REFERÊNCIAS



Art's Business Center

PROJETISTA
JSJ

EMPREITEIRO
Teixeira Duarte, SA

LOCALIZAÇÃO
Parque das Nações - Lisboa



Ampliação do Oceanário de Lisboa

PROJETISTA
BETAR

EMPREITEIRO
ACE, SA

LOCALIZAÇÃO
Lisboa

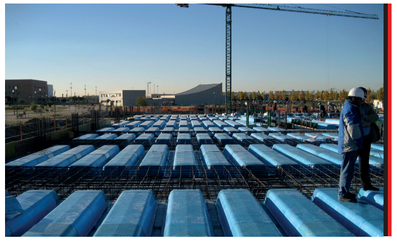


Torre Ambiente - Luanda

PROJETISTA
PECNON

EMPREITEIRO
Soc. Const. Soares da Costa, SA

LOCALIZAÇÃO
Luanda - Angola



Universidade Rey Juan Carlos – Madrid

PROJETISTA
FERCA

EMPREITEIRO
Ferrovial

LOCALIZAÇÃO
Madrid - Espanha

PORTUGAL

FERCA, Construções Racionalizadas e Estruturas, Lisboa, SA

Alameda dos Oceanos, n.º 61.3.1
1990-208 Lisboa, Portugal

T. (+351) 217 815 580
F. (+351) 217 979 349
M. ferca@ferca.pt

ANGOLA

CABO VERDE

MOÇAMBIQUE

FERCA PT·M

www.ferca.pt

FERCA PT·M

PRÉ-ESFORÇO PARA EDIFÍCIOS

FERCA

TECNOLOGIA

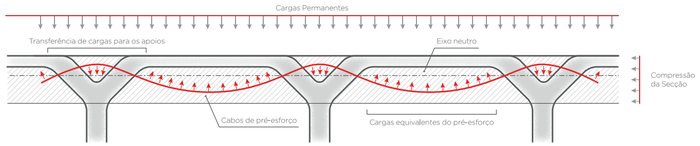
PRINCÍPIOS



O sistema de pré-esforço por pós-tensão foi originalmente desenvolvido para fazer face aos vãos existentes nas obras de arte, no entanto a sua aplicação e os princípios subjacentes têm sido gradualmente integrados em obras de construção civil. Por definição o pré-esforço é um artifício que consiste em introduzir, numa estrutura, um estado prévio de tensões, de modo a melhorar a sua resistência ou comportamento, resultando da sua aplicação estruturas de melhor qualidade e durabilidade. A utilização de pré-esforço permite a realização de vãos de maior dimensão, com lajes mais esbeltas e mais económicas concretizando as aspirações de arquitetos, promotores e engenheiros.

UM SISTEMA ATIVO

Composto por cordões de aço de alta resistência, os cabos de pré-esforço são instalados no interior da laje e fixos nas extremidades em ancoragens sendo posteriormente tensionados com equipamento hidráulico desenvolvido para o efeito, graças à sua curvatura em alçado e planta, a aplicação de forças nos cabos permite transmitir à secção da laje ações contrárias aos efeitos das cargas gravíticas. As cargas equivalentes assim criadas asseguram o equilíbrio parcial das solicitações de cálculo e criam uma compressão generalizada da secção da laje que permite a redução de armaduras passivas, a eliminação de juntas e um maior contributo da secção de betão para a resistência global da laje.



CARACTERÍSTICAS

Os sistemas de pré-esforço indicados para aplicação em elementos esbeltos, como as lajes na construção de edifícios, são o monocordão auto-embainhado e o multicordão em bainha plana sendo a principal distinção conferida pela respectiva aderência à secção de betão.

O monocordão auto-embainhado é um sistema não aderente onde os cabos de pré-esforço são constituídos por um único cordão revestido por uma bainha de polietileno preenchida com um produto lubrificante. Este sistema permite maiores excentricidades, menores perdas por atrito e maior flexibilidade dos traçados.



Ancoragem TTM 1E15

O multicordão em bainha plana ou circular é um sistema aderente onde os cabos de pré-esforço são constituídos por vários cordões não revestidos e introduzidos numa bainha metálica posteriormente injectada com uma calda de cimento apropriada para o efeito. Este sistema permite mobilizar no Estado Limite Último a resistência máxima do aço de pré-esforço.



Ancoragem TTM 4N15

		Monocordão		Multicordão	
Sistema	**[-]**	**Não Aderente**		**Aderente**	
Ancoragem	[-]	1E15	1E15	4N15	4N15
Aço	[MPa]	1860	1860	1860	1860
Diâmetro do Cordão	[mm]	15.3	15.7	15.3	15.7
Área do Cordão	[mm²]	140	150	140	150
Nº Cordões	[un.]	1	1	4	4
Área do Cabo	[mm²]	140	150	560	600
Bainha	[mm]	Φ18		76x25	
f_{pk}	[kN]	260	279	1040	1116
$f_{p0,1k}$	[kN]	229	246	916	984
F_a	[kN]	206	221	824	886
E	[kN/mm²]	195±10			

Nota: Para mais informações consulte o nosso site www.ferca.pt

Solução Estrutural	Utilização	Carga	l/e
Laje Maciça	Vãos similares nas duas direções com cargas correntes em edifícios de habitação, escritórios, hotéis, etc. Vãos de 6 a 12 metros	3	36
Laje Maciça com Capitéis	Vãos similares nas duas direções com cargas correntes em edifícios de escritórios, hotéis, escolas, parques de estacionamento, etc. Vãos de 7 a 12 metros	5	40
Laje Aligeirada Bidirecional	Vãos similares nas duas direções com cargas elevadas em áreas comerciais, escritórios, parques de estacionamento, etc. Vãos de 7 a 16 metros	5	32
Laje Maciça com Bandas numa Direção	Vãos preponderantes numa direção com cargas moderadas em áreas comerciais, escritórios, auditórios, parques de estacionamento, etc. Vãos de 7 a 16 metros	10	25/40
Laje Aligeirada Unidirecional	Vãos preponderantes numa direção com cargas elevadas em áreas comerciais, auditórios, armazéns, arquivos, etc. Vãos de 8 a 20 metros	10	25/32

Nota: As relações indicadas são meramente orientativas, para mais informação consulte-nos!

> *"O pré-esforço é uma **IDEIA INTELIGENTE** que conduz a estruturas de **MELHOR QUALIDADE** e **MAIS ECONÓMICAS** para vãos superiores a 8 metros"*

Prof. Julio Appleton em "Interesses e Vantagens da Aplicação de pré-esforço em edifícios", 1999

PROJETO

Em resultado da experiência acumulada em 40 anos de aplicação de sistemas de pré-esforço em edifícios, a Ferca dispõe dos meios, de software especializado e dos técnicos necessários para prestar total apoio aos projetistas nas fases de conceção, cálculo e pormenorização de lajes pós-tensionadas.

CONSULTE-NOS.
AGUARDAMOS O SEU DESAFIO!

VANTAGENS

COMPORTAMENTO

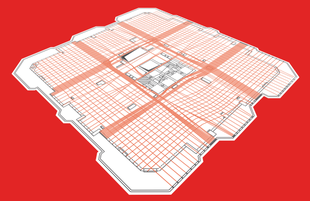
- Aumento dos vãos livres;
- Redução do número de pilares;
- Redução do peso próprio da estrutura;
- Diminuição de espessuras de lajes;
- Maior controlo da deformabilidade;
- Eliminação da fissuração;
- Melhoria da resistência ao punçoamento;
- Redução ou eliminação de juntas;
- Melhoria do comportamento sísmico;
- Melhoria do comportamento à retração.

ECONOMIA

- Redução do consumo de betão e aço;
- Economia nos elementos verticais e fundações;
- Valorização comercial dos amplos espaços criados;
- Aumento do nº de lugares de estacionamento por m²;
- Redução dos custos pós-venda.

SUSTENTABILIDADE

- Redução da emissão de CO_2;
- Maior eficiência na utilização de recursos naturais.



FERCA PTM
UM SISTEMA INTEGRADO

A introdução de pré-esforço em edifícios representa hoje um acréscimo de exigência e qualidade no processo construtivo, a par da certificação exigida em termos de materiais e equipamentos que constituem um sistema de pré-esforço, o método de execução assume hoje um papel relevante face à celeridade e controlo de qualidade dos trabalhos.

UM SISTEMA

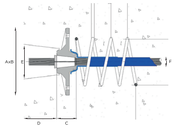
O **AÇO** de pré-esforço é constituído por cordões de 7 fios e caracterizado por elevados valores de resistência e baixos coeficientes de relaxação, na generalidade os aços de pré-esforço designam-se por normais, super e compacto a que correspondem secções de 140, 150 e 165 mm² respetivamente. Para mais informações consulte a norma europeia EN10138.

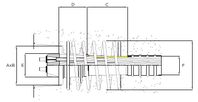


Designação do Aço	Diâmetro Nominal	Secção Nominal	Peso Nominal	Peso Auto-Embainhado	Tensão de Rotura f_{pk}	Tensão $f_{p0,1}$	Força Max. de Puxe F_a	Módulo de Elasticidade	Relaxação a 1000h (CL2)
	[mm]	[mm²]	[kg/m]	[kg/m]	[kN]	[kN]	[kN]	GPa	%
Y1860 S7 0,6"N	15,3	140	1,10	1,23	260	229	206	195±10	2,5%
Y1860 S7 0,6"S	15,7	150	1,18	1,28	279	246	221	195±10	2,5%
Y1860 S7G 0,6"C	15,2	165	1,30	1,40	307	270	243	195±10	2,5%

Nota: Os valores indicados decorrem da norma EN10138, do Eurocódigo EC2 e de documentação dos fornecedores.

As **ANCORAGENS** são responsáveis pela absorção das forças aplicadas e pela sua transmissão à secção de betão pelo que se constituem como elemento fulcral do sistema de pré-esforço, motivo pelo qual a sua produção é hoje alvo de exigentes processos de certificação pela "EOTA -European Organization for Technical Approvals". O sistema TTM - tension technology dispõe de certificação desta organização de acordo com o documento ETA 15/0321, ETA 15/0329 e ETA 16/0472.





Tipo	A	B	C	D	E	F
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
TTM 1E15	76	148	43	70	80	Φ18
TTM 4N15	170	95	200	125	102	76

As **BAINHAS** em sistemas aderentes garantem a continuidade de esforços entre o seu interior e a secção de betão em toda a sua extensão, sendo constituídas por folhas metálicas corrugadas de forma circular ou plana. No sistema não aderente a bainha é de polietileno e colocada sobre o aço na trefilaria com preenchimento de uma massa lubrificante que permite o livre deslocamento do cordão.

O **EQUIPAMENTO** utilizado na aplicação de monocordão não aderente constitui-se como uma das vantagens do sistema uma vez que dispensa meios pesados na aplicação das forças envolvidas e não tem injeção das bainhas, os macacos hidráulicos para este efeito são equipamentos ligeiros transportáveis e manejáveis por um homem dispensando o apoio de grua para esta operação.

MÉTODO

A aplicação de pré-esforço em obra executa-se em sintonia com as demais atividades inerentes ao processo construtivo não constituindo qualquer óbice ao cumprimento de prazos pré-estabelecidos. Acreditando que a preparação é a melhor forma de reduzir os tempos de execução, a Ferca elabora pormenorizados projectos de aplicação com detalhe dos traçados e das armaduras de reforço das ancoragens e cálculo das perdas e alongamentos, em obra o pessoal da Ferca segue o "Manual de Procedimentos, Qualidade e Segurança" da empresa de forma a permitir o registo das operações, o rastreio dos materiais aplicados em cada fase e a verificação da geometria e dos alongamentos.

