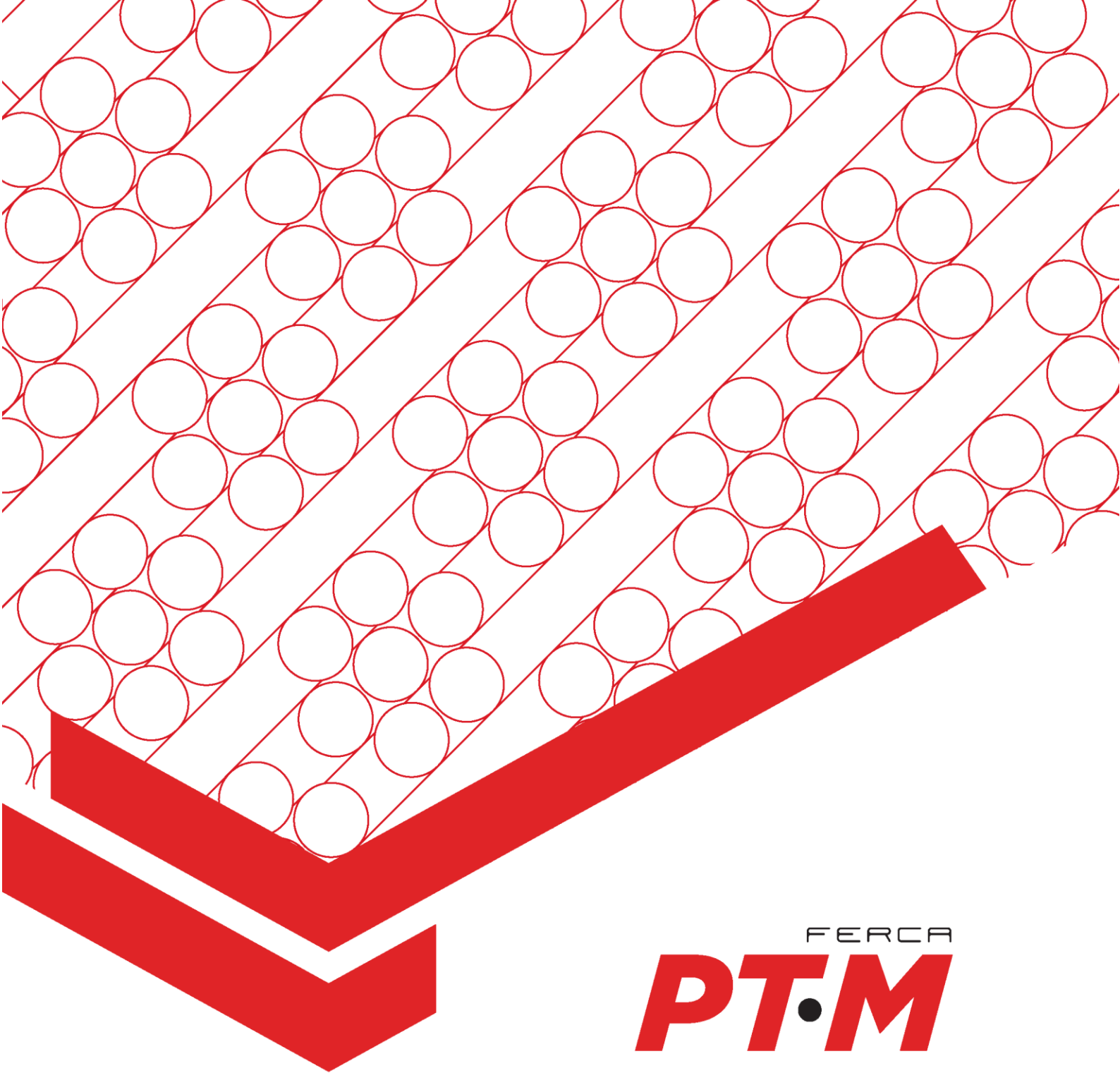




FERCA
PT·M

MANUAL TÉCNICO *PTM*

*RSF - Sistema de Pós-Tensão Para
Lajes*







Manual Técnico – Sistema PTM – *Sistema de Pós-Tensão Para Lajes da RSF*

ÍNDICE

INTRODUÇÃO AO SISTEMA PTM - RSF	4
QUEM É A RSF?	5
SISTEMAS RSF	5
QUALIDADE RSF	7
PORQUE UTILIZAR PÓS-ESFORÇO	8
PRINCÍPIOS	9
SISTEMAS	9
VANTAGENS	10
AÇO	12
SISTEMA RSF-MO - ANCORAGENS PARA MONOCORDÃO	13
CONFIGURAÇÃO DA ANCORAGEM - SISTEMA MO	14
DISTÂNCIAS AO BORDO E ENTRE ANCORAGENS - SISTEMA MO	15
SISTEMA RSF MT4 - ANCORAGENS PARA CABOS DE BAINHA PLANA	16
CONFIGURAÇÃO DAS ANCORAGENS - SISTEMA MT	17
TROMPLACAS	19
BLOCO DE ANCORAGEM	19
BAINHAS	20
BAINHA POLIETILENO ACHATADA "SPE"	21
DISTÂNCIAS AO BORDO E ENTRE ANCORAGENS - SISTEMA MT	22
ACESSÓRIOS	23
BASE DE PURGA PARA O SISTEMA RSF-MT	23
MESA DE DESCRAVAÇÃO	24



EQUIPAMENTO.....	25
MACACO DE TENSIONAMENTO PTM PARA SISTEMA MO E MT4.....	25
BOMBAS HIDRÁULICAS.....	25
BOMBA DE INJEÇÃO PARA SISTEMA MT4.....	26
PAVIMENTOS INDUSTRIAIS.....	27
VANTAGENS DE UM PAVIMENTO PÓS-ESFORÇADO.....	30

INTRODUÇÃO AO SISTEMA PTM - RSF

O sistema *RSF Rudloff StrongForce International* foi desenvolvido no âmbito da criação de um conceito integrado de soluções na área do pré-esforço com aplicação em obras de arte, geotecnia e edifícios que permitam afirmar o sistema como ator num mercado internacional de extrema exigência técnica e competitiva. Tendo por base do seu desenvolvimento a intensa investigação e experiência na produção de ancoragens e equipamento específico para utilização na construção e pertencendo a um grupo do sector do aço a *RSF Rudloff StrongForce International* atua hoje em áreas como:

- Pré-esforço em obras de arte;
- Pré-esforço em edifícios;
- Sistemas de consolidação geotécnica;
- Equipamentos hidráulicos para puxe, empurre, injeção ou linhas de produção;
- Aparelhos de apoio e juntas de dilatação para pontes;
- Pavimentos industriais.

Dispondo de um experiente departamento técnico afeto à definição e produção dos vários componentes e acessórios do sistema, meios próprios de fabrico e ensaio e uma vasta gama de equipamentos, ancoragens e acessórios o sistema *RSF SLAB PT* apresenta-se como uma solução global para responder às exigências do mercado.

O sistema *RSF RUDLOFF STRONGFORCE* está certificado pela European Organization for Technical Assessment (EOTA), vide certificado ETA 22/0120 (European Technical Assessment) para pré-esforço em monocórdão não aderente e pré-esforço em ancoragens achatadas de 2/3/4/5 cordões aderente, caucionando a sua qualidade e adequabilidade para a utilização nas mais diversas situações e configurações.

O RSF Slab Post-tensioning System dispõe de Certificado de Constância de Desempenho n.º 1220-CPR-2252, emitido ao abrigo do Regulamento (UE) 305/2011.

A criação deste “Manual de Procedimentos”, da responsabilidade da FERCA, visa complementar a informação patente nas certificações do sistema tendo por objetivo um maior esclarecimento dos intervenientes em fase de projeto ou obra quanto à constituição do sistema, procedimentos associados a cada fase de aplicação, definição da estrutura de produção e identificação dos riscos associados a cada atividade, permitindo igualmente um maior controlo por parte da fiscalização de todo o processo produtivo desde o projeto de aplicação aos relatórios finais da nossa atividade.





QUEM É A RSF?

A RSF (Rudloff StrongForce International) resulta de uma joint venture estratégica entre a brasileira Rudloff Industrial e a australiana StrongForce, operando a sociedade resultante sob a designação Rudloff StrongForce International LLC, com sede no Dubai, Emirados Árabes Unidos. A Rudloff Industrial foi fundada em São Paulo, no Brasil, em 1960, sendo que já em 1954 o seu fundador havia produzido a primeira viga pré-esforçada no Brasil; ao longo de mais de seis décadas, especializou-se em pós-tensão e no fabrico de sistemas e componentes estruturais. A StrongForce, por seu lado, foi fundada em 1989, em Queensland, na Austrália, dedicando-se há mais de trinta anos à conceção e construção de soluções de pós-tensão e ao reforço estrutural. Desta união nasce a RSF, uma empresa especialista no estudo, conceção e produção de sistemas de ancoragens e equipamentos para a sua implementação em obra, que tem aumentado a sua base de conhecimento através do investimento contínuo neste setor. Ao serviço de clientes desde 1965, a RSF está presente em mais de 60 países e nos seis continentes, contando com mais de 600 estruturas de engenharia civil, mais de 850 torres eólicas e mais de 26 milhões de metros quadrados de obra de edificação executados, encontrando-se fortemente implantada tanto nos seus mercados de origem como a nível internacional.



SISTEMAS RSF

Os sistemas de pós-tensão multicordão da RSF, destinados a pontes, viadutos e grandes estruturas, obtiveram a Aprovação Técnica Europeia ETA 22/0119, sob a qual ostentam marcação CE de acordo com o guia ETAG 013 e respetivo EAD. O sistema RSF Multistrand é um sistema de pós-tensão interna aderente, não aderente ou externa, com 4 a 37 cordões, disponível em cordão de 0,5" e de 0,6" e compreendendo ancoragens ativas (AN), ancoragens passivas (PS) e acopladores (CO). Está vocacionado para caixões e vigas de pontes (pré-fabricadas ou betonadas in situ), pilares e mesas de transição, vigas de edifícios, bem como estruturas de contenção como reservatórios, depósitos e silos.

Os sistemas de pós-tensão para lajes e pavimentos da RSF — o sistema RSF Slab — destinam-se à utilização de monocordão em sistemas aderentes ou não aderentes e dispõem da Aprovação Técnica Europeia ETA 22/0120, abrangendo

configurações de 1 a 5 cordões. A RSF disponibiliza monocórdão não aderente de 0,5" e 0,6" e, em especial, ancoragens de monocórdão encapsuladas, que introduzem no mercado proteção total contra a corrosão.

Em suma, tem sido objetivo da empresa oferecer aos seus clientes produtos mais eficazes, duradouros e sustentáveis, suportados em sistemas com certificação europeia (EOTA) e em conformidade com os principais códigos e normas internacionais, aplicáveis a projetos de edificação, infraestrutura civil e geotecnia.



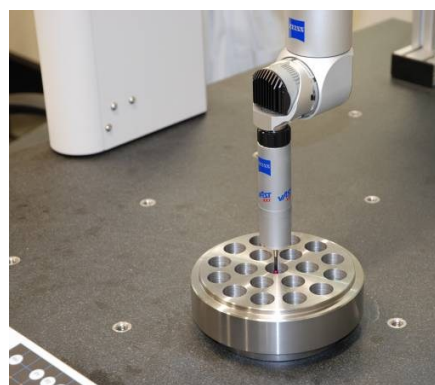
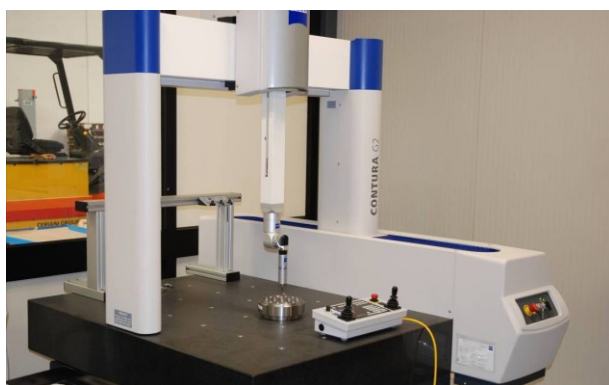
Na área de sistemas para aplicações em obras de geotecnia, a RSF disponibiliza sistemas de ancoragem por cordão e por barra, para aplicações temporárias e permanentes, destinados à estabilização de infraestruturas e à melhoria do terreno. Os sistemas de ancoragem ao terreno da RSF cumprem a norma europeia EN 1537 ("Execução de trabalhos geotécnicos especiais – Ancoragens"). A empresa distingue ancoragens em solo e ancoragens em rocha, abrangendo aplicações que vão da contenção de escavações (cortinas de estacas-prancha, estacas-prancha com paredes moldadas, muros de suporte em betão) ao combate de forças de levantamento por impulsão, passando pela estabilização de fundações excêntricas, de taludes naturais ou escavados, de barragens e de fundações de pontes, bem como pela ancoragem de torres eólicas. Nas ancoragens em rocha, o comprimento livre pode permanecer não aderente, possibilitando a verificação e o reaperto da ancoragem a qualquer momento, desde que assegurada a adequada proteção contra a corrosão da cabeça de ancoragem e do comprimento livre.



QUALIDADE RSF

Entendendo-se um produto como o somatório dos processos, recursos e conhecimento que lhe dão origem, o nível de qualidade dos mesmos encontra-se pois intrinsecamente ligado à excelência da organização nos seus vários aspetos e à orientação dos necessários investimentos na procura abnegada de tais objetivos.

Sendo hoje absolutamente central na estratégia da empresa alcançar um elevado nível de qualidade nos seus produtos e serviços, a RSF opera ao abrigo das certificações ISO 9001 (qualidade), ISO 14001 (ambiente) e ISO 45001 (segurança e saúde no trabalho), tendo a Rudloff implementado um Sistema de Gestão Integrado certificado segundo a ISO 9001. A empresa adota procedimentos de controlo de qualidade (QA/QC) rigorosos, mantendo um compromisso permanente com práticas de fabrico de elevado padrão.



Adicionalmente, sempre que necessário, a RSF presta serviços de OEM, fabricando produtos de acordo com especificações exatas dos clientes, e disponibiliza uma equipa técnica qualificada de engenheiros e especialistas que assegura apoio ao longo de toda a cadeia de fornecimento, incluindo manutenção de equipamento e apoio técnico pós-venda, de forma a garantir o nível de qualidade exigido a toda e qualquer peça produzida.



PORQUE UTILIZAR PÓS-ESFORÇO

Na última década a arquitetura assumiu um papel central no processo de investimento imobiliário, sendo responsável por muitos dos fatores distintivos dos projetos e representando como tal, uma mais-valia essencial ao sucesso dos mesmos. Esta evolução tem raízes na própria sociedade que hoje valoriza, não só o conforto e as funcionalidades dos espaços, mas também a imagem e a projeção social que os mesmos providenciam. Com esta mudança de paradigma registou-se uma profunda alteração nos conceitos de dimensionamento das estruturas, sendo hoje mais valorizado o facto de a solução estrutural viabilizar a criatividade do arquiteto do que os critérios estritamente técnico-económicos. O pré-esforço permitindo a execução de estruturas esbeltas e arroçadas, encaixa-se nas exigências atuais pelo que, a sua aplicação em edifícios se vem tornando mais corrente e deverá continuar a registar crescente implantação.

A utilização de sistemas de pré-esforço contribui igualmente para um aumento significativo dos vários parâmetros de qualidade de uma estrutura, não só ao nível dos processos, mas também da durabilidade e da performance da mesma.

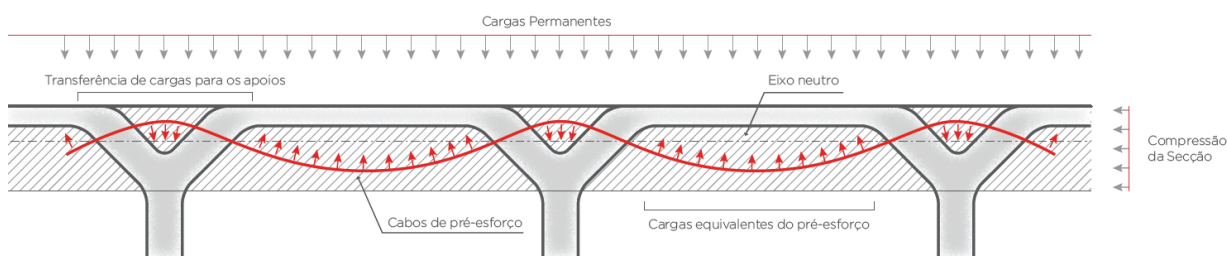




PRINCÍPIOS

Tendo origem na resolução da necessidade de garantir vãos de grandes dimensões nas obras de arte, os sistemas de pré-esforço posteriormente aplicados a edifícios, representam uma inovação ao nível da conceção de estruturas ao introduzir um elemento ativo nos elementos estruturais.

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.



SISTEMAS

Os sistemas de pré-esforço dividem-se essencialmente em função da sua aderência ao betão, designando-se por isso como **sistema aderente** e **não aderente**, e dentro destes podemos ainda identificar a utilização de monocordão ou multicordão.

No caso dos sistemas não aderentes, o aço é fornecido no interior de uma bainha plástica não existindo injeção posterior, enquanto nos sistemas aderentes, o aço é fornecido em cordão e introduzido numa bainha posteriormente injetada com calda de cimento que lhe confere total aderência à secção envolvente de betão.

Também em termos de utilização é possível identificar os sistemas de monocordão não aderentes como os mais frequentemente aplicados em elementos esbeltos, como as lajes na construção de edifícios e o multicordão aderente em obras de arte e genericamente elementos estruturais de maiores dimensões.

O monocordão auto-embainhado é um **sistema não aderente** correntemente utilizado em edifícios, 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.

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 injetada 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.

Para o sistema **PTM-RSF SLAB PT** são utilizados quer o sistema aderente com bainha achatada **RSF-MT4** quer o sistema não aderente **RSF-MQ**.

VANTAGENS

As vantagens da aplicação de sistemas de pré-esforço estendem-se por considerações de ordem estrutural, ao nível dos vãos, esbelteza e performance, de ordem económica e ambiental.

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;
- Melhoria da resistência ao punçoamento;
- Redução ou eliminação de juntas;
- Melhoria do comportamento sísmico;
- Melhoria do comportamento à retração;

Economia

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

Sustentabilidade

- Redução da emissão de CO₂;
- Maior eficiência na utilização de recursos naturais.







AÇO

As armaduras de pré-esforço são constituídas por cordões de 7 fios e caracterizadas por elevados valores de resistência e baixos coeficientes de relaxação, na generalidade os aços de pré-esforço designam-se por normais (T15), super (T15S) e compacto (T15C) a que correspondem secções de 140, 150 e 165 mm² respetivamente. Para mais informações consulte a norma europeia EN10138.

Todos os sistemas de ancoragem produzidos pela *RSF RUDLOFF STRONGFORCE* encontram-se certificados pela European Technical Approval para os três tipos de aço presentes no mercado.



Diâmetro	Norma	Tipo de Aço	Diâmetro Nominal	Área Nominal	Massa	Força de Rotura P _{tk}	Limite Elástico a 1% P _{0,1k}	Relaxação 1000 h	
			mm	mm ²	g/m	kN	kN	%	%
0.6" / T15	EN 10138	Normal	15.2	140	1095	260	230	2.5	4.5
0.6" / T15S	EN 10138	Super	15.7	150	1170	279	248	2.5	4.5
0.6" / T15C	EN 10138	Compacto	15.2	165	1290	300	264	2.5	4.5

Módulo de Elasticidade = 195 +/- 10 kN/mm²



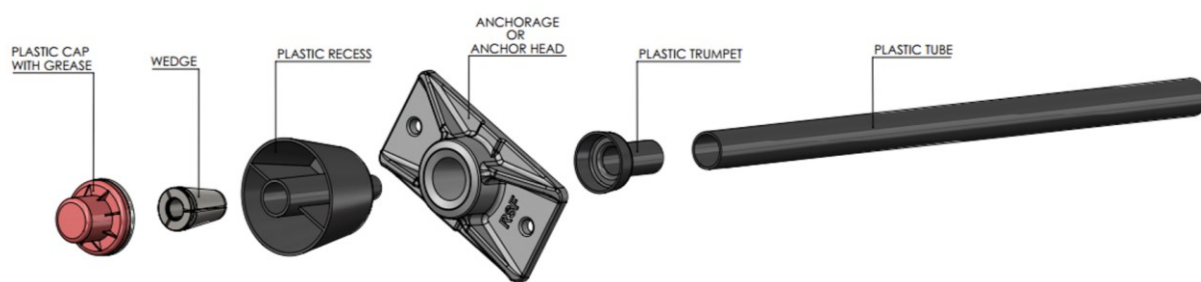
SISTEMA RSF-MO - ANCORAGENS PARA MONOCORDÃO

As ancoragens cabo *RSF RUDLOFF STRONGFORCE* são produzidas para utilização aderente e não aderente, e são enviadas para as obras munidas de todos os acessórios necessários à sua instalação, estando a sua produção em conformidade com Guia de Avaliação ETAG 013.

A série de ancoragens cabo “MO” é constituída pelos seguintes componentes: cabeça de ancoragem em aço C40-45 UNI EN 10083-2, cunhas em aço 16NiCrS4Pb UNI EN 10277-4 e conexão em H.D.P.E. UNI EN ISO 1872-1 de forma a ligar a cabeça de ancoragem ao cordão.

A ancoragem está preparada para ser utilizada com aço das classes T15, T15S e T15C e está certificada pela ETA 22/0120 para sistemas de monocordão.

As ancoragens ativas para sistema não aderente do tipo “MO” são fornecidas com tubo de conexão com o aço auto-embainhado na parte posterior da ancoragem, de forma a evitar a aderência do aço após a betonagem, e encontra-se preparada para receber o elemento de cofragem que permite a criação do negativo para execução do tensionamento.



As ancoragens passivas são exatamente similares às ativas, sendo, no entanto, sujeitas a pré-cravação da cunha anteriormente à instalação dos cabos, ainda em fase de preparação de montagem. A pré-cravação é executada com recurso a equipamento acionado hidraulicamente, nomeadamente um êmbolo hidráulico e uma mesa metálica auxiliar.

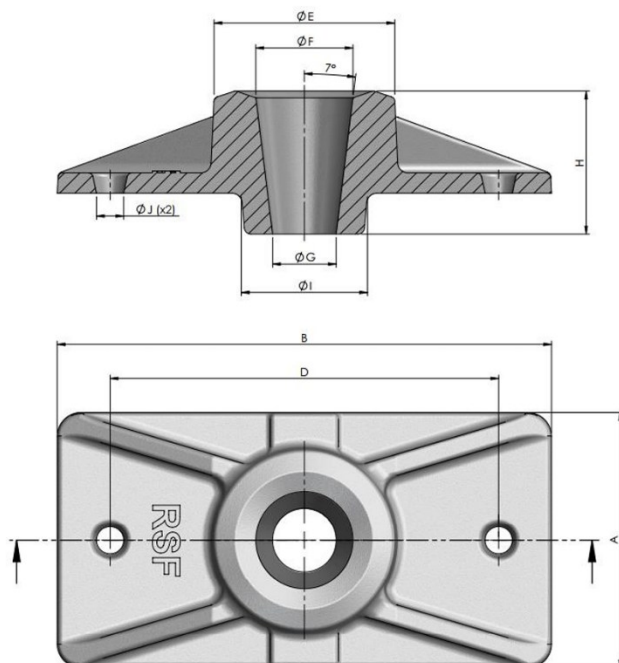
As ancoragens apresentam características tais que garantem a fixação do aço no seu interior, bem como a sua fixação ao taipal de cofragem por forma a garantir o seu correto posicionamento nas várias fases do processo.

As ancoragens mais correntes na aplicação de monocordões são as ancoragens com as designações MO para a extremidade ativa e passiva, a configuração desta ancoragem permite uma utilização célere e eficaz com um acrescido nível de proteção face a fenómenos de corrosão.

Quando utilizada em sistemas não aderentes a ancoragem “MO” é fornecida com tubo de conexão com o aço auto-embainhado na parte posterior de forma a evitar a aderência do aço após a betonagem e uma cápsula preenchida com massa lubrificante e mola de pressão permitindo a ativação das cunhas manualmente e sem pré-cravação da ancoragem.



CONFIGURAÇÃO DA ANCORAGEM - SISTEMA MO



Dimensões (mm)	1Ø 15.2/15.7
A	75
B	145
D	114
ØE	53
ØF	28.5
ØG	18.7
H	42
ØI	37
ØJ	8

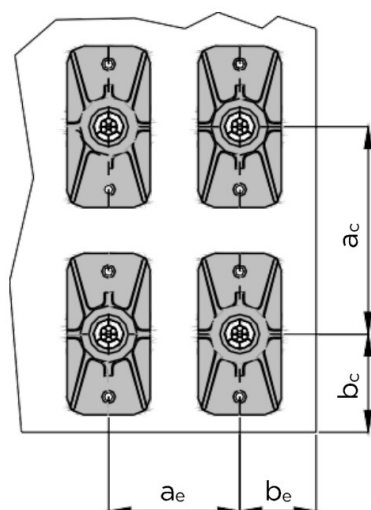
Dimensões da ancoragem MO

Resistência à Tração Característica e Força de Pré-Esforço do Sistema de Pós-Tensão RSF MO							
Designação	Número de Cordões	Área da Secção Transversal Nominal	Massa Nominal	Valor Característico da Força Máxima	Força a 0,1 % da Tensão Limite Convencional	Força Máxima de Pré-Esforço	Força Máxima de Sobre-tensão
	n	Ap	M	Fpk	Fp 0.1	0.9·Fp 0.1	0.95·Fp 0.1
		mm ²	kg/m	kN	kN	kN	kN
1 Ø15.2	1	140	1.126	260	239	215.10	227.05
1 Ø15.7	1	150	1.172	279	246	221.40	233.70



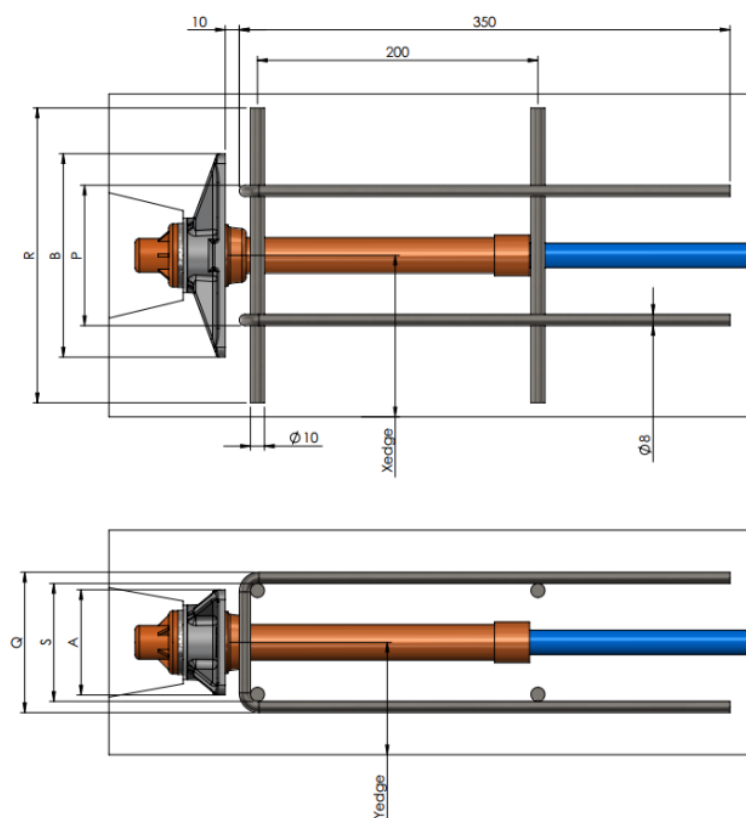
DISTÂNCIAS AO BORDO E ENTRE ANCORAGENS - SISTEMA MO

As dimensões apresentadas referem-se a um betão C20/25, podendo ser reduzidas de acordo com a ETA 22/0120.



Entre Ancoragens	a_c [mm]	196
	a_e [mm]	136

Ao Bordo	b_c [mm]	113
	b_e [mm]	83

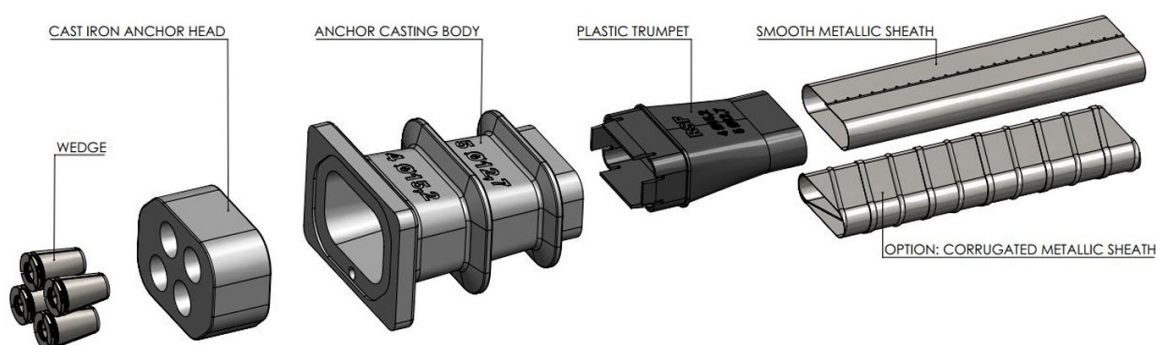


Dimensões (mm)	1 Ø15.2 / Ø15.7
A	75
B	145
P	101
Q	100
R	210
S	84

SISTEMA RSF MT4 – ANCORAGENS PARA CABOS DE BAINHA PLANA

O sistema “MT4” da RSF RUDLOFF STRONGFORCE foi concebido para cumprir integralmente com a diretiva ETAG 013, e conta com a Aprovação Técnica Europeia ETA 22/0120. Este sistema é constituído por: uma cabeça de ancoragem, cunhas, trompa metálica e plástica. Simulações feitas com programas de elementos finitos aliadas a testes laboratoriais permitiram a conceção de uma ancoragem compacta e conforme com a ETAG 013.

As trompas metálicas das ancoragens da série “MT”, possuem uma face plana para encaixe da cabeça de ancoragem, orifícios de conexão à campânula de injeção e à cofragem, e um orifício de injeção corrugado para permitir a fixação do tubo de injeção. São constituídas por aço EN-GJS 500-7 EN-JS-1050, oferecendo desta forma uma elevada resistência às solicitações. São soldáveis, o que garante o máximo nível de segurança durante a aplicação. Os cordões são cravados na cabeça de ancoragem em aço C40-45 UNI EN10083/1, munida de orifícios cónicos com o formato das cunhas de retenção, fabricadas em aço de níquel 16NiCr4Pb UNI EN 10277-4.



A ligação entre a ancoragem e as bainhas é efetuada por meio de um cone plástico H.D.P.E. que garante o correto desvio dos cordões e a minimização do valor das perdas. Todas as trompas metálicas possuem orifícios roscados de modo a permitir a fixação à cofragem por via de varão roscado ou parafusos.

Na generalidade, as ancoragens são compostas por:

1. Cunhas tripartidas
2. Bloco de ancoragem
3. Cabeça de ancoragem
4. Trompa plástica de transição
5. Elementos acessórios.

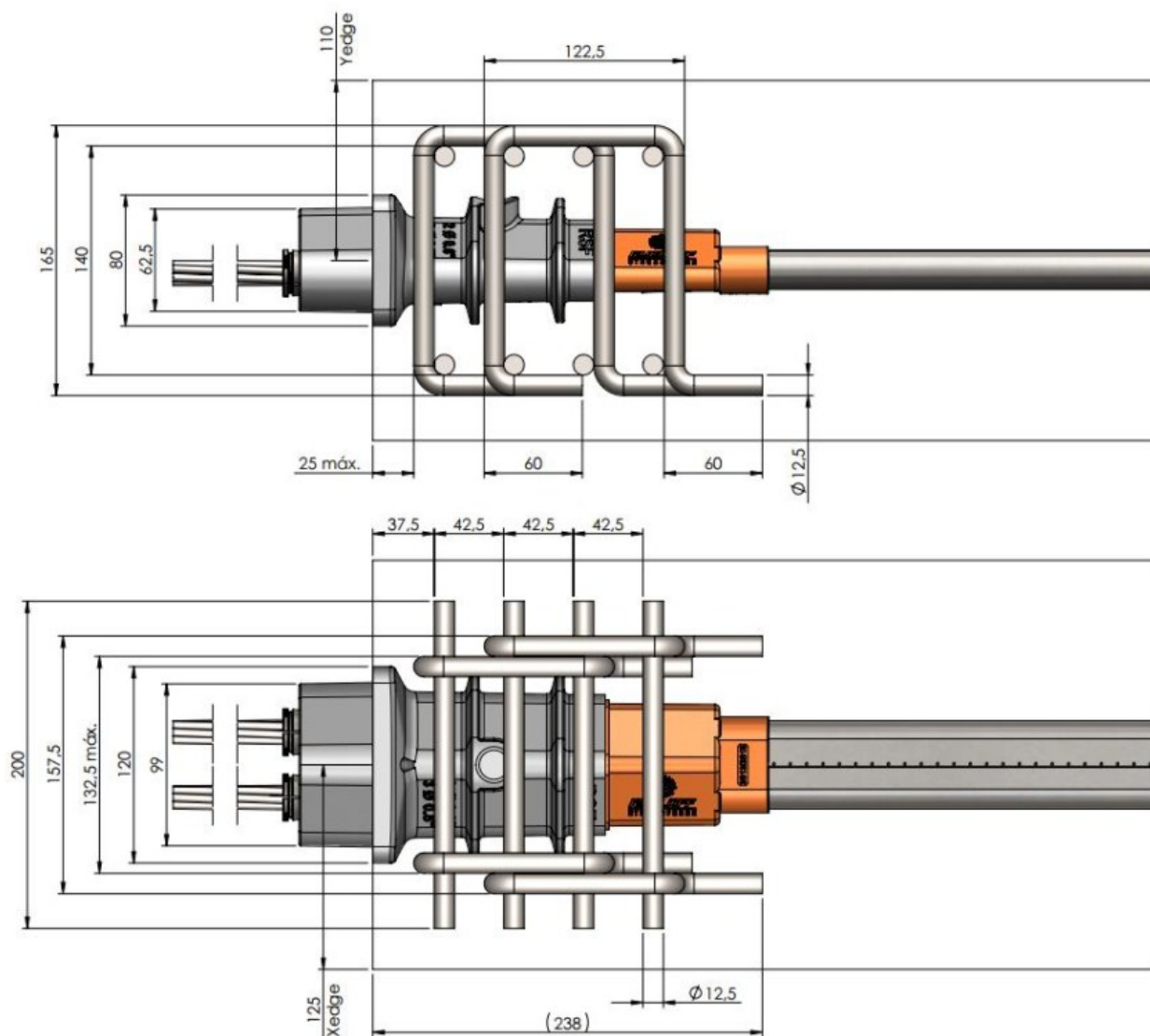
Resistência à Tração Característica e Força de Pré-Esforço do Sistema de Pós-Tensão RSF							
Designação	Número de Cordões	Área da Secção Transversal Nominal	Massa Nominal	Valor Característico da Força Máxima	Força a 0,1 % da Tensão Limite Convencional	Força Máxima de Pré-Esforço	Força Máxima de Sobretensão
	n	Ap	M	Fpk	Fp 0.1	0.9·Fp 0.1	0.95·Fp 0.1
		mm ²	kg/m	kN	kN	kN	kN
2 Ø15.2	2	280	2.252	532	478	430.20	454.10
2 Ø15.7	2	300	2.344	558	492	442.80	467.40
4 Ø15.2	4	560	4.504	1,064	956	860.40	908.20
4 Ø15.7	4	600	4.688	1,116	984	885.60	934.80



CONFIGURAÇÃO DAS ANCORAGENS - SISTEMA MT

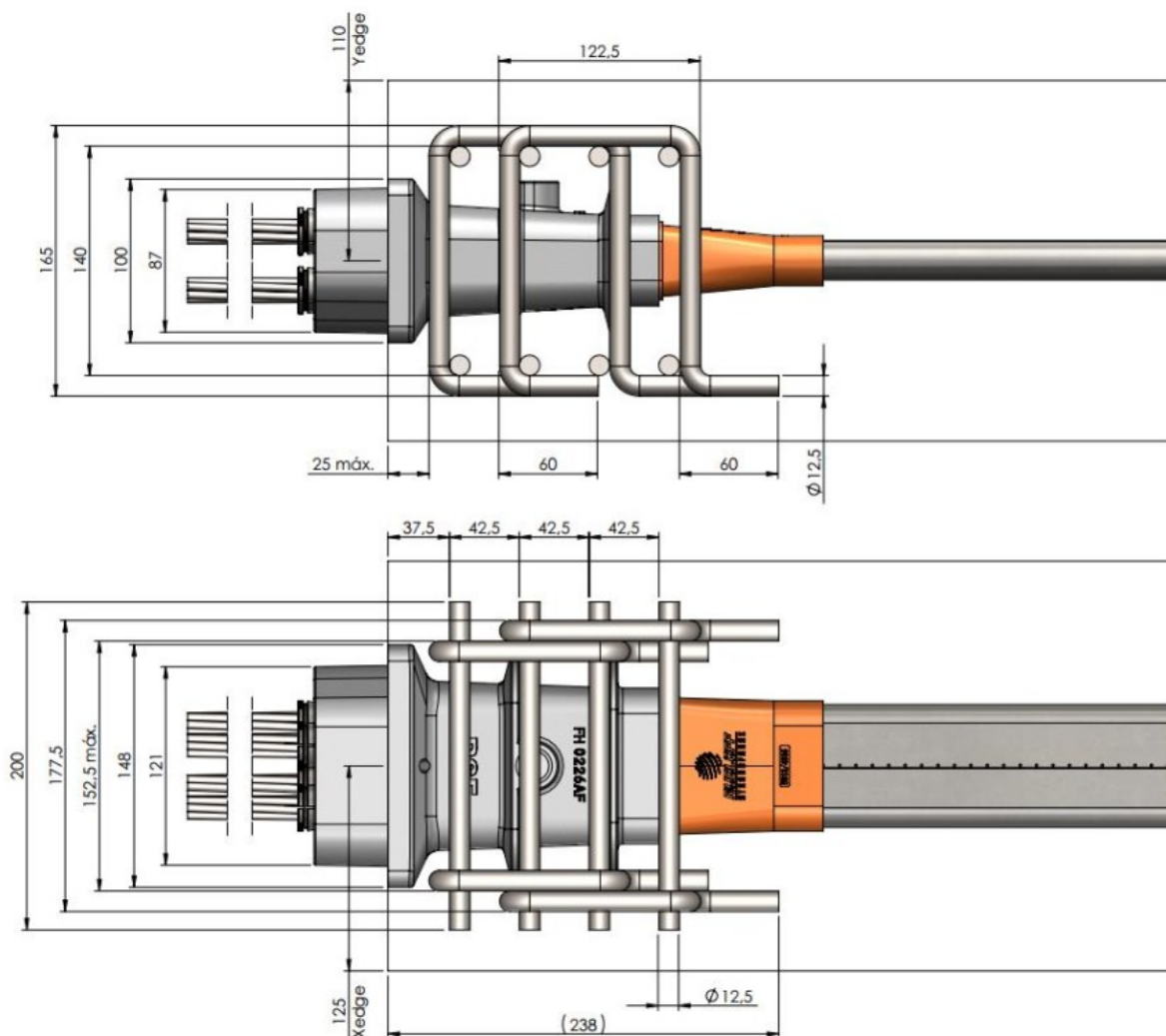
As ancoragens RSF "MT" têm as seguintes dimensões:

Para as ancoragens de 2 Cabos:



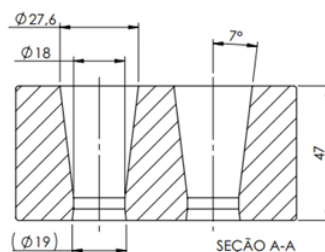
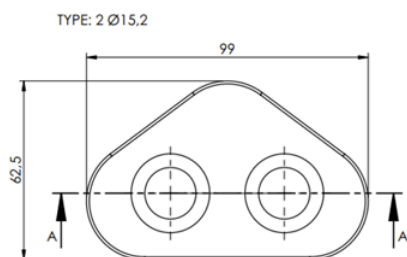


Para as ancoragens de 4 Cabos:

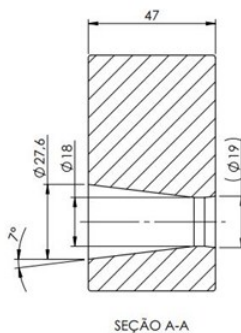
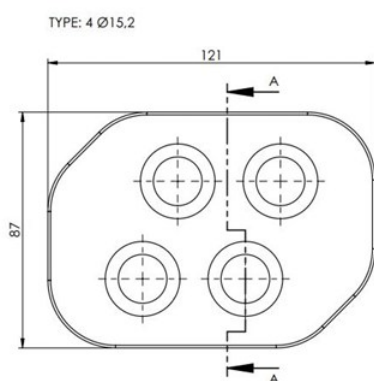
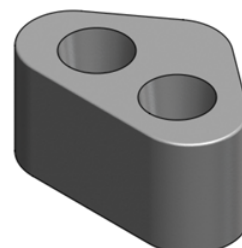




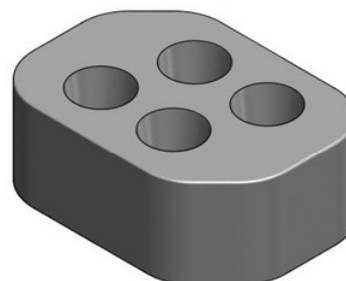
TROMPLACAS



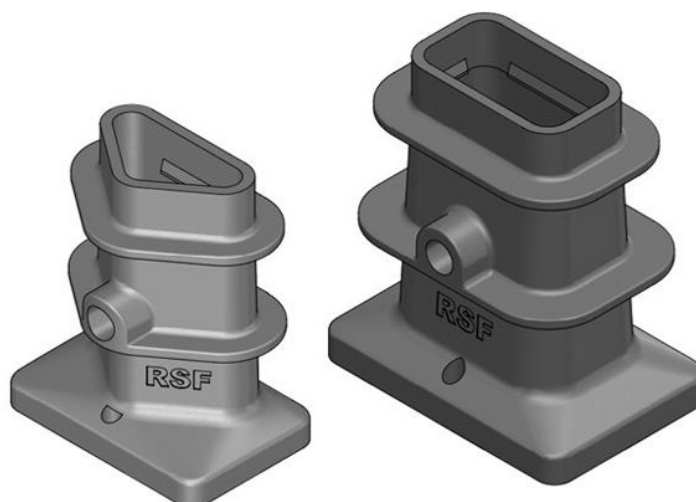
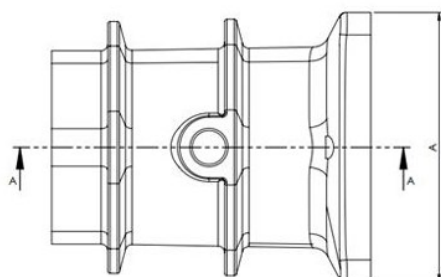
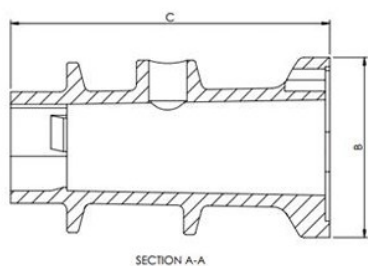
WEIGHT: 1,31 kg



WEIGHT: 2,71 kg



BLOCO DE ANCORAGEM





Dimensões e Peso	2Ø 15.2	4Ø 15.2/15.7
	3Ø 12.7	5Ø 12.7
A (mm)	120	148
B (mm)	80	100
C (mm)	142	165
Massa (kg)	2.23	3.56

Dimensões da Tromplaca

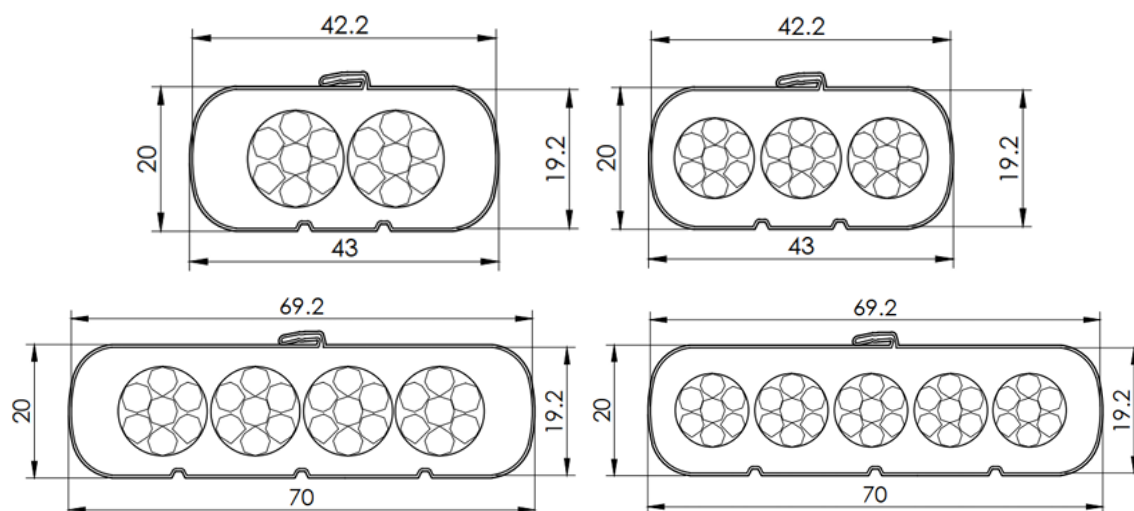
BAINHAS

As bainhas metálicas estão disponíveis em seção achatada.

São constituídas por folha de aço prensada EN 10139 - 1999, e podem ser galvanizadas. Os troços de bainha metálica têm extensões de aproximadamente 6.0m.



As bainhas metálicas proporcionam uma boa proteção secundária contra a corrosão e uma boa solidarização entre os cabos e o betão. A proteção primária contra a corrosão é assegurada pela alcalinidade da calda de injeção e pelo próprio betão, a secundária pela bainha e pela barreira protetora que representa para o cabo. A dimensão das bainhas achatadas são as indicadas nas seguintes ilustrações:





BAINHA POLIETILENO ACHATADA “SPE”



As bainhas de polietileno SPE-78x25x2 mm são fabricadas em H.D.P.E. de acordo com as especificações FIB, em troços de extensão variável entre 5,8 m a 11,8 m. São de cor azul e trazem uma união Termo retrátil em cada junta. As bainhas SPE encontram-se disponíveis nas seguintes formas:

- SPE corrugadas com uma espessura de 2,00 mm.

A conexão entre bainhas de polietileno consiste em uniões Termo retráteis e devem ser aplicadas por pessoal especializado de acordo com as instruções de montagem.

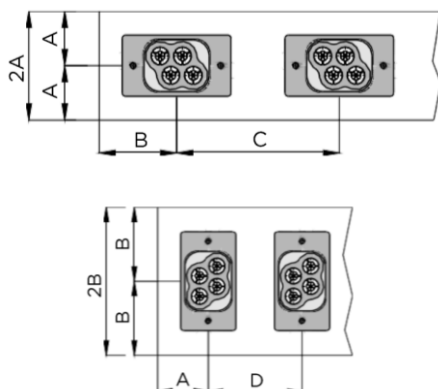


DISTÂNCIAS AO BORDO E ENTRE ANCORAGENS - SISTEMA MT

Segundo a ETA 22/0120, apresentam-se em seguida as distâncias mínimas ao bordo e entre ancoragens a respeitar para cada tipo de cabo do sistema MT. Estes valores dependem da resistência mínima do betão no momento da aplicação do pré-esforço ($f_{cm,0}$) e do número de cordões, devendo ser garantidos para assegurar a correta transmissão da força ao betão e evitar a fendilhação na zona de ancoragem.

Cabo		2 Ø15.2/Ø15.7	4 Ø15.2/Ø15.7
Número de Cordões	n	2	4
Resistência Mínima do Betão no Momento da Aplicação da Tensão			
Resistência mínima do betão em MPa	fcm,0	C20/25	
Espaçamento Entre Centros e Distância ao Bordo			
Espaçamento entre centros	Xcentre	250	278
	/	/	/
Distância ao bordo em vigas de betão	Ycentre	250	278
	Xedge, beam	125	125
	/	/	/
	Yedge, beam	115	115
Distâncias ao bordo em lajes de betão	Xedge, slab	125	125
	/	/	/
	Yedge, slab	110	110

Em resumo:



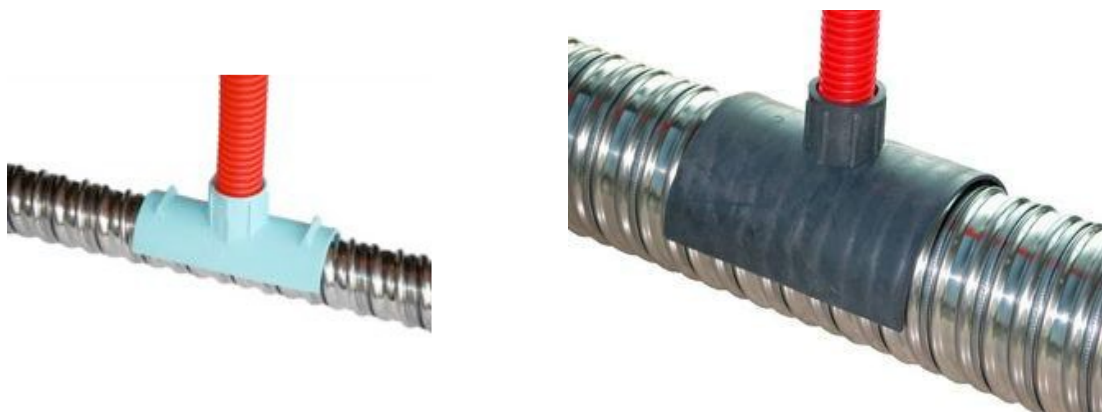
Entre Ancoragens	C [mm]	278
	D [mm]	278

Ao Bordo	A [mm]	115
	B [mm]	125



ACESSÓRIOS

BASE DE PURGA PARA O SISTEMA RSF-MT



O posicionamento de purgas em bainhas corrugadas garante a correta remoção de ar interior durante a operação de injeção. Devem ser instaladas em todos os pontos do cabo onde potencialmente podem formar-se bolsas de ar. A purga é fabricada em material flexível, para permitir a sua utilização com bainhas de todos os diâmetros.



MESA DE DESCRAVAÇÃO

As mesas de descração permitem retirar a tensão dos cabos tendo em vista a sua substituição ou substituição das cunhas em todas as ancoragens da gama RSF sendo compatíveis com o equipamento de tensionamento de monocórdão.



A



B



C

EQUIPAMENTO

MACACO DE TENSIONAMENTO PTM PARA SISTEMA MO E MT4

O tensionamento dos monocordões é executado com o macaco PAUL TENSA SM 240 kN, um macaco de monocordão de acionamento hidráulico, equipado com garra de amarração interna acionada por mola. Aplica uma força de tensionamento até 240 kN (245 kN sem atrito, a 520 bar) e destina-se ao tensionamento de ancoragens de monocordão, bem como ao tensionamento individual dos cordões de cabos multicordão. Encontra-se disponível com cursos de êmbolo de 100, 200, 300 e 500 mm — cursos menores permitem uma menor dimensão do macaco — sendo normalmente utilizado com centrais hidráulicas NG50, com comando manual ou elétrico.

Modelo	Curso do êmbolo (mm)	Comprimento total (mm)	Secção do êmbolo (cm ²)	Força de tensionamento (kN)	Peso (kg)
TENSA SM 240 – 200 mm	200	688	47,13	240	25



BOMBAS HIDRÁULICAS

Paul NG50 (PT)

A NG50 é uma central hidráulica (grupo de bombagem) da PAUL, o fabricante alemão de referência em equipamento para pré-esforço e pós-tensão. Destina-se a fornecer a potência hidráulica que aciona macacos de tensionamento, cilindros e equipamento afim utilizados na produção de elementos de betão pré-esforçado. É uma unidade compacta e de operação simples, podendo trabalhar com comando manual ou elétrico, a uma pressão de serviço de 420 bar.

No essencial: o acionamento é tipicamente por motor elétrico trifásico, existindo também versões de corrente alternada, pneumáticas ou a gasolina; o comando faz-se por válvula hidráulica manual, com possibilidade de comandos elétricos adicionais para as funções de montagem. A bomba é de pistões radiais montada na flange do motor, com filtro de retorno para purificação do óleo, e a estação completa integra a unidade base, o grupo de potência, manómetro, uniões hidráulicas e cabo de interligação.



Abaixo segue o resumo das características desta bomba hidráulica:

- Potência: 5.5 kW
- Peso: 110 kg
- Controlo: botoneira
- Funções: tensionamento-cravação-retorno
- Max. pressão de tensionamento: 620 bar.
- Max. pressão de cravação: 150 bar.
- Max. pressão de retorno: 150 bar.
- Dimensões: 1350x740x1060 mm
- Mangueiras Hidráulicas: três

BOMBA DE INJEÇÃO PARA SISTEMA MT4

Para a injeção a FERCA dispõe da **Häny IC 310**. Este equipamento é uma central compacta de injeção (grouting) do fabricante suíço Häny AG, que integra num único conjunto misturador, agitador e bomba — preparando e bombeando caldas de cimento (ou suspensões de bentonite) para injeção de ancoragens, pregagens, cabos de pré-esforço e aplicações afins, atingindo até 100 bar de pressão e cerca de 2 m³/h de caudal.



Características	UN.	Modelo Häny IC310E
Peso	kg	625
Dimensões	mm	1600x780x1600
Misturadora	l	100
Tempo mistura	seg	40"
Agitador	l	150
Máx. Pressão de injeção	Bar	100
Max. grouting capacity	m³/h	2.0
Potência Misturadora	kW	10.5



PAVIMENTOS INDUSTRIAIS

O sistema de pós-tensão normalmente utilizado para lajes, também pode ser usado para a construção de pavimentos industriais, permitindo que o sector da pavimentação beneficie das vantagens oferecidas por esta tecnologia. Beneficiando através das cargas aplicadas ao pavimento, pelos cabos de aço de alta resistência que se traduzem em esforços de compressão transmitidos ao longo da estrutura, prevenindo a deformação e fissuração do pavimento. É assim possível substituir parcialmente a armadura de reforço do betão tradicional por monocordões auto-embainhados ou cabos com bainha de diâmetro adequado a um único cordão nu.



Pós-tensão aderente

Este sistema aplica-se quando existe necessidade de executar sucessivas modificações à configuração do pavimento, sendo inclusivamente possível sectionar quer o pavimento quer os próprios cabos posteriormente, sem perda de pós-tensão.

Pós-tensão não aderente

Sendo o método mais simples de instalar no pavimento, o cabo auto-embainhado em polietileno garante uma adequada proteção contra a corrosão.



Os cordões são inseridos na laje e fixos à cofragem de acordo com as indicações do projeto, geralmente os cordões são posicionados paralelamente entre si de forma a garantir uma distribuição uniforme da compressão, devendo, contudo, ser o projeto de aplicação a definir:

- Trajetória dos cabos em planta e altimetria,
- Tipologia dos cabos
- Valor da força de puxe, perdas e pré-esforço final,





Durante a fase de tensionamento e mesmo durante o ciclo de vida do pavimento podem-se registar deslocamentos horizontais pelo que se torna essencial conservar a separação da estrutura do pavimento de outros elementos estruturais de forma a não criar restrições e condicionalismos ao pleno funcionamento do pavimento, pelo que devem ser usados materiais compressíveis nas juntas criadas.



Num correto dimensionamento as únicas armaduras passivas a considerar são aquelas que devem ser colocadas para garantir a correta elevação dos cabos, no bordo da laje e nos reforços das zonas perimetrais onde se encontram presentes as ancoragens dos cabos e onde deve ser evitado o possível aparecimento de fissuração resultante da concentração de forças.





VANTAGENS DE UM PAVIMENTO PÓS-ESFORÇADO

As vantagens de aplicação de sistemas de pré-esforço em pavimentos industriais estão intrinsecamente associadas ao estado de compressão resultante do tensionamento dos cabos e da rapidez do processo, podendo-se sintetizar as seguintes:

- Eliminação de juntas
- Eliminação de fissuras
- Maior conforto de utilização
- Diminuição dos custos de manutenção
- Melhor efeito estético
- Redução da espessura do pavimento
- Rapidez de execução



