato



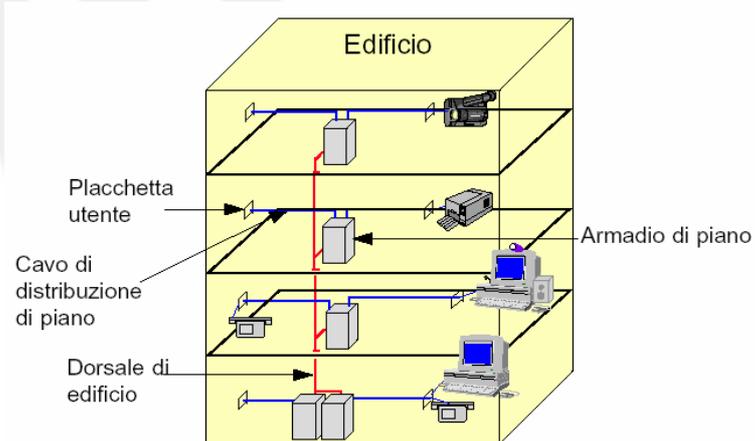
51

## Cos'è il cablaggio

- Il cablaggio è un insieme di componenti passivi posati in opera:
  - cavi, connettori, prese, permutatori, ecc.
    - opportunamente installati e predisposti per poter interconnettere degli apparati attivi (computer, telefoni, stampanti, monitor, ecc.)
- I sistemi di cablaggio si suddividono in:
  - proprietari:
    - IBM Cabling System, Digital DECconnect, ecc.
- strutturati (conformi a standard nazionali o internazionali):
  - TIA/EIA 568A, prEN 50173, ISO/IEC IS 11801

52

## Struttura del cablaggio



53

## Cosa integrare ?

- Reti locali
- Fonia
- Controllo accessi
- Video-sorveglianza
- Antifurto
- Allarmi (incendio, furto)

54

## Componenti

- Mezzi trasmissivi:
  - cavi in rame e fibre ottiche
- Strutture di permutazione
- Connettori, spine e prese
- Adattatori
- Apparati di protezione elettrica
- Materiali di supporto:
  - cassette, supporti, canaline, armadi, ecc.

## La problematica

- Necessità di sistemi di cablaggio standard per edifici commerciali è avvertita da associazioni di telecomunicazioni (TIA) e di calcolatori (EIA) nel 1985
  - nel 1991 approvano lo standard per cablaggio strutturato EIA/TIA 568
- Il sistema di cablaggio deve essere:
  - adatto ad un ambiente multiproduct/multivendor
  - indipendente dai prodotti di telecomunicazione
  - che verranno installati
  - pensato per essere realizzato contestualmente alla costruzione o ristrutturazione organica di un edificio

## Standard

- TIA/EIA 568A standard americano per i cablaggi di edifici commerciali di tipo office oriented:
  - approvato nel 1995:
    - riprende buona parte delle specifiche contenute nella precedente versione EIA/TIA 568 approvata nel 1991 (attualmente la più conosciuta)
    - include e migliora i contenuti dei precedenti bollettini EIA/TIA TSB 36, 40, 53
- ISO/IEC IS 11801 standard internazionale per i cablaggi di edifici commerciali di tipo office oriented:
  - approvato nel 1995

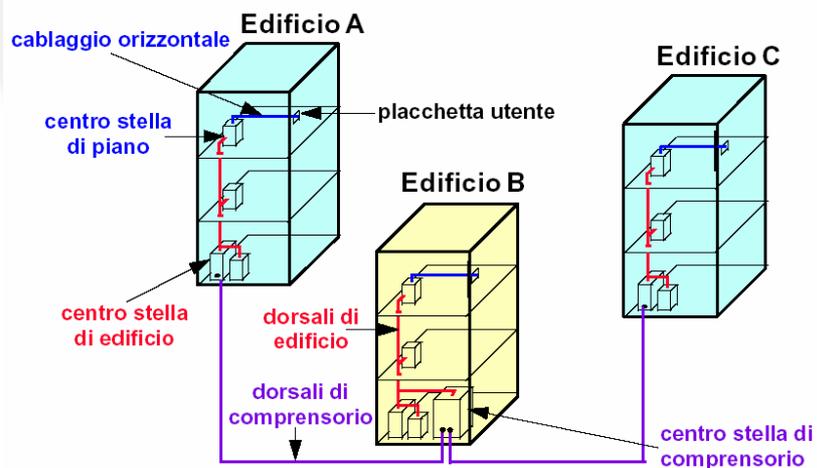
## Standard (2)

- PrEN 50173 bozza di standard europeo derivata da ISO/IEC IS 11801
- EIA/TIA 569 standard americano:
  - definisce le caratteristiche delle infrastrutture per il cablaggio
- EIA/TIA 570 standard americano:
  - definisce le specifiche del cablaggio in ambito residenziale
- TIA/EIA TSB 67 standard americano:
  - stabilisce le modalità di test e certificazione di un cablaggio strutturato

## Contenuti di uno standard

- Specifiche minime per il cablaggio di un gruppo di edifici costruiti su un unico appezzamento di suolo privato, detto comprensorio (campus)
- Specificano:
  - mezzi trasmissivi
  - topologie
  - distanze
  - connettori
  - norme per l'installazione
  - norme per il collaudo

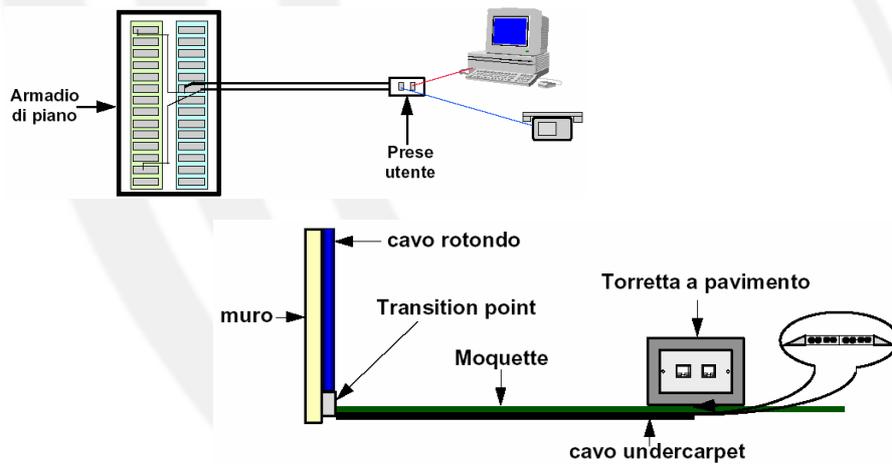
## Topologia del cablaggio



## Topologia del cablaggio (2)

- L'armadio di piano:
  - Telecommunication Closet (TC)
- La presa utente:
  - Telecommunication Outlet (TO)
    - RJ45 per cavi a 4 coppie

## Topologia del cablaggio (3)

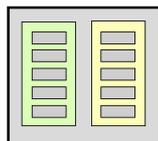


## Locale tecnico

- Contiene gli apparati attivi ed i sistemi di permutazione
- Equipment Room (ER)
  - si distingue dal Telecommunication Closet per la maggiore complessità degli apparati ivi contenuti
- tutte le funzioni di un TC possono essere fornite dal ER
- un edificio deve avere almeno un TC oppure una ER

## Pannello di permutazione

- Patch panel
- Può essere di 2 tipi:
  - pannello di permutazione per cavi rame
  - pannello di permutazione per le fibre ottiche



Pannello con permutatore telefonico



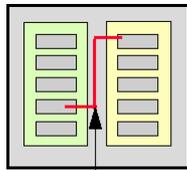
Pannello per cavi UTP con 16 RJ45



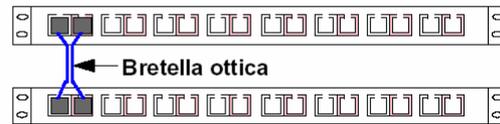
Pannello per fibre ottiche con 16 conn. SC

## Cavetto di permutazione

- patch cord
- serve per effettuare le permutazioni tra cavi entranti e cavi uscenti
- può essere di due tipi:
  - in cavo rame
  - in fibra ottica e viene chiamato “bretella ottica”



Cavetto di permutazione



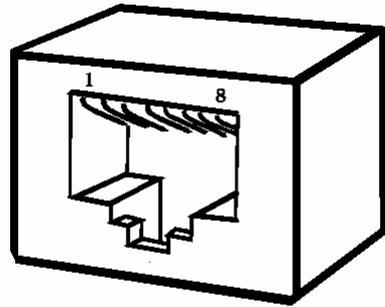
65

## Permutatore

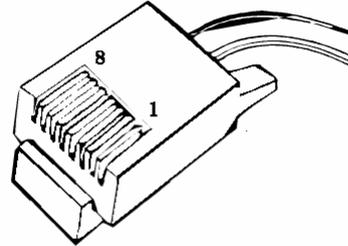
- cross-connect
- è costituito da due parti dove vengono terminati i cavi entranti e quelli uscenti:
- si possono effettuare per esempio delle permutazioni tra dorsali di edificio (cavi entranti) e distribuzione di piano (cavi uscenti)

66

## Spinotti e prese RJ45

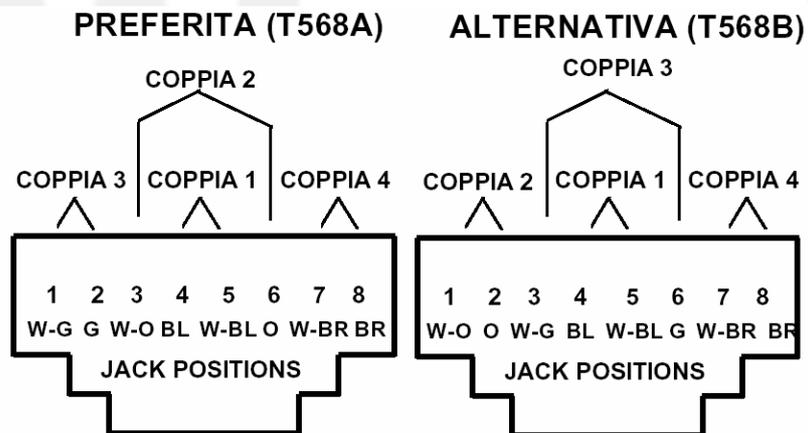


Presa Femmina da parete



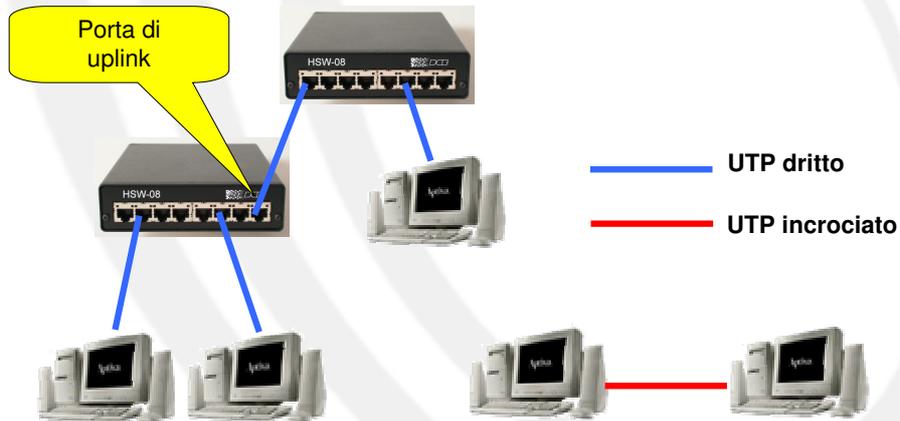
Spinotto (plug) maschio volante

## Coppie in cavi UTP



Vista frontale del connettore

## UTP dritti e incrociati



69

## Principali norme di installazione

- **Massima tensione di tiro ammessa 110 N (11.3 Kg) per prevenire la stiratura delle coppie**
- **Parte del cavo non ritorta sulla terminazione:**
  - categoria 4 ammette un massimo di 25 mm
  - categoria 5 ammette un massimo di 13 mm
- **Tutti i componenti passivi devono essere almeno della stessa categoria del cavo o superiore**
- **La distanza minima con eventuali cavi di alimentazione che corrono paralleli è di 15 cm**

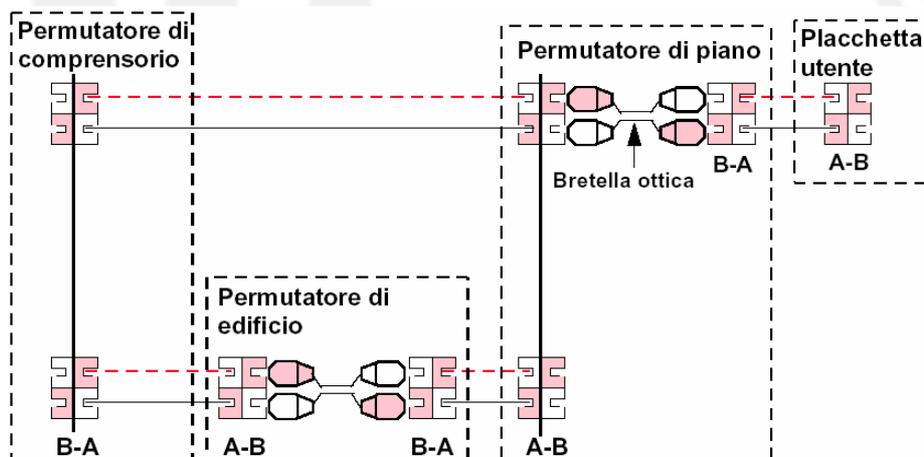
70

## Schermo e messa a terra

- Gli armadi vanno collegati all'impianto di terra dell'edificio
- Gli schermi dei cavi vanno collegati alla terra nell'armadio di piano
- Bisogna garantire una continuità elettrica dello schermo dei cavi lungo tutto il percorso
- L'impianto di terra deve garantire una differenza di potenziale inferiore a 1V r.m.s. tra due punti qualunque di connessione
  - in caso contrario bisogna usare la fibra ottica per evitare i rischi di elevata corrente lungo lo schermo

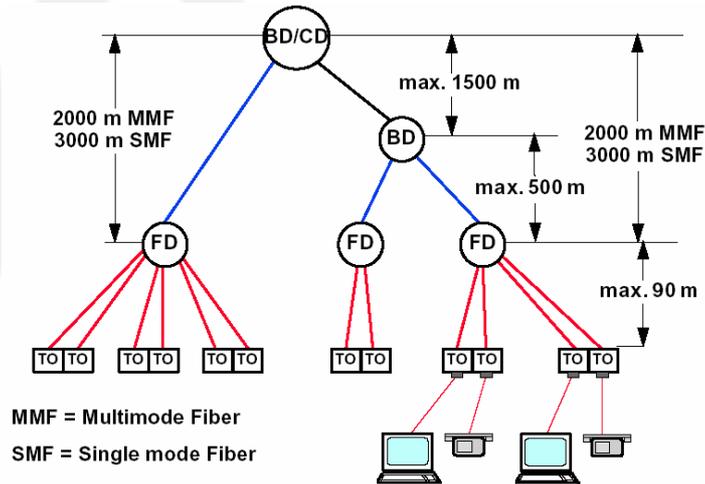
71

## Cablaggio fibra ottica



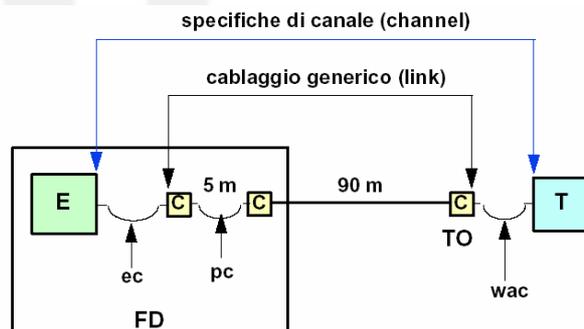
72

## Limiti distanze (ISO/IEC IS 11801)



73

## Cablaggio orizzontale



FD floor distributor  
E equipment (apparecchiatura)  
c connessione  
T apparato terminale  
TO telecommunication outlet

ec equipment cable  
pc patch cord  
wac work area cable  
 $ec + pc + wac \leq 10 \text{ m}$

74