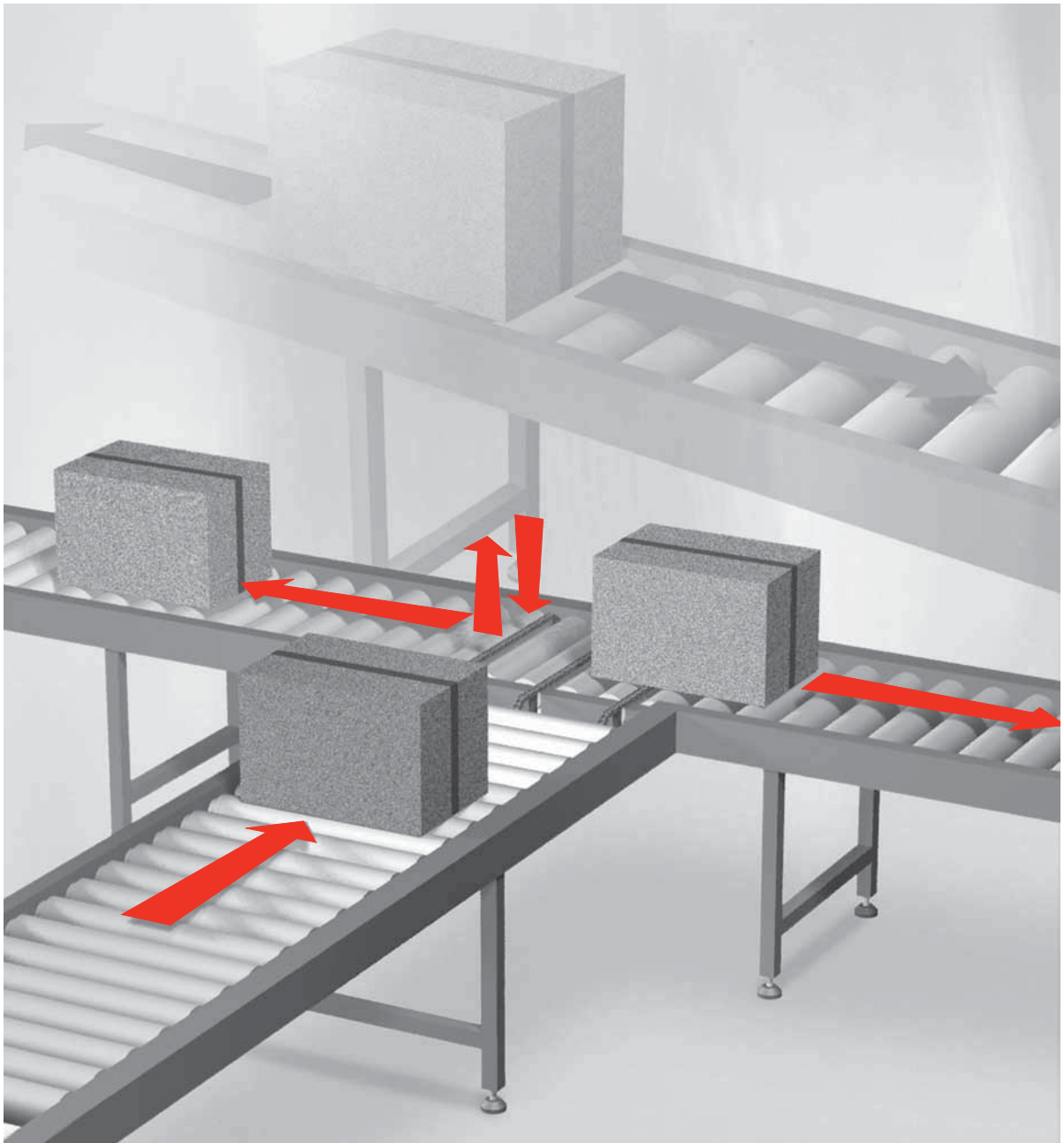




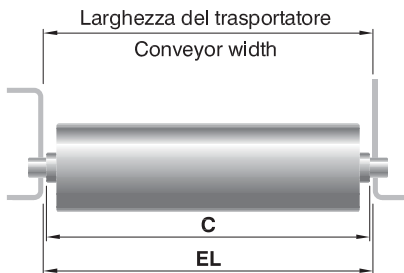
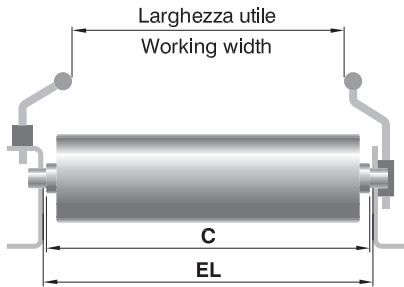
Indicazione di impiego e criteri di progettazione

*Application indications
and design criteria*



Rulli per trasportatori a gravità

Rollers for gravity conveyors



TRASPORTATORE A RULLI FOLLI: DEFINIZIONE E TERMINOLOGIA

Trasportatore a rulli folli: una serie di rulli sostenuti da una struttura portante, atti alla movimentazione dei colli per mezzo di spinta o della forza di gravità.

Struttura portante: insieme di elementi di supporto dei rulli nei trasportatori.

Spalle (o fiancate): profilati a C oppure a L che corrono lungo i lati del trasportatore per l'appoggio dei rulli.

Traversine: elementi strutturali che collegano e mantengono la distanza delle spalle della struttura portante.

Giunzioni: particolari per unire sezioni del trasportatore.

Sostegni: elementi (spesso standard) usati per mantenere l'allineamento del trasportatore, fissi o regolabili in altezza.

Guide: elementi paralleli alle spalle atti al contenimento dei colli; la larghezza utile può essere inferiore alla larghezza del trasportatore.

Larghezza: distanza tra le parti interne delle spalle (battuta, imposta, luce libera); spesso corrisponde alla larghezza di montaggio.

Rullo: mantello girevole su un asse portante.

Mantello: superficie esterna del rullo costituita da un tubo in acciaio o in PVC oppure da manicotti; normalmente di forma cilindrica, può anche essere conico, bombato, flangiato ed eventualmente ricoperto con rivestimenti o con anelli.

Asse: albero fisso sul quale ruota il rullo.

Cuscinetto: elemento interposto tra asse e mantello esterno, che permette il rotolamento del rullo: può essere a rotolamento o a strisciamento.

Interasse (o passo): distanza fra gli assi di rotazione di rulli attigui; per le curve viene misurato sulla spalla interna.

Sezione diritta: parte (spesso modulare) che si ripete per costituire un tratto rettilineo del trasportatore.

Curva: sezione circolare (a 45°, 90°, 180°) chiamata destra o sinistra rispetto alla direzione di trasporto (vedi fig. 2-3).

Pendenza: inclinazione rispetto alla orizzontale del trasportatore, indicata in gradi oppure in percentuale.

IDLE ROLLER CONVEYOR: DEFINITION AND TERMINOLOGY

Idle roller conveyor: a series of rollers supported by a carrying structure, designed to handle packages by means of thrust or gravity.

Carrying structure: group of elements supporting rollers in the system.

Side-frame: C or L profiles running on the system sides to support the rollers.

Cross members: structural elements that connect and maintain the frame sides distance of the carrying structure.

Joints: parts for system sections assembly.

Supports: fixed or height adjustable elements (often standard) used to maintain the alignment of the conveyor.

Guides: elements parallel to the frame sides used to contain the packages; the working width can be less than the conveyor width.

Width: distance in between side frames (pitch, sight); it often corresponds to the assembly width.

Roller: rotating shell supported by a shaft on bearings.

Shell: external surface of the roller consisting of a steel or PVC tube or sleeves; normally of cylindrical form, it can also be tapered, crowned, flanged and eventually lagged or with rings.

Shaft: fixed spindle over which the roller rotates.

Bearing: element within the shell and shaft which allows the roller to rotate: it can be of the rolling or sliding type.

Pitch: distance inbetween the rotating axis of adjacent rollers; for curves it is measured within the internal shoulders.

Straight section: part (usually modular) which is repeated to form a straight section of the conveyor.

Curve: circular section (at 45°, 90°, 180°) called right or left in respect of the transport direction (see fig. 2-3).

Slope: inclination respect to the horizontal line of the conveyor, indicated in degrees or percentage.

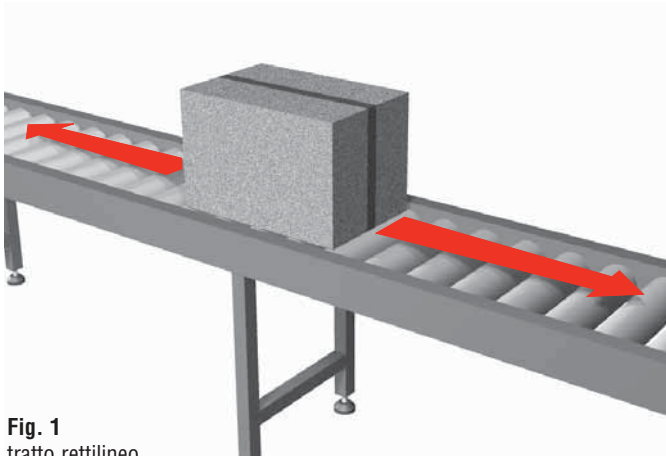


Fig. 1
tratto rettilineo
straight section

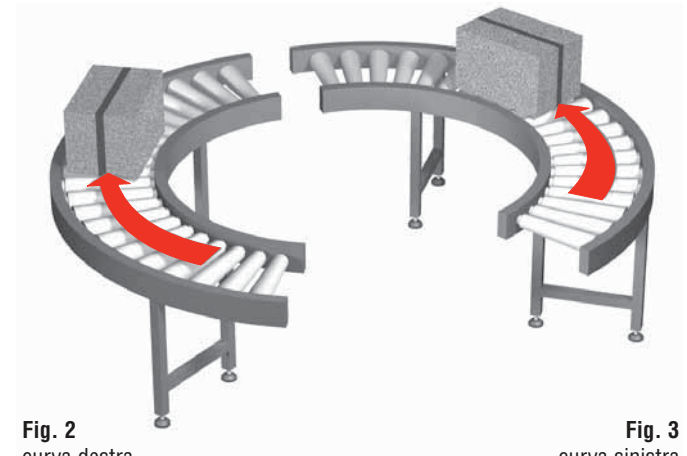


Fig. 2
curva destra
right hand curve

Fig. 3
curva sinistra
left hand curve

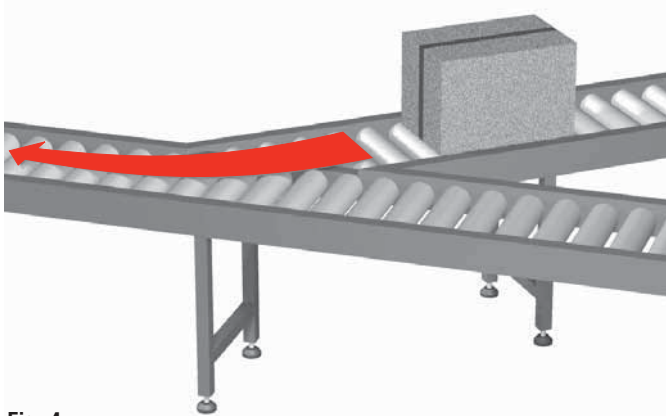


Fig. 4
sezione di confluenza obliqua
converging spur section

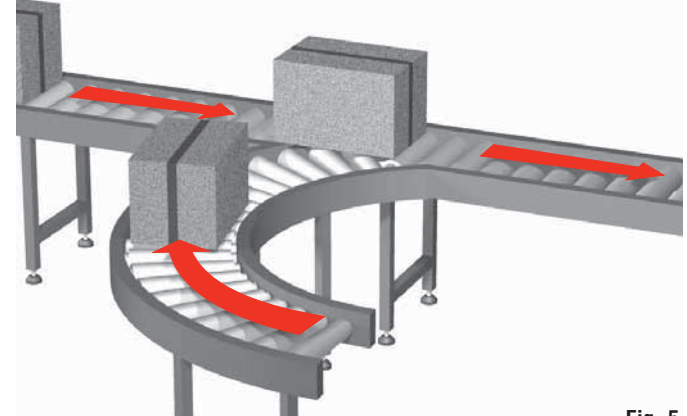


Fig. 5
sezione di confluenza con curva
merging section

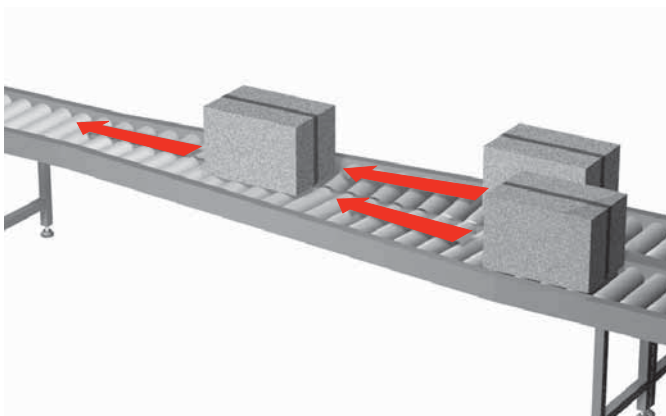


Fig. 6
sezione di convergenza
merging section

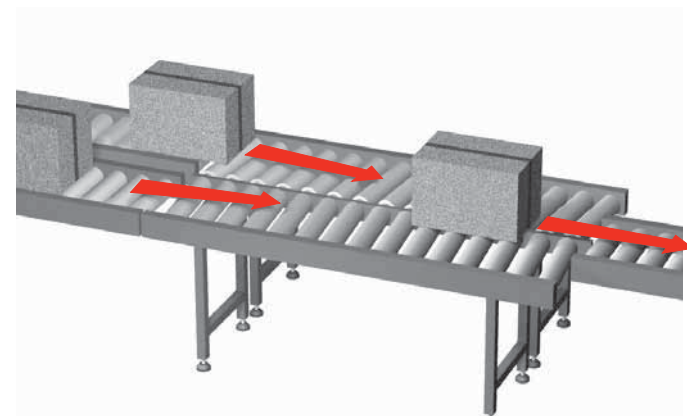


Fig. 7
sezione di autocentraggio con frenatura dei colli
centring and retarding herringbone section

CORRETTO / CORRECT

NON CORRETTO / INCORRECT

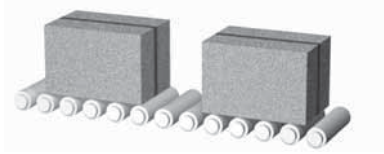


Fig. 1

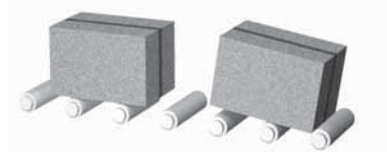


Fig. 2

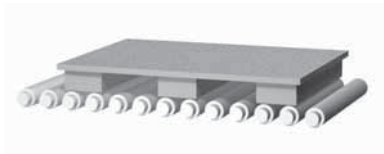


Fig. 3

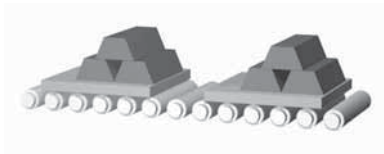
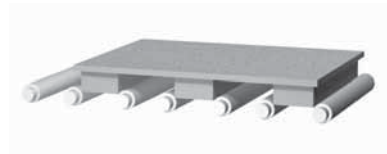


Fig. 4

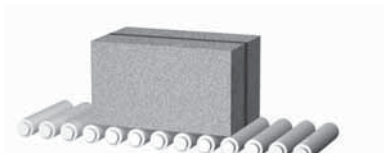
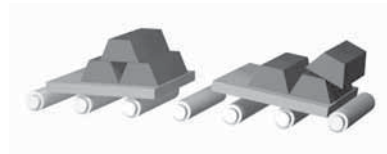


Fig. 5

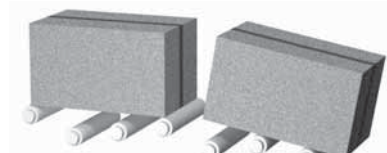


Fig. 6

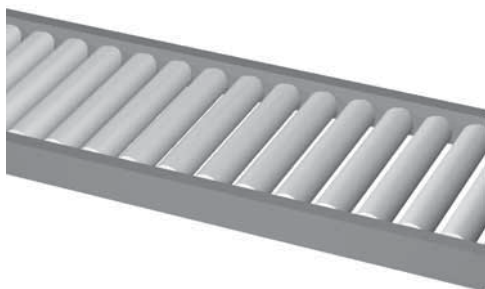
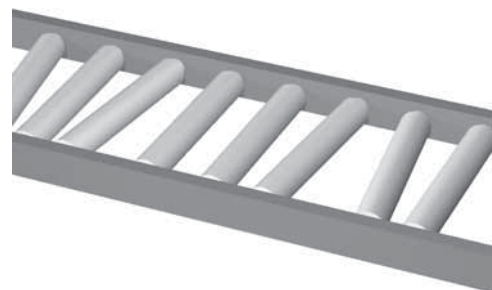


Fig. 7

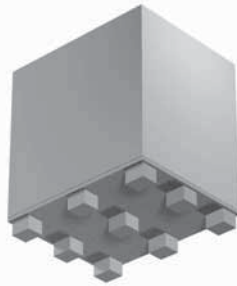


FORME DELLE SUPERFICI DEI COLLI A CONTATTO CON I RULLI
SURFACE SHAPES IN CONTACT WITH THE ROLLERS

A



B



C



D



E



F



G



H



I



SIMBOLI

A	= lunghezza asse del rullo [mm]
B	= lunghezza mantello del rullo [mm]
C	= lunghezza di battuta o di montaggio di un rullo [mm]
EL	= larghezza di montaggio del trasportatore [mm]
f	= freccia [mm]
H	= dislivello di un trasportatore in pendenza [mm]
l	= interasse dei rulli [mm]
Lp	= lunghezza in pianta di un trasportatore in pendenza [mm]
Lt	= lunghezza di un trasportatore [mm]
Lu	= larghezza fra le guide quando è diversa da EL [mm]
n	= numero dei rulli interessati da un collo
nc	= numero dei colli sul trasportatore
P	= carico massimo effettivo gravante su un rullo [daN]
P₁	= carico nominale gravante su un rullo [daN]
Pc	= capacità di carico di un rullo – portata [daN]
Pr	= peso delle parti rotanti di un rullo [daN]
Pt	= peso complessivo di un rullo [daN]
Pu	= peso di un collo [daN]
Ri	= raggio misurato all'interno della curva sulla spalla interna [mm]
X	= larghezza del collo [mm]
Y	= lunghezza del collo [mm]

SYMBOLS

A	= roller shaft length [mm]
B	= roller shell length [mm]
C	= roller assembly length [mm]
EL	= assembly width of a system [mm]
f	= deflection [mm]
H	= height difference of an inclined system [mm]
l	= roller pitch [mm]
Lp	= plan length of an inclined conveyor [mm]
Lt	= length of a conveyor [mm]
Lu	= width inbetween the guides when it is different EL [mm]
n	= number of rollers under a package
nc	= number of packages on a conveyor
P	= maximum actual load of the roller [daN]
P₁	= nominal weight of a roller [daN]
Pc	= load capacity of a roller [daN]
Pr	= weight of the rotating parts of a roller [daN]
Pt	= total weight of a roller [daN]
Pu	= package weight [daN]
Ri	= radius measured inside the curve in the internal shoulder [mm]
X	= width of a package [mm]
Y	= length of a package [mm]

CRITERI DI PROGETTAZIONE

Gli elementi che determinano la prima progettazione di un trasportatore a rulli folli sono: le dimensioni, le condizioni della superficie d'appoggio (o di contatto) e il peso dei colli da trasportare.

Interasse rulli

I colli possono essere movimentati su un trasportatore a rulli se la loro superficie di contatto è sufficientemente rigida e liscia con appoggio su almeno 3 rulli.

n = 3 minimo

Normalmente però si deve prevedere un maggior numero di rulli riducendo l'interasse, per ottenere un miglior scorrimento, soprattutto se la superficie è deformabile (pag. 20 fig. 2) o comunque, seppur rigida, non è continua (fig. 3) e per evitare impuntamenti se i rulli presentassero eventuali dislivelli (fig. 1) o se il carico non è ben ripartito all'interno del collo (fig. 4). Inoltre potrà risultare economicamente più vantaggioso impiegare un numero maggiore di rulli leggeri, piuttosto che un numero minore di rulli medi o pesanti.

DESIGN CRITERIA

The elements that determine a first design approach of an idle roller conveyor system are: the dimensions, the support surface conditions (or contact) and the weight of the packages to be handled.

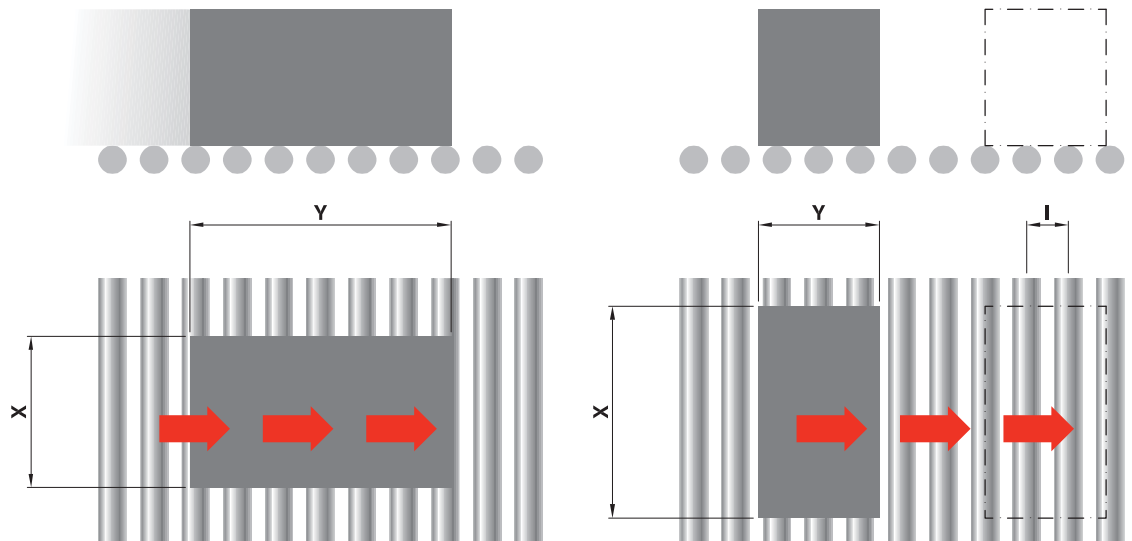
Roller pitch

Packages can be handled by a roller conveyor system if the contact surfaces are sufficiently rigid and smooth and lay on at least 3 rollers.

n = 3 minimum

However, a greater number of rollers should be normally foreseen reducing the pitch in order to obtain a better movement, especially if the package surface is deformable (pag. 20 fig. 2) or if, although rigid, it is not continuous (fig. 3), and also to avoid stumbling effects if the rollers should present level differences (fig. 1) or if the load is not equally distributed inside the package (fig. 4). Furthermore, it can be more economical to employ a higher number of light rollers rather than fewer heavy or medium ones.

$$l = \frac{Y}{n} \quad \text{dove} \quad \text{where} \quad n \geq 3$$



CARICO SUI RULLI

Per le stesse considerazioni, la ripartizione del carico sui rulli non può essere intesa nel suo valore nominale.

ROLLER LOAD

For the same considerations, the roller load distribution cannot be understood as its nominal value.

$$P_1 = \frac{Pu}{n}$$

ma in effetti bisogna distinguere:

A) se $n=3$ oppure $n>3$ ma con superficie NON estremamente rigida (fig. 1-2, pag. 20).

but practically should be divided as:

A) in $n=3$ or $n>3$ but with NOT extremely rigid surface (fig. 1-2, pag. 20).

$$P = \frac{3 \cdot Pu}{2 \cdot n}$$

B) se $n>3$ ma con superficie estremamente rigida (fig. 5, pag. 20).

B) if $n>3$ but with extremely rigid surface (fig. 5, pag. 20).

$$P = \frac{2 \cdot Pu}{n}$$

A parità di carico, la diversa distribuzione comporta valori di freccia maggiori per fig. 2 e minori per fig. 3, mentre la sollecitazione del tubo a carichi concentrati è maggiore con superfici di contatto ridotte.

With equal loads, the different distribution involves bigger deflection values for fig. 2 and smaller for fig. 3, while the tube stress with concentrated loads is greater with reduced contact surfaces.

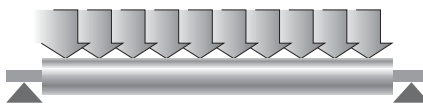


Fig. 1 carico uniformemente distribuito
equally distributed load

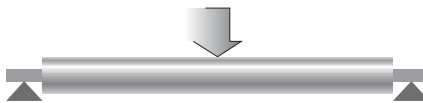


Fig. 2 carico concentrato al centro
load concentrated in the centre



Fig. 3 carico concentrato alle estremità
load concentrated in the ends

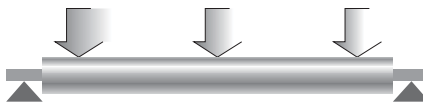


Fig. 4 carico concentrato in 3 punti
(50% al centro)
load concentrated in 3 points
(50% in the centre)



Fig. 5 f = freccia del tubo sotto carico
 f = loaded tube deflection

SCelta DEL RULLO

Nella scelta del tipo di rullo bisogna considerare:

$$P_c \geq P$$

Inoltre bisogna verificare l'idoneità alle condizioni ambientali (polvere, umidità, corrosione, igienicità, ecc.) nonché lo spessore del tubo in rapporto agli urti ed ai carichi concentrati, valutando che l'impiego di rulli con diametro maggiore, a parità di cuscinetto, riduce la forza di spinta o l'inclinazione nei trasporti a gravità.

LUNGHEZZA RULLI

La lunghezza dei rulli, quindi la larghezza del trasportatore, è determinata dalle dimensioni massime dei colli

$$C = X + 50 \text{ min.}$$

$EL = C$ con estremità bloccate con viti

$EL = C + 2v$ con estremità bloccate con dadi (pag. 29)

$EL = C + 1$ con estremità dell'asse libere (pag. 28)

Oppure dalla larghezza delle curve se impiegate nel trasportatore.

Le curve possono essere a rulli conici, cilindrici doppi in asse, cilindrici semplici differenziati a 2 o 3 file, cilindrici semplici come per le sezioni diritte (anche se non consigliabili) oppure a gruppi di rotelle in asse (vedi pag. 120).

$$EL = \sqrt{(R_i + X)^2 + (Y/2)^2} - R_i + 50 \text{ min.}$$

Il raggio è sempre maggiore per le curve con rulli cilindrici di qualsiasi tipo, rispetto a quelle con rulli conici.

ROLLER SELECTION

In selecting a roller the following should be considered:

$$P_c \geq P$$

Furthermore, the suitability to the environmental conditions should be verified (dust, humidity, corrosion, hygiene, etc.), as well as the tube thickness in relation to the concentrated load shocks, considering that the use of rollers with bigger diameters, with equal bearings, reduces the thrust force or the inclination in gravity conveyors.

ROLLER LENGTH

The roller length and therefore the width of the conveyor is determined by the maximum dimensions of the packages to be handled

$$C = X + 50 \text{ min.}$$

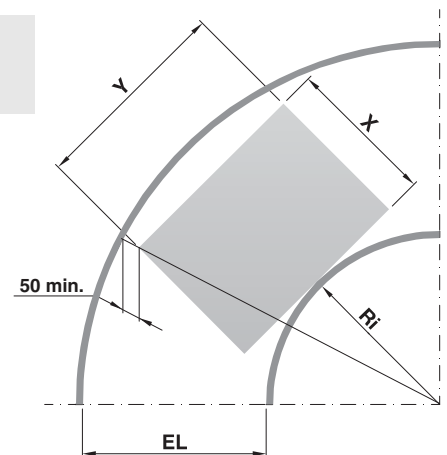
$EL = C$ with fixed shaft ends

$EL = C + 2v$ with nut fixed shaft ends (pag. 29)

$EL = C + 1$ with free shaft ends (pag. 28)

Otherwise by the curve width if employed in the system.

The curves can be of tapered rollers, cylindrical double rollers, simple cylindrical differentiated in 2 or 3 rows, simple cylindrical like in the straight sections (although not advisable) or in groups of wheels on shafts (see pag. 120).



The radius of the curves with cylindrical rollers of any type is always bigger than those with tapered rollers.

Rulli per trasportatori a gravità

Rollers for gravity conveyors

PENDENZA

L'uso dei trasportatori a gravità implica la valutazione attenta della pendenza (espressa in gradi o in percentuale), perchè i colli devono sempre poter ripartire dopo soste o accumuli e anche in presenza di attriti aggiuntivi dovuti ad eventuali sfregamenti contro le guide o ad irregolarità della base dei colli.

I colli pesanti tipo pallets non possono essere trasportati su lunghe distanze se non vengono impiegati RULLI REGOLATORI DI VELOCITÀ (vedi pag. 134), mentre la movimentazione di colli con materiali fragili può risultare anche sconsigliabile.

Il valore di pendenza con il quale un collo incomincia a muoversi è legato ad un fattore combinato di attrito che tiene conto dell'attrito tra collo e rulli, dell'attrito interno dei cuscinetti, del rapporto tra il peso dei rulli e peso del collo e di molteplici cause accidentali. Per l'impossibilità di determinare in modo univoco tale valore, consigliamo una prova pratica per gli impianti più impegnativi e proponiamo solo indicativamente i seguenti valori massimi:

2% per colli con superfici di contatto metalliche
4% per colli con superfici di contatto in legno
8% per colli con superfici di contatto in cartone

Si consideri che questi valori possono aumentare se la superficie dei colli è deformabile e qualora non vengano scelti il tipo di rullo e l'interasse adatti.

La pendenza deve sempre essere superiore per le curve, rispetto ai tratti rettilinei.

SLOPE

The employment of gravity conveyors involves the careful estimate of the slope (expressed in degrees or in percentage), because the packages must always be able to restart after pauses or storings and also in presence of additional friction forces due to eventual rubbing against the guides.

Heavy packages like pallets cannot be handled over long distances if SPEED REGULATING ROLLERS are not employed (see pag. 134), whilst fragile packages handling can result unadvisable.

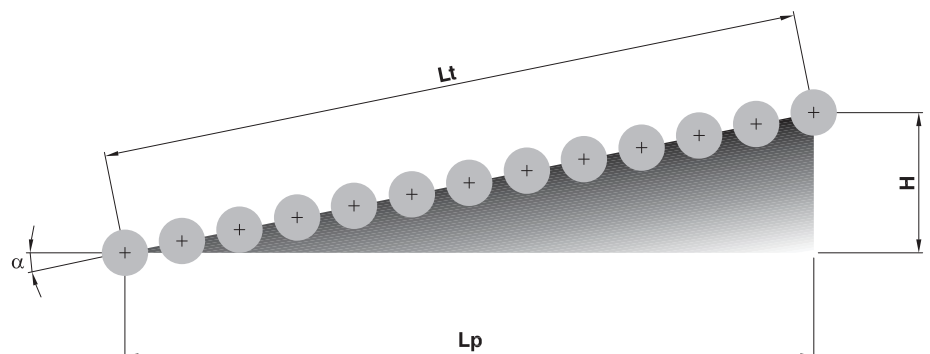
The slope value for which a package starts moving is related to a combined friction value which takes into account the friction between the rollers and the package, the bearings internal friction, the rollers weight and package weight ratio and multiple accidental causes. As it is impossible to univocally determine this value we advise a practical test for important systems and only indicatively we propose the following maximum values as a guide:

*2% for packages with metallic contact surfaces
4% for packages with wooden contact surfaces
8% for packages with cardboard contact surfaces*

Consider that these values may increase if the package surfaces are deformable and if the correct rollers and suitable pitch are not selected.

The slope of the curves must always be bigger than the slope of straight sections.

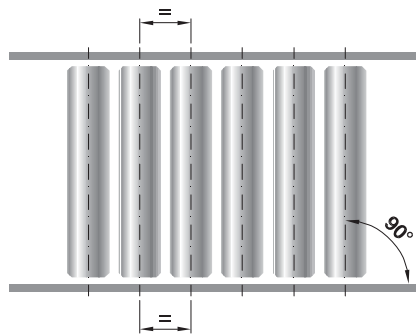
$$\begin{array}{l} \text{Pendenza \%} \\ \text{Slope \%} \end{array} = 100 \operatorname{tg} \alpha = 100 \frac{H}{L_p}$$



PARALLELISMO - ORTOGONALITÀ ALLINEAMENTO

Può sembrare superfluo, ma è importante richiamare l'attenzione su questi tre fattori, perchè rappresentano le condizioni necessarie ed indispensabili al buon funzionamento di qualsiasi tipo di trasportatore a rulli; qualora non vengano rispettati con tolleranze minime di lavorazione, anche per i colli con le migliori superfici si creerebbero problemi di trasportabilità.

Sono previste applicazioni particolari con l'impiego di rulli inclinati in avanti o disposti doppi a lisca di pesce, per centrare i colli, allinearli a dei riscontri o indirizzarli verso corsie preferenziali mediante apposite guide. Spesso in questi casi si può ottenere una maggiore funzionalità utilizzando ROTELLE OMNIDIREZIONALI (vedi pag. 126).



Alcuni casi particolari

- Cartoni legati con regge sporgenti dal piano d'appoggio.
- Cartoni non rigidi con carichi pesanti.
- Cartoni con poco carico deformati dalla nastratura.
- Pallets in legno senza un traversino o un blocchetto.
- Pallets con chiodi sporgenti.
- Sacchi deformabili.
- Balle di stoffa.
- Colli impilati (pallettizzati) instabili.

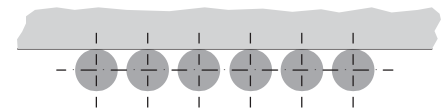
Tutte queste situazioni ed altre devono essere attentamente vagliate e non trascurate, perchè possono presentare dei limiti alla trasportabilità e dei rischi di danneggiamento della merce.

PARALLELISM - SQUARENESS ALIGNMENT

It may appear unnecessary, but it is important to draw attention to these three factors, because they represent the necessary and essential conditions for the correct work of any type of roller conveyor system; in case they should not be respected with minimum working tolerances, even packages with the best surfaces would create handling problems.

Particular applications are foreseen with the use of forward inclined rollers or arranged double in fish-bone, to centre the packages, by means of special guides.

In these cases a better operation can often be obtained by using OMNIDIRECTIONAL WHEELS (see pag. 126).



Some particular situations

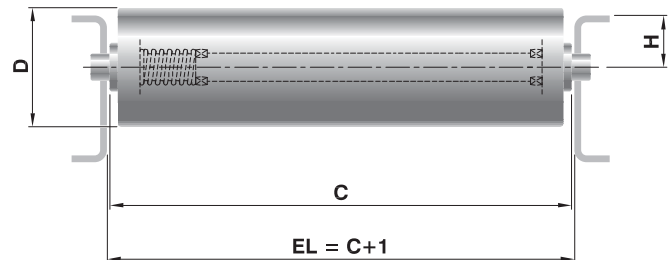
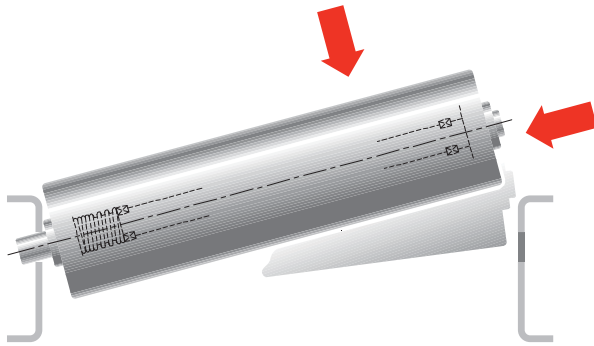
- Cardboard boxes tied with straps that protrude from the contact surface.
- Non rigid cardboard boxes with heavy loads.
- Light cardboard boxes deformed by the taping.
- Wooden pallets without beam or wood block.
- Pallets with protruding nails.
- Deformable bags.
- Textile bales.
- Piled packages with unstable load.

All these and other similar situations must be carefully evaluated and not be neglected, as they can represent a limit to the correct conveying and risks of damage to the conveyed goods.

ESECUZIONI ASSE PIÙ COMUNI PER IL MONTAGGIO DEI RULLI

Asse con molla - estremità libere

È l'esecuzione più semplice per un facile e rapido montaggio dei rulli leggeri e medi. Le spalle devono avere dei fori maggiori di almeno 0,5 mm rispetto al diametro dell'asse, inoltre dovranno essere collegate con traversine tali da imporre la larghezza $EL = C + 1$.



La lunghezza «C» minima per poter montare i rulli nelle spalle del trasportatore con questa esecuzione, e conseguentemente la larghezza minima «EL» consentita, dipendono da vari fattori come sotto rappresentato.

Si consiglia sempre una verifica prima di stabilire il tipo di rullo e la larghezza.

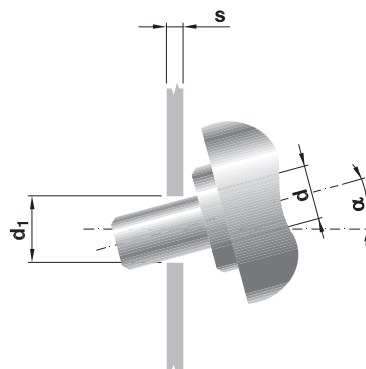
MOST COMMON SHAFT EXECUTIONS FOR ROLLER INSTALLATION

Spring loaded shaft - free ends

It's the easiest execution for a simple and fast installation of light and medium rollers. The side frames must have holes at least 0.5 mm greater than the shaft diameter, furthermore they should be connected with crosspieces such to give the width $EL = C + 1$.

The minimum «C» length for roller installation in the side frames of the conveyor with this execution, and consequently the minimum allowable «EL» width, depends on various factors as listed hereunder.

A verification is always advisable before determining the type of roller and the width.



$$C \text{ min.} = \frac{s}{d_1 - d} \cdot \left(H + \frac{D}{2} \right)$$

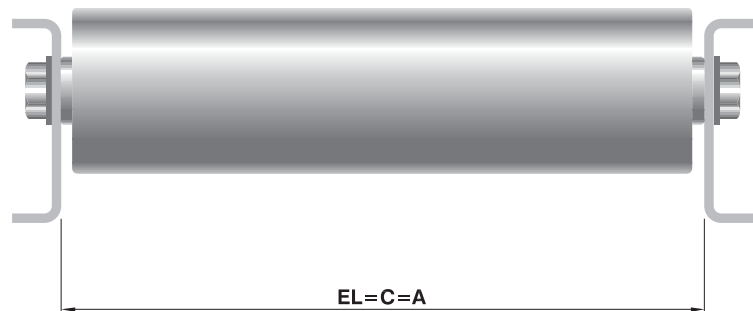
**Asse con filettature interne
- estremità bloccate**

Prevista per il fissaggio con viti, è l'esecuzione meccanica più pregevole, indicata normalmente per rulli medi e pesanti, poiché riduce l'inflessione dell'asse a vantaggio dei cuscinetti e rende più robusta la struttura senza l'impiego di traversine. Gli assi dei rulli condizionano la larghezza delle spalle $EL = C = A$.

**Shaft with internal threads
- fixed ends**

Foreseen for bolt fixing, its the most valuable mechanical execution, normally indicated for medium and heavy rollers, as it reduces shaft deflection and strengthens the structure without employing crossbars.

The roller shafts influence the side frame widths $EL = C = A$.

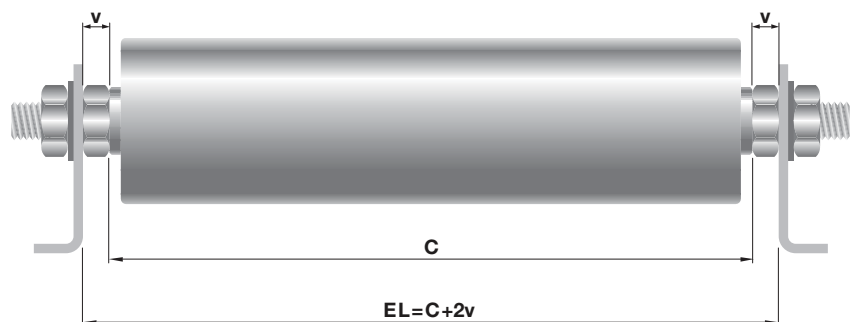


**Asse con filettature esterne
- estremità bloccate**

Prevista per il fissaggio con dado e controdado, questa esecuzione ha le stesse prerogative della precedente, ma è indicata per rulli leggeri e medi impiegando solo spalle a L con asole aperte e larghezza $EL = C$.

**Shafts with external threads
- fixed ends**

Foreseen for nut and lock nut fixing, this execution has the same properties of the former one, but it is indicated for light and medium rollers employing only type L shoulders with open slots and $EL = C$ width.



v: normalmente sono previsti dadi bassi UNI 5589
v: normally half nuts UNI 5589 are foreseen

Rulli per trasportatori a gravità

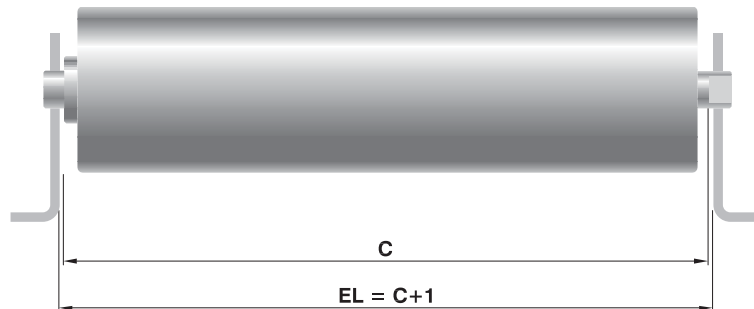
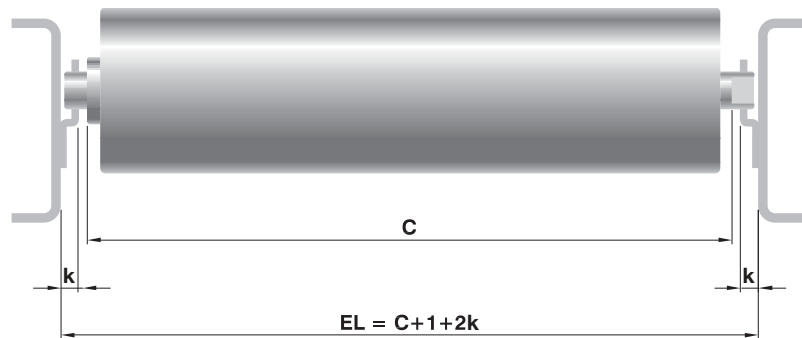
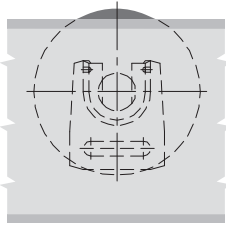
Rollers for gravity conveyors

Asse fisso o con piani di chiavi - estremità libere

È l'esecuzione più comunemente usata nel passato. Prevede supporti saldati all'interno delle spalle con larghezza $EL = C + 1 + 2k$, oppure asole aperte tranciate su spalle a L con larghezza $EL = C + 1$. La prima soluzione è indicata prevalentemente per carichi molto pesanti.

Fixed shaft with key flats - free ends

It is the most common execution used in the past. Welded supports may be placed inside of side frames with widths $EL = C + 1 + 2k$, or open slots on L side frames with $EL = C + 1$ widths. The first solution is recommended for very heavy loads.



CALCOLO DELLA STRUTTURA DI SOSTEGNO (CEMA 401)

I calcoli si basano su una situazione di carico uniformemente distribuito

Q = carico totale sulla sezione, compreso il peso dei rulli e delle spalle [N]

W = $\frac{J}{c}$ modulo di resistenza flessionale [mm³]

J = momento di inerzia della sezione rispetto all'asse neutro [mm⁴]

L = luce-distanza tra gli appoggi [mm]

E = modulo di elasticità [MPa]

Si impone il rispetto di due condizioni:

1) che la freccia massima non superi 1/360 della luce «L»

CALCULATION OF THE SUPPORTING STRUCTURE (CEMA 401)

The calculations are based on an equally distributed load situation:

Q = total load on the section, rollers and frames weights included [N]

W = $\frac{J}{c}$ deflection resistance module [mm³]

J = section moment of inertia respect to the neutral axis [mm⁴]

L = span-distance between the supporting points [mm]

E = elasticity module [MPa]

The respect of two conditions is compulsory:

1) the maximum camber must not exceed 1/360 of the span «L»

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{QL^3}{EJ} \leq \frac{L}{360} \text{ [mm]}$$

2) che il massimo sforzo flessionale non superi il valore ammissibile

2) the maximum flexional effort must not exceed the allowable value

$$\sigma_{am.} \geq \sigma = \frac{QL}{8W} \text{ [MPa]}$$

Per l'acciaio S235JR (exFe 360) si può usare $\sigma_{am.} = 140$ MPa

For steel S235JR (ex ST 37) you may use $\sigma_{am.} = 140$ MPa

