

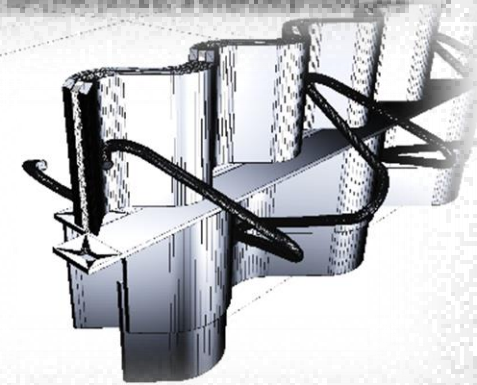
# Dimensionamento de Pavimentos com Juntas COSINUS®

Janeiro 2019



**HENGELHOEF**  
**CONCRETE JOINTS**

Dirk Van Cauteren  
CCO e Director Técnico



Hengelhoeffstraat 158  
B - 3600 Genk

T +32 (0)89 32 39 80

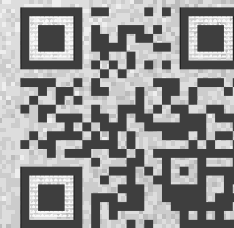
F +32 (0)89 32 39 88

E [info@hcjoints.be](mailto:info@hcjoints.be)

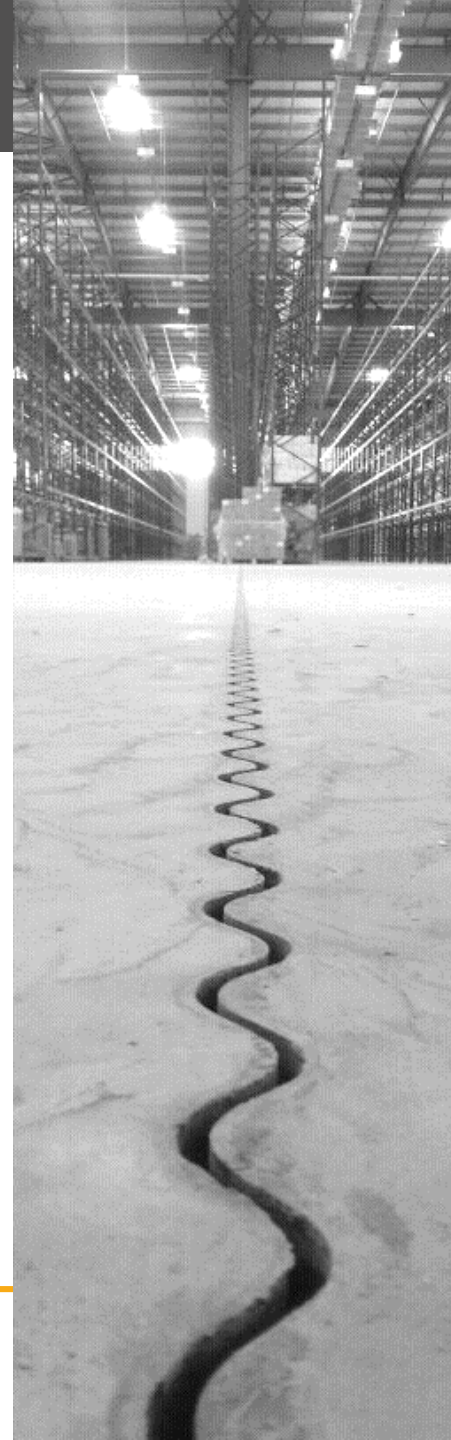
[www.hcjoints.be](http://www.hcjoints.be)



**BIU**  
INTERNACIONAL  
[www.biu.pt](http://www.biu.pt)



- **Desempenho da junta COSINUS® Slide**
- Exemplos de cálculo de pavimentos
- Que desempenho da junta é necessário ?
- Que tipo de junta funciona?



Dirk Van Cauteren  
CCO &  
Head of technical support

Hengelhofstraat 158  
B - 3600 Genk

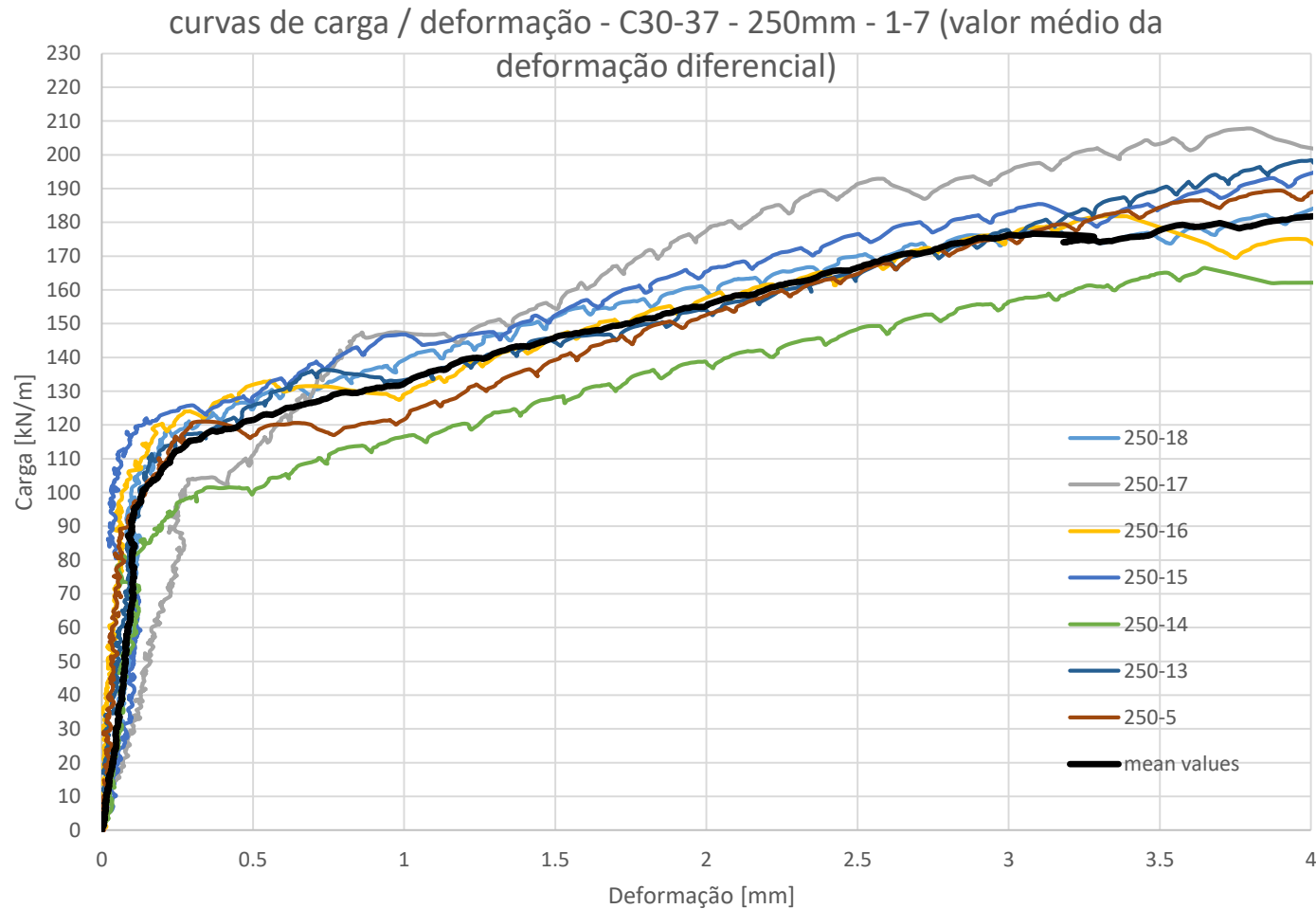
T +32 (0)89 32 39 80  
F +32 (0)89 32 39 88  
E info@hcjoints.be

[www.hcjoints.be](http://www.hcjoints.be)



# Desempenho da junta COSINUS® Slide

## Exemplos de resultados dos ensaios



Análise dos resultados dos ensaios com as juntas Cosinus Slide

valor máximo até 1,5 mm de deformação diferencial

Tipo de perfil Cosinus 205-300

Classe do betão C30/37

altura da amostra 250 mm

transferência de carga característica

amostra	carga	peso próprio	carga total	[log]
18	151,20	3,56	154,76	5,042
17	156,10	3,56	159,66	5,073
16	145,90	3,56	149,46	5,007
15	152,10	3,56	155,66	5,048
14	128,10	3,56	131,66	4,880
13	145,60	3,56	149,16	5,005
5	139,20	3,56	142,76	4,961

valor médio 1-8 149,02 5,002

Desvio padrão 1-8 8,70974 0,064877

$k_n$  fráctil seg. EN 1990:2010-12, Tab. D1 (n=7) 2,10

valor característico 130,73 kN/m 129,81 kN/m

valor característico:  $V_{Rk,c} = 129,81 \text{ kN/m}$

valor dimensionamento ( $\gamma_c = 1,5$ ):  $V_{Rd,c} = 86,54 \text{ kN/m}$

# Desempenho da junta COSINUS® Slide

Conclusão: Desenvolvimento do método de cálculo

Ensaios e análises mostraram um conjunto claro de resultados em função da classe do betão e a altura da junta.

Isso permite-nos utilizar a seguinte fórmula (inicialmente baseada na EN 1992) para calcular a capacidade mínima de transferência de carga no Estado Limite Último (ELU):

$$V_{Rd,c} = V_{min} = 0,0525 / \gamma_c \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} \cdot 0,80 \cdot h / 1,4 \text{ [kN/m]}$$

com:	$\gamma_c$	=	factor de segurança parcial para o betão
	$k$	=	influência da secção com $k = 1 + (200 / d)^{0,5}$ , (com $d = h - 60\text{mm}$ )
	$f_{ck}$	=	resistência à compressão característica do betão [N/mm <sup>2</sup> ]
	0,80	=	factor de correção para a perda de recobrimento superior do betão e variação média
	$h$	=	espessura da laje [mm]
	1,4	=	factor de redução para o posicionamento da carga no canto

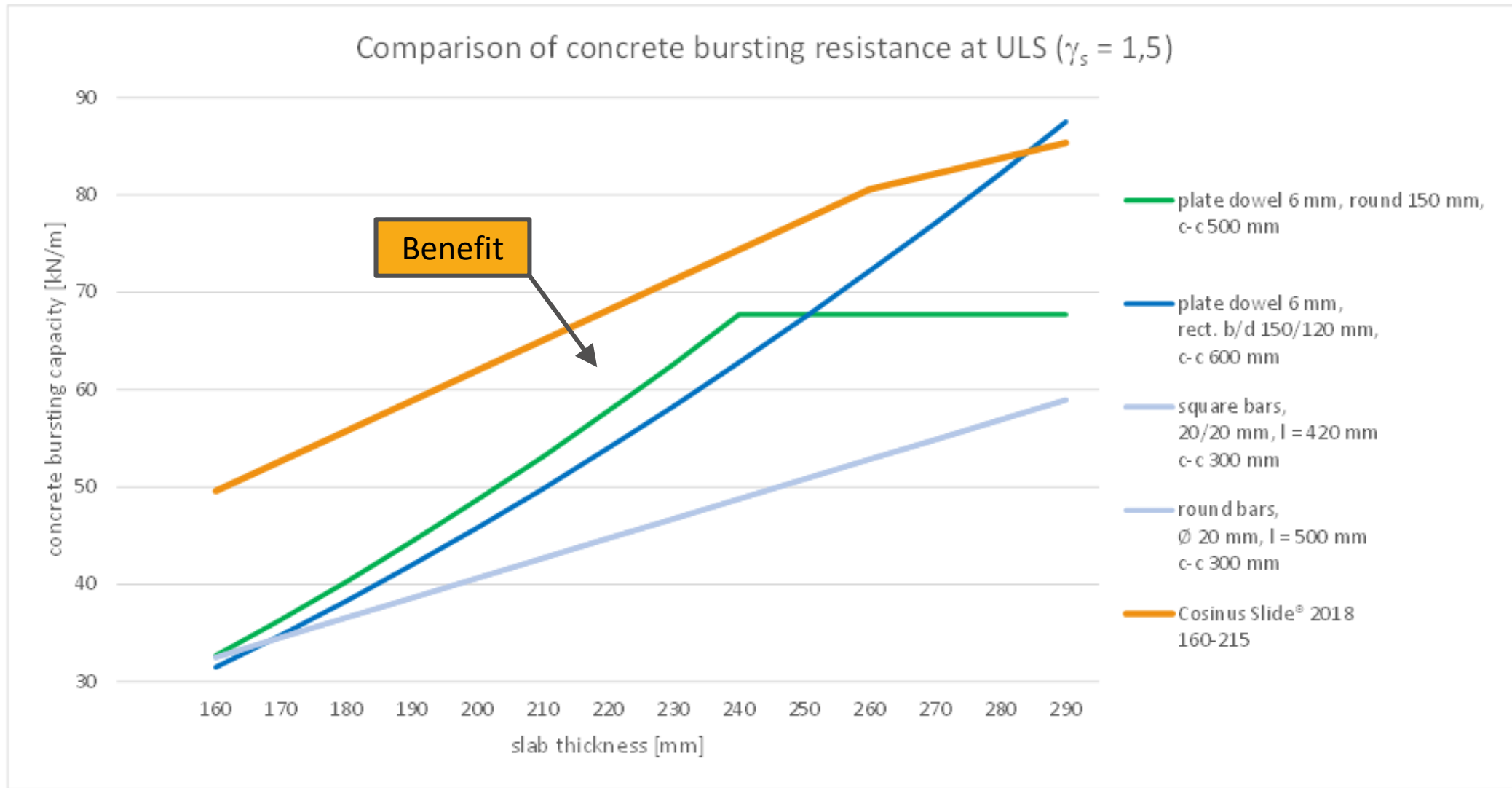
# Desempenho da junta COSINUS® Slide

concrete bursting resistance, dowels acc. TR34 4<sup>th</sup> edition vs. Cosinus Slide® testing results.

Results at ULS ( $\gamma_c = 1,5$ ) in [kN/m], concrete C30/37, calculated from the center of section, joint opening 15 mm

slab thickness [mm]	dowel / joint type				
	plate dowel 6 mm, round 150 mm, c-c 500 mm	plate dowel 6 mm, rect. b/d 150/120 mm, c-c 600 mm	square bars, 20/20 mm, l = 420 mm c-c 300 mm	round bars, Ø 20 mm, l = 500 mm c-c 300 mm	Cosinus Slide® 2018 160-215
160	32,7	31,5	32,5	32,5	49,6
170	36,4	34,8	34,6	34,6	52,7
180	40,3	38,3	36,6	36,6	55,8
190	44,4	42,0	38,6	38,6	58,9
200	48,7	45,8	40,7	40,7	62,0
210	53,1	49,8	42,7	42,7	65,1
220	57,8	54,0	44,7	44,7	68,2
230	62,6	58,3	46,7	46,7	71,3
240	67,7	62,8	48,8	48,8	74,4
250	67,7	67,4	50,8	50,8	77,5
260	67,7	72,2	52,8	52,8	80,6
270	67,7	77,1	54,9	54,9	82,1
280	67,7	82,2	56,9	56,9	83,7
290	67,7	87,5	58,9	58,9	85,3

# Desempenho da junta COSINUS® Slide



- Desempenho da junta COSINUS® Slide
- **Exemplos de cálculo de pavimentos**
- Que desempenho da junta é necessário ?
- Que tipo de junta funciona?



Dirk Van Cauteren  
CCO &  
Head of technical support

Hengelhofstraat 158  
B - 3600 Genk

T +32 (0)89 32 39 80  
F +32 (0)89 32 39 88  
E info@hcjoints.be

[www.hcjoints.be](http://www.hcjoints.be)



# Exemplos de cálculo de pavimentos

- Dimensionamentos de pavimentos industriais baseam-se em geral na teoria de Meyerhoff e em fórmulas para calcular tensões provenientes das cargas de utilização.
- Este método indica igualmente fórmulas para os cantos (livres).
- Para simular as juntas, um índice de transferência de carga no canto é PRESUMIDO resultando numa redução da carga nos cantos para efeitos de cálculo.



# Exemplos de cálculo de pavimentos

Krampe Harex:

Project Name: B0  
Calculation for a M...

**Summary - Stresses**

	$\sigma$	$\delta$	$\sigma.V$
<b>Distributed Loading</b>			
Distributed load	2,63	1,00	2,63
<b>Forklift / Vehicle</b>			
<b>Slab Edge</b>			
Load V1	6,19	0,60	3,72
Load V2	6,19	0,60	3,72
Load V3	0,44	0,60	0,27
Load V4	0,44	0,60	0,27
Loads V1 and V2 side by side	2,21	0,60	1,33
Loads V1-V4 together	0,65	0,60	0,39
<b>Slab Middle</b>			
Load V1	3,13	1,00	3,13
Load V2	3,13	1,00	3,13
Load V3	0,22	1,00	0,22
Load V4	0,22	1,00	0,22
Loads V1 and V2 side by side	1,12	1,00	1,12
Loads V1-V4 together	0,33	1,00	0,33

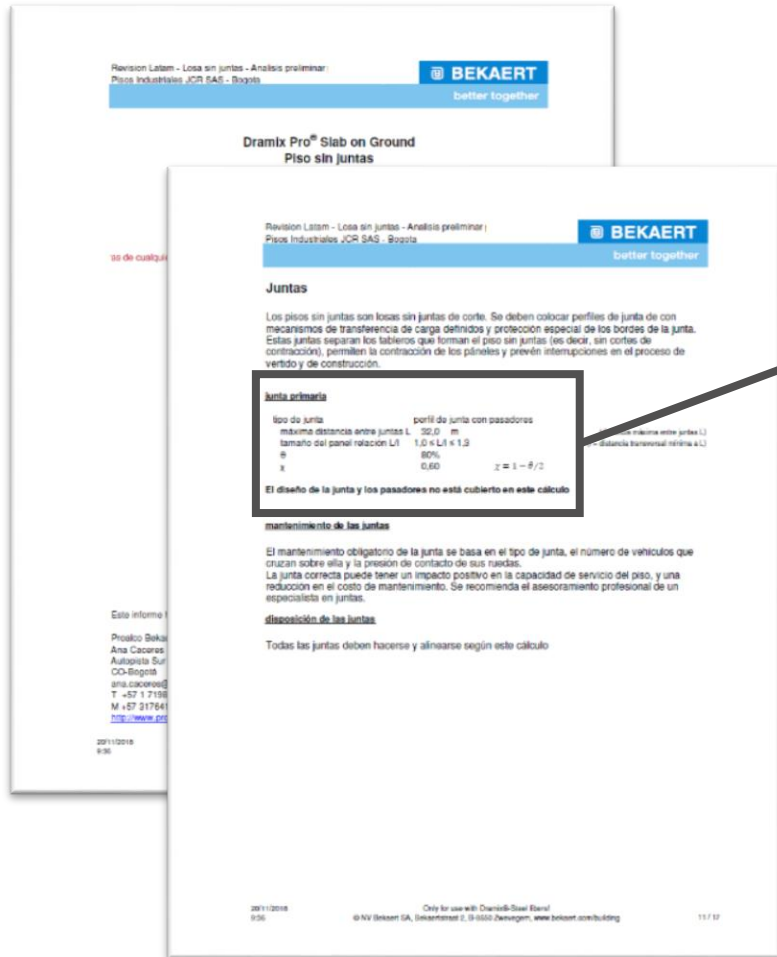
**Summary - Stresses**

	$\sigma$	$\delta$	$\sigma.V$
<b>Distributed Loading</b>			
Distributed load	2,63	1,00	2,63
<b>Forklift / Vehicle</b>			
<b>Slab Edge</b>			
Load V1	6,19	0,60	3,72
Load V2	6,19	0,60	3,72
Load V3	0,44	0,60	0,27
Load V4	0,44	0,60	0,27
Loads V1 und V2 side by side	2,21	0,60	1,33
Loads V1-V4 together	0,65	0,60	0,39
<b>Slab Middle</b>			
Load V1	3,13	1,00	3,13
Load V2	3,13	1,00	3,13
Load V3	0,22	1,00	0,22
Load V4	0,22	1,00	0,22
Loads V1 und V2 side by side	1,12	1,00	1,12
Loads V1-V4 together	0,33	1,00	0,33

Factor de redução usado  $\delta = 0,60$ :  
**TRANSFERÊNCIA DE CARGA NECESSÁRIA 40%**

# Exemplos de cálculo de pavimentos

Bekaert:



Revision Latam - Losa sin juntas - Analisis preliminar  
Pisos Industriales JCR SAS - Bogotá

**BEKAERT**  
better together

Dramix Pro® Slab on Ground  
Piso sin juntas

Revision Latam - Losa sin juntas - Analisis preliminar  
Pisos Industriales JCR SAS - Bogotá

**BEKAERT**  
better together

us de cualquier

**Juntas**

Los pisos sin juntas son losas sin juntas de corte. Se deben colocar perfiles de junta de con mecanismos de transferencia de carga definidos y protección especial de los bordes de la junta. Estas juntas separan los tableros que forman el piso sin juntas (es decir, sin cortes de contracción), permiten la contracción de los paneles y prevén interrupciones en el proceso de vertido y de construcción.

tipo de junta	perfil de junta con pasadores
máxima distancia entre juntas L	32,0 m
tamaño del panel relación L/l	$1,0 \leq L/l \leq 1,3$
$\theta$	80%
$\chi$	0,60
	$\chi = 1 - \theta/2$

**El diseño de la junta y los pasadores no está cubierto en este cálculo.**

**mantenimiento de las juntas**

El mantenimiento obligatorio de la junta se basa en el tipo de junta, el número de vehículos que cruzan sobre ella y la presión de contacto de sus ruedas. La junta correcta puede tener un impacto positivo en la capacidad de servicio del piso, y una reducción en el costo de mantenimiento. Se recomienda el asesoramiento profesional de un especialista en juntas.

**disposición de las juntas**

Todas las juntas deben hacerse y alinearse según este cálculo

Este informe  
Proyecto Beka  
Ana Cacares  
Autopista Sur  
CO-Región  
ana.cacares@...  
T. +57 1 7198  
M. +57 317641  
<http://www.be...>

20110218  
936

20110218  
936

Only for use with Dornis® Steel Bars  
© NV Bekaert SA, Bekaertweg 1, B-3000 Zaventem, www.bekaert.com/building 11 / 17

**junta primaria**

tipo de junta	perfil de junta con pasadores
máxima distancia entre juntas L	32,0 m
tamaño del panel relación L/l	$1,0 \leq L/l \leq 1,3$
$\theta$	80%
$\chi$	0,60
	$\chi = 1 - \theta/2$

**El diseño de la junta y los pasadores no está cubierto en este cálculo**

Factor de redução usado  $\chi = 0,60$ :  
**TRANSFERÊNCIA DE CARGA NECESSÁRIA 40%**

# Exemplos de cálculo de pavimentos

Arcelor Mittal:

Project number: test1  
Project name: check own design TR34  
ARNDT 2014 Date: 21.01.19 Page: 3

**DESIGN PARAMETERS**

**Concrete:**

Dead load of slab	$g = 8,20$	kN/m <sup>2</sup>
Poisson factor	$\nu = 0,20$	-
Characteristic compressive strength	$f_{ck} = 30,00$	N/mm <sup>2</sup>
Characteristic compressive strength (cube)	$f_{ck,cube} = 27,00$	N/mm <sup>2</sup>
Mean compressive strength	$f_{cm} = 38,20$	N/mm <sup>2</sup>
Mean axial tensile strength	$f_{ctm} = 2,90$	N/mm <sup>2</sup>
Characteristic axial tensile strength	$f_{ctk(0,95)} = 2,30$	N/mm <sup>2</sup>
Characteristic flexural tensile strength	$f_{ctk,fl} = 4,50$	N/mm <sup>2</sup>
Secant modulus of elasticity	$E_{cm} = 22184,6$	N/mm <sup>2</sup>
Long term modulus of elasticity	$E_{cm(t)} = 22184,7$	N/mm <sup>2</sup>

**Steel fibres:**

Re, S value	Re, S = 35,00	A
-------------	---------------	---

**Load transfer:**

Load transfer at the edge	= 40,00	%
Load transfer at the corner	= 80,00	%

**Soil data:**

Sub grade modulus according Westergaard	$k = 0,070$	N/mm <sup>2</sup>
Radius of relative stiffness	$l = 798$	mm
Radius of relative stiffness (long term)	1.000	mm

**Partial safety factors:**

**Partial safety factors at the ultimate limit state (ULS)**

Partial safety factor for permanent actions	$\gamma_G = 1,20$	-
Partial safety factor for variable actions	$\gamma_Q = 1,50$	-
Partial safety factor for dynamic actions	$\gamma_{DYN} = 1,40$	-
Partial safety factor for concrete	$\gamma_c = 1,50$	-

**Partial safety factors at the serviceability limit state (SLS)**

Partial safety factor for permanent actions	$\gamma_G = 1,00$	-
Partial safety factor for variable actions	$\gamma_Q = 1,20$	-
Partial safety factor for dynamic actions	$\gamma_{DYN} = 1,10$	-
Partial safety factor for concrete	$\gamma_c = 1,00$	-

ArcelorMittal Bizen & Dettenberg s.r.l. - 7702 Bizen - Postfach 18

## Load transfer:

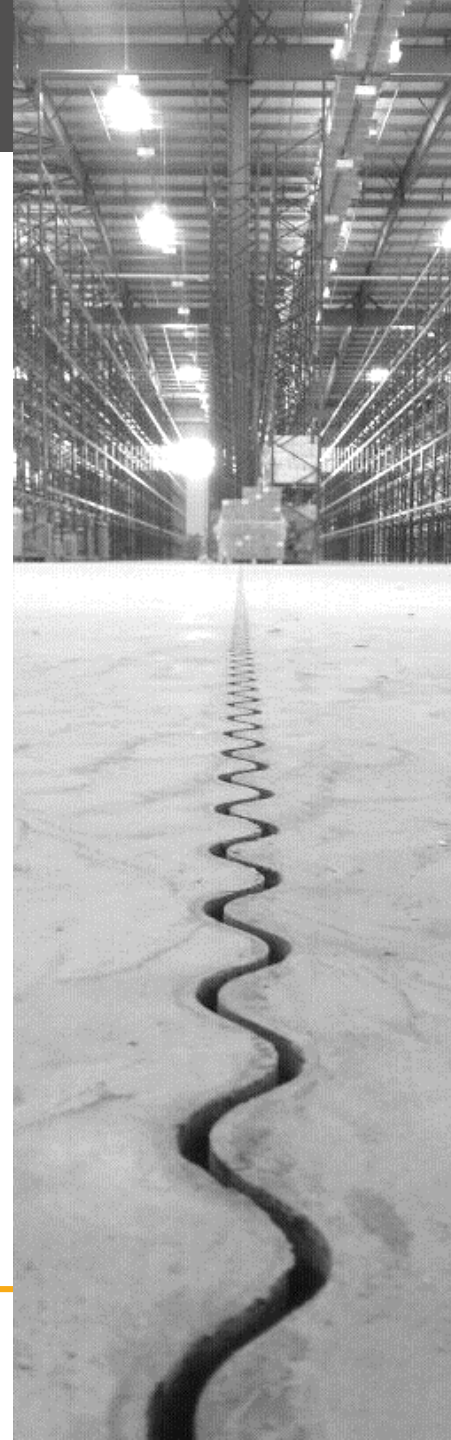
Load transfer at the edge  
Load transfer in the corner

40,00  
80,00

**TRANSFERÊNCIA DE CARGA NECESSÁRIA 40%**

# Índice

- Desempenho da junta COSINUS® Slide
- Exemplos de cálculo de pavimentos
- **Que desempenho da junta é necessário?**
- Que tipo de junta funciona?



Dirk Van Cauteren  
CCO &  
Head of technical support

Hengelhofstraat 158  
B - 3600 Genk

T +32 (0)89 32 39 80  
F +32 (0)89 32 39 88  
E info@hcjoints.be

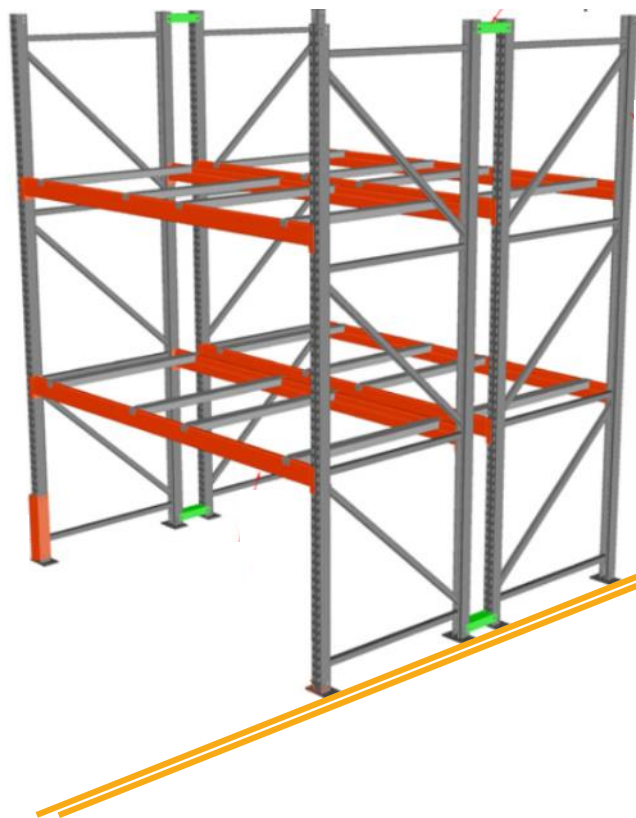
[www.hcjoints.be](http://www.hcjoints.be)



# Que desempenho da junta é necessário?

Na prática - o que significa essa percentagem de transferência de carga?

Caso típico de um projecto de pavimento industrial:



Espessura de laje de 200 mm

Betão C32/40

Comprim. elástico  $l_e = 750$  mm

Afastamento dos pés 1000–300–1000 mm

Base do apoio 100 x 100 mm

Bastidores localizados ao lado da junta

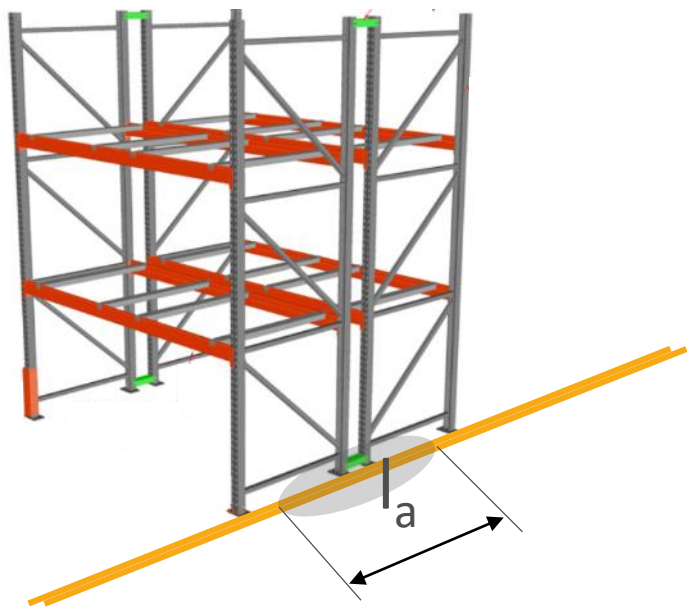
Carga por pé: 100 kN

Segurança: Material 1,5

Carga 1,2

# Que desempenho da junta é necessário?

Na prática - o que significa essa percentagem de transferência de carga?



$100 \text{ kN} \times 1,2 \times 2 = 240 \text{ kN}$  para 2 pés em linha  
(= mais crítico)

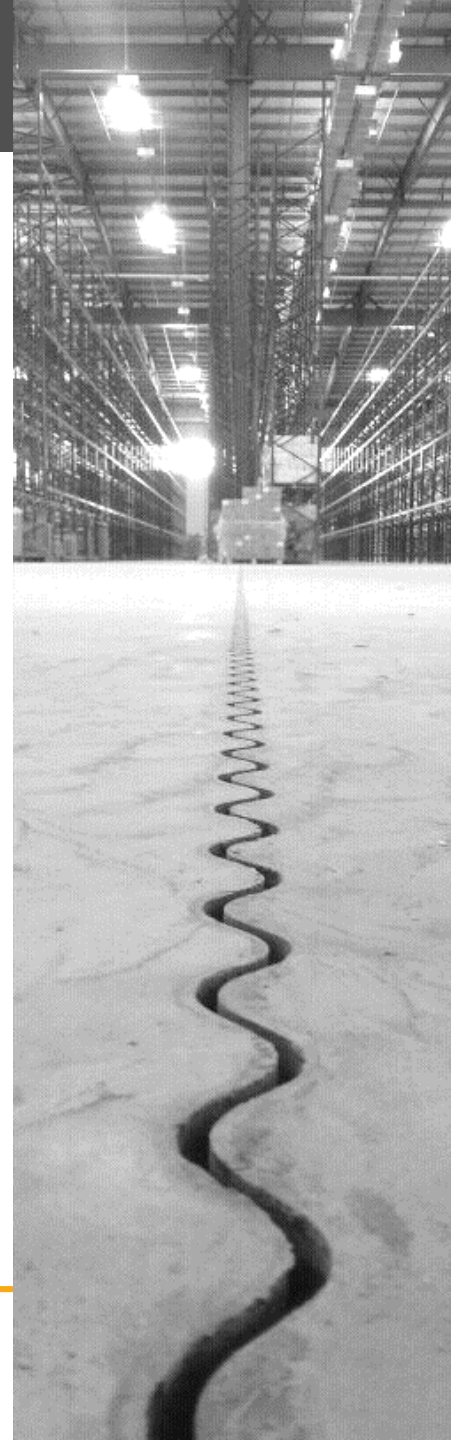
60% são considerados para o cálculo da laje.  
Assim, 40% devem ser suportados pela junta:  
 $240 \text{ kN} \times 0,4 = \underline{\underline{96 \text{ kN}}}$

Qual é o comprimento afectado pela junta?  
 $l_a = 0,9 \times 750 + 300 + 0,9 \times 750 = \underline{\underline{1650 \text{ mm}}}$

**Conclusão: O dimensionamento da laje assume que a junta utilizada pode transferir 96 kN num comprimento de 1650 mm.**

**Uma junta consegue cumprir isto?**

- Desempenho da junta COSINUS® Slide
- Exemplos de cálculo de pavimentos
- Que desempenho da junta é necessário ?
- **Que tipo de junta funciona?**



Dirk Van Cauteren  
CCO &  
Head of technical support

Hengelhofstraat 158  
B - 3600 Genk

T +32 (0)89 32 39 80  
F +32 (0)89 32 39 88  
E info@hcjoints.be

[www.hcjoints.be](http://www.hcjoints.be)



# Que tipo de junta funciona?

A lembrar: a capacidade da junta necessária: 96 kN em 1650 mm:

- 1. exemplo:** Placa de transferência de 8 mm com 151 x 120 mm a 600 mm c-c  
número mín. de 'ferrolhos' solicitados:  $1650/600 = 2,53 = 2$  placas  
capacidade de 1 placa 28,0 kN \*  
capacidade de 2 placas activada:  $2 \times 28 = 56,0$  kN

**96,0 kN > 56,0 kN => NÃO OK !!!**

**ESTE TIPO DE TRANSFERÊNCIA DE CARGA NÃO CUMPRE O EXIGIDO**

**$(56,0 / 240) \times 100 =$  apenas 23,3% de transferência de carga atingida**



\* valor calculado de acordo com o Relatório Técnico 34 (TR34) 4ª edição, valores comparáveis podem ser encontrados nas folhas de dados do fabricante.



# Que tipo de junta funciona?

96,0 kN > 56,0 kN => NÃO OK !!!

ESTE TIPO DE TRANSFERÊNCIA DE CARGA NÃO CUMPRE OS REQUISITOS:

Quais tipos de juntas são essas? Apenas alguns exemplos ...



# Que tipo de junta funciona?

A lembrar: a capacidade da junta necessária: 96 kN em 1650 mm:

- 2. exemplo:** 20 x 20 x 420 mm barras quadradas @ 300 mm c-c  
distância c-c dos ferrolhos muito curta  
→ sobreposição de áreas de influência  
→ capacidade a calcular por metro linear:  
 $42,0 \text{ kN/m}^* \times 1,65 \text{ m} = 69,3 \text{ kN}$

**96,0 kN > 69,3 kN => NÃO OK !!!**

**ESTE TIPO DE TRANSFERÊNCIA DE CARGA NÃO CUMPRE O EXIGIDO**

**$(69,3 / 240) \times 100 =$  apenas 28,9% de transferência de carga atingida**



\* valor calculado de acordo com o Relatório Técnico 34 (TR34) 4ª edição, valores comparáveis podem ser encontrados nas folhas de dados do fabricante.

# Que tipo de junta funciona?

**96,0 kN > 69,3 kN => NÃO OK !!!**

**ESTE TIPO DE TRANSFERÊNCIA DE CARGA NÃO CUMPRE OS REQUISITOS:  
Quais tipos de juntas são essas? Um exemplo ...**



Fontes: [www.permaban.com](http://www.permaban.com)

# Que tipo de junta funciona?

A lembrar: a capacidade da junta necessária: 96 kN em 1650 mm:

**3. exemplo:** ferrolhos com 6 mm  $\varnothing$  150 mm @ 500 mm c-c

número mín. de ferrolhos solicitados:  $1650/500 = 3,3 = 3$  unid.

capacidade de 1 ferrolho 25,5 kN \*

capacidade dos 3 ferrolhos activada:  $3 \times 25,5 = 76,5$  kN

**96,0 kN > 76,5 kN => NÃO OK !!!**

**ESTE TIPO DE TRANSFERÊNCIA DE CARGA NÃO CUMPRE O EXIGIDO**

**$(76,5 / 240) \times 100 =$  apenas 31,9% de transferência de carga atingida**



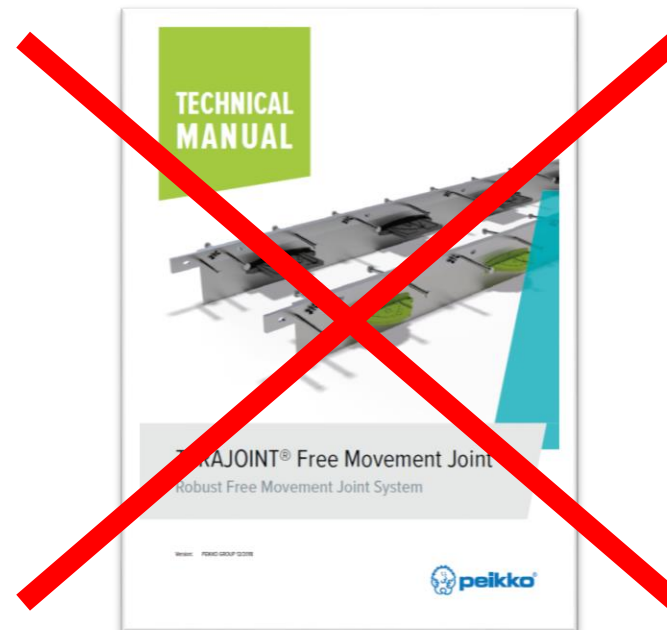
\* valor calculado de acordo com o Relatório Técnico 34 (TR34) 4ª edição, valores comparáveis podem ser encontrados nas folhas de dados do fabricante.

# Que tipo de junta funciona?

**96,0 kN > 76,5 kN => NÃO OK !!!**

**ESTE TIPO DE TRANSFERÊNCIA DE CARGA NÃO CUMPRE OS REQUISITOS**

**Quais tipos de juntas são essas? Um exemplo ...**



Fontes: [www.peikko.com](http://www.peikko.com)

Janeiro 2019

# Que tipo de junta funciona?

A lembrar: a capacidade da junta necessária: 96 kN em 1650 mm:

4. **Exemplo:** placa em 'diamante' 6 mm 113,8 x 113,8 mm @ 450 mm c-c  
número mín. de placas solicitadas:  $1650 / 450 = 3,7 = 3$  placas  
capacidade de 1 placa 28,3 kN\*  
capacidade de 3 placas activada:  $3 \times 28,3 = 84,9$  kN

**96,0 kN > 84,9 kN => NÃO OK !!!**

**ESTE TIPO DE TRANSFERÊNCIA DE CARGA NÃO CUMPRE O EXIGIDO**

**$(84,9 / 240) \times 100 =$  apenas 35,4% de transferência de carga atingida**



\* valor calculado de acordo com o Relatório Técnico 34 (TR34) 4ª edição, valores comparáveis podem ser encontrados nas folhas de dados do fabricante.

# Que tipo de junta funciona?

96,0 kN > 84,9 kN => NÃO OK !!!

ESTE TIPO DE TRANSFERÊNCIA DE CARGA NÃO CUMPRE OS REQUISITOS:  
Quais tipos de juntas são essas? Uns exemplos ...



Fontes: [www.permaban.com](http://www.permaban.com) / [www.pna-inc.com](http://www.pna-inc.com)

# Que tipo de junta funciona?

A lembrar: capacidade da junta necessária: 96 kN em 1650 mm:



## 5. Exemplo: Junta Cosinus Slide® 160-215

sistema de transferência de carga contínua,  
portanto, nenhuma activação de 'ferrolhos' ou 'placas'  
capacidade para cálculo para 200 mm de espessura: 64,0kN/m  
capacidade: 64,0 kN/m x 1,65 m= 105,6 kN

**96,0 kN < 105,6 kN => OK ✓**

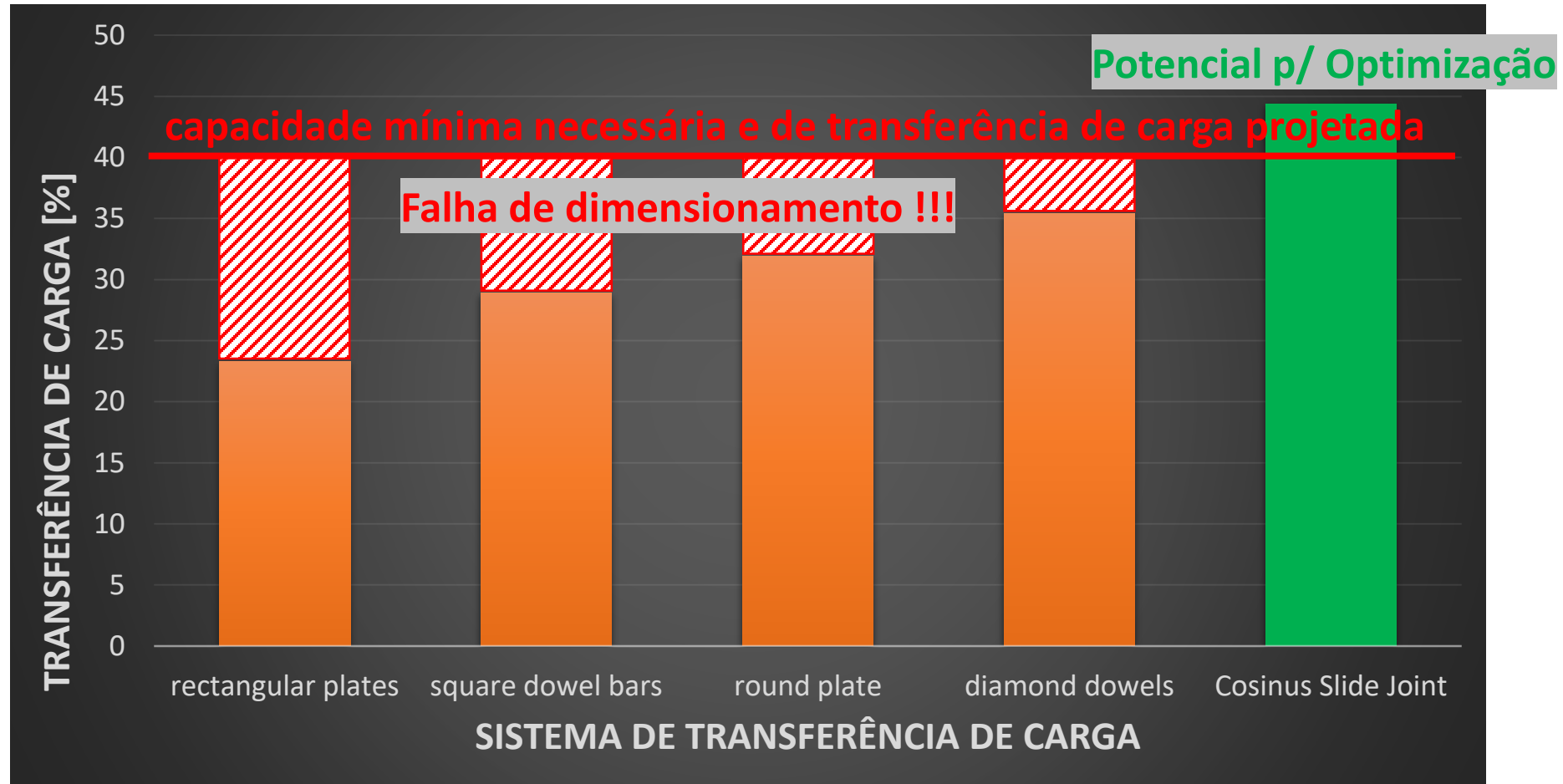
**ESTE TIPO DE TRANSFERÊNCIA DE CARGA CUMPRE E SUPERA O EXIGIDO !!**

**(105,6 / 240) x 100 = 44,4% de transferência de carga atingida → otimização**



# Que tipo de junta funciona?

A lembrar: a capacidade da junta mínima necessária: 40%



# Que tipo de junta funciona?



Porque é que então na prática as juntas nos pavimentos lajes não falham mais vezes?

Porque o cálculo contempla factores de segurança elevados para as cargas (neste caso 1,2 para os pés da estantaria) e para o material (1,5 para o betão).

Isto significa que um factor global de segurança de  $1,2 \times 1,5 = 1,8$  é aplicado e NECESSÁRIO para o cálculo estrutural.

A depender da recomendação seguida, esse factor de segurança varia.

Isso significa que para o pior exemplo referido, sem factores de segurança este exemplo:  $(56,0 / 240) \times 1,8 \times 100 = 42,0\%$

**O VALOR FOI ALCANÇADO, MAS SEM QUALQUER MARGEM DE SEGURANÇA !!!**

# Que tipo de junta funciona?

## Conclusões:

- As taxas de transferência de carga actualmente assumidas não estão aferidas com a maioria dos sistemas disponíveis.
- Pavimentos construídos desta forma não falham, mas eles não têm a segurança estrutural exigida.
- O dimensionamento do pavimento precisa ser alinhado com o sistema de transferência de carga utilizado ou precisa ser feito utilizando taxas de transferência de carga 'padrão' mais baixas, se o sistema não for especificado.
- **Para cada pavimento a transferência de carga nas juntas deve ser calculada.**
- A junta **COSINUS Slide<sup>®</sup>** é, sem dúvida, muito interessante para áreas de **tráfego intenso** e ainda mais para áreas com **cargas elevadas**.

# Dimensionamento de Pavimentos com Juntas COSINUS<sup>®</sup>

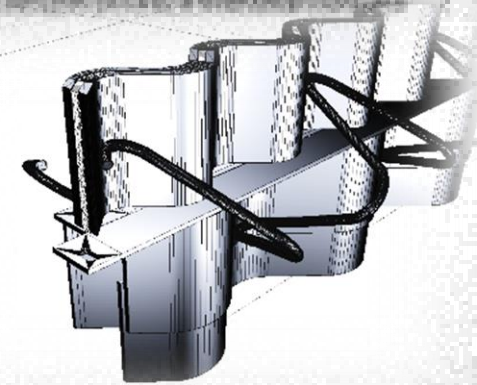
Janeiro 2019

## Obrigado !



**HENGELHOEF**  
**CONCRETE JOINTS**

Dirk Van Cauteren  
CCO e chefe de suporte técnico



Hengelhoeffstraat 158  
B - 3600 Genk

T +32 (0)89 32 39 80

F +32 (0)89 32 39 88

E [info@hcjoints.be](mailto:info@hcjoints.be)

[www.hcjoints.be](http://www.hcjoints.be)



**BIU**

INTERNACIONAL  
[www.biu.pt](http://www.biu.pt)

