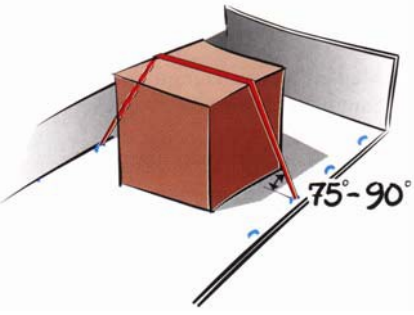
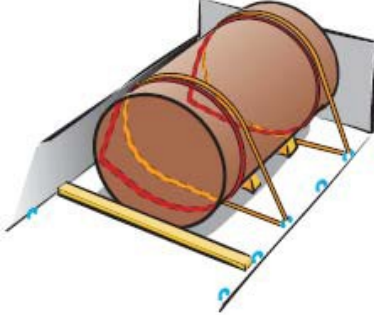
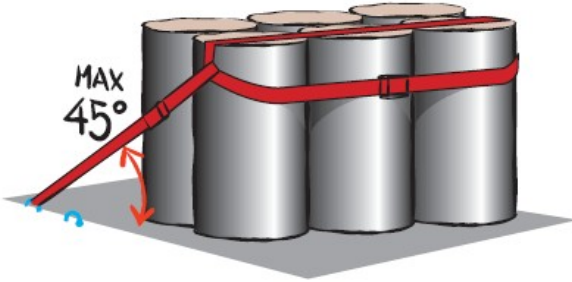
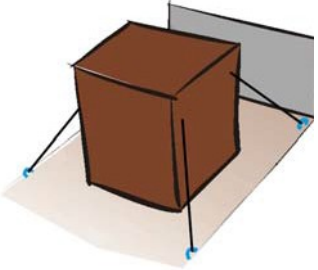


# Formule utilizzate nei calcoli del progetto Caring

	
Imbragatura dall'alto	Imbragatura ad anello
	
Imbragatura diagonale	Imbragatura diritta/incrociata

Versione 2013-08-23

## Sisällys

1	PARAMETRI UTILIZZATI NELLE FORMULE .....	3
2	IMBRAGATURA DALL'ALTO .....	4
2.1	EN 12195-1:2010 .....	4
2.1.1	Scivolamento .....	4
	.....	4
2.1.3	Ribaltamento .....	5
3	IMBRAGATURA AD ANELLO .....	7
3.1	EN 12195-1:2010 .....	7
3.1.1	Scivolamento .....	7
3.1.2	Ribaltamento .....	8
4	IMBRAGATURA DIAGONALE .....	9
4.1	EN 12195-1:2010 .....	9
4.1.1	Scivolamento .....	9
4.1.2	Ribaltamento .....	10
5	IMBRAGATURA DRITTA O INCROCIATA .....	11
5.1	EN 12195-1:2010 .....	11
5.1.1	Scivolamento: .....	11
5.1.2	Ribaltamento .....	12

# 1 PARAMETRI UTILIZZATI NELLE FORMULE

<b>Parametri generali</b>		<b>Unita</b>
$f_s =$	Fattore di sicurezza per imbragature con attrito	-
$m =$	Massa del carico	t (=1000 kg)
$N =$	Numero di file	-
$n =$	Numero di imbragature	-
<b>Accelerazione</b>		
$g =$	accelerazione gravitazionale (= 9.81 m/s <sup>2</sup> )	m/s <sup>2</sup>
$c_x =$	accelerazione longitudinale	-
$c_y =$	accelerazione trasversale	-
$c_z =$	accelerazione verticale	-
<b>Attrito</b>		
$\mu =$	Fattore di attrito	-
$f_\mu =$	fattore di conversione fra attrito statico/dinamico	-
<b>Proprietà delle imbragature</b>		
$FT =$	forza di tensione di un'imbragatura (= STF)	kN (= 100 daN)
$STF =$	forza di tensione standard	kN (= 100 daN)
$FR =$	forza esercitata dall'imbragatura	kN (= 100 daN)
$LC =$	capacità di imbragare di un dispositivo	kN (= 100 daN)
<b>Angoli</b>		
$\alpha =$	angolo verticale dell'imbragatura	°
$\beta_x =$	angolo longitudinale dell'imbragatura	°
$\beta_y =$	angolo trasversale dell'imbragatura	°
		°
<b>Distance</b>		<b>Unita</b>
$L =$	lunghezza totale del carico	m

$B =$	larghezza totale del carico	m
$H =$	altezza totale del carico	m
$w =$	larghezza carico	m
$h =$	braccio del momento	m
$b = B_{tp} =$	distanza trasversale dal centro di gravità del carico fino al punto di ribaltamento (braccio del momento raddrizzante)	m
$b = L_{tp} =$	distanza longitudinale del centro di gravità del carico fino al punto di ribaltamento (braccio del momento raddrizzante)	m
$d = H_{tp} =$	distanza verticale dal centro di gravità del carico fino al punto di ribaltamento (braccio del momento ribaltante)	m
$l =$	punto di ribaltamento del carico in senso longitudinale (braccio del momento)	m
$s =$	distanza verticale dalla piattaforma fino al punto dove l'imbragatura inizia ad agire sul carico	m
$t =$	distanza verticale fra la piattaforma ed il punto di ribaltamento	m
$p =$	distanza verticale fra l'estremità esterna del carico ed il punto dove l'imbragatura inizia ad agire sul carico	m
$r =$	distanza orizzontale fra l'estremità esterna del carico ed il punto di ribaltamento	m

**Note:**

- Se  $m < 0$  in qualsiasi formula utilizzata allora non esiste il pericolo di ribaltamento o scivolamento.
- $LC = MSL = SWL =$  capacità dell'imbragatura

## 2 IMBRAGATURA DALL'ALTO

### 2.1 EN 12195-1:2010

#### 2.1.1 Scivolamento

Formula base in accordo con EN 12195-1:2010

Tutte le direzioni

$$n \geq \frac{m \cdot g(c_{x,y} - c_z \cdot \mu)}{2\mu \cdot \sin \alpha \cdot F_T} \cdot f_s \quad \text{Equ (10)}$$

con  $n=1$  la seguente formula è data per la massa  $M$  che un'imbragatura dall'alto può evitare di far scivolare in tutte le direzioni:

Tutte le direzioni:

$$m = \frac{2 * \mu * \sin \alpha * F_T}{g * (c_{x,y} - \mu * c_z) * f_s}$$

Nei calcoli vengono utilizzati i seguenti valori:

$m =$	Massa del carico in ton
$\mu =$	fattore di attrito che risulta essere fondamentale
$f_s =$	fattore di sicurezza, 1.25 (avanti) e 1.1 (posteriormente e trasversalmente)
$F_T =$	forza di tensione di un'imbragatura espressa in daN [kN] (Huom. 1 kN = 100 daN)
$\alpha =$	75°
$c_{x,y,z} =$	a seconda del metodo di trasporto ed in relazione agli standard delle tabelle 2,3 e 4
$g =$	9.81 m/s <sup>2</sup>

## 2.1.3 Ribaltamento

Formula base in accordo con EN 12195-1:2010

$$\text{Anteriormente e} \quad 2 * n * F_T * \sin \alpha * \frac{L}{2} \geq m * g * (c_x * d - c_z * b) * f_s \quad \text{Equ (15)}$$

$$\text{posteriormente}$$

$$\text{Trasversal} \quad n \geq \frac{m * g * (c_y * d - c_z * b)}{w * F_T * (\sin \alpha + 0,25 * (N - 1))} * f_s \quad \text{Equ (16)}$$

$$\text{mente}$$

**Anteriormente e posteriormente:**

con  $n=1$ ,  $d=H_{tp}$  e  $b=L_{tp}$  viene utilizzata la seguente formula dove per la massa  $m$ , un'imbragatura può prevenire il ribaltamento longitudinale:

$$m = \frac{F_T * \sin \alpha * L}{g * (c_x * H_{tp} - c_z * L_{tp}) * f_s}$$

In caso la massa del carico fosse simmetrica:

$$H_{tp} = \frac{H}{2}, L_{tp} = \frac{L}{2} \text{ ja } n = 1:$$

$$m = \frac{2 * F_T * \sin \alpha}{g * (c_x * \frac{H}{L} - c_z) * f_s}$$

**Trasversale, primo tiro:**

con  $n=1$ ,  $N=1$ ,  $w=B$ ,  $d=H_{tp}$  e  $b=B_{tp}$  viene utilizzata la seguente formula dove per la massa  $m$ , un'imbragatura può prevenire il ribaltamento longitudinale:

$$m = \frac{F_T * \sin \alpha * B}{g * (c_y * H_{tp} - c_z * B_{tp}) * f_s}$$

In caso la massa del carico fosse simmetrica:

$$H_{tp} = \frac{H}{2}, B_{tp} = \frac{B}{2} \text{ ja } n = 1:$$

$$m = \frac{2 * F_T * \sin \alpha}{g * (c_y * \frac{H}{B} - c_z) * f_s}$$

**Trasversale, più di un tiro**, in caso la massa del carico fosse simmetrica:

$$H_{tp} = \frac{H}{2}, B_{tp} = \frac{B}{2} \text{ ja } n = 1:$$

$$m = \frac{2 * F_T * (\sin \alpha + 0,25 * (N - 1))}{g * (c_y * N * \frac{H}{B} - c_z) * f_s} \quad \text{Equ (17)}$$

**Nei calcoli vengono utilizzati i seguenti valori:**

- $m =$  massa del carico in ton
- $H/L =$  il rapporto fra altezza e lunghezza che risulta un fattore molto importante nelle tabelle che si riferiscono alle direzioni in avanti ed indietro
- $H/B =$  il rapporto fra altezza H e la larghezza B che risulta un fattore molto importante nelle tabelle che si riferiscono alla direzione trasversale
- $F_T =$  tensione di un'imbragatura in [kN] (se  $a_h = 0.5$ ) o  $LC/2$  (se  $a_h = 0.6$ ). (Note. 1 kN = 100 daN)
- $\alpha =$  75°
- $f_s =$  fattore di sicurezza; 1.25 (avanti) e 1.1 (indietro e trasversalmente)
- $c_{x,y,z} =$  a seconda del metodo di trasporto ed in relazione agli standard delle tabelle 2,3 e 4
- $N =$  numero di tiri; questo valore risulta essere importante nelle tabelle relative alla direzione trasversale
- $g =$  9.81 m/s<sup>2</sup>

**Note!**

Il rischio di inclinazione è calcolato con  $c_y=0.5$  e  $F_T=$  tensione dell'imbragatura. Quando il rischio di inclinazione è presente, i calcoli mostrano con valori minori, due alternative  $c_y=0.5$  e  $F_T$  o  $c_y=0.6$  e  $LC/2$ .

## 3 IMBRAGATURA AD ANELLO

### 3.1 EN 12195-1:2010

#### 3.1.1 Scivolamento

Formula base in accordo con EN 12195-1:2010

$$n \geq \frac{m * g * (c_y - c_z * f_{\mu} * \mu)}{F_R * (\cos \alpha_1 * \sin \beta_{x1} + \cos \alpha_2 * \sin \beta_{x2} + f_{\mu} * \mu * \sin \alpha_1 + f_{\mu} * \mu * \sin \alpha_2)} \quad \text{Equ (30)}$$

con  $F_R = LC$ ,  $\mu_d = f_{\mu} * \mu$ ,  $\alpha_2 = 0^\circ$ ,  $\beta_{x1}$  e  $\beta_{x2} = 90^\circ$  viene utilizzata la seguente formula dove per la massa  $m$  un'imbragatura ad anello può prevenire lo scivolamento trasversale:

Trasversale:

$$m = \frac{LC * (\mu * f_{\mu} * \sin \alpha_1 + 1 + \cos \alpha_1)}{(c_y - \mu * f_{\mu} * c_z) * g}$$

Nei calcoli vengono utilizzati i seguenti valo;

$m =$	Massa del carico
$\mu =$	Fattore attrito
$f_{\mu} =$	0.75
$LC =$	capacità dell'imbragatura misurata in [kN] (Huom. 1 kN = 100 daN)
$\alpha_1 =$	$90^\circ$
$c_{y,z} =$	a seconda del metodo di trasporto, rispetta gli standard delle tabelle 2,3 e 4
$g =$	$9.81 \text{ m/s}^2$



### 3.1.2 Ribaltamento

Formula base in accordo con EN 12195-1:2010

$$n \geq \frac{m * g * (c_y * d - c_z * b)}{F_R * (\sin \alpha_1 * w + \cos \alpha_1 * \sin \beta_{x1} * h + 0,25 * (N - 1) * w)} \quad \text{Equ (33)}$$

in caso la massa del carico fosse simmetrica:

$$d = H_{tp} = \frac{H}{2}, \quad b = B_{tp} = \frac{B}{2}, \quad w = B, \quad n = 1, \quad \alpha_1 = 90^\circ \text{ and } \beta_{x1} = 90^\circ$$

la seguente formula rappresenta la massa di carico  $m$  che un'imbragatura ad anello può evitare possa ribaltarsi in senso trasversale:

**Trasversale:**

$$m = \frac{2 * F_R * (1 + (N - 1) * 0,25)}{(c_y * N * \frac{H}{B} - c_z) * g}$$

**Nei calcoli vengono utilizzati i seguenti valori**

- $m =$  Massa del carico in ton
- $H/B =$  rapporto fra altezza e larghezza che risulta un fattore molto importante nelle tabelle che si riferiscono alla direzione trasversale
- $F_R =$  0.5 \* LC
- $LC =$  efficienza di un'imbragatura in [kN] (Huom. 1 kN = 100 daN)
- $c_{y,z} =$  a seconda del metodo di trasporto, rispetta gli standard delle tabelle 2,3 e 4
- $N =$  numero di tiri questo valore risulta essere importante nelle tabelle relative alla direzione trasversale
- $g =$  9.81 m/s<sup>2</sup>

## 4 IMBRAGATURA DIAGONALE

### 4.1 EN 12195-1:2010

#### 4.1.1 Scivolamento

Formula base in accordo con EN 12195-1:2010

$$n \geq \frac{m * g * (c_x - c_z * f_\mu * \mu)}{F_R * (\mu * f_\mu * \sin \alpha + \cos \alpha * \cos \beta_{x,y})} \quad \text{Equ (35)}$$

con  $F_R = LC$ ,  $\beta_{x,y} = 0^\circ$  e  $n = 2$  (imbragatura in due parti) viene utilizzata la seguente formula dove per la massa  $m$  un'imbragatura diagonale può prevenire lo scivolamento in senso longitudinale:

Longitudinalmente:

$$m = \frac{2 * LC * (\mu * f_\mu * \sin \alpha_1 + \cos \alpha_1)}{(c_x - \mu * f_\mu * c_z) * g}$$

Nei calcoli vengono utilizzati i seguenti valori:

$m =$	Massa del carico in ton
$\mu =$	Fattore di attrito
$f_\mu =$	0.75
$LC =$	efficienza imbragatura in [kN] (Note: 1 kN = 100 daN)
$\alpha_1 =$	45°
$c_{x,z} =$	a seconda del metodo di trasporto, rispetta gli standard delle tabelle 2,3 e 4
$g =$	9.81 m/s <sup>2</sup>

## 4.1.2 Ribaltamento

Formula base in accordo con EN 12195-1:2010

$$n \geq \frac{m * g * (c_x * d - c_z * b)}{F_R * 2 * (\cos \alpha * \sin \beta_{x,y} * (s-t) + \sin \alpha * (p-r))} \quad \text{Equ (37)}$$

con  $F_R = LC$ ,  $\beta_{x,y} = 0^\circ$ ,  $d = H_{tp}$ ,  $b = L_{tp}$ ,  $(s-t) = H$ , e  $(p-r) = 0$  viene utilizzata la seguente formula dove per la massa  $m$  un'imbragatura diagonale può prevenire il ribaltamento in senso longitudinale.:

**Longitudinalmente:**

$$m = \frac{2 * LC * \cos \alpha * H}{(c_x * H_{tp} - c_z * L_{tp}) * g}$$

In caso la massa del carico sia simmetrica

$$H_{tp} = \frac{H}{2}, L_{tp} = \frac{L}{2}:$$

$$m = \frac{4 * LC * \cos \alpha * \frac{H}{L}}{(c_x * \frac{H}{L} - c_z) * g}$$

## 5

**Nei calcoli vengono utilizzati i seguenti valori:**

$m =$	Massa del carico in ton
$H/L =$	rapporto fra altezza e lunghezza. Valore importante nelle tabelle riferite al senso di direzione longitudinale
$LC =$	efficienza imbragatura in [kN] (Huom. 1 kN = 100 daN)
$\alpha =$	$45^\circ$
$C_{x,z} =$	a seconda del metodo di trasporto, rispetta gli standard delle tabelle 2,3 e 4
$g =$	$9.81 \text{ m/s}^2$

## 5 IMBRAGATURA DRITTA O INCROCIATA

### 5.1 EN 12195-1:2010

#### 5.1.1 Scivolamento:

Formula base in accordo con EN 12195-1:2010

$$\text{Longitudinale: } n \geq \frac{m * g * (c_x - c_z * f_{\mu} * \mu)}{F_R * (f_{\mu} * \mu * \sin \alpha + \cos \alpha * \cos \beta_y)} \quad \text{Equ (22)}$$

$$\text{Trasversale: } n \geq \frac{m * g * (c_y - c_z * f_{\mu} * \mu)}{F_R * (f_{\mu} * \mu * \sin \alpha + \cos \alpha * \cos \beta_x)} \quad \text{Equ (22)}$$

con  $F_R = LC$  e  $n = 1$  viene utilizzata la seguente formula dove per la massa  $m$  un'imbragatura dritta o incrociata può prevenire lo scivolamento in direzioni differenti

$$\text{Longitudinale: } m = \frac{LC * (\cos \alpha * \cos \beta_y + \mu * f_{\mu} * \sin \alpha)}{(c_x - \mu * f_{\mu} * c_z) * g}$$

$$\text{Trasversale: } m = \frac{LC * (\cos \alpha * \cos \beta_x + \mu * f_{\mu} * \sin \alpha)}{(c_y - \mu * f_{\mu} * c_z) * g}$$

Nei calcoli vengono utilizzati i seguenti valori

$m =$  massa del carico in ton

$\mu =$  fattore di attrito

$f_{\mu} =$  0.75

$LC =$  efficienza imbragatura in [kN] (Huom. 1 kN = 100 daN)

$\alpha =$  60°,  $\beta_x = 30°$ ,  $\beta_y = 30°$

$c_{x,y,z} =$  a seconda del metodo di trasporto, rispetta gli standard delle tabelle 2,3 e 4

$g =$  9.81 m/s<sup>2</sup>



Education and Culture DG

## 5.1.2 Ribaltamento

Formula base in accordo con EN 12195-1:2010

**Longitudinale:** 
$$n \geq \frac{m * g * (c_x * d - c_z * b)}{F_R * (\cos \alpha * \cos \beta_y * (s - t) + \sin \alpha * (p - r))}$$

**Trasversale:** 
$$n \geq \frac{m * g * (c_y * d - c_z * b)}{F_R * 2 * (\cos \alpha * \cos \beta_x * (s - t) + \sin \alpha * (p - r))}$$

con  $F_R = LC$ ,  $d = H_{tp}$ ,  $b = L_{tp}$  e  $n = 1$  viene utilizzata la seguente formula dove per la massa  $m$  un'imbragatura diritta o incrociata può prevenire il ribaltamento in direzioni differenti:

**Longitudinale:** 
$$m = \frac{LC * (\cos \alpha * \cos \beta_y * (s - t) + \sin \alpha * (p - r))}{c_x * H_{tp} - c_z * L_{tp}}$$

**Trasversale:** 
$$m = \frac{LC * (\cos \alpha * \cos \beta_x * (s - t) + \sin \alpha * (p - r))}{c_y * H_{tp} - c_z * B_{tp}}$$

in caso la massa del carico sia simmetrica ed i punti di ancoraggio siano posizionati in una posizione sfavorevole:

$$H_{tp} = \frac{H}{2}; L_{tp} = \frac{L}{2}; B_{tp} = \frac{B}{2}; (s-t) = \frac{H}{2} + \frac{B}{2} \text{ tai } h = \frac{H}{2} + \frac{L}{2}; (p-r) = 0$$

**Longitudinale:**

$$m = \frac{LC * (\cos \alpha * \cos \beta_y * (\frac{H}{L} + 1))}{(c_x * \frac{H}{L} - c_z) * g}$$

**Trasversale:**

$$m = \frac{LC * (\cos \alpha * \cos \beta_x * (\frac{H}{B} + 1))}{(c_y * \frac{H}{B} - c_z) * g}$$

**Nei calcoli vengono utilizzati i seguenti valori**

- $m =$  Massa del carico in ton
- $H/L =$  rapporto fra altezza e lunghezza che risulta un fattore molto importante nelle tabelle che si riferiscono alla direzione longitudinale.
- $H/B =$  rapporto fra altezza e larghezza che risulta un fattore molto importante nelle tabelle che si riferiscono alla direzione trasversale.
- $LC =$  efficienza imbragatura in [kN] (Note: 1 kN = 100 daN)
- $\alpha =$  30°
- $\beta_x =$  30°
- $\beta_y =$  30°
- $c_{x,y,z} =$  a seconda del metodo di trasporto, rispetta gli standard delle tabelle 2,3 e 4
- $g =$  9.81 m/s<sup>2</sup>