

FORUMECCATRONICA



LAPP

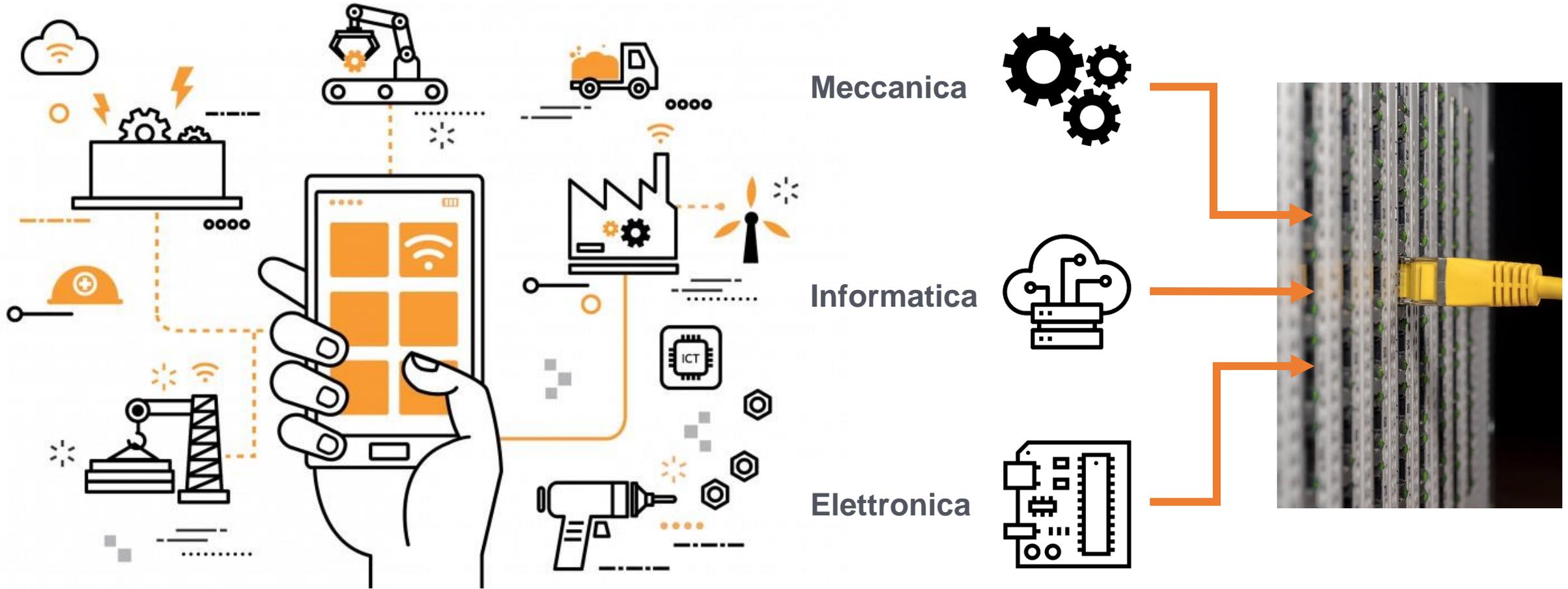
Il cablaggio 4.0: dalla progettazione alla manutenzione

LAPP

Marco Artoli

Market manager Industrial Communication

Meccatronica e cablaggio...



CAVI E STRESS MECCANICI



I cavi utilizzati in posa mobile possono tipicamente essere soggetti alle seguenti tipologie di stress meccanici:

- **Trazione e compressione**
- **Piega/flessione**
- **Torsione**

Per poter resistere il più a lungo possibile a questi tipi di stress, è indispensabile progettare e costruire i cavi secondo specifici parametri e regole

TRAZIONE E COMPRESSIONE

Le forze agiscono in senso longitudinale sui cavi:

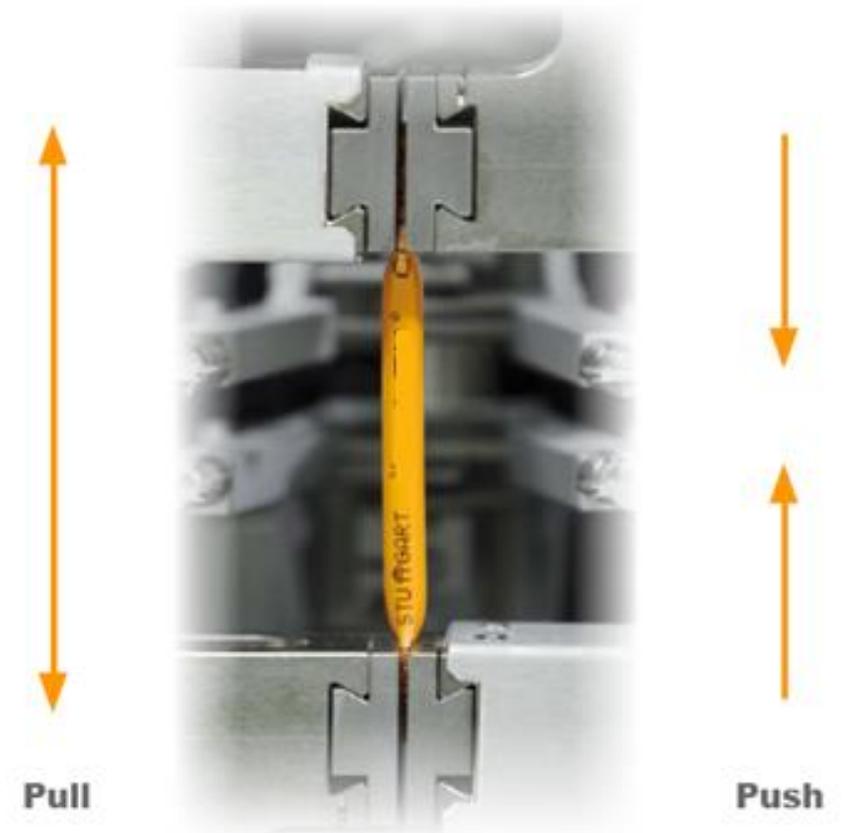
Statica: Influenza sul cavo attraverso la gravitazione, per esempio pompe sommerse a immersione (cavo sospeso in verticale)

Dinamica: Una catena in movimento genera forze di accelerazione nei cavi posati in essa

Statica e dinamica: I cavi per ascensore sono soggetti sia alla gravità che all'accelerazione (movimento verticale)

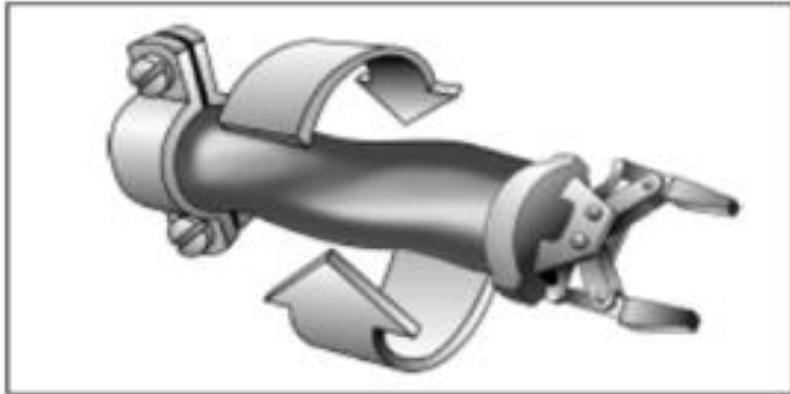
L'elasticità differisce notevolmente a seconda del materiale:

- PUR → 600%
- PVC → 200%
- Rame → 20% prima della rottura



TORSIONE

La torsione avviene quando ad un oggetto si applica una forza torcente



Ad esempio, la torsione si verifica su un cavo quando una forza di **rotazione** viene applicata **ad un'estremità**, mentre **l'altra estremità** viene tenuta **ferma**.

Bending & Torsion:

Multi-axis articulated robot arm



Typical 6 Axis

Torsion:

Swivel arm-robot
SCARA Robot



SCARA = Selective Compliance Assembly
Robot Arm

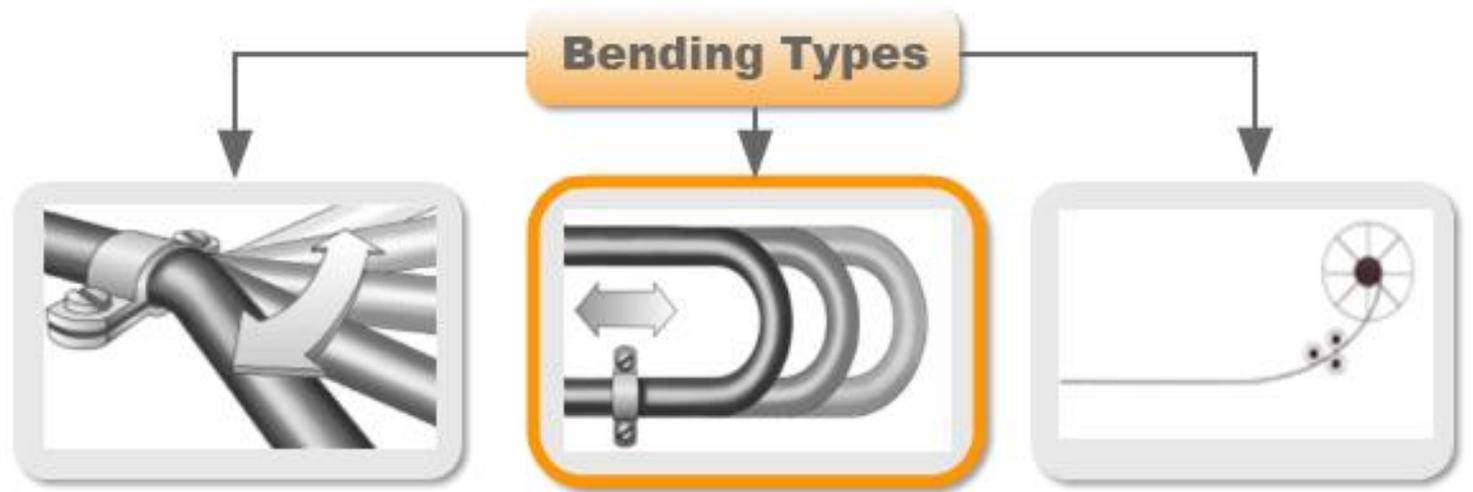
Typical 3 Axis

PIEGA o FLESSIONE

Si distinguono tre diverse tipologie di piegatura:

- **Flessione semplice**
- **Flessione continua**
- **Flessione continua con condizioni guidate**

I cavi in catena sono per lo più esposti da una flessione lungo tutta la lunghezza del cavo.



DESIGN DEI CAVI AD ELEVATA FLESSIBILITA'

Cos'è il passo di cordatura e perché i cavi sono intrecciati?

Il termine **passo di cordatura** descrive la **lunghezza del percorso** richiesto per un singolo conduttore per completare una **rotazione di 360°**.

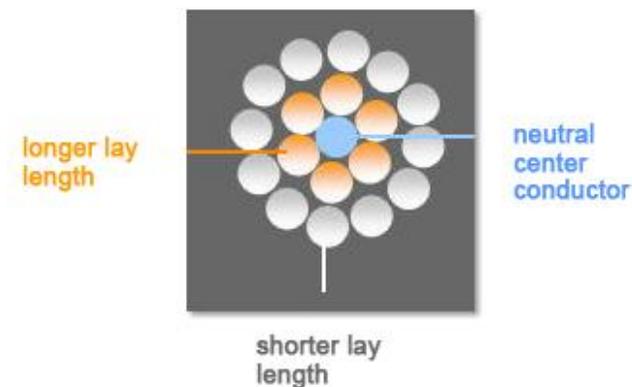
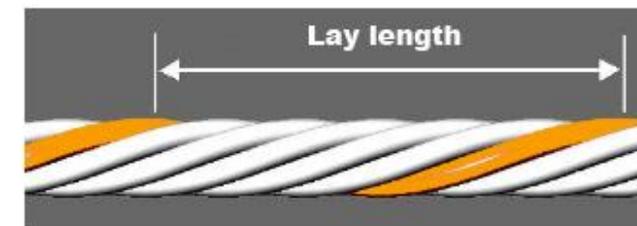
Con passi di cordatura più corti, si verifica un equilibrio tra espansione e compressione.

Da questo ne deriva che:

Più corto è il passo di cordatura, migliore è la flessibilità e la piega del cavo.

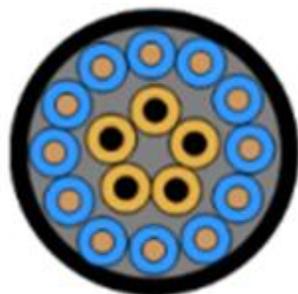
I singoli strati (layer) influenzano la flessibilità complessiva, più sono lontani dal conduttore centrale neutro.

Per questo motivo gli **strati interni** sono realizzati con **passo di cordatura più lungo**, mentre gli **strati esterni** utilizzano **passi di cordatura relativamente corti**.



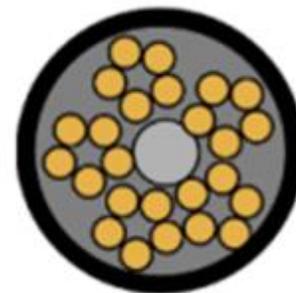
DESIGN DEI CAVI AD ELEVATA FLESSIBILITA'

Quali tipi di costruzioni sono utilizzati?



Twisted in layers

- **Vantaggi:**
 - Diametro esterno ridotto
 - Sguainabilità
- **Svantaggi:**
 - Corse lunghe (catena)



Twisted in bunches

- **Vantaggi:**
 - Corse lunghe (catena)
 - Torsione
- **Svantaggi:**
 - Diametro esterno elevato
 - Sguainabilità



Twisted in pairs

- **Applicazione:**
 - Cavi dati

DESIGN DEI CAVI AD ELEVATA FLESSIBILITA'

Quale design è necessario per resistere ai rispettivi tipi di stress?

Piega/Flessione:

- Trefolo in classe 6, in alcuni casi anche classe 5
- **Passo di cordatura breve**
- Specifici materiali per l'isolamento
- **Schermatura a calza incrociata, se prevista**

Torsione:

- Trefolo in classe 6, in alcuni casi anche classe 5
- **Passo di cordatura lungo**
- Specifici materiali per l'isolamento
- **Schermatura a elica, se prevista**

Dando uno sguardo al **design strutturale del cavo FD / CHAIN**, puoi vedere che è fondamentalmente diverso dal **cavo "ROBOT"**.

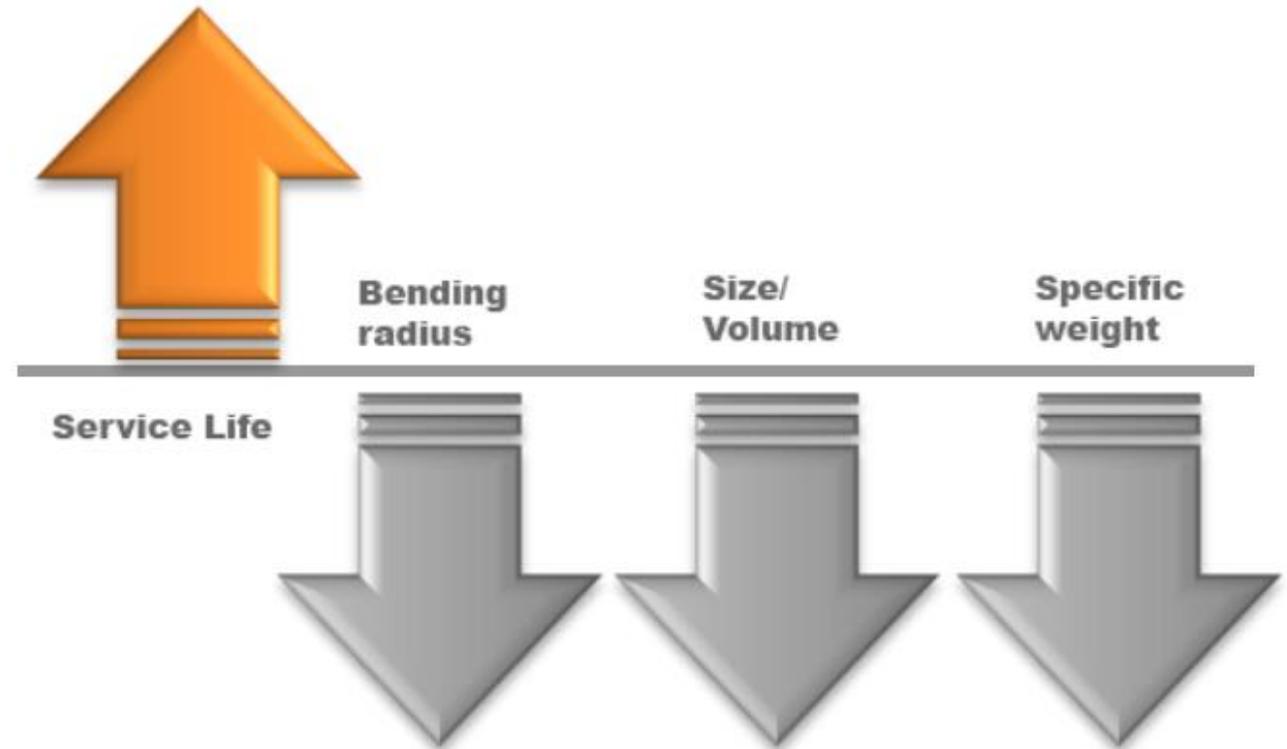
Mentre i **cavi per catena hanno passi di cordatura corti** per consentire la flessione durante il movimento relativo dei singoli conduttori tra loro, i **cavi ROBOT hanno passi di cordatura significativamente più lunghi**.

OBIETTIVI e PARAMETRI

Nella progettazione dei cavi per applicazioni altamente flessibili, teniamo sempre in considerazione queste esigenze:

- maggior durata
- ingombri ridotti
- peso ridotto
- raggio di curvatura limitato

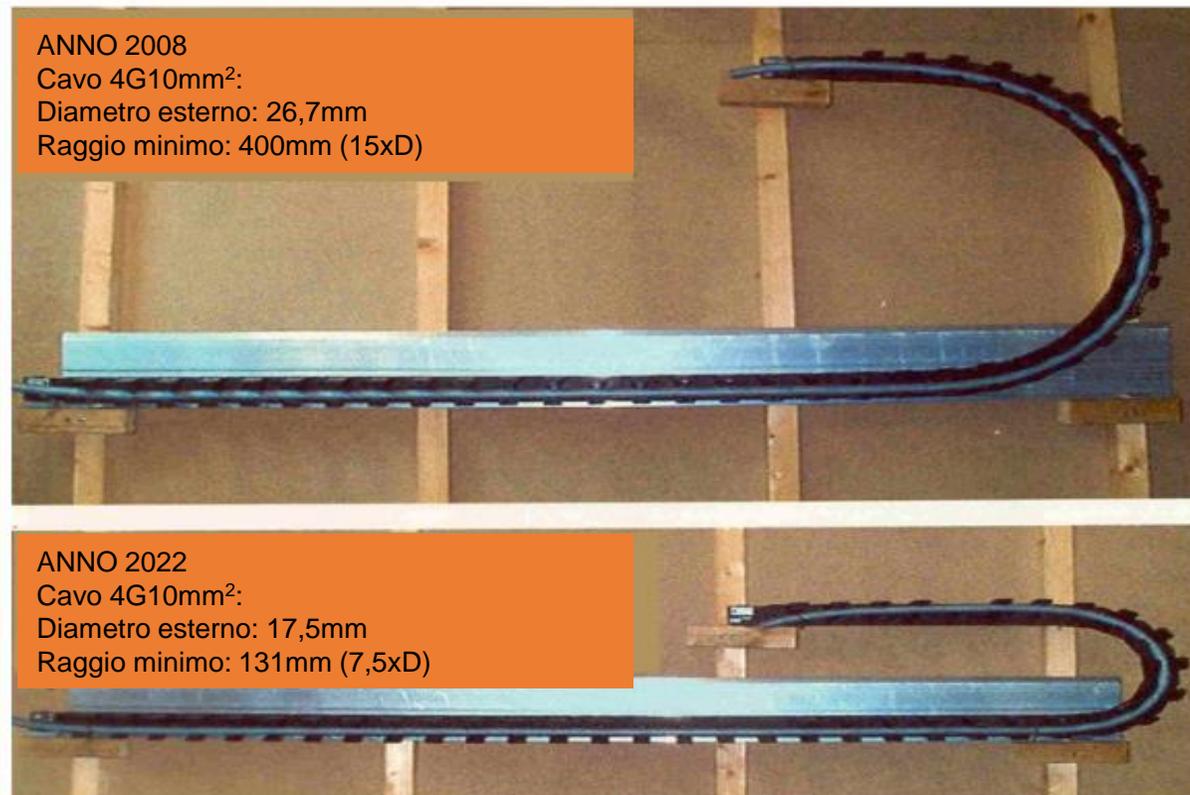
Ora vediamo un esempio del perché questi fattori sono così importanti...



RAGGIO MINIMO DI CURVATURA

Più elevato è il raggio di curvatura minimo di un cavo, maggiore è lo spazio necessario per l'intero sistema...

...perché è il cavo che determina la catena e non viceversa!

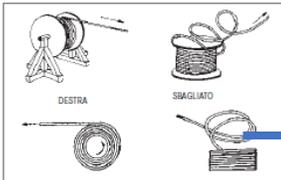


INSTALLAZIONE A REGOLA D'ARTE

Guida all'installazione nelle catene portacavi di: ÖLFLEX® FD/CHAIN, UNITRONIC® FD, ETHERLINE® FD e HITRONIC® FD

2. Nella scelta delle catene portacavi, è necessario tenere conto delle caratteristiche dei cavi e delle caratteristiche della catena. Il raggio di curvatura realizzato dalla catena portacavi installata, non deve essere inferiore al raggio minimo di curvatura del cavo. **Nota:** si consiglia di non utilizzare cavi a molti strati (ovvero > 25 conduttori, considerando in alternativa la possibilità di distribuire il necessario numero di conduttori su più cavi).

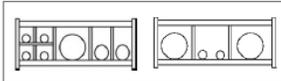
3. I tamburi o le matasse non devono essere mai sfilati dal centro, i cavi devono essere avvolti dal tamburo senza pieghe e nodi e devono essere distesi linearmente prima dell'installazione in catena. Devono essere introdotti nella catena portacavi senza torsione. **Attenzione:** per motivi dovuti al processo produttivo, la stampigliatura sui cavi segue un andamento leggermente a spirale attorno ai cavi. Pertanto la marcatura non può essere utilizzata come linea retta di riferimento per un posizionamento del cavo senza torsione.



4. La temperatura dei cavi non deve scendere al di sotto di +5 °C durante l'installazione del cavo.

5. I cavi vanno posati in catena portacavo senza pieghe o torsioni che potrebbero portare a una deformazione del condotto. Questo effetto gradualmente durante le fasi di lavoro della catena e imprime al cavo la tipica forma detta a "cavatappi" e si risolve con una rottura prematura dei conduttori.

6. I cavi vanno posizionati in catena uno vicino all'altro ma liberi. Dovranno essere collocati quanto più possibile distanti l'uno dall'altro mediante separatori oppure in fori separati nella zona neutra della catena, che è zona a metà altezza nella catena. Tra i cavi deve essere lasciato uno spazio pari a circa il 10 % del diametro del cavo.



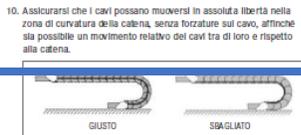
7. I cavi dovrebbero essere posizionati simmetricamente in ragione del loro peso e dimensione: quelli più grossi e pesanti verso l'esterno, quelli più piccoli e leggeri verso il centro. Possono essere posizionati in ordine crescente dal centro verso i due lati. Evitare di sovrapporre i cavi senza l'uso di separatori orizzontali.

8. In caso di disposizione verticale della catena, è necessario prevedere un maggiore spazio libero in altezza poiché durante l'esercizio i cavi sono soggetti ad allungamento. Dopo un breve periodo di esercizio, sarà necessario verificare la lunghezza dei cavi e all'occorrenza regolarla di nuovo.

9. Nelle catene autoportanti, il cavo deve essere fissato a entrambe le estremità della catena utilizzando gli appositi "morsetti" forniti dai costruttori di catene. Per catene con alte accelerazioni l'utilizzo delle fascette è sconsigliato. Nell'interno della catena i cavi non devono essere fissati o legati insieme e i cavi devono avere sufficiente spazio per poterli muovere relativamente l'uno rispetto all'altro longitudinalmente.



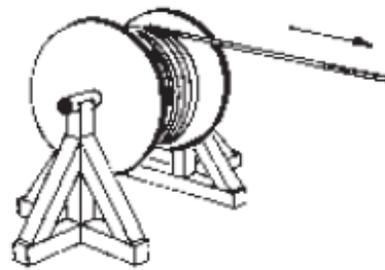
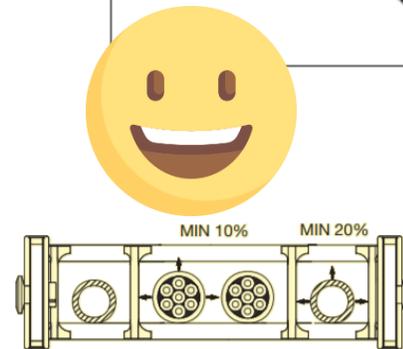
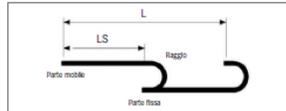
10. Nelle catene portacavi striscianti, nelle quali la parte superiore si raddrizza e scorre sulla parte inferiore, il cavo deve essere fissato solo dalla parte del punto mobile. I cavi non devono in alcun caso essere soggetti a movimento vicino al punto di fissaggio.



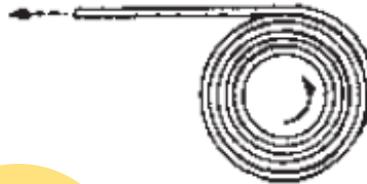
11. Se si nota che il cavo non scorre correttamente ma tende a fare una leggera elicoidale, è possibile intervenire prima possibile per cavo ruotando una delle estremità del cavo in modo da azzerare l'effetto elicoidale.

12. Durante le prime ore di funzionamento della catena, i cavi possono subire delle distensioni e quindi possono allungarsi leggermente, mentre la catena ha giochi molto più contenuti e in un periodo più lungo. Si raccomanda di controllare la posizione dei cavi sia all'inizio dopo pochi movimenti, (tale controllo deve essere effettuato sia dopo il movimento di spinta sia dopo quello di trazione) e successivamente ogni mese per il primo anno di funzionamento. Se necessario i cavi devono essere riposizionati in modo che scorrano liberamente e che siano posizionati nella zona neutra della curva della catena.

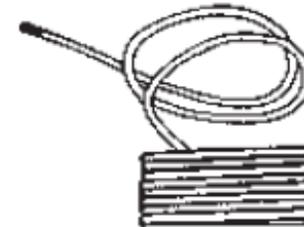
13. La lunghezza di traslazione (L) vale 2 x la lunghezza catena (L_S)



CORRETTO



ERRATO



ANCHE I CAVI SONO MATERIALI CONSUMABILI

«I cavi sono completamente sotto l'influenza del continuo invecchiamento dovuto al movimento.»

Possibilità di guasto:

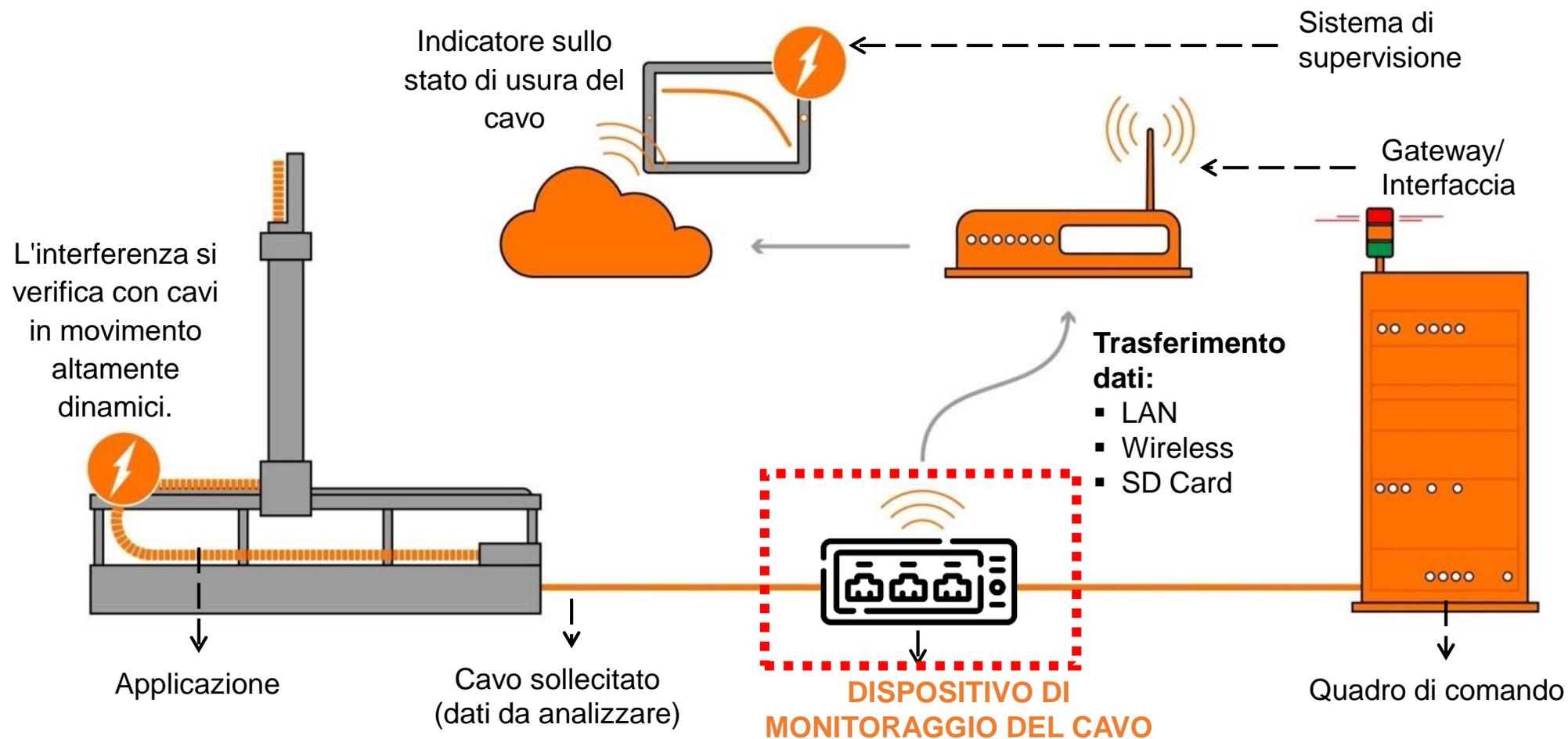
- Rottura del conduttore.
- Danni alla guaina.
- Danni all'isolamento.
- Spostamento geometrico nella struttura del cavo.
- Danni agli elementi di schermatura.



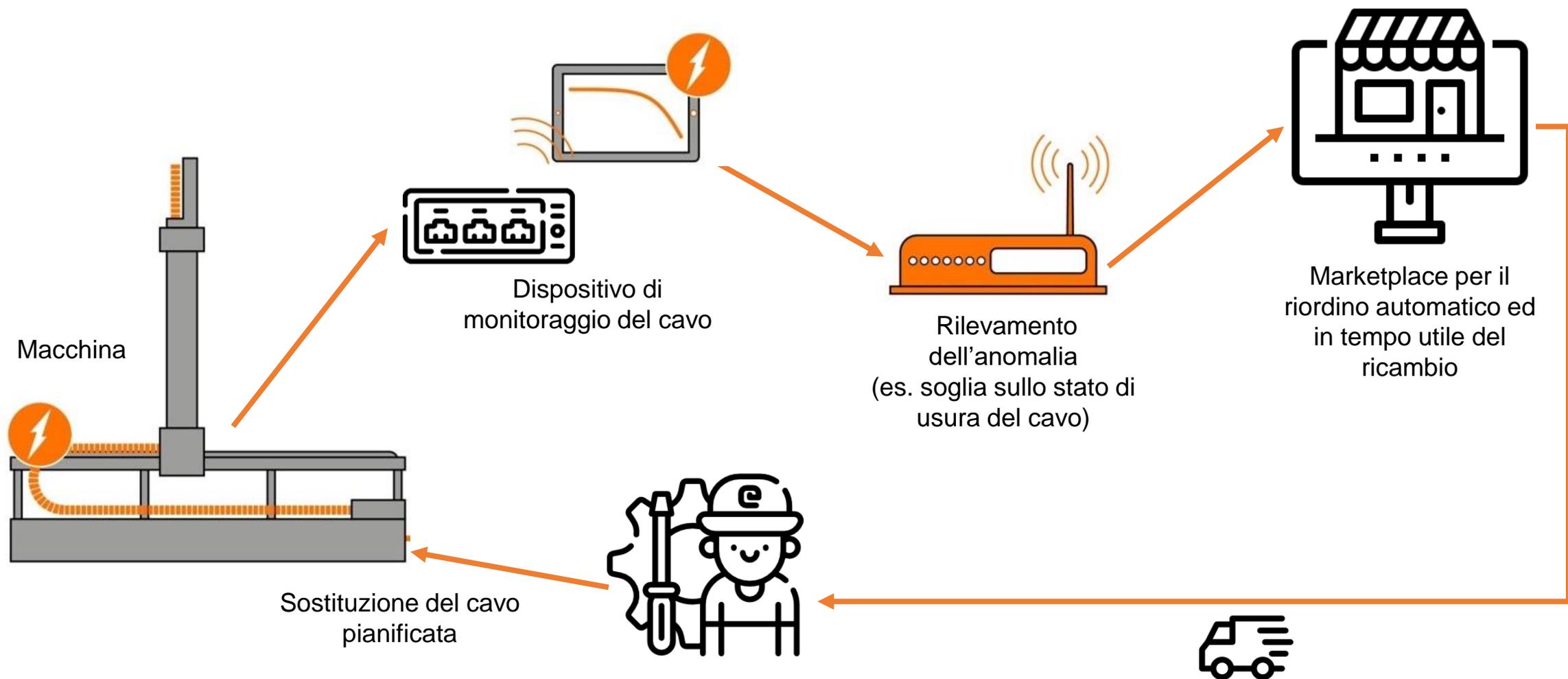
In passato gli operatori delle macchine avevano solo due possibili opzioni:

- 1. Intervenire in modo preventivo,** sostituendo il cavo anche quando sta funzionando ancora senza problemi.
- 2. Aspettare che il cavo si danneggi,** con però i conseguenti costi legati al fermo macchina non pianificato.

MONITORARE LO «STATO DEL CAVO» IN TEMPO REALE



UN ANELLO «CHIUSO» VIRTUOSO



Il «GRUPPO LAPP» con i propri BRAND, SERVIZI e SUPPORTO è la Soluzione per seguire la strada giusta!



ÖLFLEX®
Cavi di controllo e comando



EPIC®
Connettori industriali



UNITRONIC®
Sistemi per trasmissione dati



SKINTOP®
Pressacavi



ETHERLINE®
Cavi di rete (HF), Ethernet,
Industrial Ethernet e coassiali



SILVYN®
Sistemi di protezione
e trasporto per cavi



HITRONIC®
Sistemi per trasmissione dati
a fibra ottica



FLEXIMARK®
Sistemi di marcatura

Il «GRUPPO LAPP» con i propri BRAND, SERVIZI e SUPPORTO è la Soluzione per seguire la strada giusta!

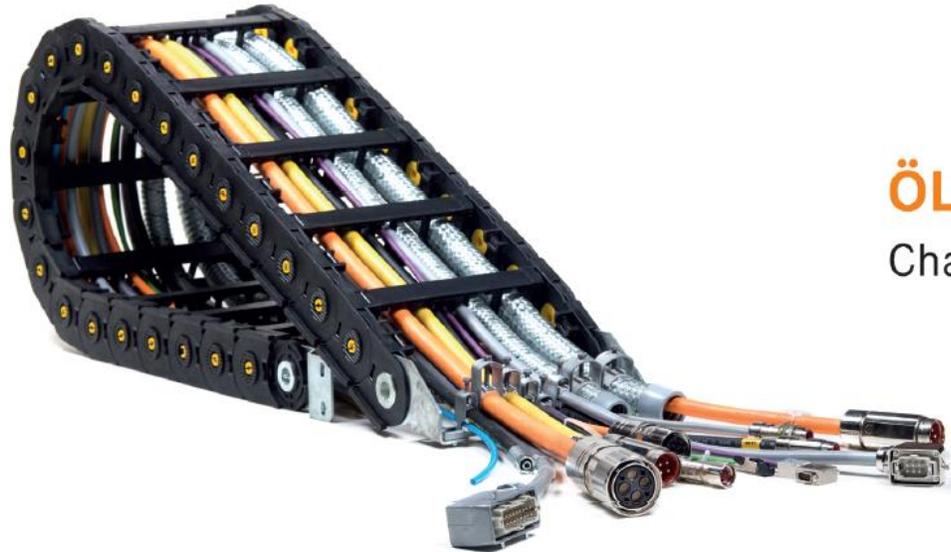
ÖLFLEX® CONNECT SERVO

Servo Systems made by Lapp



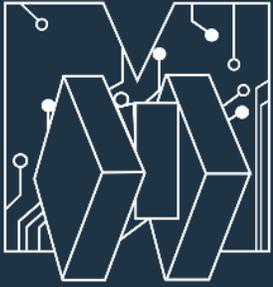
ÖLFLEX® CONNECT CABLES

Cable Systems made by Lapp



ÖLFLEX® CONNECT CHAIN

Chain Systems made by Lapp



FORUMECCATRONICA



LAPP

GRAZIE PER L'ATTENZIONE!