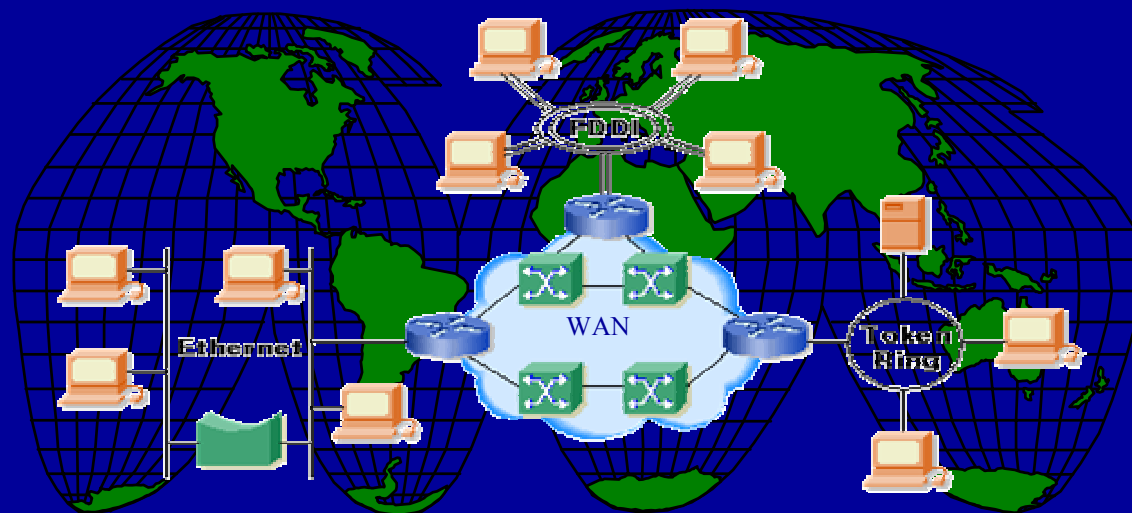


Il Cablaggio Strutturato



Cos'è il cablaggio

- **Insieme di componenti passivi posati in opera:**
 - cavi
 - connettori
 - prese
 - permutatori, ecc.
- **Per interconnettere**
 - computer
 - telefoni
 - stampanti
 - monitor
 -

Le due tipologie di cablaggio

- **Proprietari:**
 - IBM Cabling System
 - Digital DECconnect
- **Strutturati (conformi a standard nazionali o internazionali):**
 - TIA/EIA 568A
 - ISO/IEC IS 11801
 - prEN 50173
 -

Cosa integrare?

- **Reti locali**
- **Terminali**
- **Fonia**
- **Controllo Accessi**
- **Rilevamento presenze**
- **Sicurezza**
- **TV a circuito chiuso**
 - Per la realizzazione di un edificio “intelligente”

Problematica e strategia

- **Progettare il cablaggio strutturato al pari degli impianti elettrici e idraulici, contestualmente a**
 - costruzione degli edifici
 - ristrutturazione
- **Necessità di sistemi di cablaggio standard per edifici commerciali**
 - regole standard per la progettazione e messa in opera
- **Primo standard**
 - 1991 EIA/TIA 568

Gli elementi 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.

Standard (1)

- **TIA/EIA 568A**
 - standard americano per i cablaggi di edifici commerciali di tipo office oriented:
 - approvato nel 1995:
 - riprende buona parte delle specifiche contenute in EIA/TIA 568
- **ISO/IEC 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**
 - definisce le caratteristiche minime per le infrastrutture edilizie degli edifici in cui debbano essere installati sistemi di cablaggio EIA/TIA 568
- **EIA/TIA 570 standard americano:**
 - definisce le specifiche del cablaggio in ambito residenziale
- **TIA/EIA TSB 67**
 - standard americano:
 - modalità di test e certificazione di un cablaggio strutturato

Normative specificate dagli standard

- **Definiscono l'ambito di adozione:**
 - Gruppo di edifici appartenenti ad un comprensorio (campus)
- **Descrivono:**
 - le topologie ammesse
 - elementi facenti parte del cablaggio
 - mezzi trasmissivi
 - dorsali
 - cablaggio orizzontale
 - norme per l'installazione
 - documentazione
 - norme per il collaudo
- **Fissano la durata minima di validità del progetto**

Campus

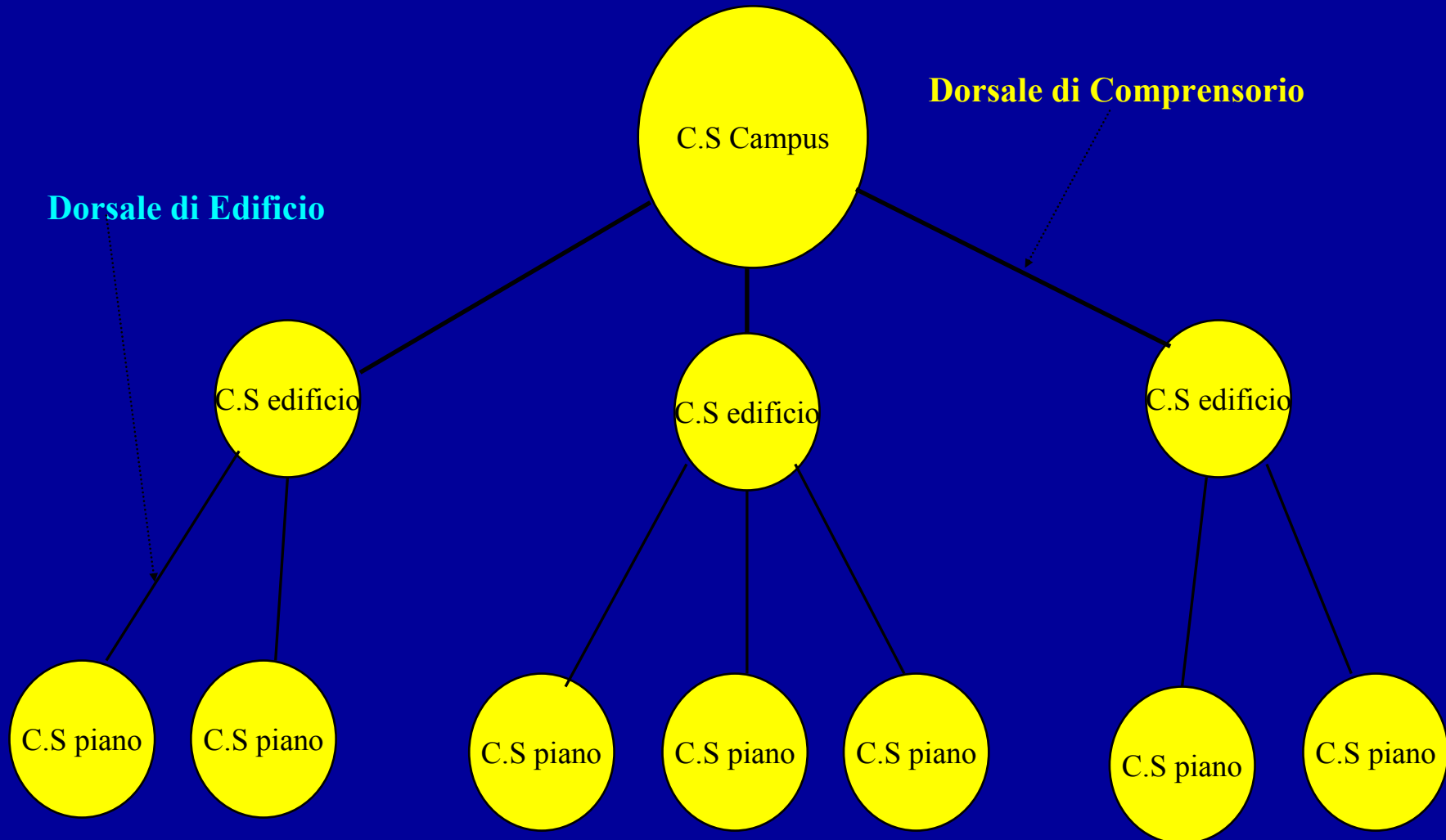
- **Gruppo di edifici facenti parte di uno stesso comprensorio (singolo appezzamento di suolo privato)**
 - **Si estende al massimo per 3.000 metri**
 - **Superficie massima di ciascun edificio 1.000.000 mq**
 - **Popolazione massima di ciascun edificio 50.000 persone**

Topologie per il cablaggio

- **Sia EIA/TIA 568A che ISO/IEC 11801 stabiliscono una topologia stellare gerarchica a tre livelli:**
 - **primo livello**
 - **centro stella di comprensorio**
 - **secondo livello**
 - **centro stella di edificio**
 - **terzo livello**
 - **centro stella (o armadio) di piano**

Topologia: un Campus di tre edifici

C.S Centro Stella



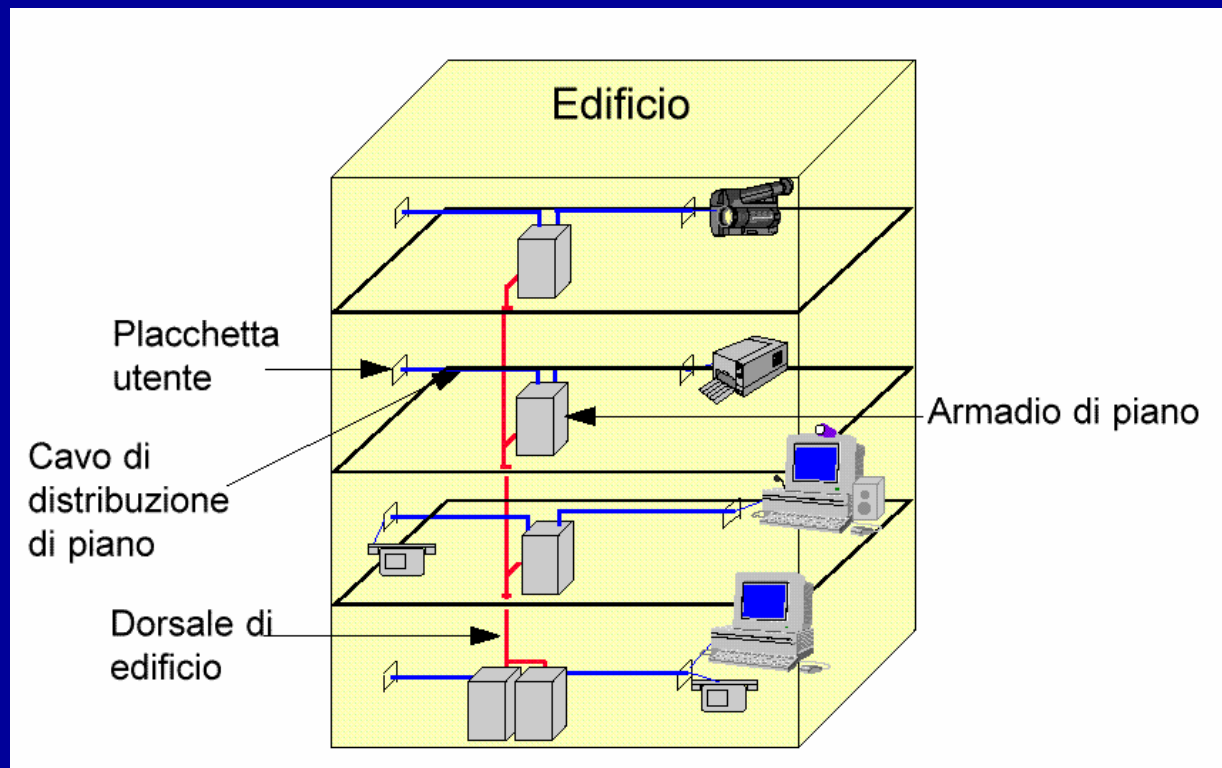
Topologia: Edificio

- Per ogni edificio

- Un cavo dorsale di distribuzione.

- Per ogni piano

- Un cavo di distribuzione
- Più placchette utente
- Un armadio di distribuzione

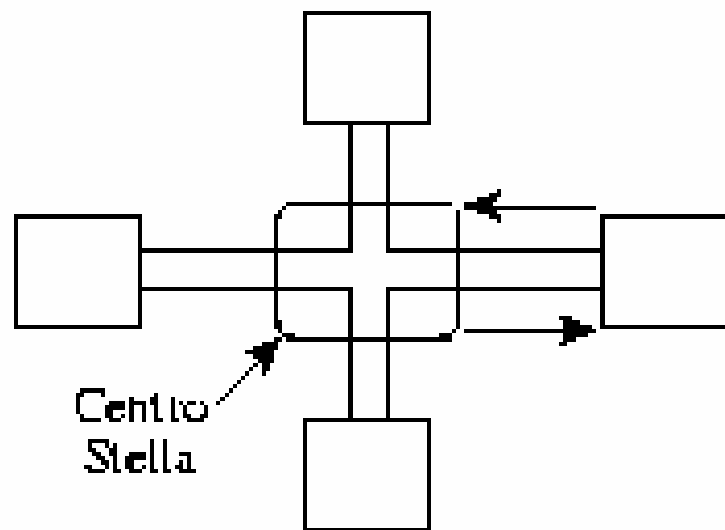


Topologia: Mapping Cablaggio - LAN

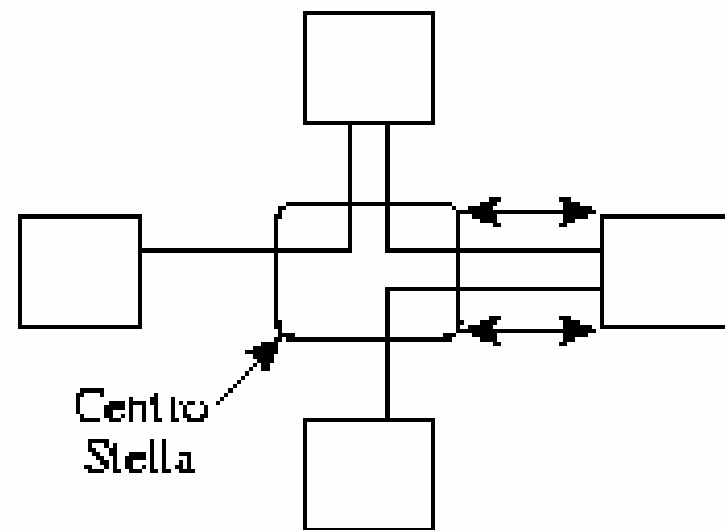
- **Gli standard principali per la realizzazione di LAN prevedono una topologia a livello fisico del tipo:**
 - **a bus**
 - IEEE 802.3 “CSMA/CD”
 - IEEE 802.4 “Token Bus”
 - **ad anello**
 - IEEE 802.5 “Token Ring”
 - ISO 9314 “FDDI”
- **Occorre pertanto realizzare l’opportuna “trasformazione” tra topologia fisica e logica.**

Topologia: Mapping Cablaggio - LAN

- Per realizzare l'anello (o il bus)
 - si opera sull'armadio di distribuzione
 - uso di cavi di adattamento



(a) Anello cablato a stella



(b) Bus cablato a stella

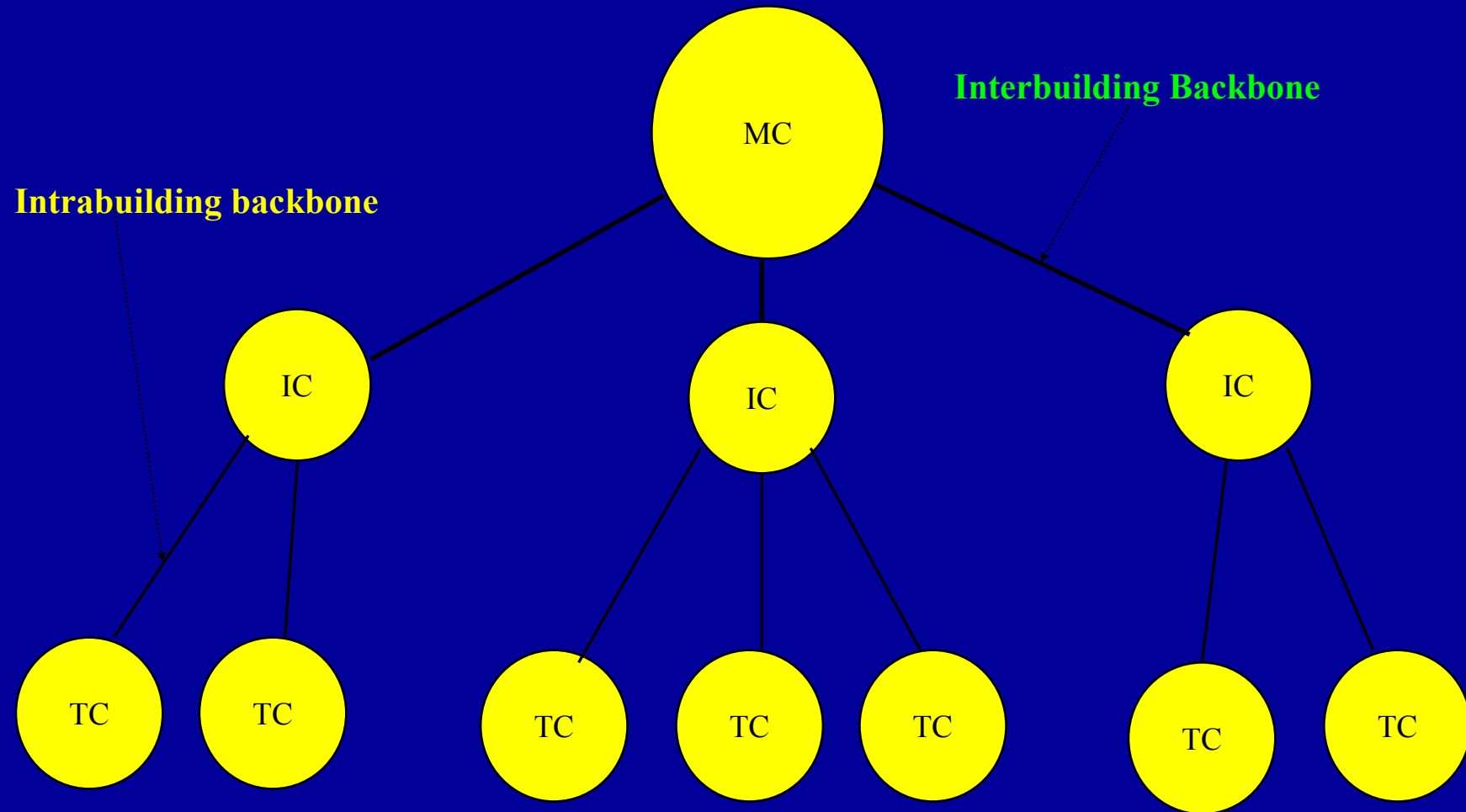
EIA/TIA 568 A: nomenclatura

- **I centri stella gerarchici secondo EIA/TIA :**
 - **Main Cross Connect (MC) (Centro Stella di Compensorio)**
 - primo livello gerarchia
 - situato nell'edificio centrale del compensorio da cui vengono distribuiti i cavi di dorsale verso gli altri edifici
 - **Intermediate Cross Connect (IC) (Centro Stella di Edificio)**
 - secondo livello gerarchia
 - da esso si distribuiscono i cavi di dorsale di edificio
 - **Telecommunication Closet (TC o HC) (Centro Stella di Piano)**
 - terzo livello della gerarchia
 - da esso si dipartono i cavi orizzontali.

EIA/TIA 568 A: nomenclatura

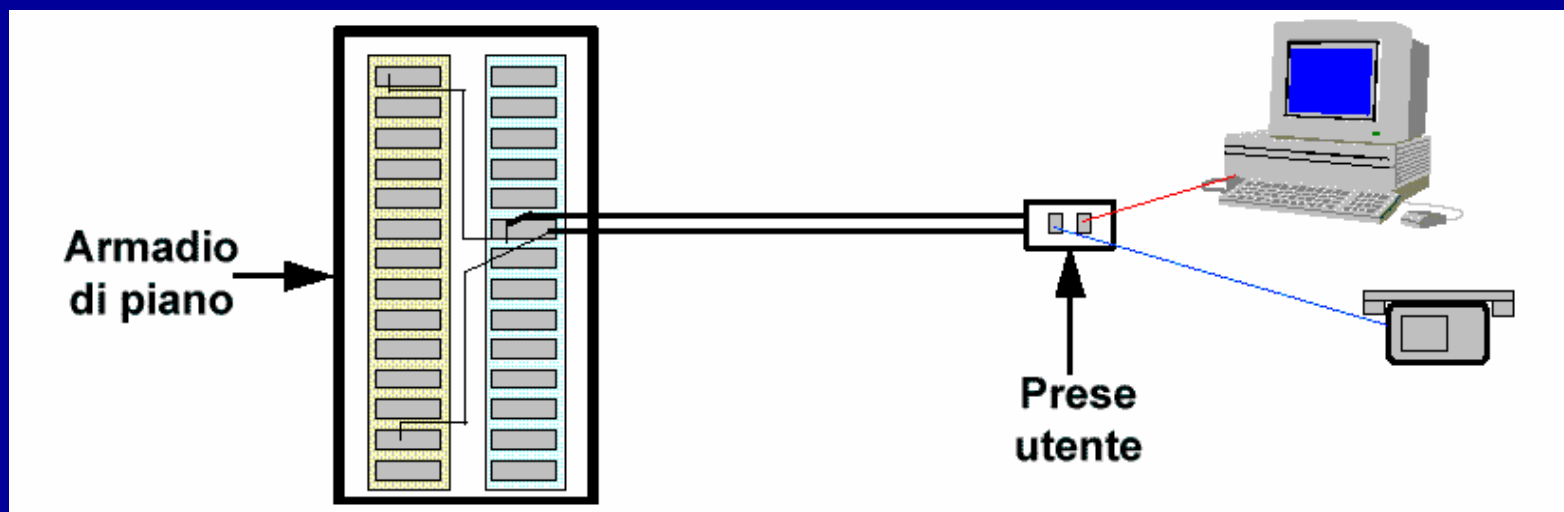
- **Dorsale di compresorio**
 - **Interbuilding Backbone**
 - interconnette il centro stella di compresorio ai centro stella di edificio
- **Dorsale di edificio**
 - **Intrabuilding Backbone**
 - interconnette il centro stella di edificio ai centro stella di piano

EIA/TIA 568 A: topologia



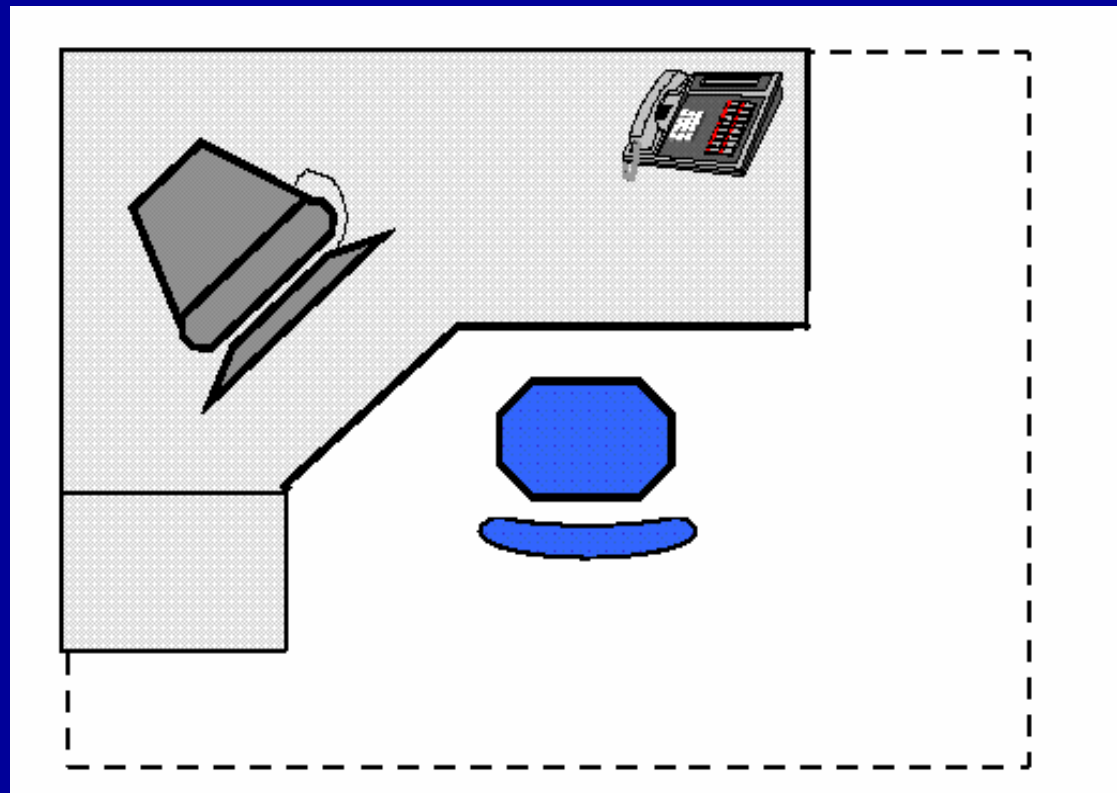
EIA/TIA 568 A: nomenclatura

- **L'armadio di piano:**
 - Telecommunication Closet (TC)
- **La presa utente:**
 - Telecommunication Outlet (TO)
 - RJ45 per cavi a 4 coppie
 - Ermafrodita 802.5 per cavi 2 coppie STP
 - SC per fibra ottica



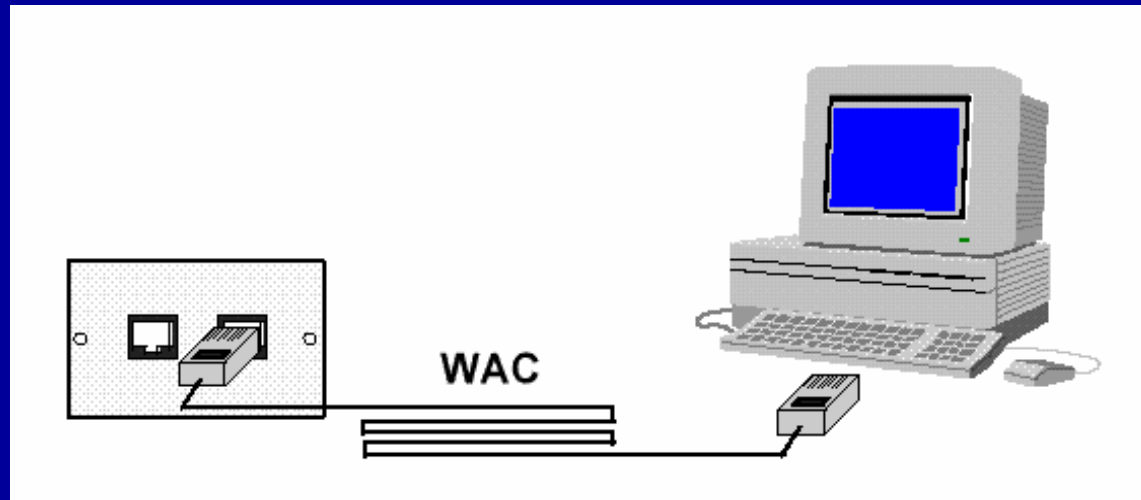
EIA/TIA 568 A: nomenclatura

- **Il posto di lavoro**
 - **Work Area**
 - servito da almeno due prese utente



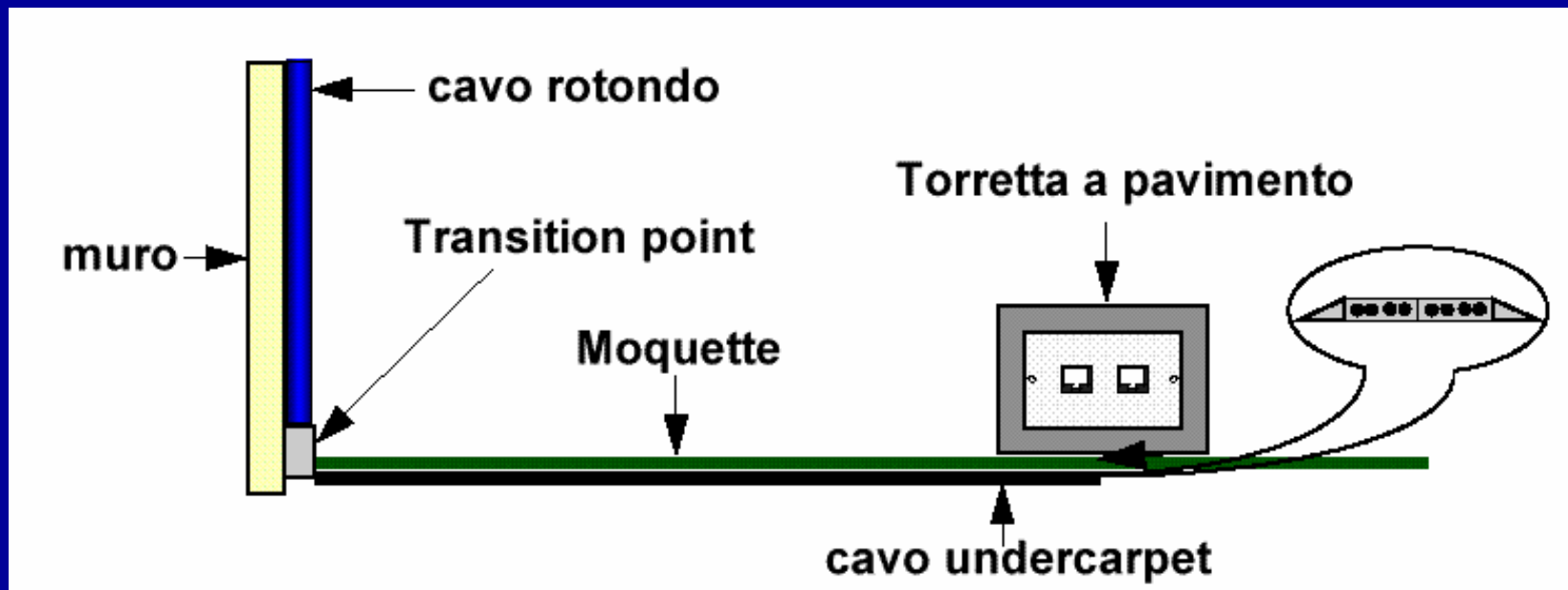
EIA/TIA 568 A: nomenclatura

- **Cavetto di interconnessione tra la presa e il posto di lavoro:**
 - **Work Area Cable (WAC)**
- **Cavetto di interconnessione tra l'apparato attivo e il permutatore (all'interno dell'armadio)**
 - **Equipment Cable (EC):**



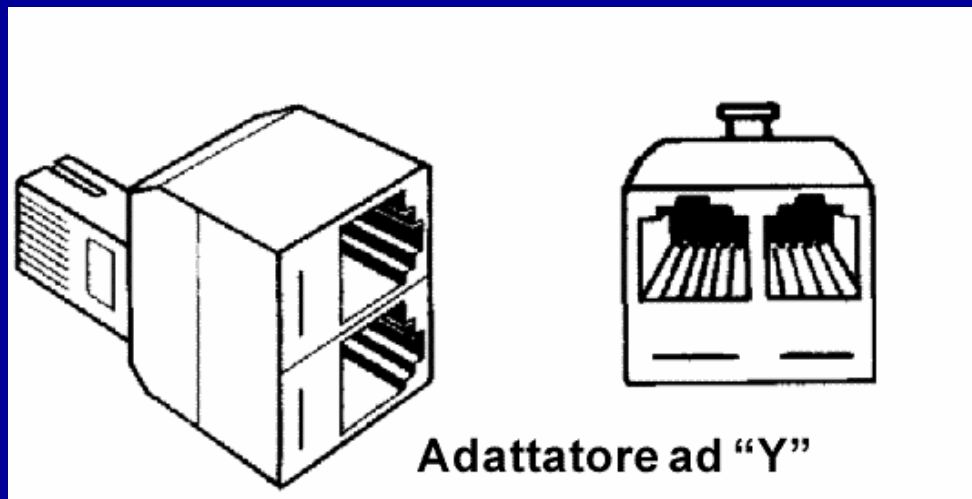
EIA/TIA 568 A: nomenclatura

- **Punto di transizione del cablaggio orizzontale:**
 - **Transition Point (TP)**
 - punto di transizione in cui un cavo rotondo viene connesso con un cavo undercarpet



EIA/TIA 568 A: nomenclatura

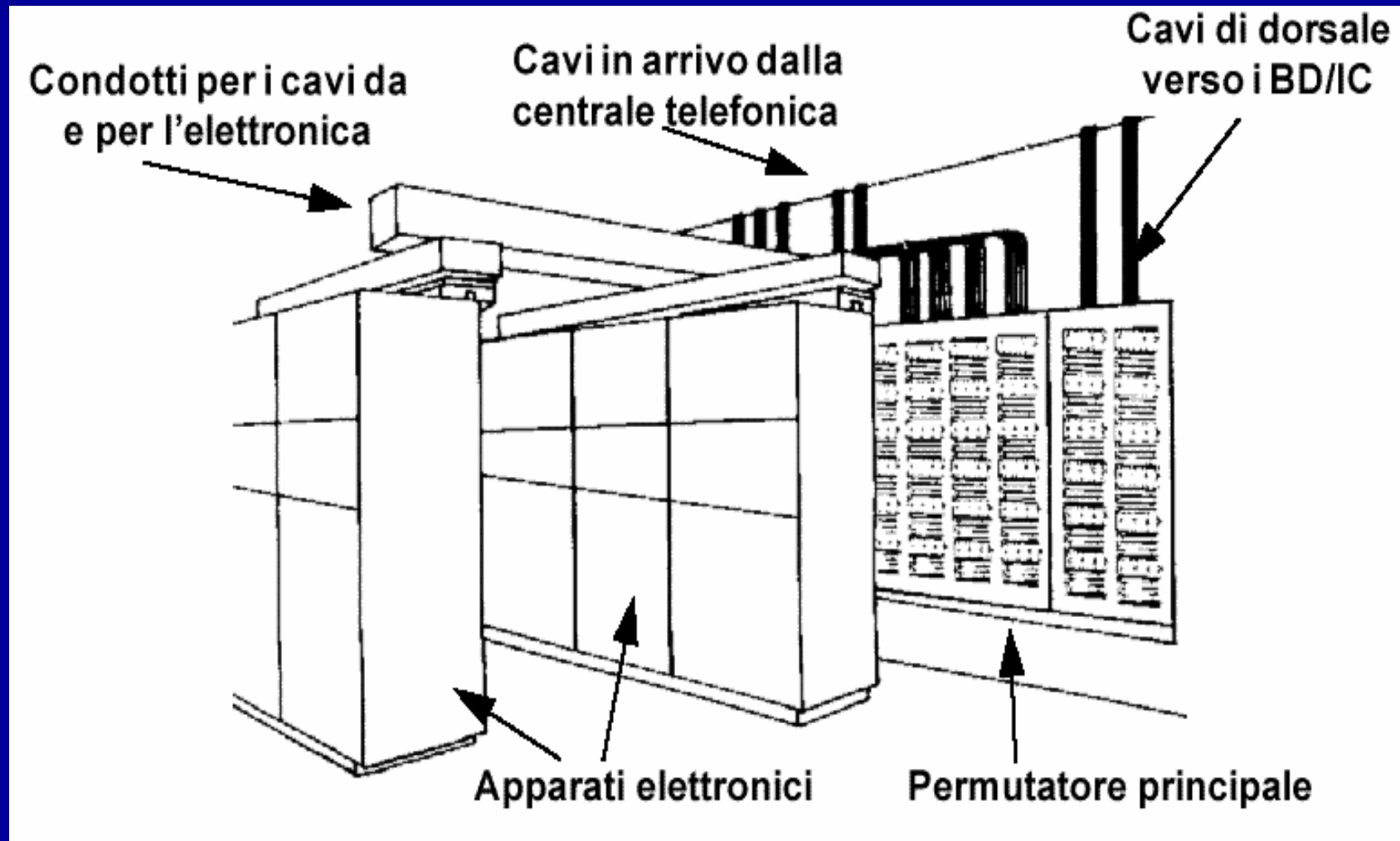
- **Adattatori passivi:**
 - balun
 - cavi di adattamento per diverse tipologie di connettori
 - media filter
 - derivatori ad "Y"
- **attivi:**
 - minimodem, RS232-RS423, ecc.



EIA/TIA 568 A: nomenclatura

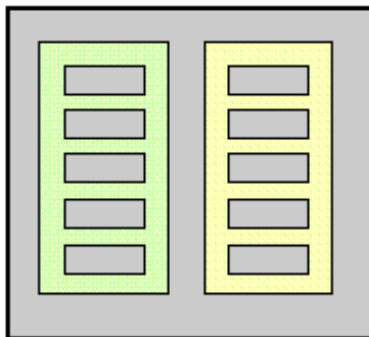
- **Locale tecnico**
 - **Equipment Room (ER)**
 - contiene gli apparati attivi ed i sistemi di permutazione
 - si distingue dal Telecommunication Closet per la maggiore complessità degli apparati ivi contenuti
 - tutte le funzioni di un TC possono essere fornite dal ER
- **Un edificio deve avere almeno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

Esempio di locale tecnico



EIA/TIA 568 A: nomenclatura

- Patch panel
 - pannello di permutazione:
 - 2 tipi:
 - per cavi in rame
 - per fibre ottiche



**Pannello con
permutatore
telefonico**



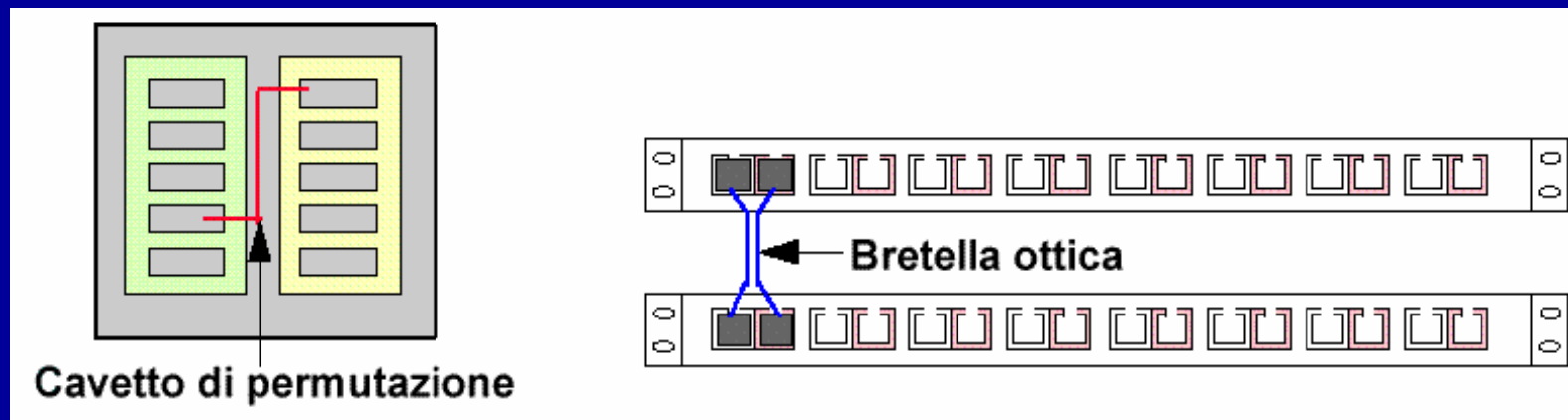
Pannello per cavi UTP con 16 RJ45



Pannello per fibre ottiche con 16 conn. SC

EIA/TIA 568 A: nomenclatura

- Patch cord :
 - cavetto di permutazione
 - 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”



EIA/TIA 568 A: nomenclatura

- **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)
- **Interbuilding Entrance Facility (EF):**
 - realizza le connessioni tra l'Interbuilding Backbone e l'Intrabuilding Backbone provvedendo alle necessarie protezioni elettriche (scaricatori) per i cavi rame

EIA/TIA 568 A: i mezzi trasmissivi

- **Cavi coassiali**
- **Cavi UTP a 4 coppie**
- **Cavi UTP multicoppia**
- **Cavo STP a 150 Ω**
- **Fibre ottiche multimodali**

EIA/TIA 568 A : Cavo coassiale

- **Devono soddisfare gli standard**
 - **IEEE 802.3**
 - Tipo Thick (o cavo giallo)
 - impedenza $50 \pm 2 \Omega$
 - velocità propagazione minima $0.77 c$
 - attenuazione massima segmento (500m)
 - 8.5 dB a 10 MHz
 - 6 dB a 5 MHz
 - **10Base5 (Come IEEE 802.3)**
 - **10Base2**
 - Tipo Thin
 - impedenza $50 \pm 2 \Omega$
 - velocità propagazione minima $0.65 c$
 - attenuazione massima segmento (185 m)
 - 8.5 dB a 10 MHz
 - 6 dB a 5 MHz

EIA/TIA 568 A : Cavi UTP a 4 coppie

- **Dimensione singolo conduttore 24 AWG**
- **Devono soddisfare almeno le caratteristiche della categoria 3**
 - **impedenza 100 Ohm $\pm 15\%$ nel range 1-16 MHz**
 - **velocità propagazione 0.6 c**
 - **Near_End_Crosstalk (attenuazione interferenze cavi vicini)**
 - **54 dB/100m (minimo)**

EIA/TIA 568 A : Cavi UTP multi coppia

- **Uno o più gruppi da 25 coppie cadauno**
 - **dimensione 22-24 AWG**
- **Caratteristiche elettriche**
 - **Impedenza 100 +/-15% Ohm nel range 1-16 MHz**
 - **Velocità propagazione 0.6 c**
 - **NEXT (minimo) 52 dB/100m**

EIA/TIA 568 A : Cavo STP

- **Tipo 1 IBM**
 - **impedenza 150 Ohm**
 - **velocità propagazione 0.81 c**
 - **attenuazione (100m) 2.2 dB a 4 MHz**
 - **NEXT (minimo) 58 dB/100m**

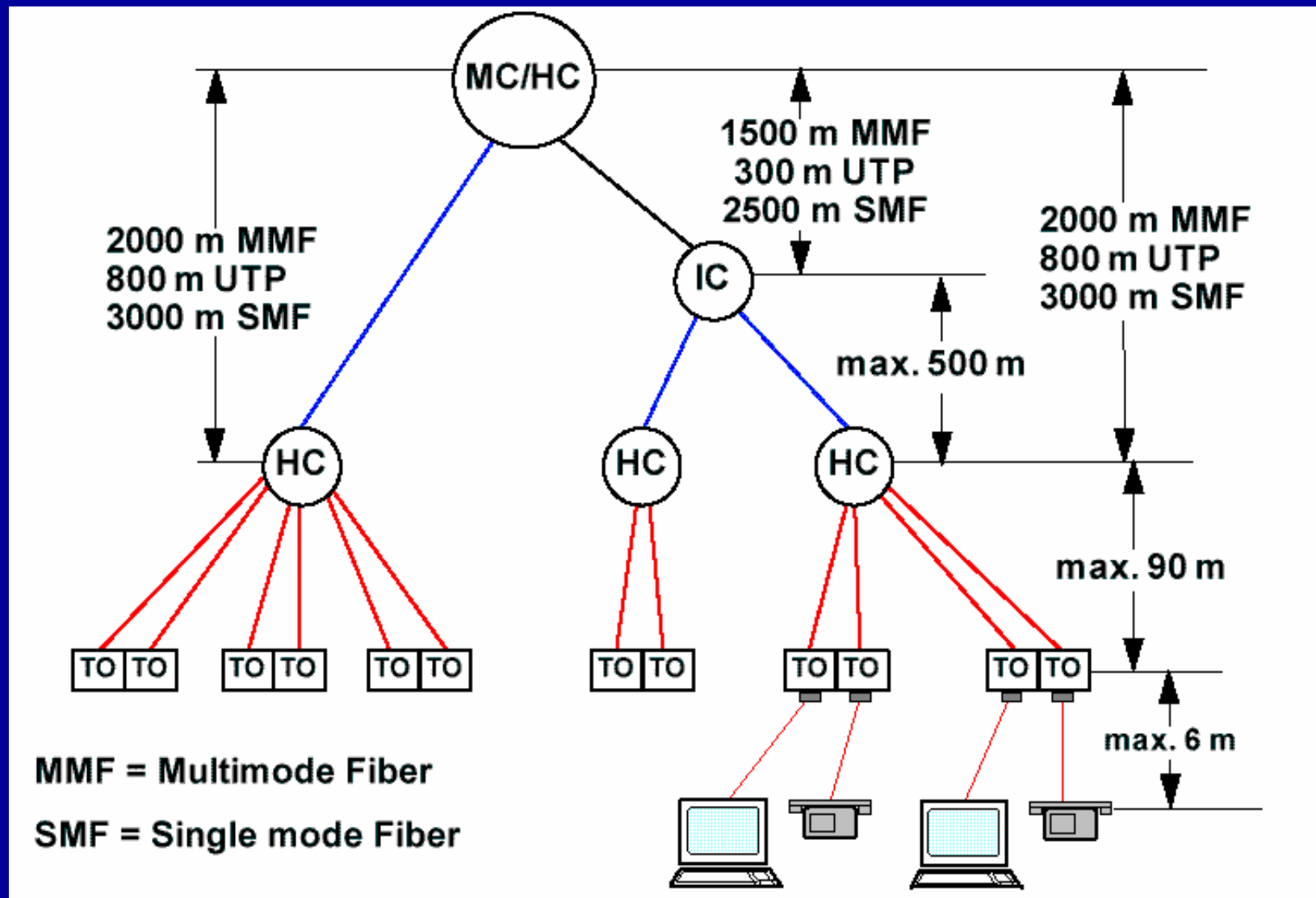
EIA/TIA 568 A : Fibre Ottiche

- Dimensione 62,5/125 μm
- Caratteristiche
 - Attenuazione massima
 - 3.75 dB/Km alla lunghezza d'onda di 850 nm
 - 1.5 dB/Km alla lunghezza d'onda di 1300 nm

EIA/TIA 568 A : Dorsali

- **Elementi portanti del cablaggio**
 - **interconnettono, con topologia stellare gerarchica**
 - **edifici diversi con l'edificio centro stella**
 - **interbuilding backbone**
 - **armadi di piano diversi con l'armadio di edificio**
 - **intrabuilding backbone**
 - **hanno lunghezze massime dipendenti dai mezzi di trasmissione e dallo standard utilizzato.**

EIA/TIA 568 A : Distanze tra dorsali



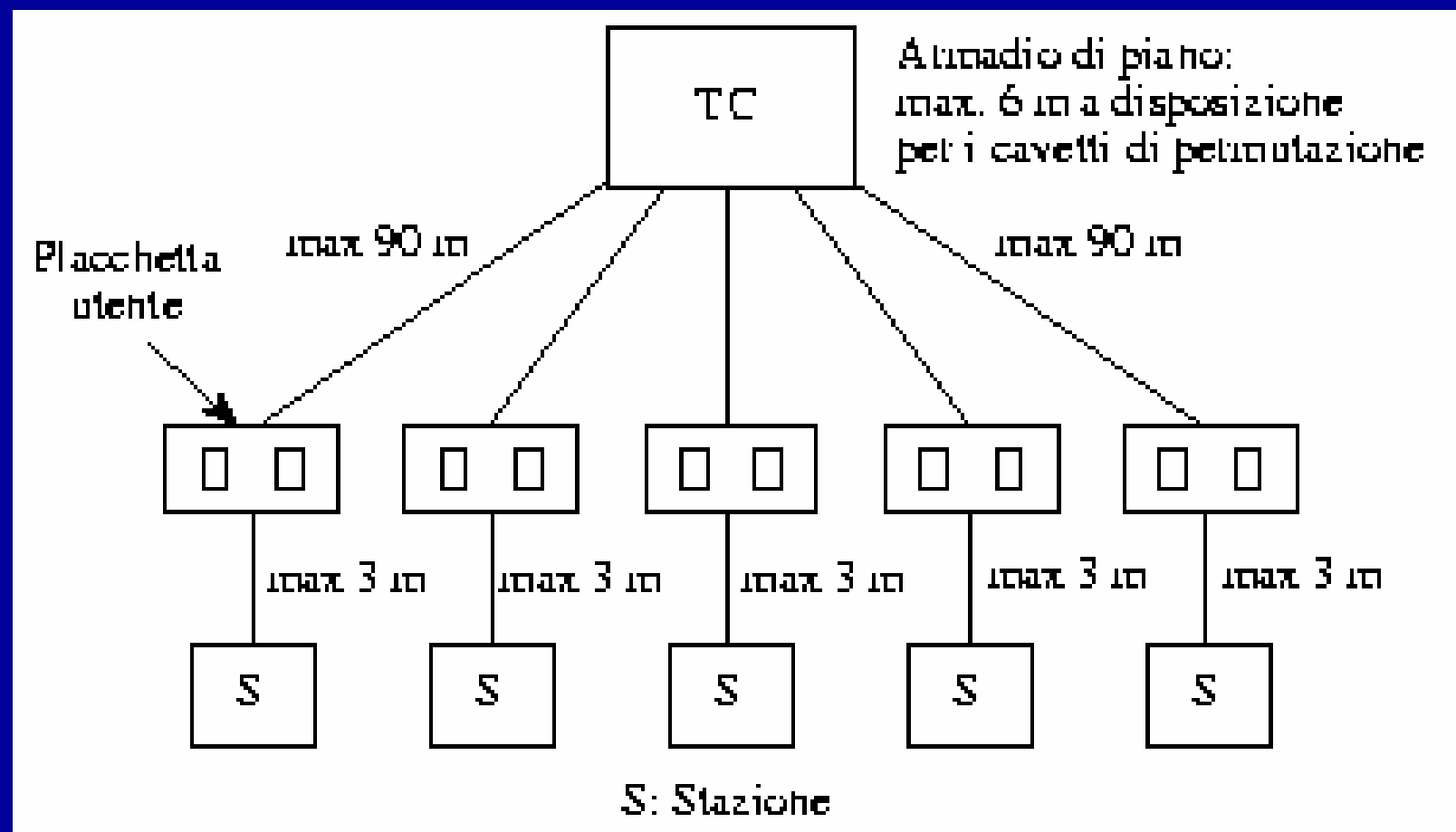
EIA/TIA 568 A: Cavi per le dorsali

- **Cavi multicoppie UTP 100 Ω**
- **Fibra ottica multimodale 62.5/125 μm**
- **Cavo coassiale Thick Ethernet**
- **Suggerisce fibra ottiche in caso di ambienti caratterizzati da forte rumore elettromagnetico**

EIA/TIA 568 A: Cablaggio orizzontale

- **Interconnette i vari posti di lavoro all'armadio di piano**
- **Fornisce i seguenti servizi di trasporto:**
 - **fonia**
 - **dati in modalità seriale**
 - **dati per reti locali**
 - **segnali per il controllo di dispositivi (es. termostati)**
- **Ha topologia stellare a partire dall'armadio di piano.**

EIA/TIA 568 A: Distanze cablaggio orizzontale



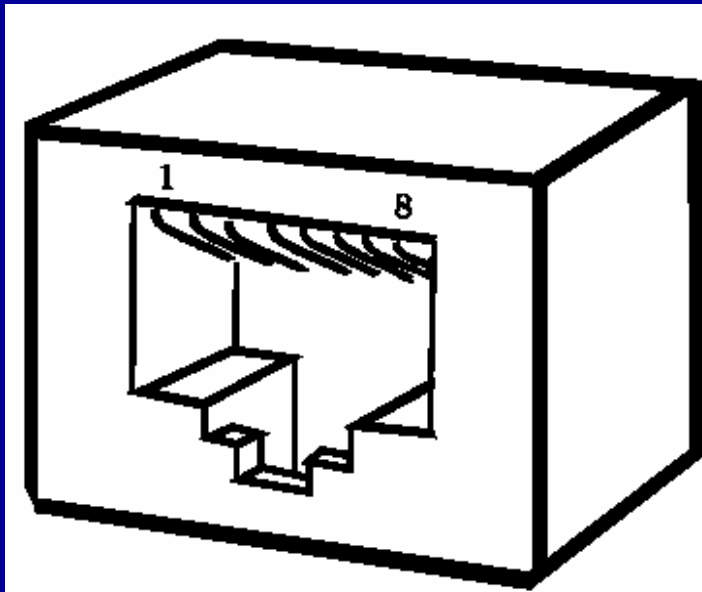
EIA/TIA 568 A: Cavi per cablaggio orizzontale

- **Cavo UTP**
 - a 4 coppie di cat. 3 o superiore a 100 Ω
- **Cavo STP**
 - a 2 coppie a 150 Ω
- **Cavo Coassiale**
 - Thin Ethernet a 50 Ω
 - intestato alle due estremità con connettori BNC
- **Fibra Ottica**
 - multimodale 62.5/125 μm

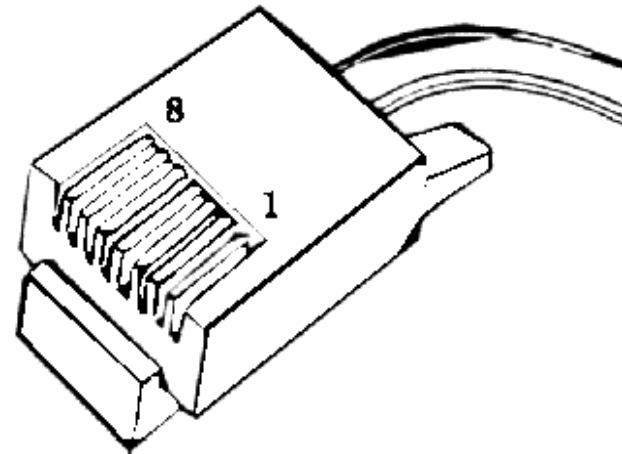
EIA/TIA 568 A - Cablaggio orizzontale: placchetta utente

- **Deve contenere almeno due cavi**
 - **almeno uno di tipo UTP a 4 coppie di categoria 3 o sup.**
 - **Attestato su una presa RJ45**
 - **uno qualunque dei cavi ammessi per il cablaggio orizzontale**
 - **di solito UTP**

RJ45: prese e connettori



**Presa Femmina da
parete**



**Spinotto (plug) maschio
volante**

EIA/TIA 568 A: altri connettori

- Per cavi STP 150 Ω :
 - si deve usare il connettore IEEE 802.5 che è un connettore ermafrodita (due unità identiche possono essere collegate ruotandole di 180 gradi)
- Per fibra ottica:
 - è ammesso soltanto il connettore SC
 - il connettore ST viene ammesso soltanto nei casi di cablaggi già esistenti

EIA/TIA 568 A: Principali norme d'installazione

- **Riguardano solo gli aspetti che impattano maggiormente sulla qualità del cablaggio:**
 - messa in opera dei cavi UTP
 - cablaggio sotto moquette
 - messa a terra
- **Altre regole da rispettare**
 - quelle vigenti nella nazione in cui viene realizzato il cablaggio se più stringenti di quelle dello standard stesso

Norme d'installazione (1)

- **Cavo UTP:**
 - **Massima tensione di tiro applicabile**
 - 110 N (11,3 KG)
 - **Raggio di curvatura**
 - categoria 3 ammette un minimo di 25,4 mm
 - categoria 4 e 5 ammette un minimo pari a 8 volte il diametro esterno del cavo
 - **Tutti i componenti passivi devono essere almeno della stessa categoria del cavo o superiore**

Norme d'installazione (2)

- **Undercarpet**
 - No locali umidi
 - Moduli quadrati per pavimentazione
- **Messa a terra**
 - su cavi di tipo schermato
 - su cavi fibra ottica se protetti da guaine metalliche.

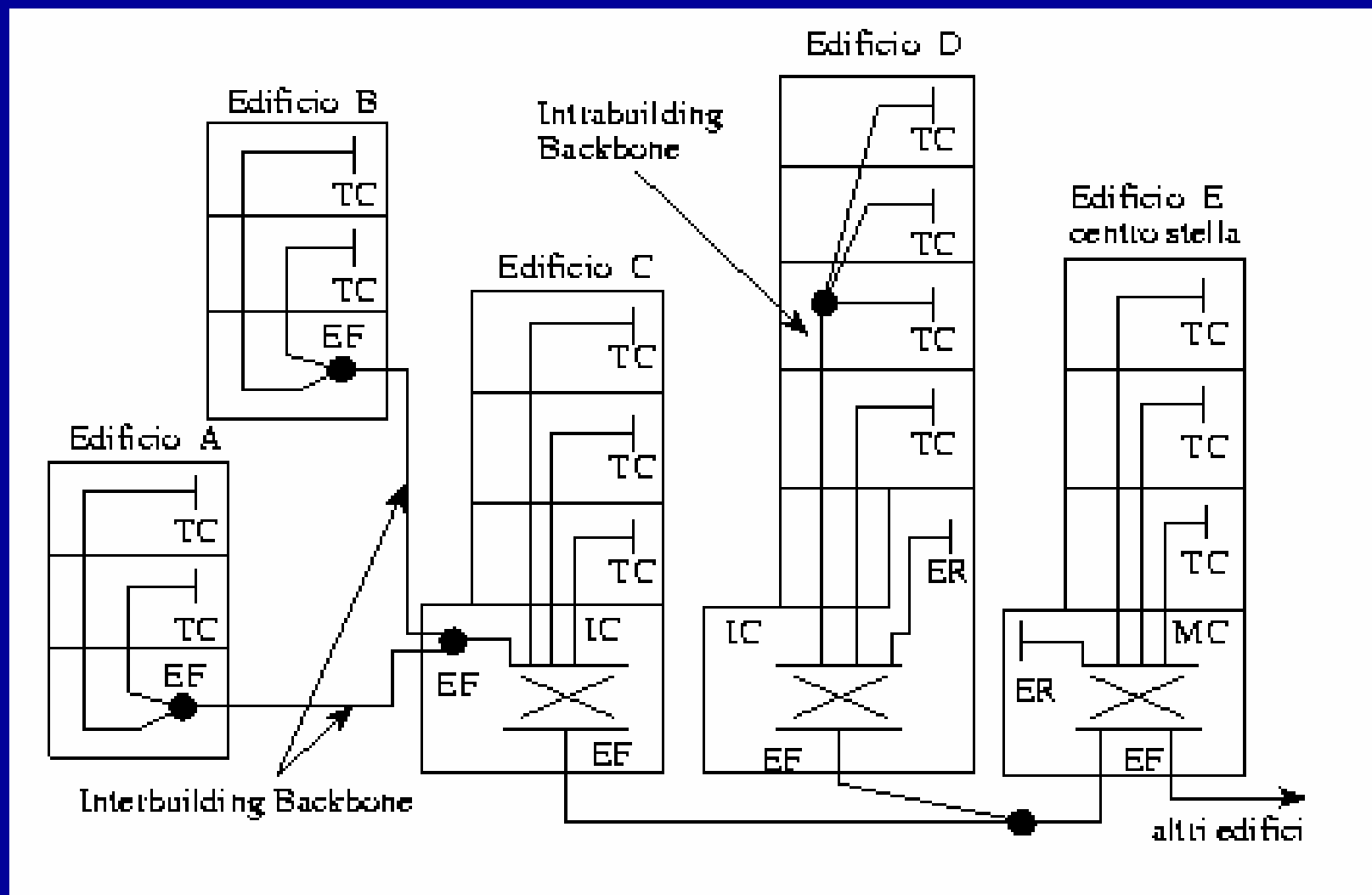
EIA/TIA 568 A : Identificazione dei cavi

- **Per ogni cavo dorsale:**
 - **un numero unico**
 - identificativo del cavo
 - numero coppie (cavo multicoppia) o numero di fibre
 - **es 4005/1-300**
 - cavo numero 4005 contenente le coppie da 1 a 300
- **Per ogni WAC (Work Area Cable)**
 - **una targhetta**
 - riferimento al palazzo
 - riferimento al piano
 - riferimento al posto di lavoro (tre caratteri)
 - riferimento all'armadio di piano
 - es. "PE04102F" : Palazzina Elettronica (PE) - Quarto piano (04) - Posto di lavoro 102 (spromano) - Armadio di piano F

EIA/TIA 568 A: Documentazione

- **Progetto logico dell'intero comprensorio**
- **Progetto logico singolo edificio**
- **Tabella dorsali**
 - **identificativo di tutti i cavi**
 - **coppia armadi cui ogni cavo è attestato**
- **Tabella di armadio**
 - **connessioni tra armadio e posto lavoro**
 - **tabella delle permutazioni**
 - **percorso permutatore- posto di lavoro**

EIA/TIA 568 A: Esempio Progetto Logico



EIA/TIA 568 A: Esempio tabella delle permutazioni

Posto lavoro	Patch panel	Blocco #	Posizione	Coppie attive	Tipo di utilizzo
PG04102F	A-08	05	04	2 e 3	Ethernet
PG04103F	A-08	05	05	2 e 3	Ethernet
PG04104F	A-08	05	06	1	Telefono
PG04105F	A-08	05	07	2 e 3	Ethernet
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
PG04110F	A-08	05	24	1	Telefono
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
PG04127F	A-08	06	19	2 e 3	Ethernet
PG04128F	A-08	06	20	1	Telefono
PG04129F	A-08	06	21	1	Telefono
PG04130F	A-08	06	22	1	Telefono

Lo standard ISO/IEC 11801

- Standard internazionale
- Riprende ed estende lo standard americano EIA/TIA
 - nomenclatura leggermente diversa
 - concetto classi di lavoro
 - caratteristiche dettagliate dei mezzi trasmissivi
 - non ammette cavi coassiali
 - test rigorosi per il controllo delle categorie dei cavi in rame
 - non specifica la documentazione del progetto

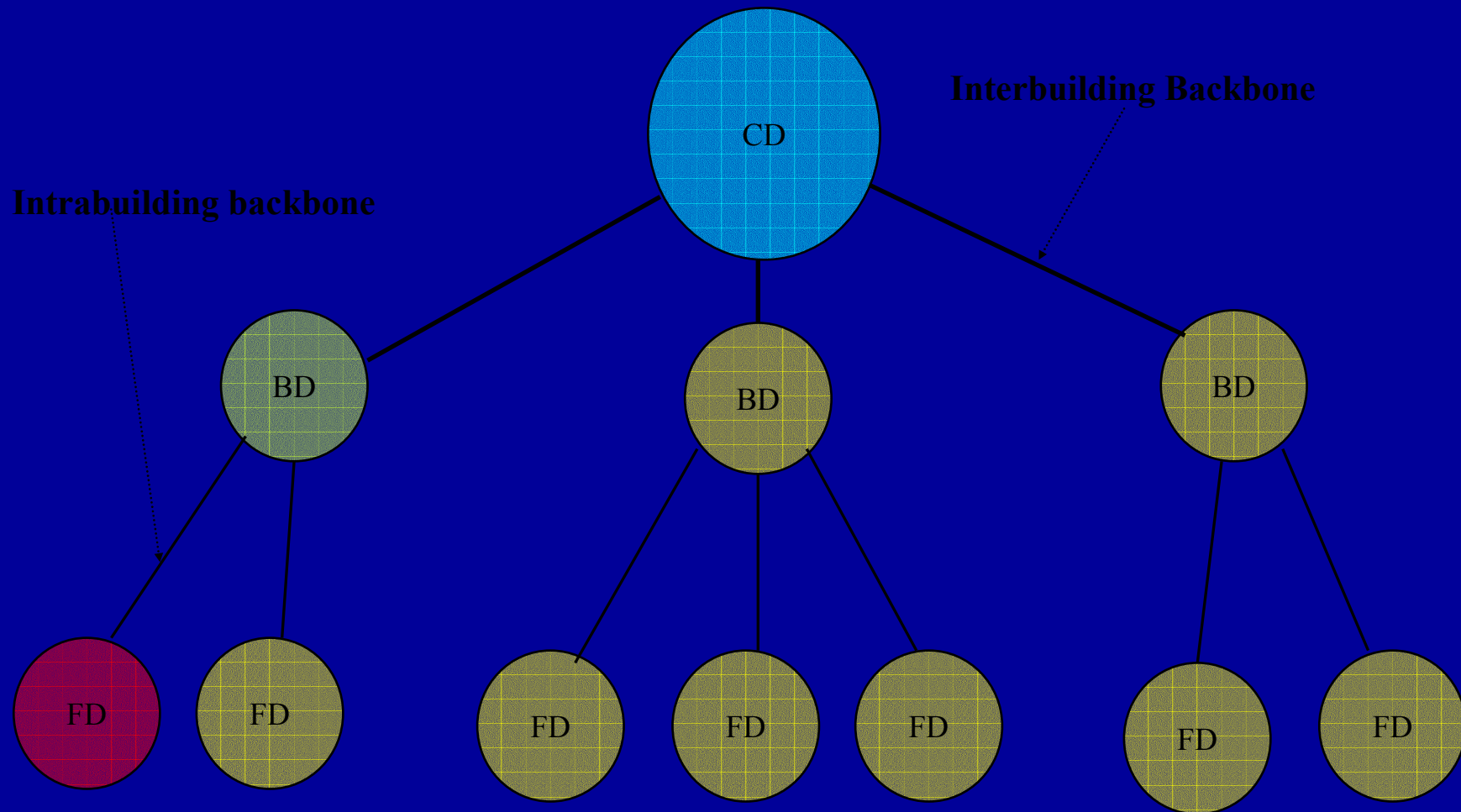
ISO/IEC 11801: Nomenclatura

- **Campus Distributor (CD)**
 - centro stella di comprensorio
- **Building Distributor (BD)**
 - centro stella di edificio
- **Floor Distributor (FD)**
 - centro stella di piano

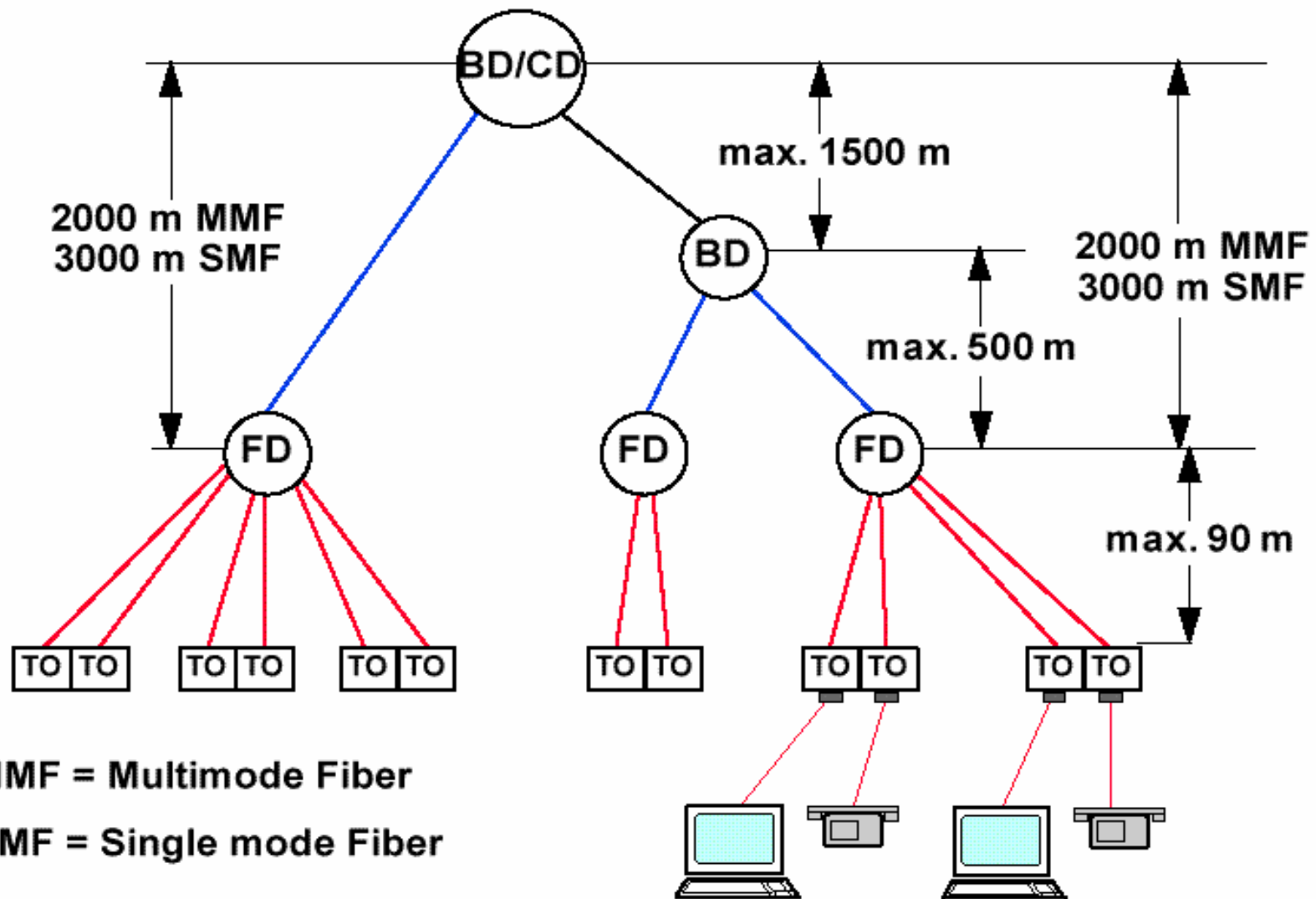
ISO/IEC 11801: Topologia

- **Stellare gerarchica su tre livelli**
 - **Primo livello**
 - CD
 - **Secondo livello**
 - BD
 - **Terzo livello**
 - FD
- **E' possibile connettere cavi di dorsale tra livelli uguali di gerarchia**

ISO/IEC 11801: Topologia



ISO/IEC 11801: Distanze



ISO/IEC 11801: I mezzi trasmissivi

- **Fibre ottiche**
 - multimodali
 - monomodali
- **Cavi UTP e FTP a 4 coppie**
 - impedenza 100 Ω o 120 Ω
- **Cavi multicoppie schermati e non**
 - impedenza 100 Ω o 120 Ω
- **Cavi STP**
 - impedenza 150 Ω

ISO/IEC 11801: Cavi ammessi per dorsali

- **Cavi multicoppie schermati e non**
 - impedenza 100 Ω o 120 Ω
- **Fibra ottica multimodale 62.5/125 mm**
- **Fibra ottica monomodale**
- **Cavi STP**
 - impedenza 150 Ω

ISO/IEC 11801: Classificazione delle connessioni

- **Lo standard ISO/IEC inserisce il concetto di classe delle connessioni**
- **5 Classi**
 - 4 per cavi in rame
 - 1 per la fibra ottica
- **Un cablaggio strutturato sarà classificato in funzione delle caratteristiche dei link utilizzati per realizzarlo.**

ISO/IEC 11801: Classificazione delle connessioni

- **Le classi di connessione sono utili per la certificazione dei cablaggi in rame:**
 - **classe A**
 - per applicazioni voce e a bassa velocità che richiedono test fino a 100 KHz
 - **classe B**
 - per applicazioni a media velocità (fino a 1 MHz)
 - **classe C**
 - per applicazioni ad alta velocità (fino a 16 MHz)
 - **classe D per applicazioni ad altissima velocità (fino a 100 MHz)**
- **La certificazione della fibra ottica è trattata separatamente**

ISO/IEC 11801: Classificazione delle connessioni

- **La classificazione delle connessioni avviene in funzione dei valori di alcuni parametri qualitativi delle connessioni stesse:**
 - **Attenuazione del link**
 - **Misura della perdita in potenza del segnale**
 - in scala logaritmica (dB)
 - **Diafonia del link (Near End Cross Talk, NEXT)**
 - **Misura di quanto un cavo disturba un altro cavo vicino**
 - **Attenuation to Cross-talk Ratio**
 - **Rapporto tra Attenuazione e NEXT**

ISO/IEC 11801: Attenuazione di un link

Frequenz. MHz	Attenuazione massima ammessa (dB)			
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
0.1	16	5.5	N/A	N/A
1	N/A	15	3.7	2.5
4	N/A	N/A	6.6	4.8
10	N/A	N/A	10.7	7.5
16	N/A	N/A	14	9.4
20	N/A	N/A	N/A	10.5
31.25	N/A	N/A	N/A	13.1
62.5	N/A	N/A	N/A	18.4
100	N/A	N/A	N/A	23.2

ISO/IEC 11801: NEXT di un link

Frequenz. MHz	Valori minimi di Crosstalk loss (dB)			
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
0.1	27	40	N/A	N/A
1	N/A	25	39	54
4	N/A	N/A	29	45
10	N/A	N/A	23	39
16	N/A	N/A	19	36
20	N/A	N/A	N/A	35
31.25	N/A	N/A	N/A	32
62.5	N/A	N/A	N/A	27
100	N/A	N/A	N/A	24

ISO/IEC 11801: ACR del link

Lo standard prevede, per le connessioni di classe D, i valori riportati nella tabella

Frequenza MHz	ACR minimo dB
1	-
4	40
10	35
16	30
20	28
31.25	23
62.5	13
100	4

Attenuation to Cross-talk Ratio: **Rapporto tra Attenuazione e NEXT**