

CIMPOR – CIMENTOS DE PORTUGAL, S.A.
CENTRO DE PRODUÇÃO DE SOUSELAS
SILOS 1 E 2 DE HOMOGENEIZAÇÃO DA LINHA 3
REABILITAÇÃO ESTRUTURAL

NOTA SOBRE O PRÉ-ESFORÇO DE CINTAGEM
Sistema Freyssinet

Lisboa, Dezembro de 2006

CIMPOR – CIMENTOS DE PORTUGAL, S.A.
CENTRO DE PRODUÇÃO DE SOUSELAS
SILOS 1 E 2 DE HOMOGENEIZAÇÃO DA LINHA 3
REABILITAÇÃO ESTRUTURAL

NOTA SOBRE O PRÉ-ESFORÇO DE CINTAGEM
Sistema Freyssinet

Memória e Cálculos

ÍNDICE

1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
2 - CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS DE PRÉ-ESFORÇO	2
3 - CÁLCULO DO PRÉ-ESFORÇO ÚTIL.....	2
3.1 - Tensões e forças iniciais.....	2
3.2 - Perdas instantâneas de pré-esforço	3
3.2.1 - Perdas de tensão devidas ao atrito.....	3
3.2.2 - Perdas de tensão devidas à reentrada das cunhas	3
3.2.3 - Perdas instantâneas devidas à deformação do betão	4
3.3 - Perdas de pré-esforço devidas às deformações diferidas	4
3.4 - Pré-esforço útil	5
3.5 - Alongamentos dos cabos.....	5
 ANEXOS DE CÁLCULO	

CIMPOR – CIMENTOS DE PORTUGAL, S.A.
CENTRO DE PRODUÇÃO DE SOUSELAS
SILOS 1 E 2 DE HOMOGENEIZAÇÃO DA LINHA 3
REABILITAÇÃO ESTRUTURAL

NOTA SOBRE O PRÉ-ESFORÇO DE CINTAGEM
Sistema Freyssinet

Memória e Cálculos

1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

A presente nota diz respeito ao pré-esforço de cintagem, segundo o sistema Freyssinet, nos silos 1 e 2 de homogeneização da linha 3 do Centro de Produção de Souselas da CIMPOR – Cimentos de Portugal, S.A., sendo complementar ao projecto de reabilitação estrutural elaborado pelo gabinete LEB.

Tal como está previsto no projecto de reabilitação, o pré-esforço de cintagem dos silos será concretizado por cordões auto-embainhados de 15,7 mm (5/8") de diâmetro (secção transversal de 1,5 cm²), dotados de ancoragens activas do tipo X.

O perímetro exterior dos silos é de 59,69 m, estando prevista no projecto de reabilitação a adopção de 2 ancoragens por cordão, dividindo cada cinta em 2 troços de cerca de 30 m de extensão cada. Dado que é muito mais fácil aplicar o pré-esforço apenas com uma ancoragem por cinta, propõe-se que seja considerada esta solução construtiva, já que ela respeita todos os requisitos do projecto de reabilitação. Para esclarecer esta proposta apresenta-se o cálculo do pré-esforço para as duas situações (projecto, com 2 ancoragens por cinta, e proposta alternativa, com apenas 1 ancoragem por cinta), podendo verificar-se que os valores do pré-esforço útil final dos cordões estão compreendidos entre 180 kN e 190 kN para a situação de 2 ancoragens e entre 175 kN e 190 kN no caso de haver apenas 1 ancoragem (o valor requerido no projecto é de 175 kN). Em ambos os casos os cálculos apresentados incluem a determinação das perdas de tensão nas armaduras de pré-esforço, dos valores do pré-esforço útil final e dos correspondentes alongamentos.

Propõe-se ainda que a fixação das condutas seja realizada com peças em U da Sikla, do tipo 49 (para tubos de 2,5"), chumbadas ao betão com pregos HILTI XDNI 27P8S15 (anexam-se os panfletos técnicos destes dois produtos).

2 - CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS DE PRÉ-ESFORÇO

O aço de alta resistência a utilizar é constituído por "strand" (cordão entrançado) de 15,7 mm (5/8") de diâmetro nominal, da classe Y1860S7-15,7 da prEN 10138-3 (versão de Abril de 2005). As ancoragens são do sistema Freyssinet.

As principais características dos materiais são:

Cordão de 15,7 mm (5/8")

- Diâmetro nominal	15,7 mm
- Área nominal do cordão	150,0 mm ²
- Tensão de rotura garantida (valor característico f_{pk})	1860 MPa
- Tensão limite convencional de proporcionalidade a 0,1% ($f_{p0,1k}$)	1600 MPa
- Módulo de elasticidade (E_p)	195 GPa
- Relaxação máxima às 1000 horas, a 20°C, para uma tensão inicial de 70% da tensão de rotura (classe 2 do EC 2 - baixa relaxação)	2,5 %

Ancoragens

- Ancoragens X

3 - CÁLCULO DO PRÉ-ESFORÇO ÚTIL

A determinação dos valores do pré-esforço útil final foi efectuada em consonância com as disposições do Cap. VI do REBAP. A adopção de valores de alguns parâmetros diferentes dos preconizados neste regulamento, os quais são recomendados pelo fabricante, visa estimar de forma mais realista os alongamentos a obter em obra.

3.1 - Tensões e forças iniciais

A tensão inicial máxima a atingir nos aços, imediatamente antes da blocagem, será de 0,80 x $f_{pk} = 1488$ MPa. As forças a aplicar pelos macacos serão:

Cordões 1T15: $F_{p0'} = 1 \times 150,0 \times 1,488 = 223 \text{ kN}$

Para a secção do êmbolo do macaco que pode ser utilizado vão indicadas nos anexos de cálculo as pressões a praticar na bomba de óleo, considerando 2% para as perdas devidas ao atrito interno.

3.2 - Perdas instantâneas de pré-esforço

3.2.1 - Perdas de tensão devidas ao atrito

As perdas de tensão devidas ao atrito foram calculadas através da expressão de Euler:

$$\Delta \sigma_{p0,fr}(x) = \sigma_{p0'} [1 - e^{-\mu(\beta + kx)}]$$

em que:

- x - distância da secção considerada à extremidade da armadura em que é aplicado o pré-esforço;
- $\sigma_{p0'}$ - tensão correspondente ao pré-esforço na origem;
- μ - coeficiente de atrito entre os cabos de pré-esforço e a bainha (adoptou-se o valor $\mu=0,06/\text{rad}$)
- β - soma dos valores absolutos (em radianos) dos ângulos de desvio do traçado dos cabos de pré-esforço, ao longo da distância x;
- k - desvio angular parasita por unidade de comprimento (adoptou-se o valor $k=0,005/\text{m}$).

3.2.2 - Perdas de tensão devidas à reentrada das cunhas

Para efeitos de cálculo das perdas de tensão nas diferentes secções, considerou-se, de acordo com as recomendações da Freyssinet, para reentrada dos fixadores o valor $r=6 \text{ mm}$.

Admite-se que estas perdas decrescem linearmente para o interior do elemento devido ao atrito, anulando-se a uma distância w da ancoragem,

$$w = \sqrt{\frac{r E_p x}{\Delta \sigma_{p0,fr}(x)}}$$

sendo a perda de tensão na secção da ancoragem de

$$\Delta \sigma_0 = \frac{2 w \Delta \sigma_{p0,fr}(x)}{x}$$

3.2.3 - Perdas instantâneas devidas à deformação do betão

As perdas instantâneas devidas à deformação do betão foram quantificadas através da seguinte expressão:

$$\Delta \sigma_{p0,e}(x) = -\frac{1}{2} \frac{n-1}{n} \frac{E_p}{E_{c,j}} \sigma_c(x)$$

em que:

- E_p - módulo de elasticidade da armadura de pré-esforço;
- $E_{c,j}$ - módulo de elasticidade do betão com a idade que tem quando entra em carga, sob a acção do pré-esforço e das outras acções permanentes;
- $\sigma_c(x)$ - tensão de compressão no betão, na secção à distância x , calculada ao nível do centro mecânico da armadura de pré-esforço, resultante do pré-esforço aplicado e das outras acções permanentes;
- n - número de armaduras de pré-esforço.

3.3 - Perdas de pré-esforço devidas às deformações diferidas

As perdas de tensão devidas à retracção e fluência do betão e à relaxação das armaduras foram quantificadas de acordo com as disposições do Art. 42º do REBAP. Assim, as perdas diferidas, a tempo infinito, podem ser calculadas pela seguinte expressão:

$$\Delta \sigma_{p_{\infty},s+c+r}(x) = \Delta \sigma_{p_{\infty},s+c}(x) + \Delta \sigma_{p_{\infty},r}(x) \left[1 - \frac{2 \Delta \sigma_{p_{\infty},s+c}(x)}{\sigma_{p0}(x)} \right]$$

em que:

$$\Delta \sigma_{p_{\infty},s+c}(x) = \varepsilon_{cs}(t_{\infty}, t_0) E_p - \alpha \varphi_c(t_{\infty}, t_0) [\sigma_{c,g}(x) + \sigma_{c,p_{\infty}}(x)]$$

$$\Delta \sigma_{p_{\infty},r}(x) = \tau \sigma_{p0}(x)$$

sendo:

- t_0 - idade do betão à data em que foi aplicado o pré-esforço;
- ε_{cs} - extensão devida à retracção livre do betão ($\varepsilon_{cs}(t_{\infty}, t_0) = 0$ foi o valor considerado);
- α - coeficiente de homogeneização aço-betão, considerando os valores do módulo de elasticidade do betão aos 28 dias de idade $E_{c,28}$;
- φ_c - coeficiente de fluência, adoptando-se neste caso o valor de $\varphi_c(t_{\infty}, t_0) = 1,0$;
- $\sigma_{c,g}(x), \sigma_{c,p_{\infty}}(x)$ - tensões no betão na secção à distância x , calculadas ao nível da armadura de

pré-esforço, devidas às acções permanentes (com exclusão do pré-esforço) e ao pré-esforço final, respectivamente;

- $\sigma_{p0}(x)$ - tensão na armadura de pré-esforço, na secção x , devida ao pré-esforço inicial;
- τ - relaxação nominal às 1000 horas, a 20° C, para 70% da tensão de rotura (classe 2 do EC 2, correspondente a cordões com baixa relaxação, $\tau = 2,5\%$).

3.4 - Pré-esforço útil

Os valores do pré-esforço inicial e final, assim como as perdas de tensão em cada secção, foram determinados automaticamente através de um programa já devidamente testado, e constam das páginas 1 a 5 dos anexos de cálculo.

O algoritmo de cálculo do programa utilizado tem como base as expressões referidas anteriormente, tendo sido considerados todos os parâmetros (mecânicos e geométricos) para uma correcta avaliação dos valores iniciais e finais do pré-esforço.

O significado das grandezas constantes dos anexos de cálculo é o seguinte:

- X - Distância, em projecção horizontal, da secção em causa à extremidade do cabo pela qual se inicia o tensionamento
- R_v - Raio de curvatura do cabo, em projecção num plano vertical
- R_h - Raio de curvatura do cabo, em projecção num plano horizontal
- R_{ef} - Raio de curvatura do cabo
- K_a - Coeficiente de perdas por atrito

3.5 - Alongamentos dos cabos

Os alongamentos dos cabos foram calculados através da seguinte expressão:

$$dL = \sum \left[\frac{\sigma(x) \Delta x}{E_p} \right]$$

De acordo com os valores constantes dos anexos de cálculo, os alongamentos totais previstos para os cordões são:

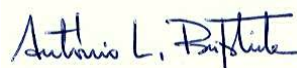
Cordões com 30 m (2 ancoragens por cinta):

- 1º tensionamento dl= 214 mm
- 2º tensionamento – reposição do lado oposto dl= 11 mm
- Alongamento total dl= 225 mm

Cordões com 60 m (1 ancoragem por cinta):

1º tensionamento dl= 390 mm
2º tensionamento – reposição do lado oposto dl= 39 mm
Alongamento total dl= 429 mm

Lisboa, Dezembro de 2006



António Lopes Batista
Engº Civil (O.E. nº 18680)

ANEXOS DE CÁLCULO

Monocordoes de 15.7 mm com 30 m

DADOS:

Coef. de atrito armaduras-bainhas	0.060 rad ⁻¹
Coef. de perdas em linha	0.005 rad.m ⁻¹
Tensão de rotura garantida	1860.0 MPa
Tensão de esticamento	1488.0 MPa
Módulo de elasticidade do aço de pré-esforço	195.0 GPa
Valor da relaxação às mil horas	2.5 %
Reentrada média das cunhas	6.0 mm
Classe do betão	C25/30
Módulo de elasticidade do betão aos 28 dias	30.5 GPa
Idade do betão aquando da aplicação do pré-esforço	28 dias
Tensão média no betão	3.0 MPa
Coefficiente de fluência	1.00
Extensão de retracção	0.00000
Secção de cada cordão	150.0 mm ²
Número de cordões do cabo	1
Secção total do cabo	150.0 mm ²
Número total de cabos na secção	10

Geometria do traçado:

	X (m)	Rv (m)	Rh (m)	Ref (m)
Sec. n° 1	0.00	Recto	Recto	Recto
Sec. n° 2	1.50	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 3	3.00	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 4	4.50	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 5	6.00	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 6	7.50	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 7	9.00	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 8	10.50	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 9	12.00	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 10	13.50	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 11	15.00	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 12	16.50	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 13	18.00	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 14	19.50	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 15	21.00	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 16	22.50	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 17	24.00	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 18	25.50	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 19	27.00	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 20	28.50	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 21	30.00	Recto	9.5	9.5

RESULTADOS:

	Ka	Perdas at. (MPa)	Perdas reent. (MPa)	Perdas def. (MPa)	Tens.ini. (MPa)
Sec. n° 1	1.000	0.00	210.76	8.64	1268.60
Sec. n° 2	0.990	14.69	182.29	8.64	1282.38
Sec. n° 3	0.980	29.24	153.81	8.64	1296.30
Sec. n° 4	0.971	43.65	125.34	8.64	1310.37
Sec. n° 5	0.961	57.91	96.86	8.64	1324.58
Sec. n° 6	0.952	72.03	68.39	8.64	1338.94
Sec. n° 7	0.942	86.01	39.91	8.64	1353.43
Sec. n° 8	0.933	99.86	11.44	8.64	1368.06
Sec. n° 9	0.924	113.56	-0.00	8.64	1365.79
Sec. n° 10	0.915	127.14	-0.00	8.64	1352.22
Sec. n° 11	0.906	140.57	0.00	8.64	1338.78
Sec. n° 12	0.915	127.14	0.00	8.64	1352.22
Sec. n° 13	0.924	113.56	0.00	8.64	1365.79
Sec. n° 14	0.933	99.86	11.44	8.64	1368.06
Sec. n° 15	0.942	86.01	39.91	8.64	1353.43
Sec. n° 16	0.952	72.03	68.39	8.64	1338.94
Sec. n° 17	0.961	57.91	96.86	8.64	1324.58
Sec. n° 18	0.971	43.65	125.34	8.64	1310.37
Sec. n° 19	0.980	29.24	153.81	8.64	1296.30
Sec. n° 20	0.990	14.69	182.29	8.64	1282.38
Sec. n° 21	1.000	0.00	210.76	8.64	1268.60

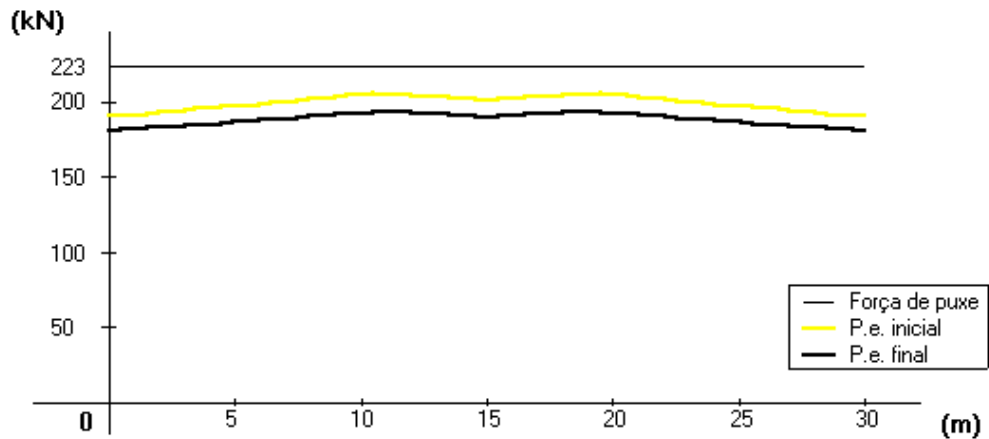
	Perdas rel. (MPa)	Perdas r.f. (MPa)	Tens.final (MPa)	P.e.inicial (kN)	P.e.final (kN)
Sec. n° 1	45.70	19.21	1205.07	190.3	180.8
Sec. n° 2	47.74	19.21	1216.86	192.4	182.5
Sec. n° 3	49.89	19.21	1228.68	194.4	184.3
Sec. n° 4	52.15	19.21	1240.54	196.6	186.1
Sec. n° 5	54.54	19.21	1252.42	198.7	187.9
Sec. n° 6	57.05	19.21	1264.32	200.8	189.6
Sec. n° 7	59.70	19.21	1276.22	203.0	191.4
Sec. n° 8	62.49	19.21	1288.12	205.2	193.2
Sec. n° 9	62.05	19.21	1286.28	204.9	192.9

Sec. n° 10	59.47	19.21	1275.23	202.8	191.3
Sec. n° 11	57.02	19.21	1264.19	200.8	189.6
Sec. n° 12	59.47	19.21	1275.23	202.8	191.3
Sec. n° 13	62.05	19.21	1286.28	204.9	192.9
Sec. n° 14	62.49	19.21	1288.12	205.2	193.2
Sec. n° 15	59.70	19.21	1276.22	203.0	191.4
Sec. n° 16	57.05	19.21	1264.32	200.8	189.6
Sec. n° 17	54.54	19.21	1252.42	198.7	187.9
Sec. n° 18	52.15	19.21	1240.54	196.6	186.1
Sec. n° 19	49.89	19.21	1228.68	194.4	184.3
Sec. n° 20	47.74	19.21	1216.86	192.4	182.5
Sec. n° 21	45.70	19.21	1205.07	190.3	180.8

Macaco tensor (perdas internas no macaco: 2.0 %) Mono.
 Secção do êmbolo do macaco tensor 37.2 cm²
 Pressão na bomba de óleo 61.2 MPa = 612 bars

TENSIONAMENTO DO LADO DA SECÇÃO INICIAL:
 Alongamento total previsto antes da reentrada das cunhas 214 mm
 REPOSIÇÃO DO LADO DA SECÇÃO FINAL:
 Alongamento total previsto antes da reentrada das cunhas 11 mm
 TENSIONAMENTO COMPLETO DAS DUAS EXTREMIDADES:
 Alongamento total previsto antes da reentrada das cunhas 225 mm

REPRESENTAÇÃO GRÁFICA:



Monocordoes de 15.7 mm com 60 m

DADOS:

Coef. de atrito armaduras-bainhas	0.060 rad ⁻¹
Coef. de perdas em linha	0.005 rad.m ⁻¹
Tensão de rotura garantida	1860.0 MPa
Tensão de esticamento	1488.0 MPa
Módulo de elasticidade do aço de pré-esforço	195.0 GPa
Valor da relaxação às mil horas	2.5 %
Reentrada média das cunhas	6.0 mm
Classe do betão	C25/30
Módulo de elasticidade do betão aos 28 dias	30.5 GPa
Idade do betão aquando da aplicação do pré-esforço	28 dias
Tensão média no betão	3.0 MPa
Coefficiente de fluência	1.00
Extensão de retracção	0.00000
Secção de cada cordão	150.0 mm ²
Número de cordões do cabo	1
Secção total do cabo	150.0 mm ²
Número total de cabos na secção	10

Geometria do traçado:

	X (m)	Rv (m)	Rh (m)	Ref (m)
Sec. n° 1	0.00	Recto	Recto	Recto
Sec. n° 2	1.50	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 3	3.00	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 4	4.50	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 5	6.00	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 6	7.50	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 7	9.00	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 8	10.50	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 9	12.00	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 10	13.50	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 11	15.00	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 12	16.50	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 13	18.00	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 14	19.50	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 15	21.00	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 16	22.50	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 17	24.00	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 18	25.50	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 19	27.00	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 20	28.50	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 21	30.00	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 22	31.50	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 23	33.00	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 24	34.50	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 25	36.00	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 26	37.50	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 27	39.00	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 28	40.50	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 29	42.00	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 30	43.50	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 31	45.00	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 32	46.50	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 33	48.00	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 34	49.50	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 35	51.00	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 36	52.50	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 37	54.00	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 38	55.50	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 39	57.00	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 40	58.50	Recto	9.5	9.5
Sec. n° 41	60.00	Recto	9.5	9.5

RESULTADOS:

	Ka	Perdas at. (MPa)	Perdas reent. (MPa)	Perdas def. (MPa)	Tens.ini. (MPa)
Sec. n° 1	1.000	0.00	210.76	8.64	1268.60
Sec. n° 2	0.990	14.69	182.29	8.64	1282.38
Sec. n° 3	0.980	29.24	153.81	8.64	1296.30
Sec. n° 4	0.971	43.65	125.34	8.64	1310.37
Sec. n° 5	0.961	57.91	96.86	8.64	1324.58
Sec. n° 6	0.952	72.03	68.39	8.64	1338.94
Sec. n° 7	0.942	86.01	39.91	8.64	1353.43
Sec. n° 8	0.933	99.86	11.44	8.64	1368.06
Sec. n° 9	0.924	113.56	-0.00	8.64	1365.79
Sec. n° 10	0.915	127.14	-0.00	8.64	1352.22
Sec. n° 11	0.906	140.57	0.00	8.64	1338.78
Sec. n° 12	0.897	153.88	0.00	8.64	1325.48
Sec. n° 13	0.888	167.05	0.00	8.64	1312.30
Sec. n° 14	0.879	180.10	-0.00	8.64	1299.26
Sec. n° 15	0.870	193.01	-0.00	8.64	1286.34

Sec. n° 16	0.862	205.80	0.00	8.64	1273.56
Sec. n° 17	0.853	218.46	0.00	8.64	1260.90
Sec. n° 18	0.845	231.00	-0.00	8.64	1248.36
Sec. n° 19	0.836	243.41	-0.00	8.64	1235.95
Sec. n° 20	0.828	255.70	-0.00	8.64	1223.66
Sec. n° 21	0.820	267.87	0.00	8.64	1211.49
Sec. n° 22	0.828	255.70	0.00	8.64	1223.66
Sec. n° 23	0.836	243.41	0.00	8.64	1235.95
Sec. n° 24	0.845	231.00	0.00	8.64	1248.36
Sec. n° 25	0.853	218.46	0.00	8.64	1260.90
Sec. n° 26	0.862	205.80	0.00	8.64	1273.56
Sec. n° 27	0.870	193.01	0.00	8.64	1286.34
Sec. n° 28	0.879	180.10	0.00	8.64	1299.26
Sec. n° 29	0.888	167.05	0.00	8.64	1312.30
Sec. n° 30	0.897	153.88	0.00	8.64	1325.48
Sec. n° 31	0.906	140.57	0.00	8.64	1338.78
Sec. n° 32	0.915	127.14	0.00	8.64	1352.22
Sec. n° 33	0.924	113.56	0.00	8.64	1365.79
Sec. n° 34	0.933	99.86	11.44	8.64	1368.06
Sec. n° 35	0.942	86.01	39.91	8.64	1353.43
Sec. n° 36	0.952	72.03	68.39	8.64	1338.94
Sec. n° 37	0.961	57.91	96.86	8.64	1324.58
Sec. n° 38	0.971	43.65	125.34	8.64	1310.37
Sec. n° 39	0.980	29.24	153.81	8.64	1296.30
Sec. n° 40	0.990	14.69	182.29	8.64	1282.38
Sec. n° 41	1.000	0.00	210.76	8.64	1268.60

	Perdas rel. (MPa)	Perdas r.f. (MPa)	Tens.final (MPa)	P.e.inicial (kN)	P.e.final (kN)
Sec. n° 1	45.70	19.21	1205.07	190.3	180.8
Sec. n° 2	47.74	19.21	1216.86	192.4	182.5
Sec. n° 3	49.89	19.21	1228.68	194.4	184.3
Sec. n° 4	52.15	19.21	1240.54	196.6	186.1
Sec. n° 5	54.54	19.21	1252.42	198.7	187.9
Sec. n° 6	57.05	19.21	1264.32	200.8	189.6
Sec. n° 7	59.70	19.21	1276.22	203.0	191.4
Sec. n° 8	62.49	19.21	1288.12	205.2	193.2
Sec. n° 9	62.05	19.21	1286.28	204.9	192.9
Sec. n° 10	59.47	19.21	1275.23	202.8	191.3
Sec. n° 11	57.02	19.21	1264.19	200.8	189.6
Sec. n° 12	54.69	19.21	1253.16	198.8	188.0
Sec. n° 13	52.47	19.21	1242.16	196.8	186.3
Sec. n° 14	50.36	19.21	1231.18	194.9	184.7
Sec. n° 15	48.34	19.21	1220.24	193.0	183.0
Sec. n° 16	46.42	19.21	1209.32	191.0	181.4
Sec. n° 17	44.59	19.21	1198.45	189.1	179.8
Sec. n° 18	42.85	19.21	1187.62	187.3	178.1
Sec. n° 19	41.19	19.21	1176.83	185.4	176.5
Sec. n° 20	39.60	19.21	1166.09	183.5	174.9
Sec. n° 21	38.08	19.21	1155.41	181.7	173.3
Sec. n° 22	39.60	19.21	1166.09	183.5	174.9
Sec. n° 23	41.19	19.21	1176.83	185.4	176.5
Sec. n° 24	42.85	19.21	1187.62	187.3	178.1
Sec. n° 25	44.59	19.21	1198.45	189.1	179.8
Sec. n° 26	46.42	19.21	1209.32	191.0	181.4
Sec. n° 27	48.34	19.21	1220.24	193.0	183.0
Sec. n° 28	50.36	19.21	1231.18	194.9	184.7
Sec. n° 29	52.47	19.21	1242.16	196.8	186.3
Sec. n° 30	54.69	19.21	1253.16	198.8	188.0
Sec. n° 31	57.02	19.21	1264.19	200.8	189.6
Sec. n° 32	59.47	19.21	1275.23	202.8	191.3
Sec. n° 33	62.05	19.21	1286.28	204.9	192.9
Sec. n° 34	62.49	19.21	1288.12	205.2	193.2
Sec. n° 35	59.70	19.21	1276.22	203.0	191.4
Sec. n° 36	57.05	19.21	1264.32	200.8	189.6
Sec. n° 37	54.54	19.21	1252.42	198.7	187.9
Sec. n° 38	52.15	19.21	1240.54	196.6	186.1
Sec. n° 39	49.89	19.21	1228.68	194.4	184.3
Sec. n° 40	47.74	19.21	1216.86	192.4	182.5
Sec. n° 41	45.70	19.21	1205.07	190.3	180.8

Macaco tensor (perdas internas no macaco: 2.0 %) Mono.
 Secção do êmbolo do macaco tensor 37.2 cm²
 Pressão na bomba de óleo 61.2 MPa = 612 bars

TENSIONAMENTO DO LADO DA SECÇÃO INICIAL:

Alongamento total previsto antes da reentrada das cunhas 390 mm

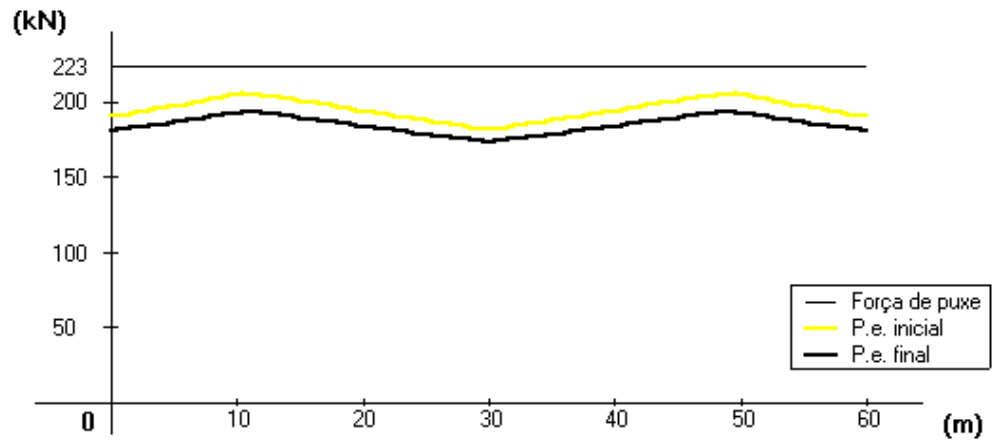
REPOSIÇÃO DO LADO DA SECÇÃO FINAL:

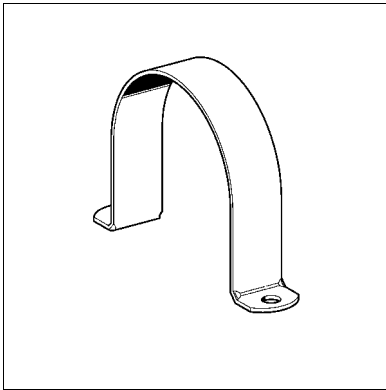
Alongamento total previsto antes da reentrada das cunhas 39 mm

TENSIONAMENTO COMPLETO DAS DUAS EXTREMIDADES:

Alongamento total previsto antes da reentrada das cunhas 429 mm

REPRESENTAÇÃO GRÁFICA:





U Clamp

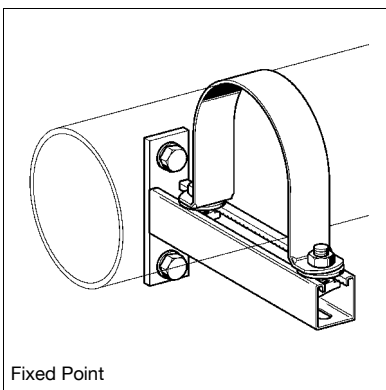
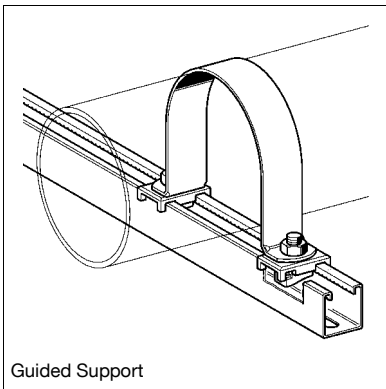
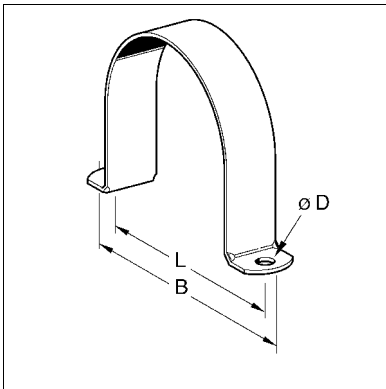
Application

For mounting pipes directly on a support, especially suitable as a replacement for U Bolts in connection with channels or cantilever brackets. When using T Bolts, their washer can be used in between the channel and the U Clamp. Dimensions and cross-sections are in keeping with the VdS and FM standards.

Technical Data

Material: Steel, pre-galvanised as per DIN EN 10327

Type	For pipe	Material [mm]	B [mm]	L [mm]	Ø D [mm]	W [kg]	Quantity/pack	Part number
18	3/8"	30 x 2.5	69	49	9	0.09	50	159012
22	1/2"	30 x 2.5	73	53	9	0.05	50	159021
28	3/4"	30 x 2.5	79	59	9	0.06	50	159030
34	1"	30 x 2.5	85	65	9	0.07	25	159049
43	1 1/4"	30 x 2.5	94	74	9	0.08	25	159058
49	1 1/2"	30 x 2.5	100	80	9	0.11	25	159067
61	2"	30 x 2.5	112	92	9	0.13	25	159076
77	2 1/2"	30 x 2.5	128	108	9	0.16	25	159085
90	3"	30 x 2.5	141	121	9	0.16	25	159094
115	4"	40 x 3.0	183	155	13	0.31	25	159100
141	5"	40 x 3.0	209	181	13	0.37	10	159119
169	6"	40 x 3.0	236	207	13	0.44	1	159128
221	8"	40 x 3.0	289	261	13	0.55	1	159137
275	10"	50 x 5.0	375	325	17	1.43	1	159146
326	12"	50 x 5.0	426	373	17	1.69	1	159155





Para DX A40, DX A41 e DX 460



Prego X-DNI e X-DNI MX

Para fixações em betão, aço, cofragens e fixações provisórias. Espessura da cabeça 1,9-2,4 mm, diâmetro da haste 3,7 mm.

Caixa de 100 unidades.



X-DNI



X-DNI MX

Comprimento da haste	Para		Referência	Código	Para		Referência MX	Código
	DX A-40	DX A-41			DX A40 X-AM32	DX 460 MX72		
19	•	•	X-DNI 19 P8	34347	•	•	X-DNI 19 MX	34370
22	•	•	X-DNI 22 P8	34351	•	•	X-DNI 22 MX	34372
27	•	•	X-DNI 27 P8	34352	•	•	X-DNI 27 MX	34377
32	•	•	X-DNI 32 P8	34353	•	•	X-DNI 32 MX	34378
37	•	•	X-DNI 37 P8	34354	•	•	X-DNI 37 MX	34379*
42	•	•	X-DNI 42 P8	34355	•	•	X-DNI 42 MX	34380*
47	•	•	X-DNI 47 P8	34357	•	•	X-DNI 47 MX	34382*
52	•	•	X-DNI 52 P8	34360	•	•	X-DNI 52 MX	34384
57	•	•	X-DNI 57 P8	34361	•	•	X-DNI 57 MX	34385
62	•	•	X-DNI 62 P8	34363	•	•	X-DNI 62 MX	34386
72	•	•	X-DNI 72 P8	34364	•	•	X-DNI 72 MX	34545*
82	•	•	X-DNI 82 P8*	34365*	•	•		
97	•	•	X-DNI 97 P8	34368*	•	•		
117	•	•	X-DNI 117 P8*	34548*	•	•		



* Disponível só sob encomenda (prazo estimado de entrega = 15 dias)