



CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

Giornata di Studio
CAVI STRUMENTALI E DI POTENZA
Milano, 22 FEBBRAIO 2017



Special Cables ITALY – www.ramcro.it – ramcro@ramcro.it
Via Marzorati, 15 - 20014 Nerviano - Milano (Italy)
Int.: (+39) 0331 406.511 - Fax: (+39) 0331 406.559

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

- Società italiana fondata nel 1979
- Specializzata nella produzione di cavi speciali:
 - –Oil & Gas
 - –Fire resitant
 - –Signal & Control
 - –Building Management Systems (BMS)
- Certificazioni: ISO 9001, ISO 14001, ISO 18001
- Maggiori clienti: GE, SAIPEM, ENI, EXXON
- Omologazioni: EAC TR/CU, UL13, VDE
- Fatturato 2016: 30 milioni di Euro
- Capacità produttiva: circa 4.000 km-conduttore/mese
- Personale: 65 (75 % in produzione)
- Superficie coperta: 18.000 m²
- Magazzino: 3.000 m²

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

➤ Elementi fondamentali

- A cosa servono
- Caratteristiche elettriche
- Caratteristiche meccaniche
- Caratteristiche ambientali
- Compatibilità elettromagnetica
- Logistica
- Installazione

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

➤ A cosa servono

- Sono le “autostrade” che forniscono un percorso “privilegiato” ai segnali dei dispositivi di [tele]comunicazioni
- Sono progettati per la miglior efficienza di trasmissione
- Esistono cavi con caratteristiche adatte ai diversi sistemi

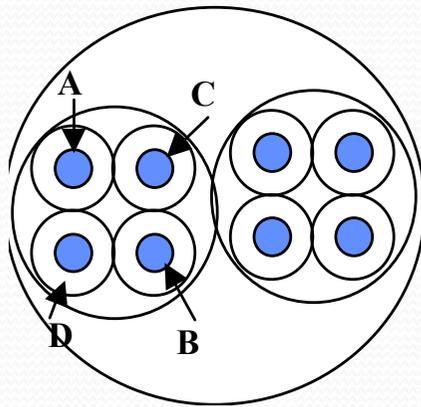
CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

➤ Tipi di cavi

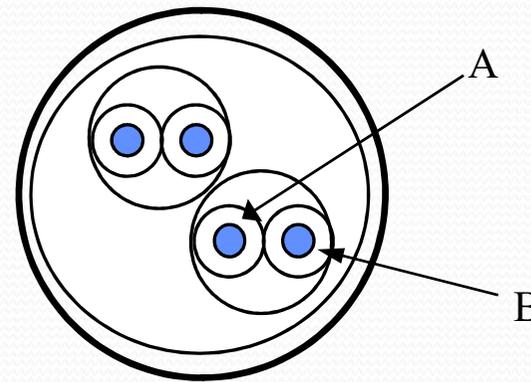
- Cavi a coppie/quarte (simmetrici o bilanciati)
- Cavi coassiali
- Cavi ottici

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

➤ Cavi bilanciati (simmetrici)



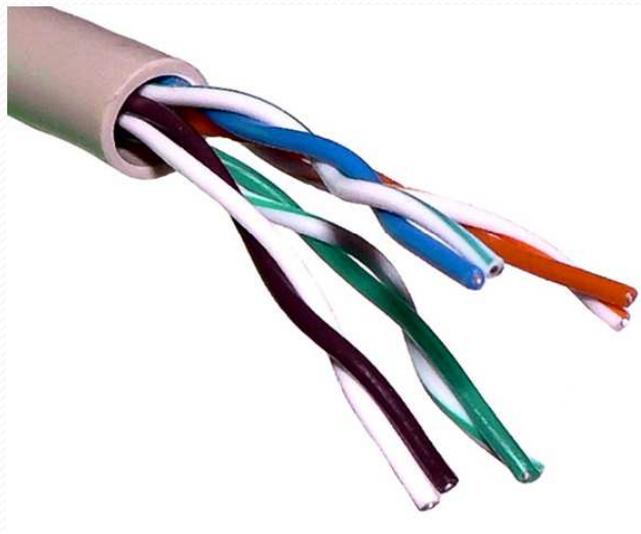
Cavo a quarte



Cavo a coppie

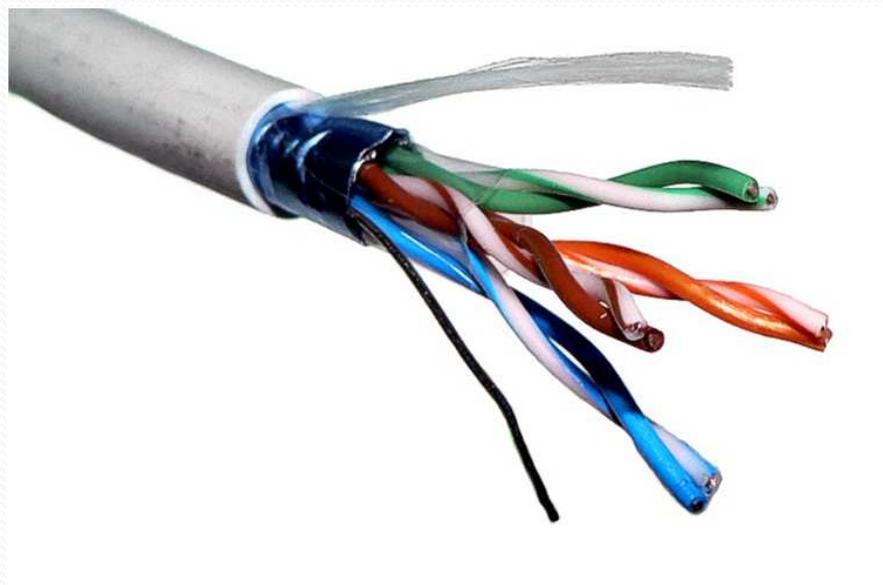
CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

- Cavo a coppie non schermate



CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

- Cavo a coppie schermate



CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

➤ Cavi bilanciati (simmetrici) – Applicazioni

- Impianti telefonici
- Cablaggio strutturato
 - Impedenza caratteristica: 100 Ohm
- Sistemi BUS RS422, RS485
 - Impedenza caratteristica: 120 Ohm
- Sistemi BUS PROFIBUS®
 - Impedenza caratteristica: 150 Ohm

- Ecc.

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

➤ Cavi coassiali



CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

- Cavi coassiali – Applicazioni:
 - Distribuzione TV
 - CCTV
 - Impedenza caratteristica: 75 Ohm

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

- Rappresentazione: parametri primari
 - Resistenza
 - Conduttori (piuttosto ovvio ...)
 - Schermo (correnti parassite)
 - Aumenta con la radice quadrata della frequenza
 - Induttanza
 - Ad ogni corrente è associata ad un campo magnetico
 - E' il legame tra corrente e campo magnetico

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

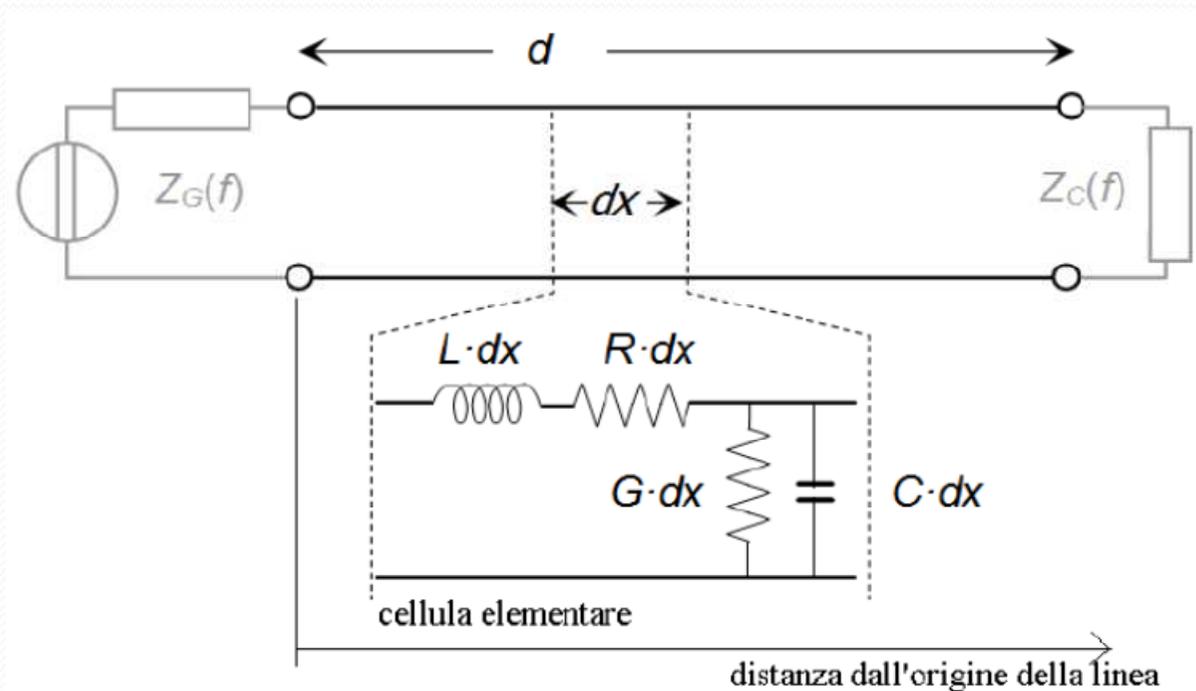
- Rappresentazione: parametri primari
 - Capacità
 - Tra due conduttori isolati esiste sempre una capacità
 - Dipende molto dal tipo di dielettrico (isolante)
 - E' costante per il polietilene
 - Diminuisce con l'aumentare della frequenza per il PVC
 - Conduttanza
 - Rappresenta le perdite nel dielettrico
 - E' in rapporto con la capacità (tangen delta)
 - Aumenta all'aumentare della frequenza

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

- Rappresentazione: parametri primari
 - Resistenza e Conduttanza
 - Sono parametri “dissipativi”
 - Causano una perdita di energia che cresce all’aumentare della frequenza e della lunghezza
 - Capacità e Induttanza
 - Generano una “rotazione” di fase nel segnale (ritardo)
 - Il segnale che si propaga in una linea di trasmissione diminuisce di ampiezza e ruota di fase (ritarda)

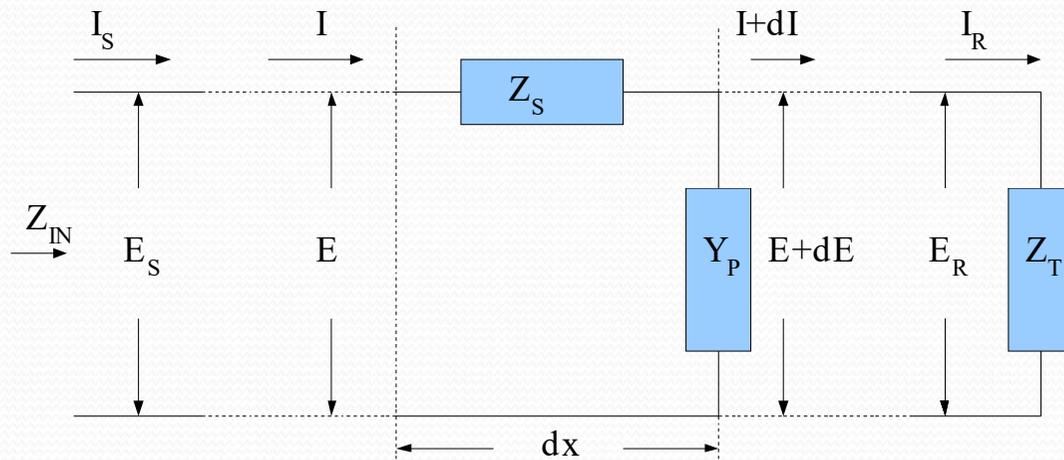
CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

- Per una corretta analisi occorre considerare una linea di trasmissione come una successione di celle elementari:



CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

- Per una corretta analisi occorre considerare una linea di trasmissione come una successione di celle elementari:



R, L, G, C costanti rispetto a x

$$Z_S = (R + j\omega L)dx$$

$$Y_P = (G + j\omega C)dx$$

$$E = E(x)$$

$$E(x) = a \cdot e^{\gamma x} + b \cdot e^{-\gamma x}$$

$$E(x) - (E(x) + dE(x)) = (R + j\omega L) \cdot I(x) \cdot dx$$

$$-\frac{dE(x)}{dx} = (R + j\omega L) \cdot I(x)$$

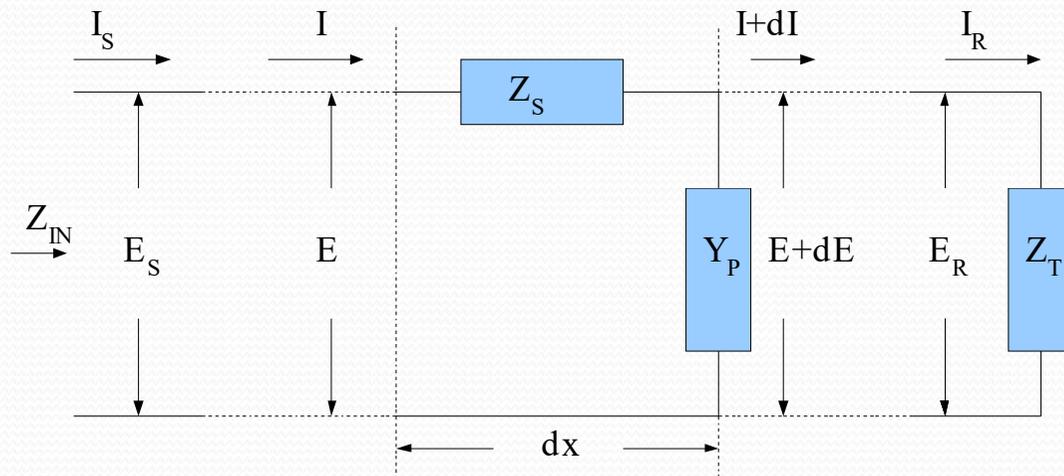
$$\frac{d^2 E(x)}{dx^2} = -(R + j\omega L) \frac{dI(x)}{dx} = (R + j\omega L) \cdot (G + j\omega C) \cdot E(x) = \gamma^2 \cdot E(x)$$

$$I(x) - (I(x) + dI(x)) = (G + j\omega C) \cdot E(x) \cdot dx$$

$$-\frac{dI(x)}{dx} = (G + j\omega C) \cdot E(x)$$

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

- Per una corretta analisi occorre considerare una linea di trasmissione come una successione di celle elementari:



R, L, G, C costanti rispetto a x

$$Z_S = (R + j\omega L)dx$$

$$Y_P = (G + j\omega C)dx$$

$$E = E(x)$$

$$E(x) = a \cdot e^{\gamma x} + b \cdot e^{-\gamma x}$$

$$E(x) = E_S \cdot e^{-\gamma x}$$

$$\gamma = \sqrt{(R + j\omega L) \cdot (G + j\omega C)} = \alpha + j\beta \quad \alpha \text{ attenuazione in } N_p/m (\alpha \times 8,686 = \text{dB}/m)$$

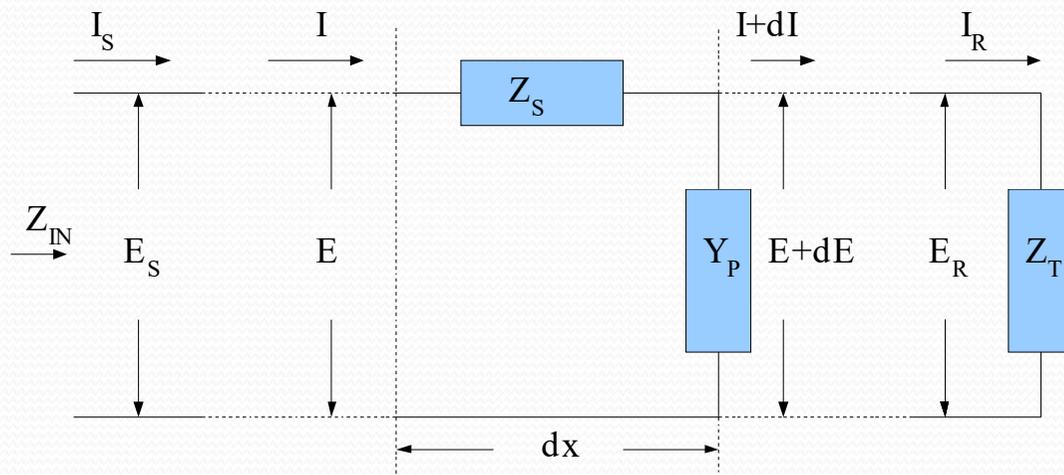
$$\beta \text{ costante di fase in rad}/m \quad \left(\frac{\omega}{\beta} = v \text{ velocità di propagazione in m/s} \right)$$

$E(x) \rightarrow 0$ per $x \rightarrow \infty$ quindi $a = 0$. Per $x = 0$ $e^{-\gamma x} = 1$ quindi $E(x) = E_S = b$

$$E(x) = E_S \cdot e^{-\alpha x} \cdot e^{-j\beta x}$$

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

- Per una corretta analisi occorre considerare una linea di trasmissione come una successione di celle elementari:



R, L, G, C costanti rispetto a x

$$Z_s = (R + j\omega L)dx$$

$$Y_p = (G + j\omega C)dx$$

$$E = E(x)$$

$$I(x) = a \cdot e^{\gamma x} + b \cdot e^{-\gamma x}$$

$$E(x) - (E(x) + dE) = (R + j\omega L) \cdot I(x) \cdot dx$$

$$-\frac{dE(x)}{dx} = (R + j\omega L) \cdot I(x)$$

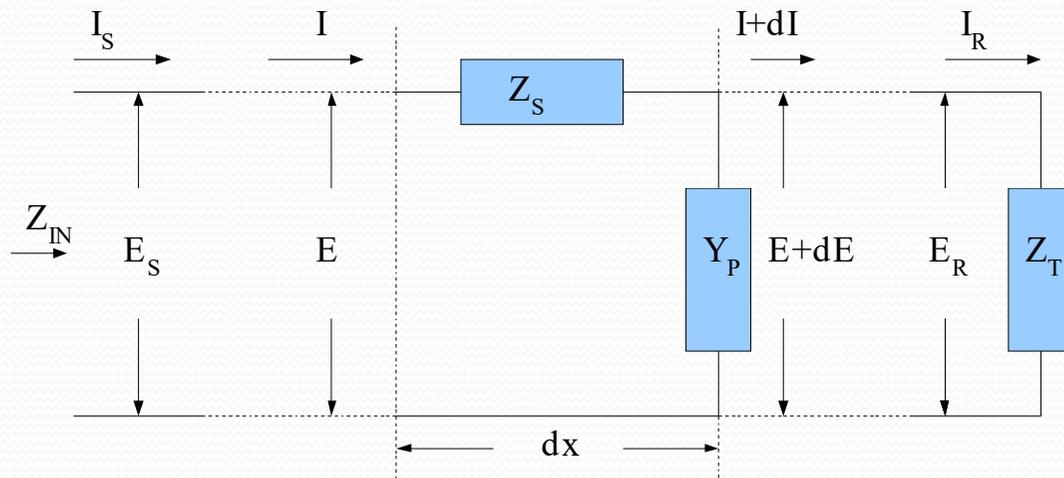
$$\frac{d^2 I(x)}{dx^2} = -(G + j\omega C) \cdot \frac{dE(x)}{dx} = (R + j\omega L) \cdot (G + j\omega C) \cdot I(x) = \gamma^2 \cdot I(x)$$

$$I(x) - (I(x) + dI) = (G + j\omega C) \cdot E(x) \cdot dx$$

$$-\frac{dI(x)}{dx} = (G + j\omega C) \cdot E(x)$$

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

- Per una corretta analisi occorre considerare una linea di trasmissione come una successione di celle elementari:



R, L, G, C costanti rispetto a x

$$Z_s = (R + j\omega L)dx$$

$$Y_p = (G + j\omega C)dx$$

$$E = E(x)$$

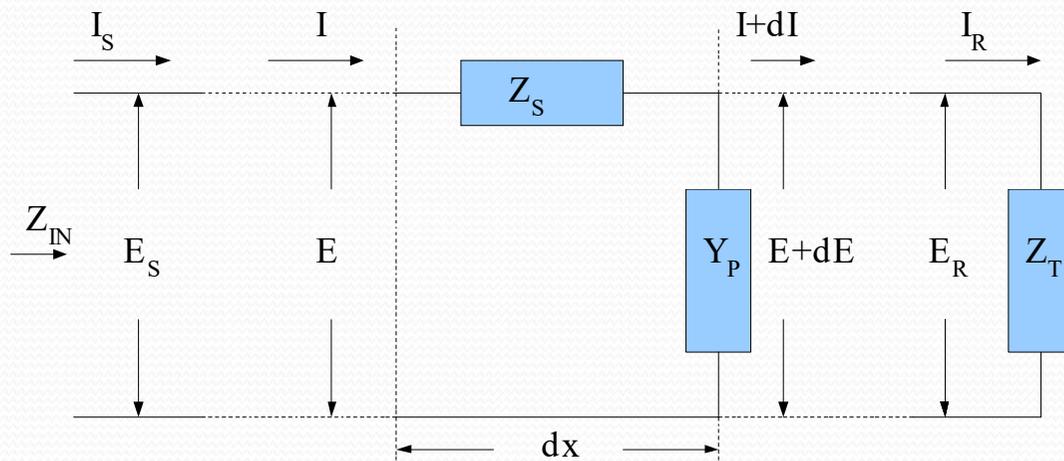
$$I(x) = a \cdot e^{\gamma x} + b \cdot e^{-\gamma x}$$

$I(x) \rightarrow 0$ per $x \rightarrow \infty$ quindi $a = 0$. Per $x = 0$ $e^{-\gamma x} = 1$ quindi $I(x) = I_s = b$

$$I(x) = I_s \cdot e^{-\gamma x}$$

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

- Per una corretta analisi occorre considerare una linea di trasmissione come una successione di celle elementari:



R, L, G, C costanti rispetto a x

$$Z_S = (R + j\omega L)dx$$

$$Y_P = (G + j\omega C)dx$$

$$\gamma = \sqrt{(R + j\omega L) \cdot (G + j\omega C)}$$

$$\frac{E_S}{I_S} = Z_0 = \sqrt{\frac{(R + j\omega L)}{(G + j\omega C)}}$$

$$-\frac{dI(x)}{dx} = (G + j\omega C) \cdot E(x) \quad I(x) = I_S \cdot e^{-\gamma x}$$

$$E(x) = -\frac{1}{(G + j\omega C)} \frac{dI(x)}{dx} = -\frac{1}{(G + j\omega C)} \cdot I_S \cdot (-\gamma) \cdot e^{-\gamma x} = I_S \frac{\sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)}}{(G + j\omega C)} \cdot e^{-\gamma x} = I_S \sqrt{\frac{(R + j\omega L)}{(G + j\omega C)}} \cdot e^{-\gamma x}$$

Per $x = 0$ $e^{-\gamma x} = 1$ quindi $E(x) = E_S = I_S \sqrt{\frac{(R + j\omega L)}{(G + j\omega C)}}$

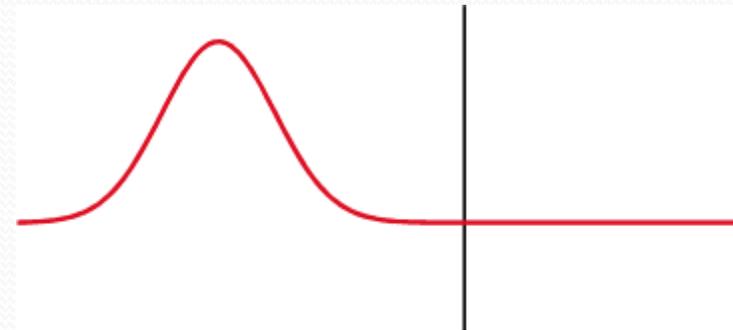
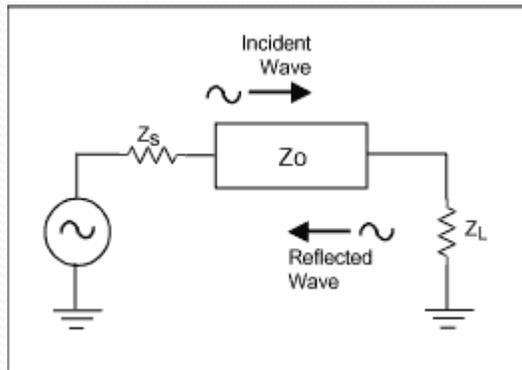
CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

➤ Parametri secondari

- Impedenza caratteristica
- Permette il miglior adattamento ai dispositivi di trasmissione
- Normalmente ha valori “standard”:
 - 100 ohm
 - 120 ohm
 - 150 ohm
- La differenza rispetto all’impedenza degli apparati (disadattamento) aumenta la perdita di segnale

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

➤ Impedenza caratteristica: adattamento



Un'onda elettromagnetica (o di altra natura) presenta una trasmissione parziale e una riflessione parziale quando il mezzo che attraversa cambia improvvisamente

$$\Gamma = \frac{Z_L - Z_S}{Z_L + Z_S}$$

$$RL(dB) = -20 \cdot \log_{10} |\Gamma|$$

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

➤ Parametri secondari:

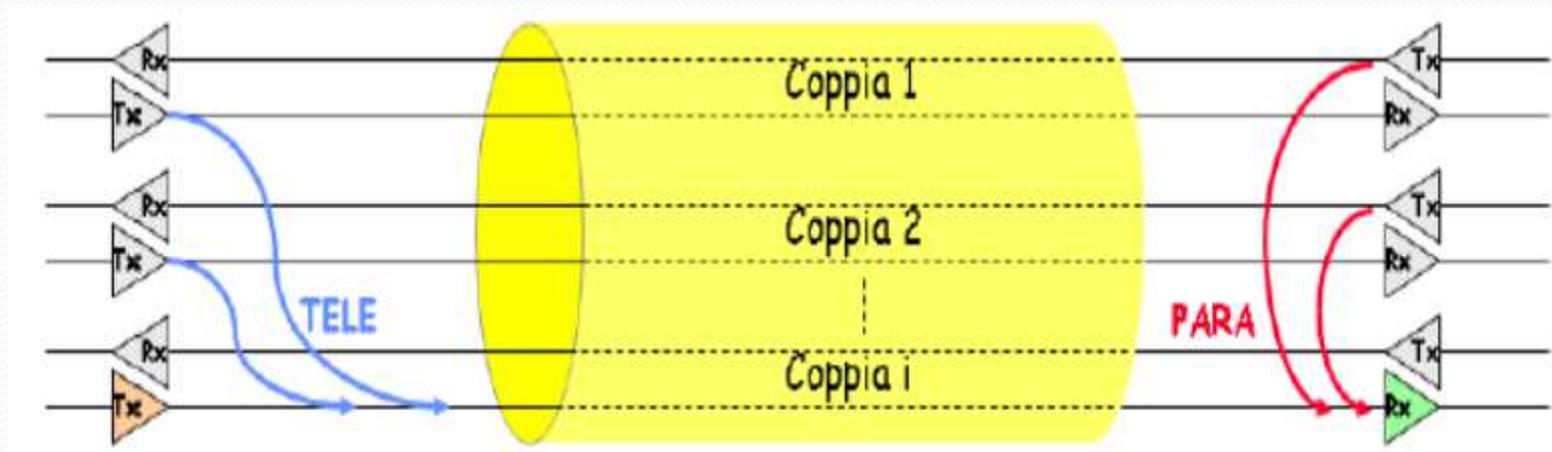
- Attenuazione
- Identifica la diminuzione del segnale
- Aumenta tipicamente con la radice della frequenza
- Normalmente è espressa in dB/100m (dB/km):

$$dB/100\ m = \frac{100}{L} \cdot 10 \cdot \text{Log} \left(\frac{P_i}{P_u} \right)_L \quad dB/100\ m = \frac{100}{L} \cdot 20 \cdot \text{Log} \left(\frac{V_i}{V_u} \right)_L \quad \text{se } Z_i = Z_u$$

- In questo caso il valore varia linearmente con la lunghezza

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

- Disturbi interni: diafonie
 - Paradiafonia (NEXT, Near End Cross-Talk)
 - Telediafonia (FEXT, Far End Cross-talk)



CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

- Caratteristiche meccaniche:
 - Tiro massimo
 - Indica il valore massimo a cui si può tirare il cavo senza alterarne le caratteristiche trasmissive
 - Compressione, Impatto, Torsione
 - Indicano il valore massimo delle sollecitazioni a cui si può sottoporre il cavo senza alterarne le caratteristiche trasmissive
 - Raggio minimo di piegatura
 - Rappresenta il raggio a cui si può piegare il cavo senza alterarne le caratteristiche trasmissive e meccaniche

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

➤ Caratteristiche ambientali:

- Temperatura
 - E' la gamma di temperature entro le quali il cavo mantiene le proprie caratteristiche trasmissive:
 - Immagazzinamento (Storage)
 - Installazione (Installation)
 - Operativa (Operating)
- Resistenza ai raggi UV
 - I cavi installati all'esterno dovrebbero essere dotati di una guaina con caratteristiche di resistenza ai raggi UV
- Resistenza agli agenti chimici
 - Se installati in ambienti particolari i cavi dovrebbero essere dotati di una guaina adatta

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

- Leggi e Regolamenti:
 - Direttive europee
 - LVD (Direttiva di Bassa tensione)
 - CPR (Regolamento dei prodotti di costruzione)

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

➤ Direttiva LVD:

- A seconda dell'effettiva applicazione, i cavi per comunicazione possono essere soggetti a tensioni superiori a 100 V c.c o 75 V c.a.
- I cavi per comunicazione (coassiali e LAN) sono soggetti alla direttiva LVD:
 - Vanno progettati e provati per verificarne la conformità
 - Vanno marcati in accordo alla direttiva (marcatura CE)

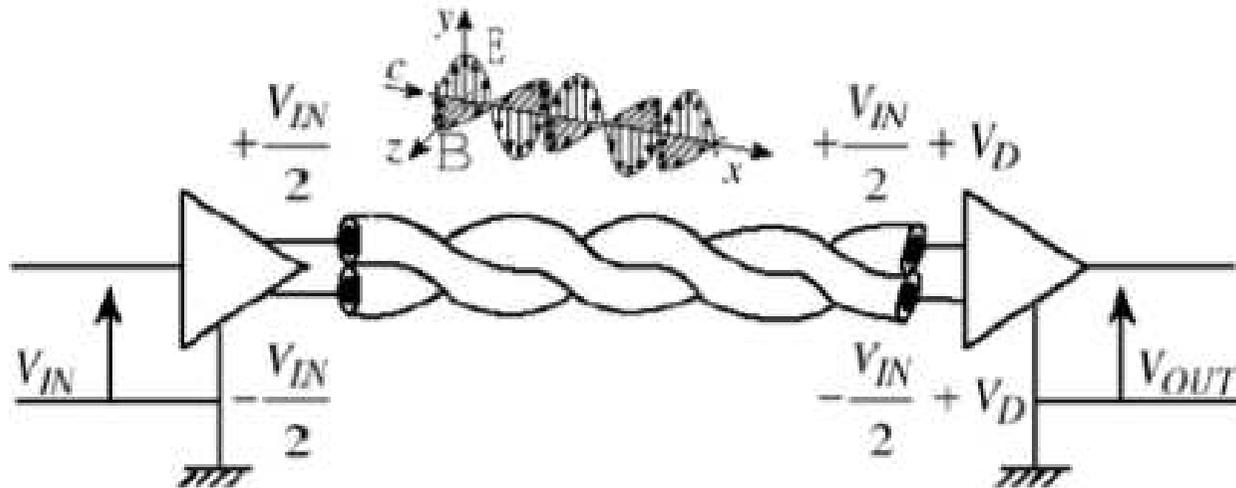
CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

➤ Direttiva EMCD:

- I cavi sono oggetti passivi e quindi non soggetti alla direttiva EMC in senso stretto
- Tuttavia sono utilizzati per interconnettere apparecchiature quali quelle descritte nella direttiva
- Possono perciò influire sul comportamento EMC dei sistemi
- Sono stati perciò definiti parametri per classificare le prestazioni dei cavi
- E' possibile quindi scegliere un cavo adatto ad ogni esigenza con il comportamento EMC adeguato

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

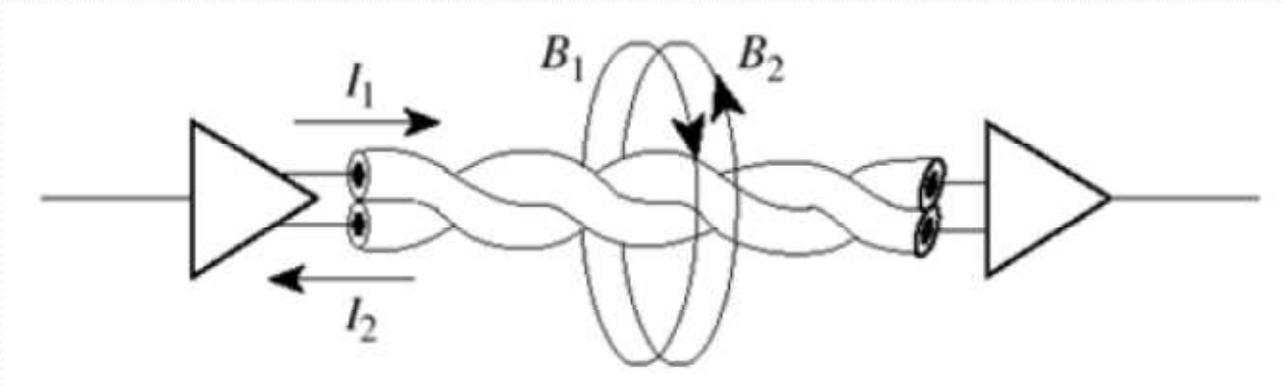
- Comportamento EMC – Cavi a coppie (LAN):
 - Nei cavi a coppie la “difesa” verso le interferenze avviene già con la torcitura: campo elettrico



$$V_{OUT} = \left(+\frac{V_{IN}}{2} + V_D \right) - \left(-\frac{V_{IN}}{2} + V_D \right) = V_{IN}$$

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

- Comportamento EMC – Cavi a coppie (LAN):
 - Nei cavi a coppie la “difesa” verso le interferenze avviene già con la torcitura: campo magnetico



CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

- Comportamento EMC – Cavi a coppie (LAN):
 - Occorre porre attenzione di mantenere la torcitura delle coppie durante il montaggio dei connettori
 - Il parametro fondamentale di “qualifica” della prestazione EMC è l’attenuazione di accoppiamento (coupling attenuation)
 - Quando l’effetto della torcitura non è sufficiente si aggiunge uno schermo

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

- Comportamento EMC – Cavi a coppie (LAN):
 - Lo schermo più semplice è costituito da un nastro accoppiato Alluminio Poliestere posto sull'insieme delle coppie
 - Per un maggiore effetto schermante si può utilizzare uno schermo composto dal nastro sopra descritto con l'aggiunta di una treccia
 - Esistono poi cavi con lo schermo posto sulle singole coppie

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

➤ Regolamento CPR:

- E' un regolamento per classificare i cavi in funzione della loro reazione al fuoco
- Sono state definite delle Classi (Euroclassi)
- Sono state definite alcune zone di installazione in corrispondenza di diverse classi
- In una certa zona potranno essere installati solo cavi appartenenti a quella classe o ad una classe superiore
- E' obbligatoria la marcatura CE

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

- Criteri di scelta dei cavi:
 - Costruzione del cavo e materiali impiegati
 - Tipologia di impianto
 - Strumentazione e controllo
 - LAN
 - Cablaggio residenziale
 - Distribuzione TV e SAT
 - Impianti di allarme intrusione

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

- Costruzione del cavo e materiali impiegati:
 - Conduttore
 - Rigido
 - Flessibile (multifilo)

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

- Costruzione del cavo e materiali impiegati:
 - Isolante (dielettrico)
 - Isola i conduttori
 - Permette di avere determinate caratteristiche elettriche (tensione, resistenza di isolamento, capacità)
 - Permette di poter lavorare a determinate temperature

PVC	Propagazione ritardata della fiamma Emissione di fumi scuri e gas	Bassa frequenza	Angolo di perdita elevato Permittività elevata (capacità alta)
Polietilene	Infiammabile Privo di alogeni	Alta frequenza	Angolo di perdita buono e bassa permittività (capacità bassa)

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

- Costruzione del cavo e materiali impiegati:
 - Guaina
 - Protegge il cavo dagli agenti esterni
 - Permette di poter lavorare a determinate temperature

PVC	Propagazione ritardata della fiamma Emissione di fumi scuri e gas		In funzione delle specifiche di dettaglio, resistente agli UV, ozono, agli oli e solventi
Polietilene	Infiammabile Privo di alogeni	Impermeabile all'acqua	In funzione delle specifiche di dettaglio, resistente agli UV, ozono, agli oli e solventi
Composto privo di alogeni	Propagazione ritardata della fiamma Ridotta emissione di fumi Assenza di alogeni		In funzione delle specifiche di dettaglio, resistente agli UV

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

- Costruzione del cavo e materiali impiegati:
 - Armature/Protezioni aggiuntive
 - Forniscono una protezione adeguata alle sollecitazioni meccaniche
 - Può essere metallica e dielettrica
 - Protezione all'ingresso dell'acqua e dell'umidità

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

- Costruzione del cavo e materiali impiegati:
 - Armature a treccia (SWB):
 - Molto flessibile
 - Per situazioni non gravose



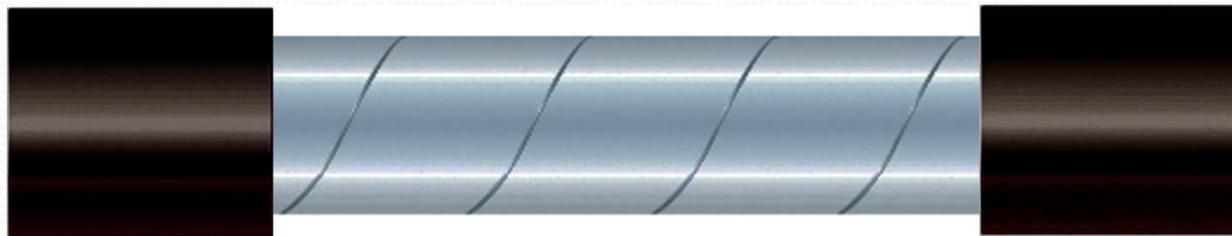
CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

- Costruzione del cavo e materiali impiegati:
 - Armature a fili (SWB):
 - Flessibile
 - Per situazioni di media gravosità



CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

- Costruzione del cavo e materiali impiegati:
 - Armature a nastri (STA):
 - Rigida
 - Per situazioni gravose
 - Antiroditore



CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

- Tipologia di impianto
 - Strumentazione e controllo
 - Sono definiti da norme europee (es. CEI EN 50288-7)
 - Altre norme nazionali utilizzate anche in ambito internazionale (es. PAS 5308)

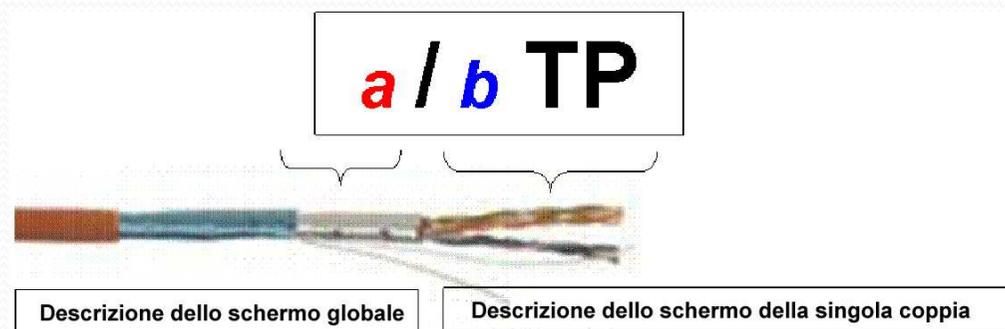
CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

➤ Tipologia di impianto

- LAN (Cablaggio strutturato)
 - Sono definiti da norme specifiche (serie CEI EN 50288)
 - Sono chiaramente riferiti nelle norme di progettazione (CEI EN 50173)
 - Hanno una norma per le metodologie di installazione (CEI EN 50174)

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

➤ Cavi LAN – Schema di designazione



TP = doppino ritorto

a = schermo globale:

U non schermato

F nastro singolo

S Treccia di rame stagnato

SF Treccia di rame stagnato + nastro

b = schermo della coppia:

U non schermato

F nastro singolo per ogni coppia

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

➤ Cavi LAN – Schema di designazione

Nuovo	Vecchio	Descrizione
U/UTP	UTP	Non schermato
F/UTP	FTP	Nastro singolo globale
SF/UTP	SFTP	Treccia + nastro globale
U/FTP		Nessuno schermo globale; nastro singolo per ogni coppia
S/FTP	STP	Treccia globale; nastro singolo per ogni coppia
F/FTP		Nastro globale; nastro singolo per ogni coppia

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

➤ Cavi LAN – Norme di riferimento

Norma	Freq. max	Classe cablaggio	Equivalenza TIA	
EN 50288-2-1	100 MHz	D	Category 5e	Schermato
EN 50288-3-1	100 MHz	D	Category 5e	Non Schermato
EN 50288-4-1	600 MHz	F	Category 7	Schermato
EN 50288-5-1	250 MHz	E	Category 6	Schermato
EN 50288-6-1	250 MHz	E	Category 6	Non Schermato
EN 50288-10-1	500 MHz	E _A	Category 6A	Schermato
EN 50288-11-1	500 MHz	E _A	Category 6A	Non schermato
EN 50288-9-1	1000 MHz	F _A	Category 7A	Schermato

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

- Tecniche di installazione
 - Consegna
 - Immagazzinamento
 - Procedura di preinstallazione
 - Considerazioni meccaniche
 - Trazione
 - Raggio di piegatura (curvatura)
 - Schiacciamento e impatto

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

➤ Tecniche di installazione

– Consegna

- E' buona norma effettuare un esame visivo alla consegna del materiale
- Verificare che il cavo corrisponda alla descrizione
- Eventualmente eseguire verifiche funzionali (soprattutto per cavi ottici)

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

➤ Tecniche di installazione

– Immagazzinamento

- Le bobine andrebbero mantenute con le flange verticali per evitare il movimento delle spire del cavo
- Mettere eventualmente un cuneo sotto la flangia per evitare il rotolamento della bobina



CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

➤ Tecniche di installazione

– Immagazzinamento

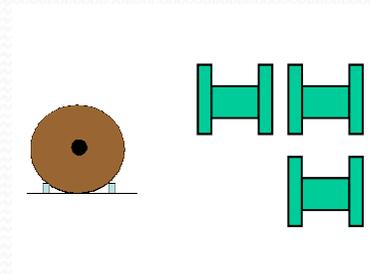
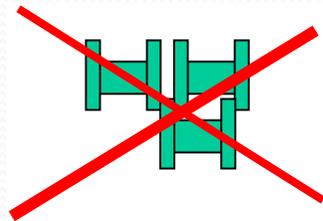
- Deve essere rispettata la gamma di temperature di immagazzinamento prevista per il cavo (presente nella specifica tecnica del costruttore)
- Se immagazzinato all'esterno occorre prevedere due cappucci stagni ad entrambe le estremità per evitare l'ingresso di acqua
- I cavi per installazione interna non devono essere immagazzinati all'esterno per evitare danni da umidità e raggi UV

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

➤ Tecniche di installazione

– Immagazzinamento

- Le bobine vanno posizionate in modo da evitare che le flange di una entrino in collisione col cavo di un'altra

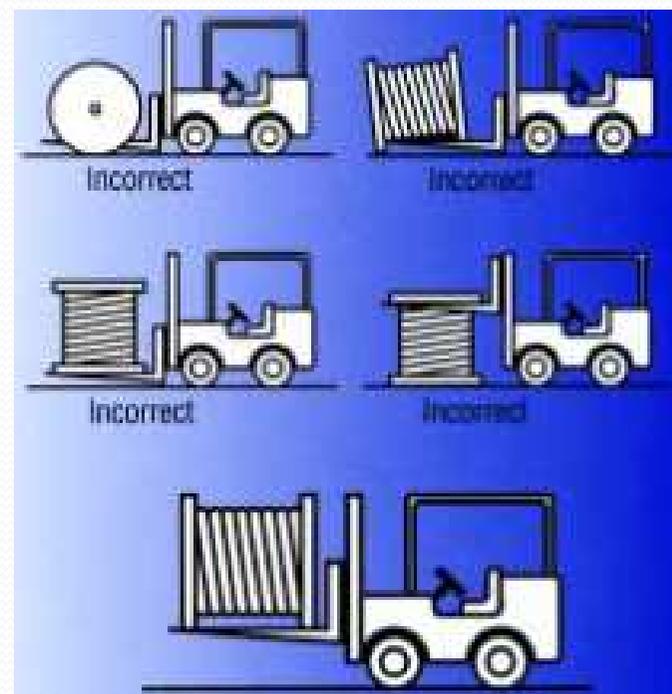


CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

➤ Tecniche di installazione

– Movimentazione

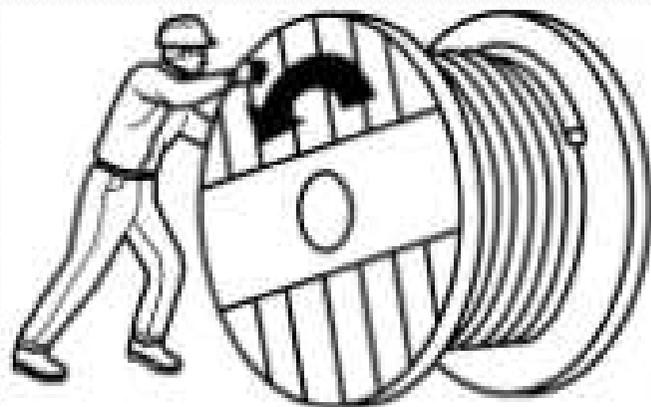
- Le bobine vanno movimentate in modo corretto



Fonte: Draka Cableteq USA - Handling & Installation Guide

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

- Tecniche di installazione
 - Movimentazione
 - Le bobine vanno movimentate in modo corretto



Scorretto



Corretto

Fonte: Draka Cableteq USA - Handling & Installation Guide

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

➤ Tecniche di installazione

– Procedura di preinstallazione

- Deve essere rispettata la gamma di temperature di installazione prevista per il cavo (presente nella specifica tecnica del costruttore)
- In ogni caso non installare un cavo con temperatura inferiore a -5 °C
- Verificare la stabilità del dispositivo di svolgimento
- Verificare il metodo corretto di installazione per il cavo

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

➤ Tecniche di installazione

– Procedura di preinstallazione

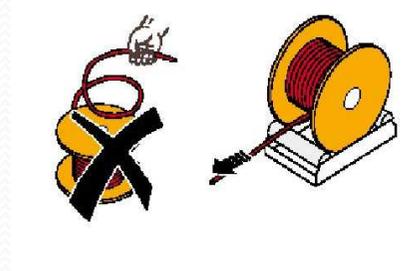
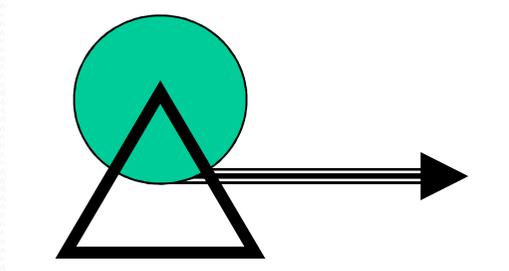
- Valutare che il percorso di installazione non sottoponga il cavo a sollecitazioni eccessive (tiro, schiacciamento in curva, ecc.)
- Fare attenzione alla presenza di eventuali sorgenti di calore (tubi di riscaldamento, ecc.)
- Determinare il posizionamento ottimale delle bobine o matasse da installare

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

➤ Tecniche di installazione

– Trazione del cavo

- Per ragioni di sicurezza occorre svolgere il cavo sempre dalla parte inferiore della bobina



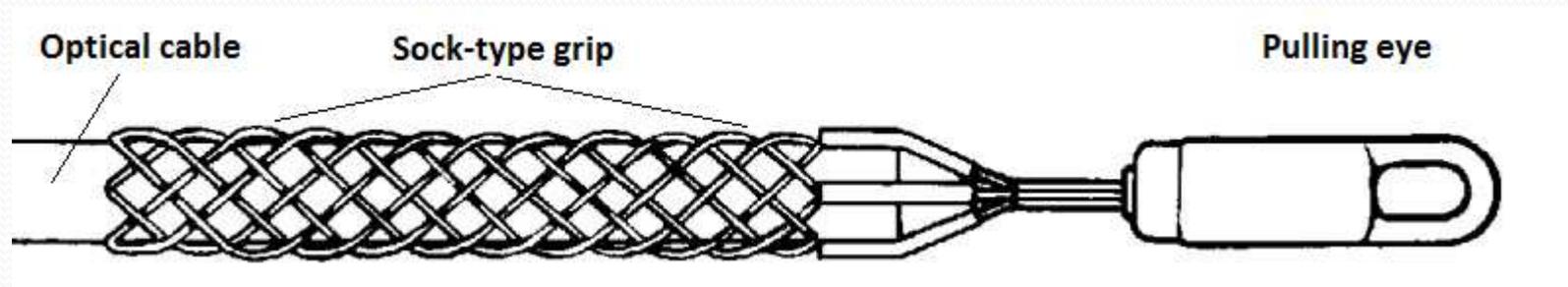
- Verificare costantemente lo scarico della bobina per accertare che non si verifichino danni meccanici (attorcigliamenti, sfregamenti, ecc.,)

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

➤ Tecniche di installazione

– Installazione

- Prevedere alcuni metri di cavo di riserva a entrambe le estremità del tratto installato (scorta)
- Prevedere un tratto di cavo supplementare (es. 5 m) in punti diversi del collegamento per facilitare le operazioni di riparazione in caso di danno
- Se si usano calze di tiro tagliare la parte di cavo tirata



CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

➤ Tecniche di installazione

– Considerazioni meccaniche – Trazione

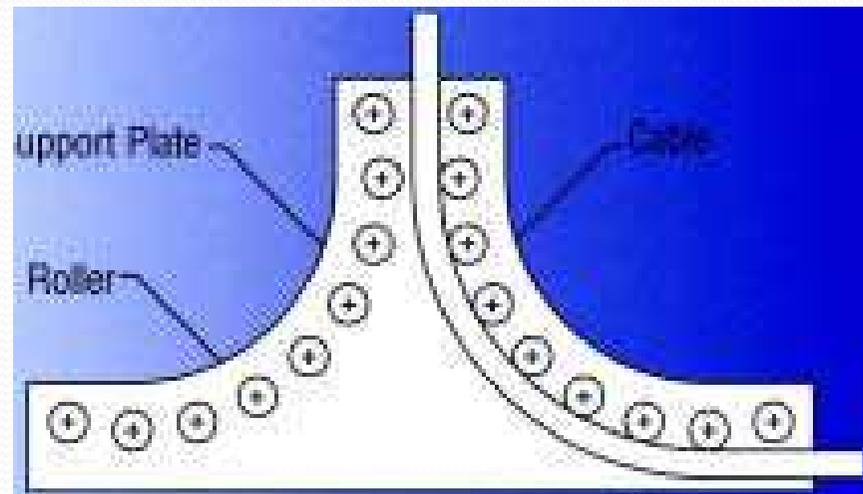
- Durante la posa occorre avere sempre sotto controllo la forza di tiro applicata al cavo
- Occorre non superare il valore massimo ammesso riportato nella scheda tecnica del costruttore o nella norma del cavo
- Il valore indicato è quello a cui il cavo mantiene integre le proprie caratteristiche fisiche e elettriche

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

➤ Tecniche di installazione

– Considerazioni meccaniche – Trazione

- La posa in condotti tende a far aumentare la forza di tiro per attrito tra il cavo e il condotto
- Anche la presenza di curve fa aumentare la forza di tiro: occorre utilizzare apposite pulegge di rinvio

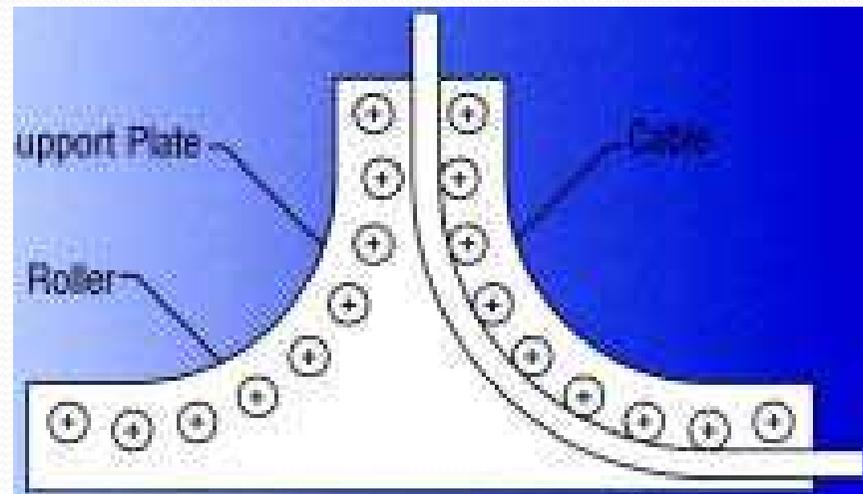


Fonte: Draka Cableteq USA - Handling & Installation Guide

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

➤ Tecniche di installazione

- Considerazioni meccaniche – Piegatura (Curvatura)
 - Il raggio minimo di piegatura (curvatura) è il valore della curva minima che il cavo può sopportare senza subire danni fisici o alterazione delle caratteristiche elettriche



Fonte: Draka Cableteq USA - Handling & Installation Guide

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

➤ Tecniche di installazione

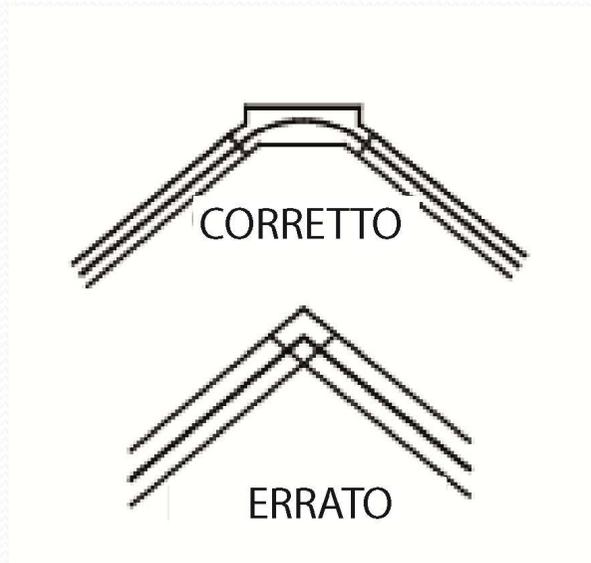
- Considerazioni meccaniche – Piegatura (Curvatura)
 - Il raggio minimo di piegatura (curvatura) ha in genere due valori:
 - Installazione (Dinamico)
 - E' il valore minimo in installazione perché prevede la possibilità di piegare il cavo nell'altra direzione
 - Fisso (Statico)
 - E' la piegatura "su forma" cioè una volta fatta non viene più toccata; in genere è minore del precedente

Fonte: Draka Cableteq USA - Handling & Installation Guide

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

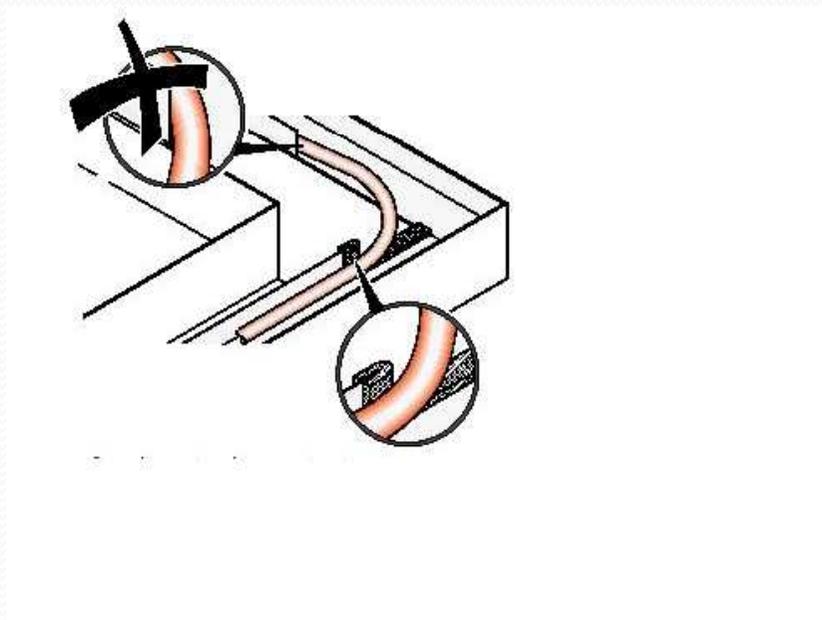
➤ Tecniche di installazione

- Considerazioni meccaniche – Piegatura (Curvatura)
 - Vanno evitate le piegature su spigolo



CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

- Tecniche di installazione
 - Considerazioni meccaniche – Piegatura (Curvatura)
 - Attenzione agli appoggi taglienti



CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

➤ Tecniche di installazione

– Considerazioni meccaniche – Schiacciamento



Fascetta larga



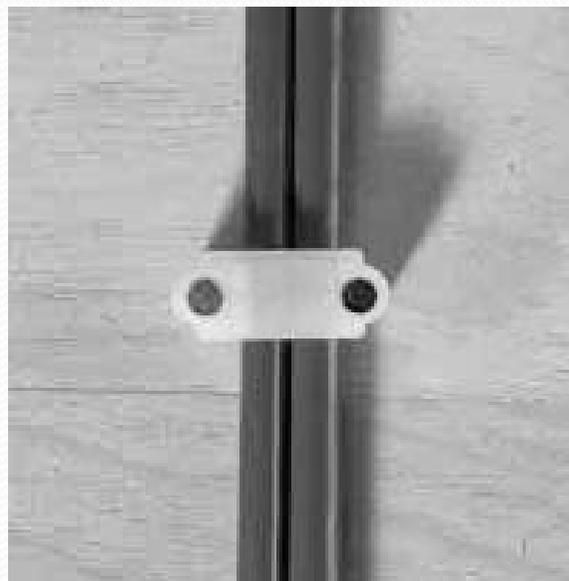
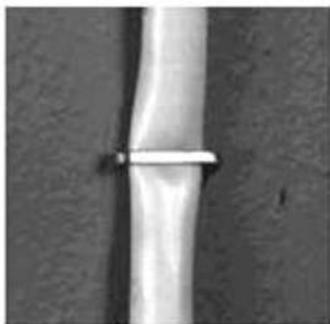
Indicazione di forza
per evitare di stringere
o comprimere
eccessivamente i cavi



Eventuale rilascio
manuale
per regolare la forza o
aggiungere cavi

CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

- Tecniche di installazione
 - Considerazioni meccaniche – Aggraffatura



CAVI DI [TELE]COMUNICAZIONE

Grazie per l'attenzione



Giornata di Studio
CAVI STRUMENTALI E DI POTENZA
Milano, 22 FEBBRAIO 2017

