



Sistema Freyssinet de Lajes Protendidas

ÍNDICE

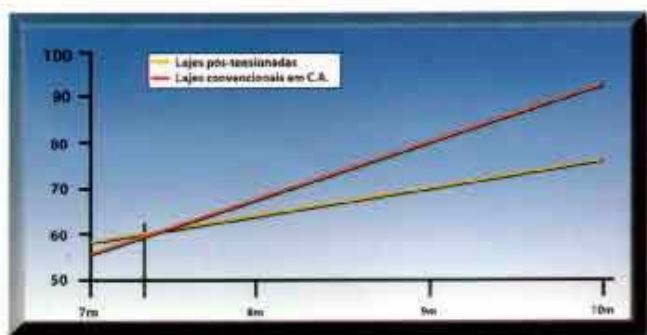
- [página 1](#)
- [página 2](#)
- [página 3](#)
- [página 4](#)
- [página 5](#)
- [página 6](#)
- [página 7](#)
- [página 8](#)

Particularidades da Pós-tensão

Vantagens da Utilização da Pós-Tensão

Lajes

- Maior liberdade arquitetônica devido a possibilidade de vencer grandes vãos ou vãos fortemente carregados mantendo uma grande esbeltez na laje.
- Maior área útil do pavimento devido a menor quantidade de pilares.
- Economia em relação as estruturas em concreto armado para vãos livres acima de 7,00m (ver gráfico).
- Redução nas espessuras das lajes acarretando uma significativa diminuição na altura total do prédio e conseqüentemente um menor peso total da estrutura minimizando os custos agregados de fundações, acabamento, bem como economia de energia para climatização e movimentação de elevadores.
- Maior velocidade na desforma e retirada de escoramentos proporcionando menor imobilização.
- Eliminação das indesejáveis deformações nas lajes (flechas e contraflechas)
- Ausência de fissuração nas lajes proporcionando uma grande estanqueidade.



Esta comparação de custo, mostra que a laje postensionada se torna efetivamente mais econômica nos vãos que excedem 7,3m.

Cálculo da Força de Protensão

A força efetiva aplicada no cabo em uma operação de protensão decresce ao longo de seu comprimento devido aos fatores descritos como segue:

Perdas por atrito no conjunto ancoragem / equipamentos de protensão;
Perdas por atrito no conjunto cabo / bainha em trechos retos e curvos;
Deformação lenta e retração do concreto;
Efeitos de relaxação no aço de Protensão;
Perdas por acomodação das cunhas durante a cravação;

As perdas por atrito tanto pelos desvios das cordoalhas como na fricção das mesmas com as ancoragens variam normalmente entre 2 a 4 % da força inicial aplicada pelo macaco.

As perdas por atritos ao longo do cabo podem ser determinadas seguindo as especificações da fórmula abaixo:

$P_x = P_0 \cdot e^{-\mu \alpha - kx}$	
X	Distância da ancoragem ao ponto desejado.
P_x	Força de protensão no ponto x.
P_0	Força inicial de protensão na ancoragem.
μ	Coefficiente de atrito angular.
α	Soma de todos os ângulos (em radianos) no cabo até o ponto desejado.
k	Coefficiente de atrito linear devido aos desvios parasitas na bainha.

Os coeficientes de atrito μ e k podem ter uma amplitude de variação bastante significativa dependendo de vários fatores, inclusive o estado de oxidação das superfícies, das cordoalhas, das bainhas, do posicionamento dos cabos nas formas e etc.

Para a elaboração de projetos poderemos aceitar os seguintes valores:

Para cordoalhas dentro de bainhas metálicas.

$$\mu = 0,20 \text{ (-)} \quad k = 0,8 \cdot 10^{-3} \text{ (m}^{-1}\text{)}$$

Para cordoalhas dentro de bainhas Polietileno.

$$\mu = 0,14 \text{ (-)} \quad k = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ (m}^{-1}\text{)}$$

Para determinação das perdas no concreto, tanto de retração como deformação lenta devem ser tomadas referências em literaturas técnicas, específicas para esse tema, e também as normas vigentes.

Para determinação dos valores de relaxação do aço de protensão, dependeremos basicamente da classe em que está classificada a cordoalha. Para os aços de relaxação baixa, que são os mais utilizados atualmente, temos a máxima perda fixada em 2,5 % após 1.000 horas a temperatura de 20 °C e tracionamento inicial de 70% da carga nominal de ruptura, característica do aço. Para maiores informações devem ser consultadas as normas vigentes como também os catálogos do fabricante. Nos processos Freysinet as perdas nas ancoragens devido ao encunhamento variam entre 6 e 8 mm, dependendo do tipo de ancoragem.



O Grupo Freyssinet

O conglomerado de empresas do grupo Freyssinet, composto por várias companhias internacionais espalhadas pelo mundo, com sede na França, estão envolvidas nas diversas áreas especializadas da engenharia de construção. A organização tem o nome de seu fundador: Eng^o Eugene Freyssinet, mundialmente conhecido como o inventor do processo de Protensão. Desde a criação desse processo, o grupo tem diversificado consideravelmente suas atividades não somente na área de protensão de pontes, viadutos e edificações, como também no desenvolvimento e aplicações de outras técnicas utilizadas em projetos de construção no campo da engenharia civil. Como uma das maiores companhias, de renome internacional, a Freyssinet tem sido líder na pesquisa de inovações e desenvolvimentos nessa área de especialização. O presente manual contém especificações técnicas dos produtos Freyssinet com aplicação no campo de pós-tensão para os sistemas de cabos compostos por cordoalhas aderentes e não aderentes utilizadas principalmente em edificações.



Laje Plana Cogumelo com Pós-Tensão Aderente



Laje Plana Cogumelo com Pós-Tensão não Aderente




Freyssinet

Endereços Freyssinet

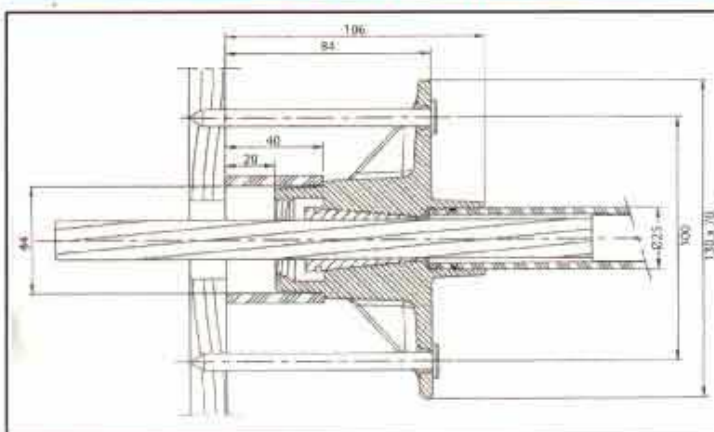
	FREYSSINET INTERNACIONAL (STUP) FRANÇA 1 bis, rue du Petit-Clamart 78148 Vélizy-Villacoublay Cedex TEL.: (33.1)4601 84 84 / (33.1)4601 85 85
	PORTUGAL ARMOL-FREYSSINET RUA PADRE AMÉRICO Nº 8B, ESC. Nº2 1600 - LISBOA TEL.: (351.1)716 40 56 - FAX: (351.1)716 40 51
	ITÁLIA FREYSSINET ITÁLIA S.R.L. PIAZZA ADRIANA 11 00193 - ROMA TEL.: (39.6)68 80 29 22 - FAX: (39.6)687 39 38
	ESPAÑA FREYSSINET S.A. PLAZA CARLOS TRIAS BERTRAN, 4 - PISO 1º - OFICINA 2º 28020 - MADRID TEL.: (34.1)555 99 87 - FAX: (34.1)555 99 92 / 555 22 28
	GUATEMALA INGENIERIA TECNICA S.A. 8A, CALLE 0-77, ZONA 1 GUATEMALA CITY TEL.: (502)555 99 87 - FAX: (34.1)555 99 92 / 555 22 28
	EL SALVADOR FESSIC S.A. DE C.V. CALLE CHAPARRASTIQUE Nº 4 URBANIZACIÓN INDUSTRIAL SANTA HELENA ANTIGUO CUSCATLAN LA LIBERTAD TEL.: (503)278 07 55 - FAX: (503) 278 04 45
	MÉXICO FREYSSINET DE MÉXICO S.A. DE C.V. GAUSS 9-102, COL. ANZURES 11590 MÉXICO D.F. TEL.: (52.5)250 70 00 - FAX: (52.5)255 01 65
	COLOMBIA S.T.U.P. DE COLOMBIA CARRERA 16, Nº 80-58 BOGOTÁ TEL.: (57.1)257 41 03 - FAX: (57.1)610 38 98
	PERU S.T.U.P. DEL PERU SILVANA 110 - 11 - CHACARILLA DEL ESTANQUE, SUARCO LIMA - PERU TEL.: (51.1)372 21 86 - FAX: (51.1)372 25 66
	BOLÍVIA GORDON LTDA. CALLE BATALLON COLORADO 24 - PISO 7 - OF. 703 LA PAZ TEL.: (591.2)31 75 11 - FAX: (591.2)39 11 55
	ARGENTINA FREYSSINET S.A. SANTA ROSA 3755 1602 FLORIDA (BUENOS AIRES) TEL.: (54.1)730 15 15 - FAX: (54.1)730 35 81
	BRASIL S.T.U.P. PREMOLDADOS / FREYSSINET LTDA. Rua Dr. Costa Júnior, 584 Água Branca - São Paulo TEL.: (55.0XX.11)3672-7833 - FAX: (55.0XX.11)3672-8502 E-mail: stupfrey@dialdata.com.br

Sistema de Pós-tensão não Aderente

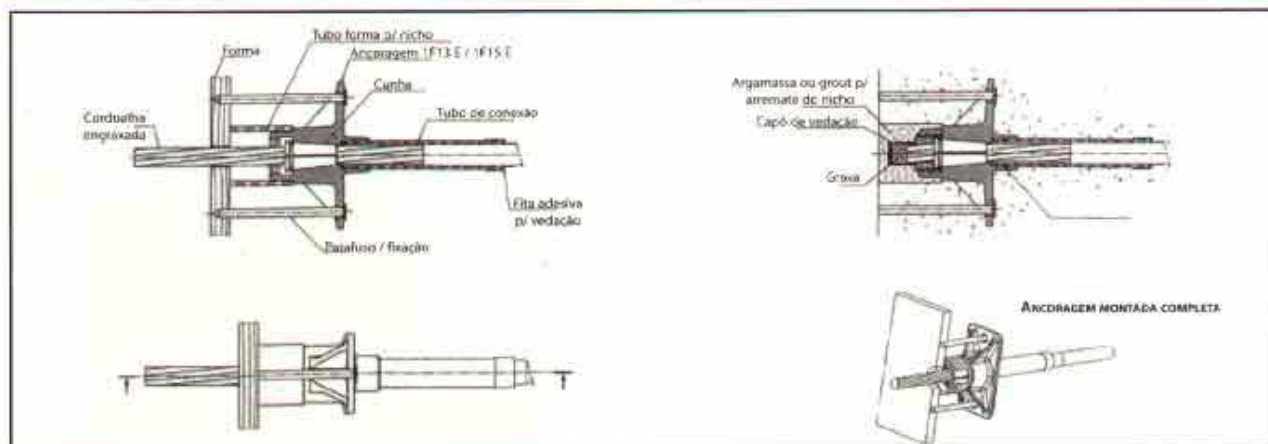
Cordoalha	T 13 (0.5")	T 15 (0.6")
Ø nominal do aço (mm)	12,7	15,2
Seção de aço	98,7	140,0
Esforço de ruptura (kg/cm ²)	19.000	19.000
Força de ruptura (kg)	18.730	26.370
Força de trabalho (kg)	12.700	17.270
Cordoalha s/ aderência peso c/ bainha polietileno e graxa (kg/m)	0,86	1,21
Ø cordoalha e bainha (mm)	15,4	18,1



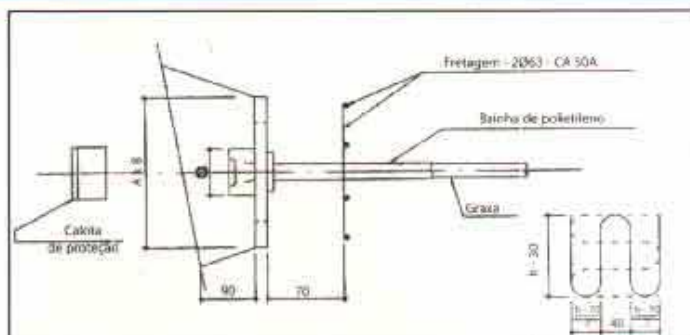
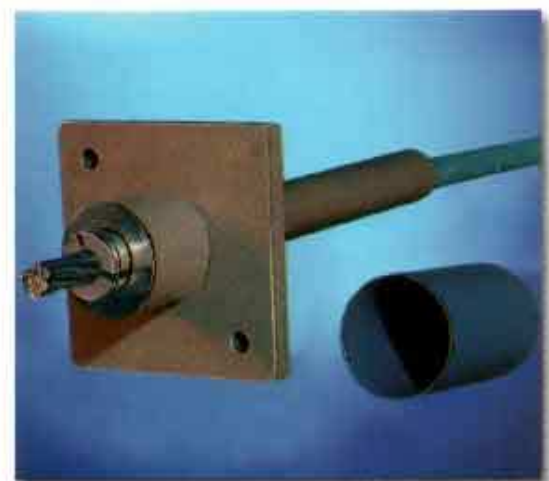
Ancoragens Ativas F



Montagens das Ancoragens 1F 13 / 1F15



Ancoragens Ativas Freyssinet 1T 13 E / 1T 15 E

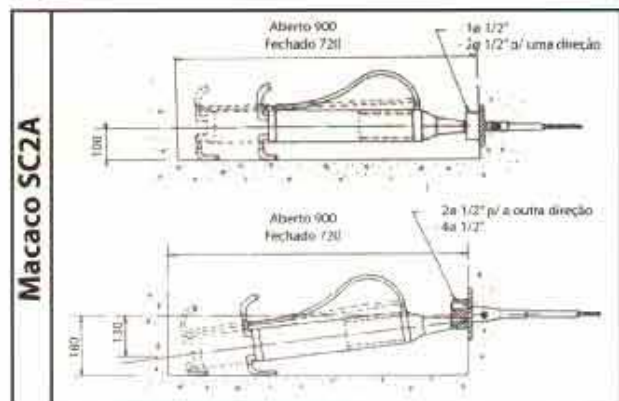
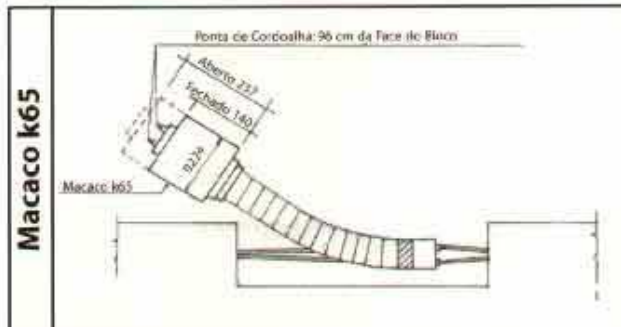
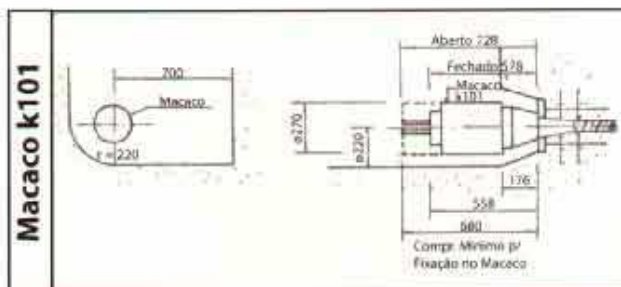


Unidades de Protensão	Ø Bloco	A x B (mm)
1T 13 E	45	100 x 100
1T 15 E	52	100 x 100

Macacos

Características dos Macacos Freysinet

Modelo	Unidade de Protensão	Seção do Fio de tensão cm ²	Esforço Máximo		Pressão Máxima admissível		Pressão de Cravação		Peso kg	Curso útil mm	Comprimento fechado mm	Maior Diâmetro mm	Comprimento mínimo da parte escavada do cabo para fixação ao macaco mm
			tf	KN	kgf/cm ²	MPa	kgf/cm ²	MPa					
SC2A-180	1ø12,7	37,2	23,0	230	620	62	-	-	34	180	605	100	300
	2ø12,7												
SC2A-220	4ø12,7												
SC2A-350	1ø15,2	145,4	81,0	810	560	56	-	-	44	100	140	224	960
	2ø15,2												
	4ø15,2												
K-65	4ø12,7	215,0	120,0	1200	560	56	-	-	106	150	580	275	680



Cordoalhas, Bainhas, Cabos

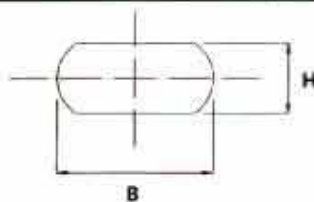
Propriedades das Cordoalhas

Tipo de Cordoalha	13 mm (0.5")			15 mm (0.6")		
	EURONORM 138-79 ou Bs 6896:1980 SUPER	ASTM A 416-85 GRADE 270	BRASILEIRA NBR7483	EURONORM 138-79 ou Bs 6896:1980 SUPER	ASTM A 416-85 GRADE 270	BRASILEIRA NBR7483
Diâmetro Nominal (mm)	12,9	12,7	12,7	15,7	15,2	15,2
Área Nominal (mm ²)	100	98,7	98,7	150	140	140
Massa Nominal (kg/m)	0,785	0,775	0,775	1,180	1,100	1,102
Tensão de Escamento (MPa)	1580	1670	1585	1500	1670	1688
Tensão de Tração (MPa)	1860	1860	1872	1770	1860	1875
Min. Carga de Ruptura (kN)	186,0	183,7	187,3	265,0	260,7	265,8
Modulo de Elasticidade (GPa)	Aproximadamente 195					
Relaxação depois de 1000h a 20° C para carga inicial de 70% de ruptura (%)	Max. 2,5					

Consumo de Cimento para Injeção

Bainha (mm)	Cabo	Cimento (kg/m)	Calda 1/m
18x35	1L12,7	0,80	0,58
18x35	2L12,7	0,67	0,48
18x69	3F12,7	1,43	1,03
18x69	4F12,7	1,30	0,93
21x35	1L15,2	0,90	0,65
21x69	2L15,2	1,77	1,28
21x69	3F15,2	1,56	1,13
21x75	4F15,2	1,55	1,12

Dimensões da Bainha Chata Corrugada



Tipo de Cabo	H (mm)	B (mm)	Peso por metro linear (Kg)
1 L 12,7 (mm)	19	35	0,41
2 L 12,7 (mm)	19	35	0,41
3 L / 3 F 12,7 (mm)	19	69	0,60
4 L / 4 F 12,7 (mm)	19	69	0,60
1 L 15,2 (mm)	21	35	0,43
2 L 15,2 (mm)	21	69	0,62
3 L / 3 F 15,2 (mm)	21	69	0,62
4 L / 4 F 15,2 (mm)	21	75	0,68



Ancoragem Ativa 4 F



Ancoragem Intermediária 4 NX



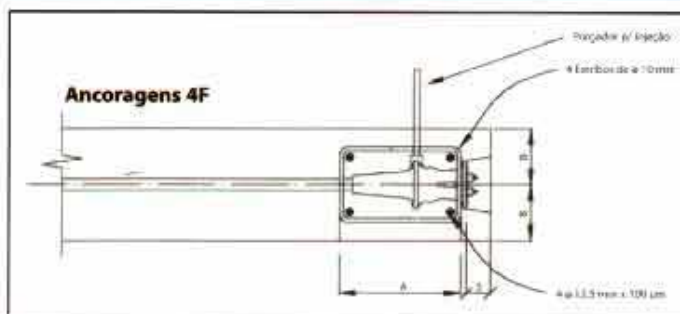
Ancoragem Passiva em Bulbo

Sistema de Pós-tensão Aderente

Dimensões dos Nichos das Ancoragens Ativas

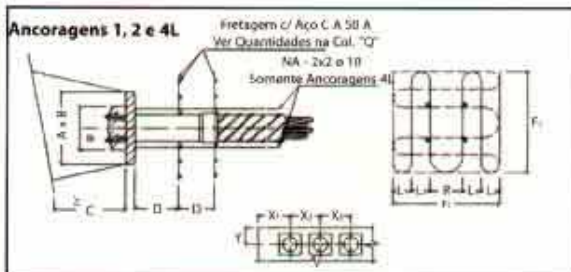
Unidade de Protensão	A (mm)	B (mm)	a (mm)	b (mm)
1L12,7	120	120	100	100
2L12,7	120	120	100	100
4L12,7	180	150	130	130
4F12,7	240	100	230	85
1L15,2	140	140	120	120
2L15,2	180	180	140	140
4L15,2	220	220	160	160
4F15,2	260	120	230	90

Ancoragens Ativas Freyssinet



Ancoragens Ativas

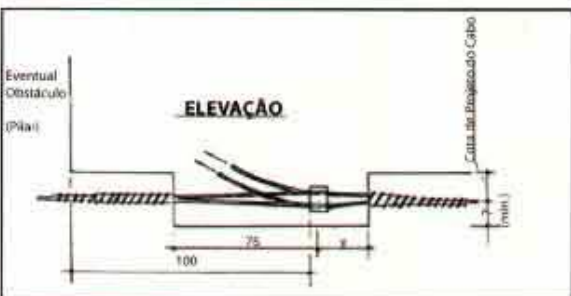
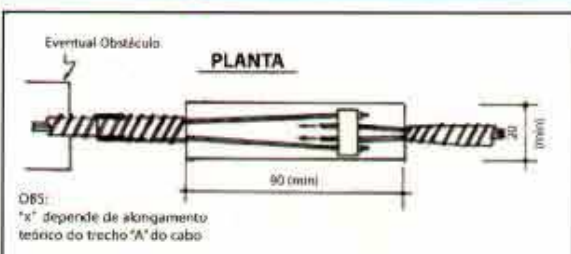
Unidades de Protensão	n Bloco	Ax B mm	C mm	D mm	Fretagens (mm)								Posicionamento das Ancoragens			
					Q Par	F1	F2	R	L1	L2	Y	X1	X2	X3		
1L 12,7	44	100x100	80	-	1	-	h-30	40	(h-70)/2	-	90	135	140	140		
2L 12,7	77	120x120	80	-	1	-	h-30	80	(h-90)/2	-	90	135	140	140		
4L 12,7	80	120x180	80	70	2	-	h-30	80	(h-110)/2	-	120	180	180	180		
1L 15,2	51	100x100	80	-	1	-	h-30	40	(h-70)/2	-	90	135	140	140		
2L 15,2	89	120x120	80	70	2	230	220	60	40	40	100	135	140	140		
4L 15,2	108	160x160	130	70	2	230	230	70	40	40	130	150	160	160		



Tipo de Cordoalha	Unidade de Tensão	Quantidades de Estribos de cada Lado	A (mm)	B (mm)
12,7 mm	3F15/4F15	2	200	80
15,2 mm	3F15/4F15	2	200	90

NOTAS
Deverão ser obedecidos os recobrimentos de norma para a instalação das fretagens.
Os eixos das ancoragens e respectivas fretagens deverão ser coincidentes com a linha de centro de laje.

Ancoragem Interna - 4NX 12,7



Ancoragens Passivas

Ancoragem Passiva em Laço

Tipo	A	B	Fretagem p/ 4x 12,7 e 4x 15,2 - 50 = - 50 - 25 1e10 - 3000-CA 50 A
1L 12,7	600	-	
2L 12,7	600	-	
4L 12,7	700	50	
1L 15,2	600	-	
2L 15,2	600	-	
4L 15,2	700	50	

Ancoragem Passiva em Bulbos

Tipo	A	B	C
4L 12,7	510	70	750
4L 15,2	390	90	950

