



Ammeraal Beltech

IT

Manuale
tecnico



Soliflex PRO

Nastro a ingranamento positivo

Innovation and
Service in Belting



Indice

| | | |
|------|---|----|
| 1 | Introduzione..... | 4 |
| 2 | Proprietà del materiale | 5 |
| 3 | Nastri su ordinazione, possibilità di realizzazione | 6 |
| 4 | Struttura di base del nastro trasportatore | 7 |
| 4.1 | Configurazione della speciale dentatura di azionamento | 8 |
| 4.2 | Configurazioni personalizzate..... | 8 |
| 4.3 | Tensionamento del nastro/avvolgimento | 9 |
| 4.4 | Pignoni e pulegge di sostegno | 9 |
| 4.5 | Mototamburi..... | 12 |
| 4.6 | Guide di scorrimento | 13 |
| 4.7 | Il tratto di ritorno del nastro | 17 |
| 4.8 | Raschiatori | 18 |
| 4.9 | Espansione termica | 18 |
| 4.10 | Coefficienti di attrito | 19 |
| 5 | Linee guide per trasportatori speciali | 20 |
| 5.1 | Diametri di flessione e contro-flessione | 20 |
| 5.2 | Nastri trasportatori inclinati | 20 |
| 5.3 | Nastri trasportatori a collo di cigno | 21 |
| 5.4 | Nastri trasportatori in conca | 22 |
| 5.5 | Nastri trasportatori bidirezionali con trasmissione a Omega | 22 |
| 6 | Retrofit di un trasportatore a nastro esistente con Soliflex PRO (mini) | 23 |
| 6.1 | Da nastri modulari..... | 23 |
| 6.2 | Da nastri sintetici e piano di scorrimento unico | 23 |
| 7 | Calcolo del nastro | 24 |
| 7.1 | Proprietà del nastro – carico ammissibile..... | 24 |
| 7.2 | Carichi su nastri trasportatori orizzontali | 25 |
| 7.3 | I carichi su nastri trasportatori inclinati | 26 |
| 7.4 | Carichi su nastri trasportatori a collo di cigno..... | 26 |
| 7.5 | Dimensionamento del motore e dell'albero | 27 |
| 7.6 | Definizioni | 27 |



Ammeraal Beltech

| | | |
|----------|-----------------------------------|-----------|
| 8 | Tabelle | 28 |
| 8.1 | Specifiche tecniche Soliflex..... | 28 |
| 8.2 | Proprietà del pignone..... | 29 |
| 8.3 | Espansione Termica..... | 32 |
| 8.4 | Coefficiente di attrito | 32 |



Ammeraal Beltech

1 Introduzione

I prodotti Soliflex e Soliflex PRO (mini) sono nastri omogenei a ingranamento positivo. Dal momento che non presentano alcun interstrato in tessuto, risultano facili da pulire e particolarmente igienici. Di conseguenza, sono particolarmente adatti alle applicazioni del settore alimentare; tutti i materiali sono conformi alle normative per la sicurezza alimentare CE 1935/2004 e UE 10/2011 (e successive modifiche), nonché alle norme dell'FDA.

I Soliflex sono nastri ad azionamento per attrito. Le soluzioni Soliflex 'PRO' sono a ingranamento positivo: presentano, infatti, dei denti di azionamento nella parte inferiore. Tali denti svolgono anche la funzione di guida e, di conseguenza, rendono autocentranti i nastri Soliflex PRO (mini). I nastri Soliflex e Soliflex PRO (mini) sono disponibili in vari spessori e in due materiali: TPU (poliuretano) e TPE (poliestere).

Il presente manuale è riferito ai nastri Soliflex PRO (mini). È d'aiuto per la scelta del nastro Soliflex PRO (mini) adatto alle proprie esigenze ed è di supporto per ogni scelta di natura tecnica e dimensionale dei sistemi di trasmissione a nastro. La gamma dei nastri Soliflex privi di ingranamento è presentata in un altro manuale.

Al fine di calcolare correttamente l'esatta configurazione per l'applicazione di vostro interesse, è disponibile un programma di calcolo dedicato. Sono inoltre disponibili schede tecniche specifiche per ogni prodotto.

Se non trovate all'interno del presente manuale la risposta alle vostre domande oppure avete bisogno di conoscere maggiori dettagli sulle giunzioni o ricevere una panoramica degli accessori, disegni tecnici o quant'altro, contattate il vostro rappresentante locale.



2 Proprietà del materiale

I nastri Soliflex sono estrusi in materiale termoplastico. Questi possono essere rifilati, saldati e persino riciclati con facilità. Il TPE è un materiale riciclabile. I nastri Soliflex sono prodotti secondo specifiche tecniche rigide. I denti di azionamento e gli accessori vengono saldati in appositi reparti. I nastri Soliflex PRO sono disponibili in TPU o TPE; ciascuno di questi materiali offre vantaggi specifici. Al fine di individuare il materiale adatto alla propria applicazione, consultare la tabella seguente in cui sono indicati vantaggi e limiti di ciascun materiale. Sono a disposizione ulteriori informazioni. (Tabella 1)

I nastri Soliflex PRO (mini) in TPU 53D sono molto resistenti ad oli e grassi. Il TPU 53D è molto resistente all'abrasione e difficilmente presenterà segni di usura. Il TPU 53D è molto flessibile e ha una durezza di 53 Shore D. Rispetto ai prodotti in TPE, i nastri in TPU resistono poco agli agenti chimici e sono sensibili ai detergenti a base di cloro (in caso di dubbi, consultate le istruzioni per la pulizia degli prodotti Soliflex). A causa del coefficiente di attrito relativamente elevato con l'acciaio, i nastri in TPU non sono consigliabili in abbinamento a profili di scorrimento in tale materiale. Inoltre, non sono adatti per applicazioni sotto i -5°C. Sono disponibili nei seguenti spessori: 1,5 mm, 2 mm, 3 mm e 4 mm. Alcune soluzioni presentano dei profili speciali. Il passo del dente di azionamento dei nastri Soliflex PRO è di 51 mm mentre quello dei nastri Soliflex PRO mini è di 25,5 mm.

I nastri Soliflex PRO in TPE sono caratterizzati da una buona resistenza agli agenti chimici e alle basse temperature. Costituiscono la migliore soluzione in caso di applicazioni di surgelazione con temperature fino a -20°C. Il materiale è resistente e di lunga durata e può essere utilizzato per nastri trasportatori più lunghi. È possibile utilizzare piani o barre di scorrimento sia in plastica sia in acciaio. Disponibilità di spessore: 2 e 3 mm.

ATTENZIONE

Sebbene il TPE sia molto facile da lavorare, questo materiale tende a deformarsi una volta saldato. Di conseguenza il nastro o la giunzione potrebbe risultare non del tutto planare. I nastri potrebbero presentare, infatti, una leggera ondulazione sui bordi e la giunzione potrebbe presentarsi lievemente ondulata. La superficie lucida del TPE è sensibile ai graffi.



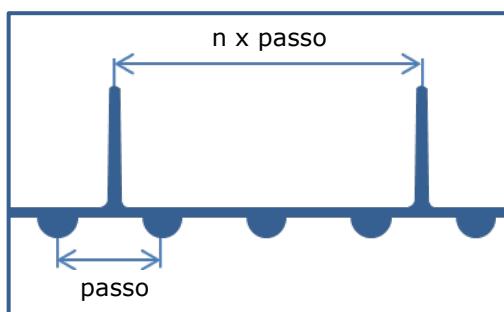


3 Nastri su ordinazione, possibilità di realizzazione

Forniamo nastri ad anello chiuso Soliflex PRO larghi fino a 1800 mm. Abbiamo a disposizione nastri ad anello chiuso Soliflex PRO mini larghi fino a 1200 mm. La larghezza minima realizzabile per un nastro Soliflex PRO (mini) è di 50 mm.

È disponibile l'attrezzatura di giunzione appositamente pensata per interventi in loco in caso di nastri larghi fino a 1200 mm. Grazie a quest'attrezzatura, è possibile tagliare e giuntare il nastro in loco presso il Cliente. Se interessati ai nastri Soliflex PRO (mini) con una larghezza superiore ai 1200 mm, contattate il rappresentante locale di Ammeraal Beltech. Il nostro staff sarà in grado anche di dare istruzioni sulla giunzione e informazioni circa la strumentazione disponibile adatta allo scopo.

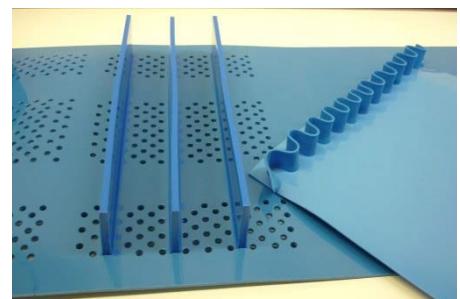
La lunghezza di un nastro deve corrispondere sempre a un numero intero da moltiplicare n volte col passo dei denti di azionamento (= 25,5 o 51 mm). Calcolate la lunghezza da ordinare misurando e arrotondando la lunghezza del nastro al fine di ottenere una lunghezza totale pari a $n \times 25,5$ o 51 mm (in cui $n = 1, 2, 3$, ecc.).



I nastri Soliflex PRO possono essere forniti giuntati oppure con lembi preparati, dotati di listelli, Bordoflex, fori, giunzione apribile e guide. Si noti che la distanza tra i listelli deve corrispondere a multipli del passo da 25,5 o 51 mm. Il catalogo degli accessori è in continuo aggiornamento: contattate il rappresentante locale di Ammeraal Beltech per ottenere una panoramica sulle possibilità di fabbricazione.

ATTENZIONE

Gli accessori potrebbero avere un colore diverso da quello del nastro.



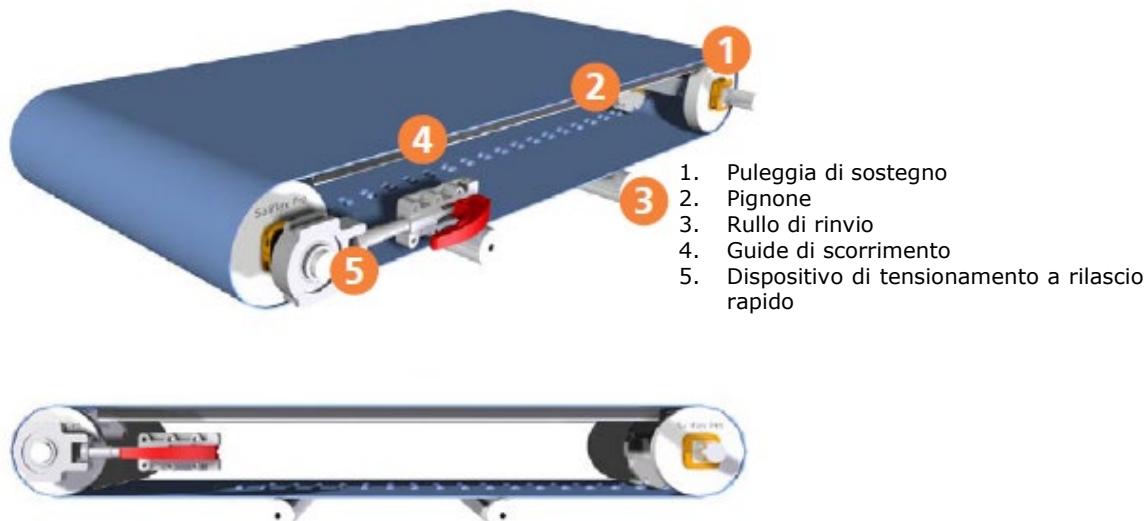


4 Struttura di base del nastro trasportatore

Per ottenere il massimo dei vantaggi offerti dai nastri a ingranamento positivo Soliflex PRO (mini), occorre prestare una particolare attenzione alla struttura del trasportatore. Questo capitolo presenta le linee guida e alcune considerazioni utili per la disposizione di raschiatori, piani di scorrimento, dispositivi per il tensionamento, ecc. Il calcolo del nastro è trattato nel capitolo 7.

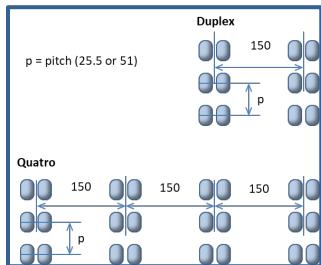
I nastri Soliflex PRO (mini) sono testati per trasportatori a nastro la cui velocità max raggiunga 1 m al secondo. Contattate il rappresentante locale di Ammeraal Beltech in caso di nastri con velocità più elevate.

Il tipico trasportatore in cui è stato applicato un nastro Soliflex PRO (mini) potrebbe essere così composto:





4.1 Configurazione della speciale dentatura di azionamento



Soliflex PRO (mini) Duplex - 2 file di denti di azionamento

Per la maggior parte delle applicazioni si consiglia Soliflex PRO (mini) Duplex con 2 file di denti di azionamento. Il passo dei denti di azionamento del Soliflex PRO è di 51 mm mentre quello del Soliflex PRO mini è di 25,5 mm. La distanza da centro a centro tra le file è di 150 mm. I denti di azionamento sono sempre posizionati al centro del nastro. Su esplicita richiesta è possibile realizzare altre configurazioni.

Soliflex PRO (mini) Quattro - 4 file di denti di azionamento

Questo tipo di configurazione con Soliflex PRO (mini) Quattro va utilizzata per nastri più larghi ed elevati carichi. Grazie alle 4 file, la forza viene distribuita attraverso la larghezza del nastro consentendo un funzionamento regolare.

4.2 Configurazioni personalizzate

In caso di retrofit, ad esempio, una configurazione standard non sempre potrebbe rispondere alle esigenze del cliente. In questi casi, è necessario posizionare i denti di azionamento a una distanza da centro a centro diversa rispetto a 150 mm. La possibilità di cambiare la distanza da centro a centro è attualmente possibile solo con Soliflex PRO.

La distanza da centro a centro delle file dei denti di azionamento può essere modificata a passi da 25 mm mantenendo, però, la distanza minima di 50 mm tra le due file. La distanza massima tra le due file di denti di azionamento in una configurazione Duplex è di 750 mm mentre la larghezza massima del nastro è di 800 mm. La distanza massima tra le due file esterne di denti di azionamento in una configurazione Quattro è di 1200 mm. La larghezza massima del nastro corrisponde alla larghezza massima disponibile della lamina (1800 mm per il TPU).

La distanza minima tra i bordi del nastro e il centro delle file esterne dei denti di azionamento è di 25 mm.



Figura 1 Esempio di una configurazione personalizzata

In tutti i casi la configurazione deve essere simmetrica e va mantenuta su tutta la larghezza del nastro.



4.3 Tensionamento del nastro/avvolgimento

Per lavorare in modo ottimale ed efficiente con trasportare a nastro dotato di Soliflex PRO (mini), la tensione deve essere $\leq 0,1\%$. Un maggior livello di pretensione ridurrà la quantità di carico consentita al nastro. Inoltre, applicare un'elevata pretensione potrebbe deformare il materiale e ridurre la durata del nastro.

L'allungamento massimo a pieno carico consentito a un nastro Soliflex PRO (mini) è pari allo 0,6%; in casi speciali può arrivare all'1,0%. In caso di un allungamento maggiore, il passo dei denti di azionamento non combacerà con i pignoni. Il rappresentante locale di Ammeraal Beltech è in grado di supportarvi, rispondendo a ogni esigenza di natura strutturale. Vedere anche Tabella 2

Un albero motore retrattile è un'ottima soluzione per rimuovere e installare velocemente il nastro (ad esempio, per motivi di pulizia). È possibile altresì usare un dispositivo di tensionamento a sgancio rapido. Ciò permette una rimozione facile del nastro per interventi di pulizia e/o di manutenzione.



4.3.1 Come si tensiona il nastro?

Applicare 0,1% di tensione segnando due segni distanti 1000 mm su entrambi i lati del nastro e tensionare fino al raggiungimento di 1001 mm. Azionare il nastro per breve tempo e controllare nuovamente l'allungamento.



4.3.2 Disposizione dell'albero motore e dell'albero folle

Per un'ottima prestazione entrambi dovrebbero avere *sia* pignoni *che* pulegge. Così facendo, l'albero di rinvio sicuramente ruota prevenendo usura dei pignoni e del nastro.

A seconda della situazione specifica (larghezza, uso di raschiatori, prodotti da trasportare, ecc.), potrebbe essere d'aiuto completare l'albero con pignoni e pulegge di supporto. La distanza massima da centro a centro tra i pignoni e/o le pulegge è di 150 mm.

4.4 Pignoni e pulegge di sostegno

I pignoni e le pulegge di sostegno Soliflex sono disponibili sia per alberi tondi sia per alberi quadrati. Sia i pignoni sia i rulli di supporto sono realizzati in HDPE ad uso alimentare in linea con i requisiti della FDA e dell'UE.

- Foro tondo da 20, 25, 30, 40 e 50 mm. Tutti i fori tondi sono dotati di linguetta DIN.
- Foro quadrato da 40 mm; realizzazione di altri tipi su richiesta.
- Foro pilota da 15 mm per PRO e da 6 mm per PRO mini; può essere lavorato a macchina dal cliente

I pignoni e i rulli di supporto Soliflex possono essere forniti nelle versioni split (con un incastro a puzzle) per un facile montaggio su trasportatori a nastro esistenti. Esistono anche versioni speciali di pignoni quali: la versione autopulente e la versione antighiaccio (quando il ghiaccio è un problema). Vedere anche Tabella 6



Ammeraal Beltech

I pignoni e i rulli di supporto Soliflex PRO sono larghi 30 mm mentre quelli Soliflex PRO mini sono larghi 35 mm. Anche le file dei denti di azionamento sono più larghe di 2 mm rispetto ai pignoni. Vedere inoltre i seguenti disegni.

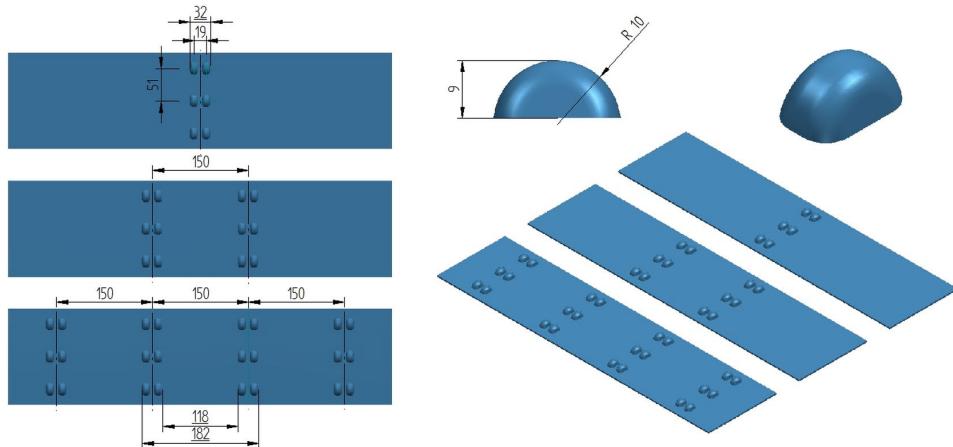


Figura 2 Configurazioni e distanze dei denti di azionamento Soliflex PRO

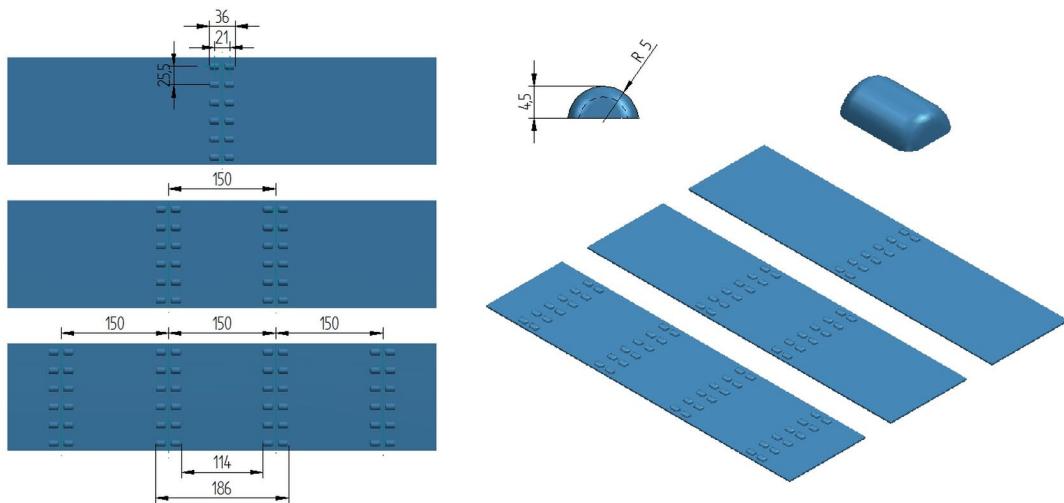


Figura 3 Configurazioni e distanze dei denti di azionamento Soliflex PRO mini

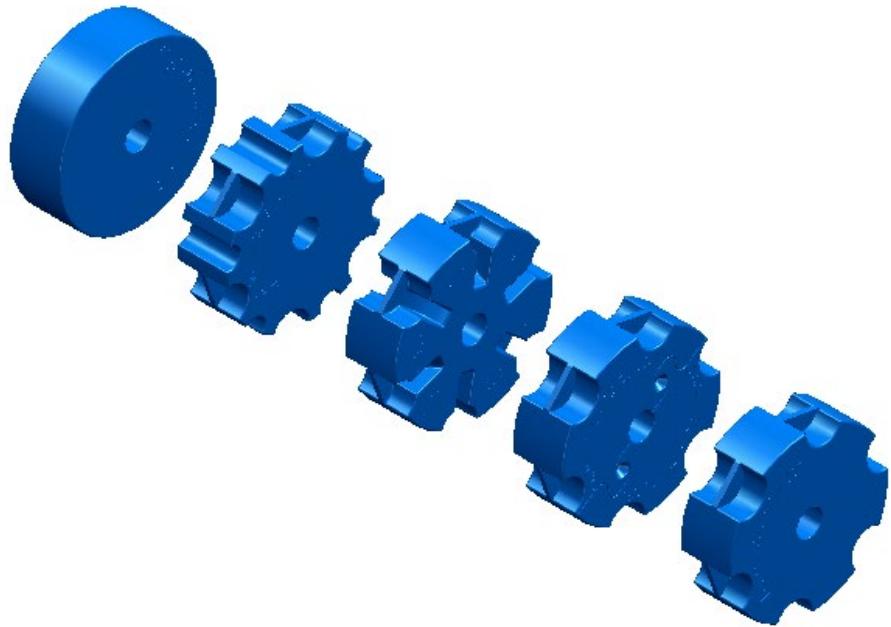


Figura 4 Variazioni dei pignoni Soliflex PRO

4.4.1 Montare i pignoni e rulli di sostegno sull'albero

- I pignoni e i rulli di sostegno con fori quadrati e tondi possono essere fissati in direzione assiale con agli anelli di ritegno.
- Per compensare l'espansione termica occorre fissare un pignone in direzione assiale distanziando gli altri pignoni presenti sull'albero di 2 mm.
- I pignoni e i rulli di sostegno con fori tondi vengono azionati tramite chiavetta DIN.
- Per allineare i pignoni assicurarsi che i loghi incisi su di essi siano tutti rivolti nella stessa direzione.

I diametri dei pignoni minimi sono quelli per un nastro liscio. In presenza di nastro con accessori, guide o Bordoflex, occorre aumentare il diametro minimo consentito del pignone. Si rimanda al capitolo 5, dove sono presenti consigli costruttivi per trasportatori a nastro speciali.



Ammeraal Beltech

4.5 Mototamburi

Interroll ha sviluppato un mototamburo speciale Soliflex PRO in 4 formati:



Figura 5 Mototamburo Interroll con rivestimento Soliflex

Interroll 80i con Soliflex PRO Z7 e rivestimento in TPU 88 shore D

Interroll 113i con Soliflex PRO Z9 e rivestimento in TPU 88 shore D

Interroll 138i con Soliflex PRO Z10 e rivestimento in TPU 88 shore D

Interroll 165i con Soliflex PRO Z12 e rivestimento in TPU 88 shore D

Per rispondere alle attuali esigenze di sanificabilità è stata sviluppata una struttura igienica.

Per saperne di più, contattate il rappresentante locale Interroll

Per il Soliflex PRO mini, non è ancora disponibile un mototamburo speciale Soliflex. Vi offriamo, tuttavia, un manicotto dedicato. È possibile posizionare tale manicotto sul mototamburo Interroll DM0080.

Il manicotto ha un profilo Z14 e un diametro di 112,2 mm. La larghezza massima è di 250 mm. Per mototamburi più grandi è possibile combinare più manicotti.

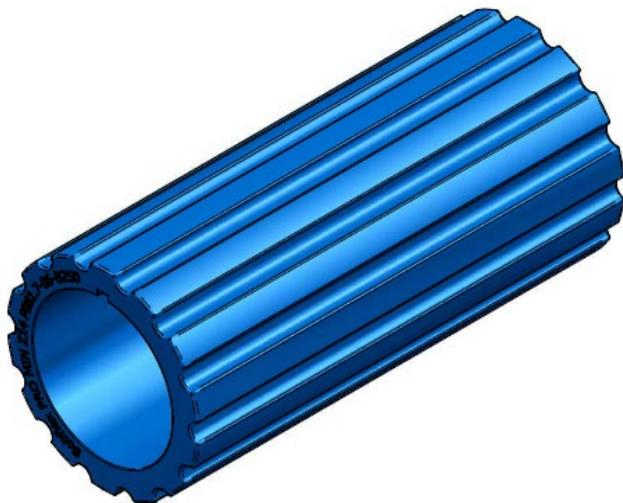
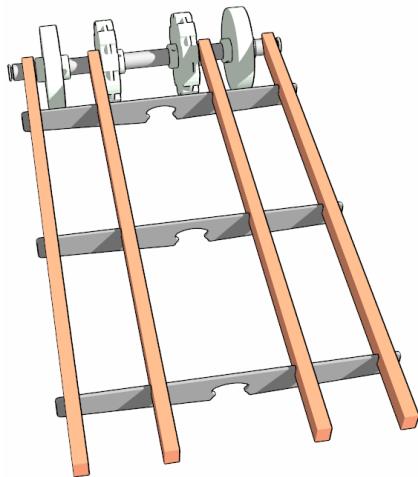


Figura 6 Manicotto Soliflex PRO mini Z14 per Interroll DM0080



4.6 Guide di scorrimento

Il design unico dei denti di azionamento insieme alle guide di scorrimento assicura un centraggio di elevata qualità senza alcuna criticità.

La soluzione migliore per Soliflex PRO (mini) è l'utilizzo di guide di scorrimento. Al fine di ridurre al minimo l'attrito, occorre utilizzare guide di scorrimento in HDPE o UHMWPE. Le guide di scorrimento devono essere montate vicino a pignoni e pulegge. Calcolare un margine di spazio per un'eventuale espansione termica (vedere pagina 18). Assicurarsi che le guide di scorrimento non abbiano un'altezza maggiore della superficie delle pulegge. È consentito l'utilizzo di barre in acciaio

inossidabile o barre tonde. Si raccomanda di rispettare la stessa configurazione delle barre in HDPE. Il tipo di acciaio inossidabile che consigliamo è il 316 (L); il 304 annerisce il nastro. Assicurarsi che tutti i bordi siano arrotondati. In condizioni di umidità i nastri in TPU possono aderire alle guide di scorrimento in acciaio; è consigliabile pertanto in questi casi scegliere il TPU con profilo anti-aderente F18 o il TPE.



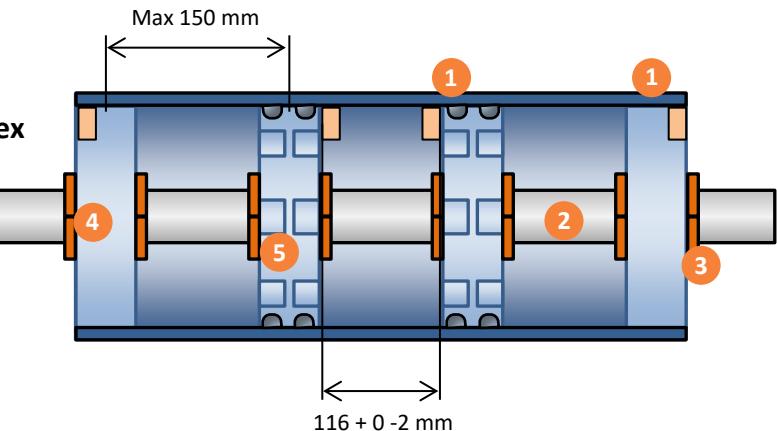
Ammeraal Beltech

4.6.1 Posizionamento delle guide di scorrimento Soliflex PRO

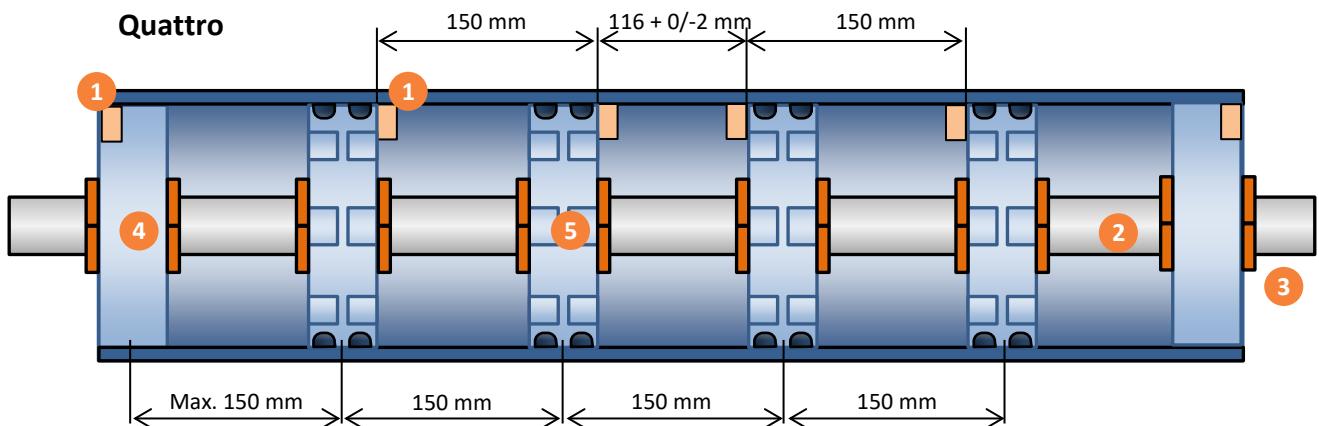
Come calcolare.....?

Questo è un esempio di una configurazione standard. Le configurazioni non-standard possono essere calcolate dall'apposito programma.

- Duplex**
1. Guide di scorrimento
 2. Albero
 3. Anello di ritegno
 4. Puleggia di sostegno
 5. Pignone



Quattro



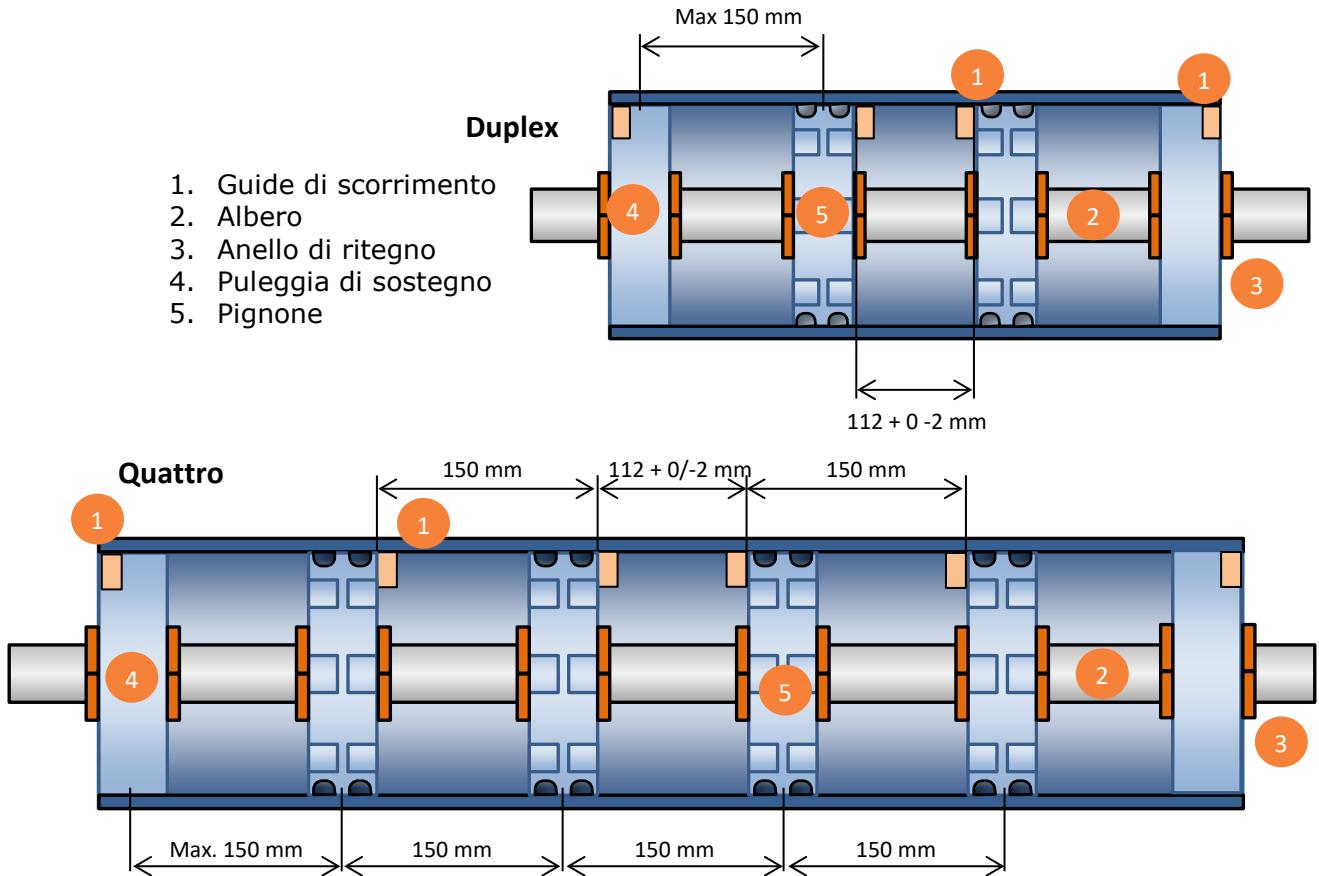
Le guide di scorrimento sono utilizzate per guidare/centrare la dentatura nella direzione del movimento. Lasciare dello spazio libero tra le guide di scorrimento e i denti di azionamento.

| Posizione della barra | Distanza tra le 2 barre |
|------------------------------|--------------------------------|
| Denti esterni | 185 mm + 2 -0 mm |
| Denti interni | 116 mm + 0 -2 mm |



Ammeraal Beltech

4.6.2 Posizionamento delle guide di scorrimento Soliflex PRO mini



Le guide di scorrimento sono utilizzate per guidare/centrare la dentatura nella direzione di movimentazione:

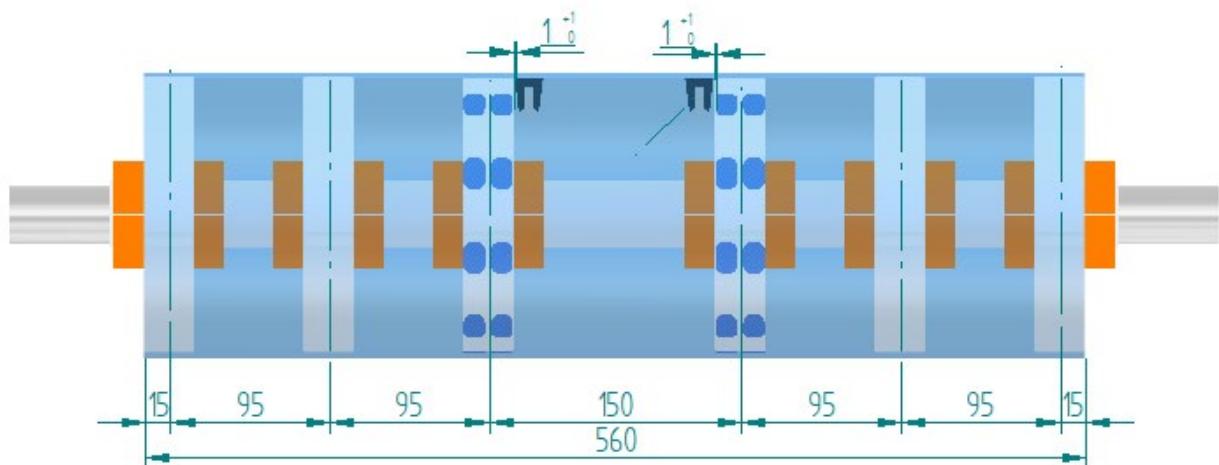
| Posizione della barra | Distanza tra le 2 barre |
|-----------------------|-------------------------|
| Denti esterni | 189 mm + 2 -0 mm |
| Denti interni | 112 mm + 0 -2 mm |



Ammeraal Beltech

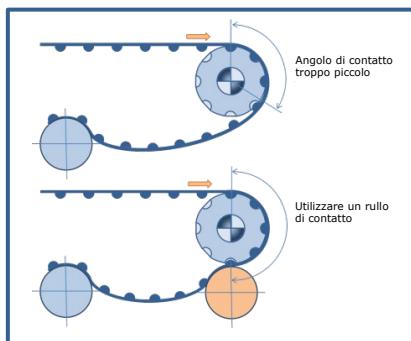
4.6.3 Esempio di posizionamento.

Nell'esempio che segue, consideriamo un nastro Soliflex PRO largo 560 mm. I pignoni hanno una distanza da centro a centro di 150 mm. I due rulli di supporto sono sul bordo del nastro. La distanza da centro a centro tra i pignoni e i rulli di supporto è di 190 mm. Avendo, dunque, superato la distanza di 150 mm, i rulli di supporto extra vengono posizionati al centro, ad una distanza da centro a centro di 95 mm ($1/2 \times 190$ mm).





4.7 Il tratto di ritorno del nastro

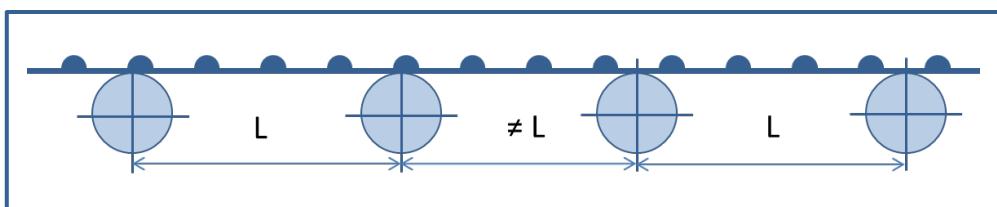


Il tratto di ritorno del nastro è difficilmente sottoposto a tensione. Se si posiziona sul nastro un carico elevato, potrebbe verificarsi un allentamento del tratto di ritorno formandosi una sagola (catenaria). A volte tale catenaria è così ampia che il nastro non ha più un angolo di avvolgimento sufficiente sul pignone motore. Applicare un pretensionamento dello 0,1% e usare un rullo di controflessione dopo l'albero di trasmissione. Il rullo di controflessione deve avere la stessa larghezza del nastro e un diametro minimo di 50 mm. Posizionare il rullo di controflessione sotto o dopo il centro dell'albero di trasmissione e lasciare uno spazio adeguato al nastro per evitare eventuale contatto.

Nella parte di ritorno le pulegge o i rulli di supporto devono essere posizionati ogni 2 metri. Al fine di evitare la risonanza del nastro nel tratto di ritorno, sarà necessario creare sagole di diversa ampiezza, così come mostrato nel disegno. Il diametro minimo dei supporti è pari a 50 mm.

In alternativa, è possibile utilizzare le barre di scorrimento come sostegno del nastro nel tratto di ritorno. Ciò potrebbe risultare particolarmente vantaggioso con i nastri trasportatori inclinati. Non utilizzare questi supporti sull'intera lunghezza del nastro trasportatore. Lasciare sufficiente spazio per la sagola in prossimità dell'albero di trasmissione. Le guide di scorrimento possono segnare la superficie del nastro.

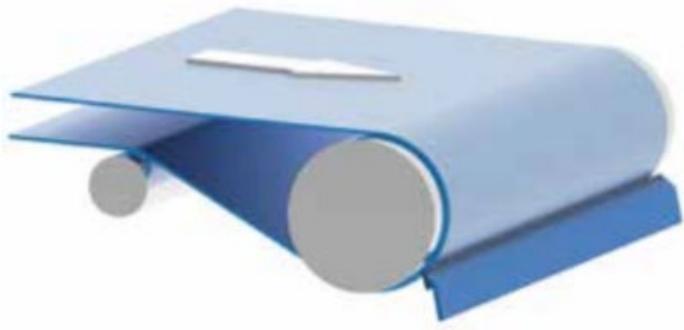
Generalmente un nastro con listelli, che conferiscono stabilità laterale, non è supportato. Quando un nastro con listelli è più largo di 800 mm è necessario che sia supportato. Per far ciò occorre creare uno spazio al centro del listello di almeno 50 mm, per permettere ad un rullo di supportare il nastro in questa sezione libera.





Ammeraal Beltech

4.8 Raschiatori



È possibile usare il raschiatore Ultra-Scraper per garantire la corretta pulizia del nastro.

Per il rilascio del prodotto occorre posizionare il raschiatore sul pignone a 2/3 dell'avvolgimento del nastro sul pignone stesso (posizione a ore quattro).

Per la pulizia del nastro il raschiatore deve essere posizionato subito dopo l'avvolgimento, quindi, subito dopo la posizione a ore 6.

Quando si usa un raschiatore si deve applicare un pretensionamento pari allo 0,1%.



4.9 Espansione termica

ATTENZIONE

Fare attenzione al coefficiente di espansione termica del materiale.

4.9.1 Espansione/contrazione termica

Nelle applicazioni in cui le temperature d'esercizio sono diverse dalla temperatura ambiente (20°C), si verifica un'espansione lineare della lunghezza e della larghezza del nastro. In direzione laterale l'espansione o la contrazione assoluta è di entità relativamente limitata; pertanto, non è richiesto alcun particolare intervento. In direzione longitudinale avrà luogo il seguente fenomeno:

*Temperature di esercizio più alte di quelle ambiente: **Espansione***

- La tensione del nastro si riduce e, a un certo punto, il passo del nastro non corrisponde più al passo dei pignoni. Ciò accade quando il nastro ha una temperatura di circa 50°C. In caso di nastri con temperature di esercizio di 50°C o superiori occorre adottare precauzioni particolari (ad esempio, utilizzare pignoni con un passo più grande). Per conoscere soluzioni speciali, contatta il customer service locale di Ammeraal Beltech.
- Esempio: il nastro viene installato, giuntato e pre-tensionato a 22°C. Viene, poi, spostato in un ambiente che opera a 62°C. Differenza di temperatura = 40°C. Il nastro si allunga di $40 \times 0,17 = 6,8$ mm al metro, ovvero dello 0,68%. In questo esempio il nastro deve essere allungato prima di essere utilizzato, in fase di pre-tensionamento.

Ogni materiale è caratterizzato dal proprio coefficiente di dilatazione termica lineare. È possibile calcolare le variazioni di lunghezza del nastro con la seguente formula:

$$\Delta L = L \times \alpha \times \Delta T \quad \alpha = \text{coefficiente di espansione termica lineare}$$

$L = \text{lunghezza del nastro in m}$

$\Delta L = \text{espansione/contrazione termica}$

$\Delta T = \text{differenza di temperatura}$



4.10 Coefficienti di attrito

L'attrito è un aspetto importantissimo del nastro. Nella maggior parte dei casi, è preferibile un basso attrito tra il nastro e il piano o le guide di scorrimento. Ne consegue la riduzione delle forze di trascinamento nonché il contenimento dell'allungamento del nastro e dell'energia necessaria per azionarlo. È possibile conoscere i coefficienti di attrito dei nastri Soliflex PRO (mini) in abbinamento ai comuni materiali di scorrimento in condizioni standard leggendo quanto riportato nella Tabella 9:

I valori menzionati in questo manuale ed utilizzati nel nostro programma di calcolo Soliflex PRO si basano su ambienti applicativi puliti. Le condizioni di impiego possono influenzare l'attrito sia in senso negativo che positivo. Per esempio, le farine dei prodotti da forno causano un attrito maggiore, mentre i liquidi che si producono nell'industria della carne causano un attrito minore.

L'attrito tra il TPU e l'acciaio inossidabile è piuttosto elevato; di conseguenza, questa combinazione è da scartare. Quando si utilizza Soliflex PRO (mini) su trasportatori esistenti con profili di scorrimento in acciaio, suggeriamo l'utilizzo di un nastro in TPE o un nastro in TPU con profilo a anti-aderente F18 sul lato inferiore. Questo profilo riduce in modo significativo l'attrito sull'acciaio.

Il lato superiore liscio a basso attrito del nastro migliora i livelli igienici, ma limita l'angolo di inclinazione ($\pm 15^\circ$). Nel caso in cui sia necessario un angolo di inclinazione maggiore, si possono applicare dei listelli.

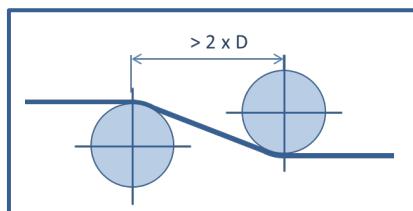


5 Linee guide per trasportatori speciali

Per la maggior parte delle applicazioni è sufficiente un nastro trasportatore standard. Altre volte, invece, occorrono prodotti con configurazioni speciali. Questo capitolo fornisce alcune linee guida per diverse tipologie speciali di nastri trasportatori.

5.1 Diametri di flessione e contro-flessione

I diametri di flessione minimi consentiti per Soliflex PRO (mini) dipendono dal materiale e dallo spessore del nastro. Tali valori sono indicati nel paragrafo 8.1 e sulla scheda tecnica del nastro. Se i pignoni di flessione e contro-flessione sono vicini l'uno all'altro, la distanza che li separa deve essere almeno pari al loro diametro. Consultare anche il capitolo sulle trasmissioni ad Omega.



Esempio: Si consideri un nastro per un sistema di scansione in cui i rulli di flessione e contro-flessione sono vicini. Occorre rialzare il tratto di ritorno del nastro perché passi attraverso l'apertura relativamente piccola dello scanner. Assicuratevi che i centri dei rulli siano distanti almeno due volte il loro diametro.

Gli accessori sono principalmente usati per i nastri Soliflex PRO. Solo pochi accessori sono compatibili con i prodotti Soliflex PRO mini; si rimanda alla panoramica della Tavola 7 per i listelli e della Tavola 8 per Bordoflex

5.2 Nastri trasportatori inclinati

I nastri trasportatori inclinati sono usati per superare le differenze di altezza. L'angolo di inclinazione è limitato dall'attrito tra i prodotti trasportati e il nastro. Per la maggior parte di prodotti sfusi l'angolo di inclinazione sarà minore di 15°. Diversamente occorrerà utilizzare i listelli. Occorre testare l'attrito nastro/prodotto.

Assicurarsi che il traino sia sempre nella parte superiore del nastro trasportatore. Questo è importante anche per i nastri trasportatori in pendenza.



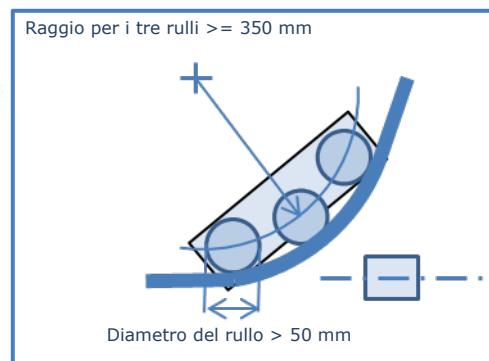
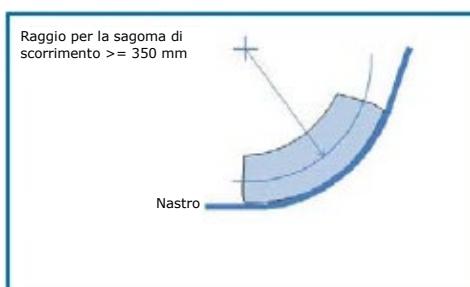
5.3 Nastri trasportatori a collo di cigno

I nastri trasportatori a collo di cigno sono spesso utilizzati per trasportare merci sfuse o piccoli prodotti provenienti da una tramoggia a un livello superiore. I nastri trasportatori a collo di cigno richiedono spesso uno spazio relativamente contenuto rispetto al pavimento. Gli angoli di inclinazione partono da 30° e arrivano a 75°. Per questi tipi di nastro occorre scegliere la larghezza con molta attenzione. Di solito per i nastri omogenei si raccomanda una larghezza massima di 500 mm. La struttura speciale dei nastri Soliflex PRO è idonea per dimensioni fino a 1000 mm di larghezza. Tuttavia, sono stati progettati e sono in uso anche nastri più larghi.

Configurazione del nastro: le file di denti di azionamento devono essere posizionate il più possibile a bordo nastro per ridurre la forza rivolta verso l'alto che si genera al centro della zona di contro-flessione. Contattate il rappresentante locale di Ammeraal Beltech per una consulenza dettagliata.

Prestare particolare attenzione al design del cambio pendenza:

- Le guide hanno un raggio minimo di 350 mm. Per i nastri trasportatori a bassa velocità (fino a 0,2 m/s) possono essere utilizzati pattini di scorrimento in HDPE o UHMWPE. Una piccola scanalatura rivolta all'esterno sulla superficie del pattino può essere utile per prevenire accumuli di sporco.
- Utilizzare ruote nel cambio pendenza in caso di nastri trasportatori con velocità più elevata. Pattini o rulli devono essere larghi 50 mm. Lo spazio tra pattino o il rullo e il Bordoflex deve essere almeno di 10 mm.
- Nel senso della larghezza del nastro: la mezzeria del pattino o dei rulli deve coincidere con la linea centrale delle file dei denti esterni di azionamento.





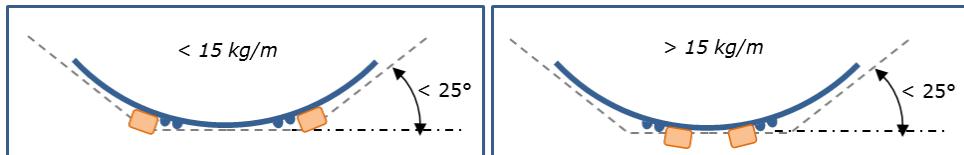
5.4 Nastri trasportatori in conca

Soliflex PRO può essere utilizzato per trasportare prodotti sfusi in nastri trasportatori in conca. È possibile realizzare conche con angoli fino a 25°. Utilizzare barre in acciaio inossidabile per supportare i nastri in TPE e guide di scorrimento in UHMWPE/HDPE per i nastri in TPU.

Per pesi fino a 15 kg/m le barre di scorrimento possono essere posizionate esternamente alla dentatura speciale di azionamento. Posizionare il sostegno di scorrimento tra i denti di azionamento in caso di carichi di maggiore entità.

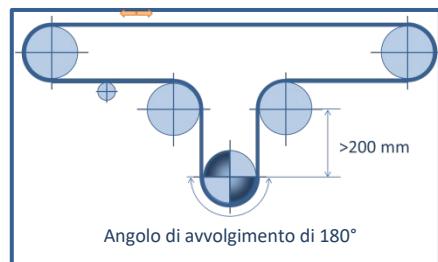


La lunghezza dal tratto piano prima e dopo la conca (segmento compreso tra ingresso e uscita) deve essere uguale o maggiore della larghezza del nastro. Un tratto più grande allungherà la durata del nastro.



5.5 Nastri trasportatori bidirezionali con trasmissione a Omega

Alcuni nastri trasportatori sono progettati per muoversi in modo bidirezionale. In questi casi si consiglia vivamente l'uso della trasmissione a Omega, una configurazione di azionamento speciale (si veda il disegno). Le due pulegge superiori (contro-flessione) sono posizionate in modo tale da garantire un angolo di avvolgimento di 180° sui pignoni di azionamento.



Assicuratevi che le pulegge superiori siano uguali o più grandi del diametro minimo di contro-flessione consentito per il nastro. Mantenere una distanza di almeno 200 mm tra il centro della puleggia e il pignone motore per evitare una prematura rottura per invecchiamento a fatica. I pignoni di azionamento devono avere 4 denti in più rispetto al diametro minimo dei pignoni standard (es. Z06 -> Z10)

La pulizia dell'albero di trasmissione è più difficile a causa della sua limitata accessibilità. È possibile migliorare ciò utilizzando un mototamburo.

I diametri minimi delle pulegge sono riportati nella Tabella 1.



6 Retrofit di un trasportatore a nastro esistente con Soliflex PRO (mini)

È possibile sostituire nastri sintetici o modulari con nastri omogenei a ingranamento positivo come Soliflex PRO (mini). Di seguito sono riportati alcuni suggerimenti per il retrofit dei trasportatori a nastro esistenti con l'adozione di Soliflex PRO (mini).

6.1 Da nastri modulari

Pignoni e rulli

Sostituite i pignoni di trasmissione e di rinvio con i pignoni e i rulli di supporto appropriati.

Piani/guide di scorrimento

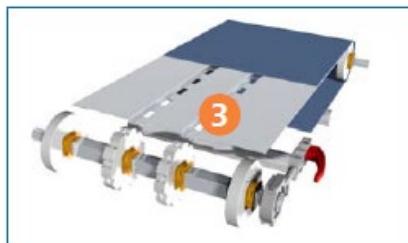


1. Piano di scorrimento piatto
2. Barre di scorrimento

Se il piano di scorrimento è in UHMWPE, HDPE o in metallo, posizionate le guide di scorrimento in modo che agiscano da contenimento per i denti di azionamento (vedere anche il capitolo sulle guide di scorrimento).

Assicurarsi che l'altezza del piano di scorrimento sia leggermente inferiore oppure uguale alla sommità delle pulegge. La qualità dell'ingranamento non viene influenzata negativamente da una differenza di massimo 5 mm.

6.2 Da nastri sintetici e piano di scorrimento unico



3. La scanalatura inferiore funge anche da guida per la dentatura

Nel caso di un unico piano di scorrimento: posizionare le guide sulla sommità del piano per assicurare una funzionalità adeguata. Posizionare queste barre in modo da fungere da guida per la dentatura di azionamento.

Assicurarsi che l'altezza del piano di scorrimento non sia maggiore della sommità delle pulegge. È consentita una tolleranza fino a 5 mm dal momento che non influenzerà negativamente il funzionamento dell'ingranamento positivo.

È altresì possibile utilizzare un piano di scorrimento profilato. Sono vivamente consigliati i fori di drenaggio nelle scanalature inferiori per evitare accumuli di sporco.

Il coefficiente di attrito tra il TPU e l'acciaio è relativamente alto. Si raccomanda, quindi, l'uso del TPE.



7 Calcolo del nastro

Soliflex PRO belt calculation
version 3.0

Ammeraal Beltech

Customer:
Contact person @ customer:
Ammeraal Beltech representative:
Information about the belt and the conveyor
Length of the belt: Soliflex PRO TPE/20 (selected)
Width of the belt: 700 [mm]
Center to center length: 10.355 [mm]
Weight of the conveyed product: 20 [kg/m]
Tension of the belt: 0.1 [%]
Angle of inclination: 0 [°]
Choose lag configuration: Dualex Quattro
Belt:
 Scraper Edge Cleats
Side strainer:
 HOPPE Steel UHMWPE Rollers
Operational conditions:
 Conveyor in clean environment running less than 4 hours/day
 Conveyor in clean environment running more than 4 hours/day
 Conveyor in dirty environment or running faster than 1 m/s
Conveyor type:
 Standard Tough Omega drive
Accumulation (set the accumulation length to 0 when no product is accumulated)
Friction between product and belt: 0.3 [-]
Weight accumulated product: 20 [kg/m]
Accumulation length: 0 [mm]
Temperatures are used to check for thermal elongation or contraction
Belt temperature at installation: 20 [°C]
Operating temperature of the belt: 20 [°C]
Calculation results:
Belt elongation is 0.27% Design is OK

Per un nastro Soliflex PRO (mini) il carico sul nastro deve essere coerente al carico ammissibile della tipologia di nastro selezionato. Il nastro è soggetto a diversi fattori di carico: l'attrito con le guide di scorrimento, la massa del prodotto trasportato, il peso del nastro (per i trasportatori inclinati), possibili azioni esercitate dai raschiatori, ecc. In caso di accumulo dei prodotti, il carico sarà maggiore: occorre tenere in considerazione anche questo aspetto.

Il presente capitolo tratta il calcolo del carico ammissibile per i nastri Soliflex PRO (mini) e il metodo di calcolo per la determinazione del carico del nastro per diversi tipi di trasportatori. È disponibile uno strumento dedicato: il vostro referente locale Ammeraal Beltech può supportarvi nei calcoli necessari.

Il dimensionamento comincia valutando il nastro montato senza pre-tensione.

7.1 Proprietà del nastro – carico ammissibile

Il carico ammissibile di un nastro dipende dal materiale e dalla larghezza e viene calcolato come segue:

$$F_{all} \text{ il carico ammissibile} \quad F_{all} = LF * b * FE * SF * 1000 \quad [1]$$

Si veda la scheda tecnica per verificare il comportamento del nastro sottoposto alla forza di allungamento (FE). Il fattore di carico (Load Factor, LF) è pari a 0,6 con il pignone standard e a 1,0 con i pignoni maggiorati. Il fattore di servizio (SF) dipende dalle condizioni di lavoro e dal tipo di nastro. Nella seguente tabella sono indicati i valori del fattore di servizio.

La progettazione del nastro è ammissibile se il carico sul nastro stesso è minore di quello consentito:

$$F_B < F_{all} \quad [2]$$

| Fattore di servizio (SF) | Nastri trasportatori orizzontali | Nastri trasportatori inclinati | A collo di cigno o in conca ⁽¹⁾ |
|--|----------------------------------|--------------------------------|--|
| Nastro trasportatore in ambiente pulito in funzione meno di 8 ore al giorno con una velocità inferiore a 1 m/s | 1,0 | 0,9 | 0,8 |
| Nastro trasportatore in ambiente pulito in funzione per più di 8 ore al giorno e con una velocità inferiore a 1 m al secondo | 0,9 | 0,8 | 0,7 |

⁽¹⁾ Oppure altre tipologie di convogliatori che uniscono parti piane e inclinate o rulli di contro-flessione



7.2 Carichi su nastri trasportatori orizzontali

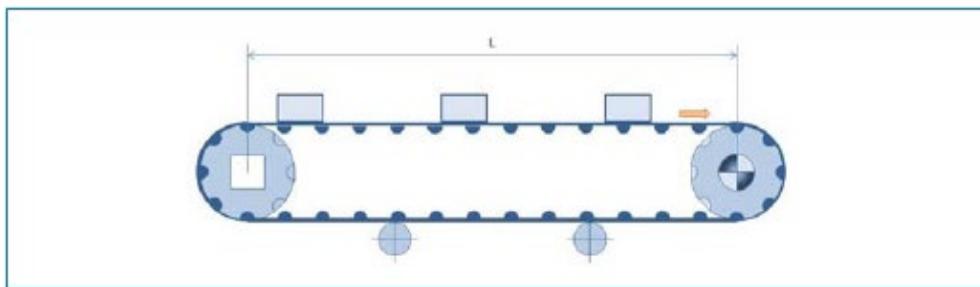
Il carico su un nastro trasportatore orizzontale è determinato dall'attrito sulle barre di scorrimento. Anche un raschiatore potrebbe gravare sul carico al nastro. I nastri su cui i prodotti vengono accumulati sono sottoposti a carichi aggiuntivi derivanti dall'attrito tra i prodotti stessi e il nastro. Bisogna determinare i coefficienti di attrito tra prodotto e nastro. Si noti che il peso al metro (m_A) crescerà sulla lunghezza di accumulo.

$$F_1 \text{ carico d'attrito} \quad F_1 = \mu_1 * k * L * (m_b + m_p) * g \quad [3]$$

$$F_3 \text{ carico del raschiatore} \quad F_3 = 85 * b \quad [4]$$

$$F_4 \text{ carico d'accumulo} \quad F_4 = \mu_2 * k * L_A * m_A * g \quad [5]$$

$$F_B \text{ carico totale del nastro} \quad F_B = F_1 + F_3 + F_4 \quad [6]$$



ATTENZIONE

Fattore di correzione del coefficiente d'attrito (k). *In ambienti sporchi il coefficiente di attrito sarà più alto di quello indicato nelle schede tecniche del nastro. Il programma di calcolo del nastro Soliflex aggiungerà il 25% al coefficiente di attrito. Il carico massimo sul nastro così risulterà più basso. Tale coefficiente viene indicato nelle formule con k. In ambienti puliti k = 1 mentre in quelli sporchi k = 1,25*



7.3 I carichi su nastri trasportatori inclinati

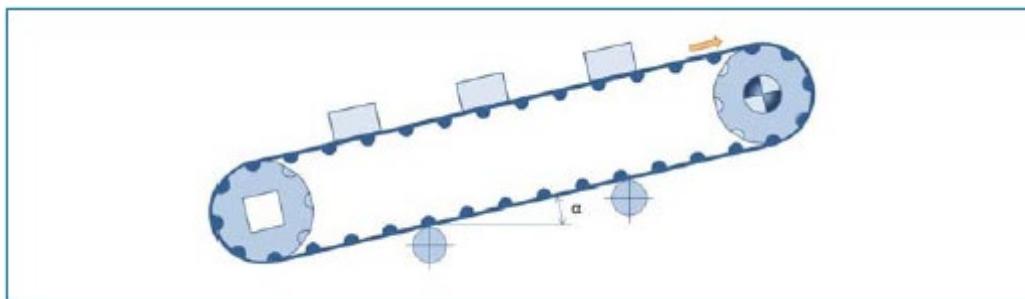
Il peso del prodotto si aggiunge al carico del trasportatore inclinato in funzione dell'angolo di inclinazione. L'accumulo non è preso in considerazione.

$$F_1 \text{ carico d'attrito} \quad F_1 = \mu_1 * k * L * (m_b + m_p) * g * \cos \alpha \quad [7]$$

$$F_2 \text{ carico di gravità} \quad F_2 = L * (m_b + m_p) * g * \sin \alpha \quad [8]$$

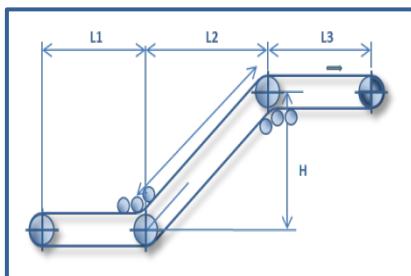
$$F_3 \text{ carico del raschiatore} \quad F_3 = 85 * b \quad [9]$$

$$F_B \text{ carico totale del nastro} \quad F_B = F_1 + F_2 + F_3 \quad [10]$$



7.4 Carichi su nastri trasportatori a collo di cigno

I carichi sui sistemi di movimentazione a collo di cigno e simili possono essere calcolati dividendo la struttura in nastri trasportatori orizzontali ed inclinati, poi valutati separatamente. Il carico totale del nastro è la somma dei carichi di ogni singola parte. Confrontare il carico totale risultante con il carico consentito in funzione della tipologia di nastro scelto. Si veda la formula [2]. Lo strumento di calcolo Soliflex PRO (mini) permette una valutazione facile dei nastri di trasporto a collo di cigno.





7.5 Dimensionamento del motore e dell'albero

Calcolare la potenza necessaria per il motore a partire dalla velocità e dal carico complessivo del nastro. Si prenda anche in considerazione l'efficienza del motore.

$$P \text{ potenza del motore richiesta } P = F_B \times v / 1000 \times \eta$$

[11]

Per i calcoli inerenti gli alberi è raccomandabile l'utilizzo delle linee guida CEMA.

7.6 Definizioni

| | | |
|------------------------|--|--------------------------|
| <i>a</i> | <i>Angolo di inclinazione del trasportatore</i> | <i>[raggio]</i> |
| <i>b</i> | <i>Larghezza del nastro</i> | <i>[m]</i> |
| <i>F₁</i> | <i>Carico del nastro determinato dall'attrito del piano di scorrimento</i> | <i>[N]</i> |
| <i>F₂</i> | <i>Carico del nastro determinato dal peso del prodotto movimentato</i> | <i>[N]</i> |
| <i>F₃</i> | <i>Carico del nastro determinato da un raschiatore</i> | <i>[N]</i> |
| <i>F₄</i> | <i>Carico del nastro determinato dall'attrito del piano di scorrimento</i> | <i>[N]</i> |
| <i>F_{all}</i> | <i>Carico consentito per tipologia di nastro</i> | <i>[N]</i> |
| <i>F_B</i> | <i>Carico totale del nastro</i> | <i>[N]</i> |
| <i>F_A</i> | <i>Forza necessaria per l'allungamento relativo dell'1% (si veda la scheda tecnica del nastro)</i> | <i>[N/mm]</i> |
| <i>g</i> | <i>Accelerazione gravitazionale; g = 9,81</i> | <i>[m/s²]</i> |
| <i>k</i> | <i>Coefficiente del fattore di correzione dell'attrito</i> | <i>[-]</i> |
| <i>L</i> | <i>Lunghezza del nastro trasportatore c-c</i> | <i>[m]</i> |
| <i>L_A</i> | <i>Lunghezza in cui avviene l'accumulo</i> | <i>[m]</i> |
| <i>m_A</i> | <i>Peso del prodotto accumulato per lunghezza in m</i> | <i>[kg/m]</i> |
| <i>m_b</i> | <i>Peso del nastro per m di lunghezza</i> | <i>[kg/m]</i> |
| <i>m_p</i> | <i>Peso del prodotto trasportato per m lunghezza del nastro</i> | <i>[kg/m]</i> |
| <i>η</i> | <i>Efficienza del riduttore</i> | <i>[-]</i> |
| <i>P</i> | <i>Potenza necessaria per il motore</i> | <i>[kW]</i> |
| <i>μ₁</i> | <i>Coefficiente di attrito tra il nastro e le barre di scorrimento</i> | <i>[-]</i> |
| <i>μ₂</i> | <i>Coefficiente di attrito tra il prodotto e il nastro</i> | <i>[-]</i> |
| <i>v</i> | <i>Velocità del nastro</i> | <i>[m/s]</i> |



8 Tabelle

8.1 Specifiche tecniche Soliflex

Tabella 1 Specifiche tecniche Soliflex

| | TPU/15 53D PRO mini | TPU/20 53D PRO mini | TPU/20 53D PRO | TPU/30 53D PRO | TPU/40 53D PRO | TPE/20 PRO | TPE/30 PRO |
|---|---------------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------|-------------|
| <i>Spessore (mm)</i> | 1,5 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 2,0 | 3,0 |
| <i>Durezza (Sh)</i> | 53D | 53D | 53D | 53D | 53D | 55D | 55D |
| <i>Colore</i> | | | | blu chiaro | | | |
| <i>Temperatura min. (°C)</i> | | | -5 | | | -20 | |
| <i>Temperatura max (°C)</i> | | | 70 | | | 80 | |
| <i>Diametro minimo della puleggia (mm)</i> | 47,0 (Z06) | 63,3 (Z08) | 94,7 (Z06) | 127,3 (Z08) | 176,1 (Z11) | 127,3 (Z08) | 159,8 (Z10) |
| <i>Diametro minimo della puleggia di controflessione (mm)</i> | 63,3 (Z08) | 79,6 (Z10) | 127,3 (Z08) | 159,8 (Z10) | 208,7 (Z13) | 159,8 (Z10) | 192,4 (Z12) |
| <i>Diametro minimo della puleggia Omega (mm)</i> | 79,6 (Z10) | 95,9 (Z12) | 159,8 (Z10) | 192,4 (Z12) | 241,2 (Z15) | 192,4 (Z12) | 225,0 (Z14) |
| <i>Resistenza agli agenti chimici</i> | | | + | | | ++ | |
| <i>Resistente al freddo; resistente al gelo</i> | | | + | | | ++ | |
| <i>Resistenza ai graffi</i> | | | ++ | | | + | |
| | | | | | | | |

Tabella 2 Pretensionamento

| Tipo di nastro | Pretensione consigliata | Massimo allungamento consentito |
|-----------------------|--------------------------------|--|
| Soliflex PRO (mini) | 0 - 0,1% | 0,6% standard 1,0% speciale |

Tabella 3 Configurazioni minime raccomandate per Soliflex (in base a un passo predefinito da 150 mm della fila di denti di azionamento)

| Larghezza del nastro Duplex | 200 - 300 mm | 300 - 500 mm | > 500 mm |
|------------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Pignoni | 2 | 2 | 2 |
| Rulli di supporto | 0 | 2 | 4 |

| Larghezza del nastro Quattro | Larghezza > 550 mm a carico completo |
|-------------------------------------|--|
| Pignoni | 4 |
| Rulli di supporto | Per ogni 150 mm di larghezza nastro |

8.2 Proprietà del pignone

Tabella 4 Dimensioni del pignone

| Numero di denti (Z) | diametro (mm) | |
|--|----------------------|-----------------|
| | PRO | PRO mini |
| 6 | 94,7 | 47,0 |
| 7 | 111,0 | |
| 8 | 127,3 | 63,3 |
| 9 | 143,5 | |
| 10 | 159,8 | 79,6 |
| 11 | 176,1 | |
| 12 | 192,4 | 95,9 |
| 13 | 208,7 | |
| 14 | 225,0 | 112,2 |
| <i>Altre dimensioni disponibili su richiesta</i> | | |

Tabella 5 Dimensioni del foro del pignone

| Foro pilota (PB) | Foro quadrato (SQ) | Foro rotondo (RR) |
|--|---------------------------|--------------------------|
| 6 | 40 | 20 |
| 15 | 50 | 25 |
| | | 30 |
| | | 40 |
| | | 50 |
| <i>Non tutte le opzioni sono applicabili su tutti i tipi/dimensioni di pignone</i> | | |



Ammeraal Beltech

Tabella 6 Esecuzioni del pignone

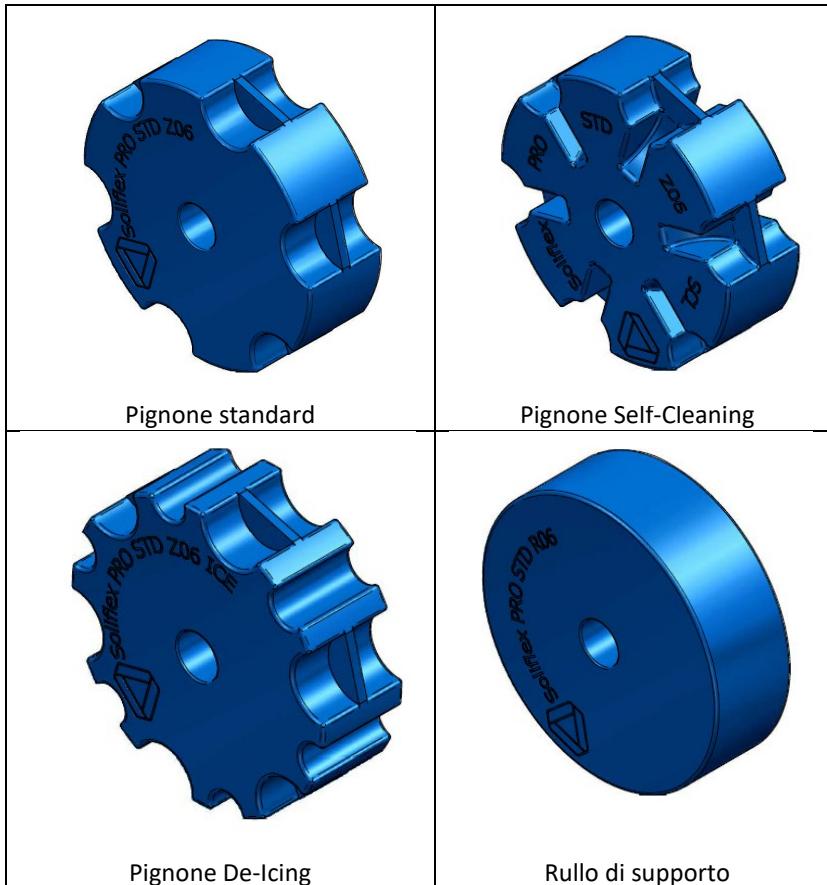




Tabella 7 Tipo di listello per tipo di pignone

| PRO | PRO mini | Spessore massimo del listello standard per nastro (mm) | Listelli massimi senza base in materiale sintetico Ropanyl | Listelli massimi senza base in materiale sintetico Amtel |
|--|-----------------|---|---|---|
| | Z06 47,0 | Na | Na | Na |
| | Z08 63,3 | Na | PN20 | Na |
| | Z10 79,6 | Na | PN35 | Na |
| | Z12 95,9 | Na | PN50 | Na |
| Z06 94,7 | | 3,0 | PN50 | Na |
| Z07 111,0 | | 3,0 | PN50 | Na |
| Z08 127,3 | | 4,0 | PN50 | PN35 |
| Z09 143,5 | | 4,0 | PN75 | PN35 |
| Z10 159,8 | | 4,0 | PN75 / 100 x 6 | PN50 |
| Z11 176,1 | | 4,0 | PN75 / 100 x 6 | PN50 |
| Z12 192,4 | | 4,0 | PN75 / 100 x 6 | PN75 / 100 x 6 |
| Z13 208,7 | | 4,0 | PN75 / 100 x 6 | PN75 / 100 x 6 |
| Z14 225,0 | | 4,0 | PN75 / 100 x 6 | PN75 / 100 x 6 |
| Ridurre l'altezza del listello PN non condiziona il diametro minimo del pignone. | | | | |

Tabella 8 Altezza massima di Bordoflex per tipo di pignone

| PRO | PRO mini | Altezza massima (mm) |
|--|-----------------|-----------------------------|
| | Z06 47,0 | na |
| | Z08 63,3 | 20 mm |
| | Z10 79,6 | 25 mm |
| Z06 94,7 | Z12 95,9 | 30 mm |
| Z07 111,0 | | 35 mm |
| Z08 127,3 | | 40 mm |
| Z09 143,5 | | 45 mm |
| Z10 159,8 | | 55 mm |
| Z11 176,1 | | 60 mm |
| Z12 192,4 | | 65 mm |
| Z13 208,7 | | 70 mm |
| Z14 225,0 | | 75 mm |
| Per i nastri con Bordoflex la dimensione del pignone deve essere maggiore rispetto alle dimensioni standard. Il diametro minimo del pignone deve essere maggiore tre volte l'altezza di Bordoflex e deve anche essere più grande del diametro minimo del pignone del nastro. | | |

8.3 Espansione Termica

| | |
|--|---|
| $\Delta L = L \times \alpha \times \Delta T$ | α =coefficiente di dilatazione termica lineare |
| | L = lunghezza del nastro in m |
| | ΔL =dilatazione/contrazione termica |
| | ΔT = differenza di temperatura |

| | Materiale | α [mm/m/°C] |
|--|--------------|--------------------|
| Soliflex e Soliflex PRO (mini) | TPU | 0,17 |
| | TPE | 0,17 |
| Materiali della striscia di scorrimento | HDPE | 0,14 |
| | UHMWPE | 0,14 |
| | Acciaio inox | 0,01 |

8.4 Coefficiente di attrito

Tabella 9 Coefficiente di attrito

| Materiale per lo scorrimento | TPE liscio | TPU liscio | TPU con profilo a diamante |
|---|-------------------|-------------------|---------------------------------------|
| HDPE | 0,29 | 0,24 | 0,23 |
| Acciaio inossidabile | 0,27 | 0,58 | 0,29 |