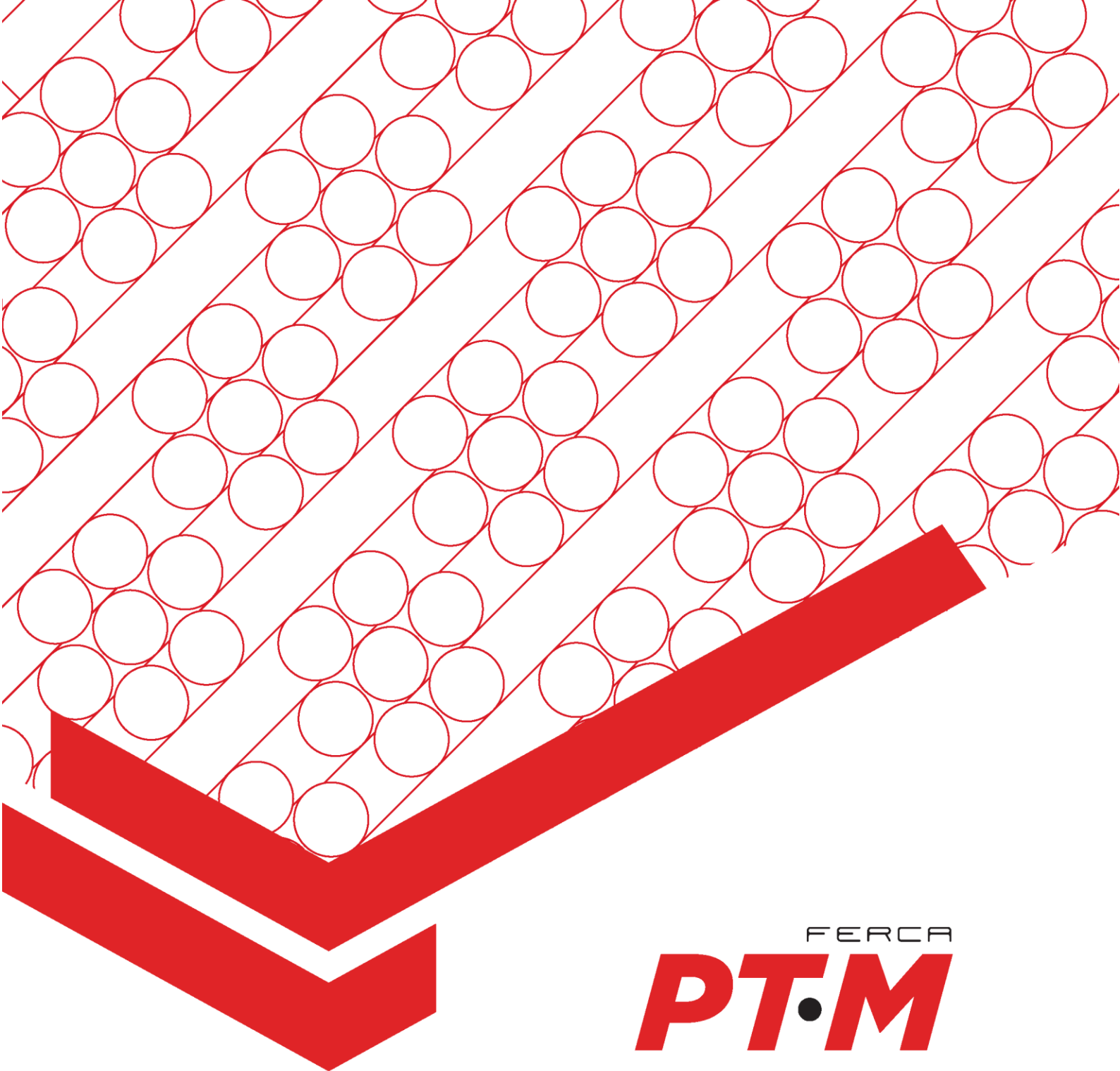




FERCA
PT·M

MANUEL TECHNIQUE *PTM*

*RSF - Système de précontrainte
par post-tension pour dalles*







Manuel technique – Système PTM – Système de précontrainte par post-tension pour dalles RSF

Sommaire

INTRODUCTION AU SYSTÈME PTM - RSF.....	4
QUI EST RSF ?.....	5
SYSTÈMES RSF	5
QUALITÉ RSF	7
POURQUOI UTILISER LA PRÉCONTRAINTÉ.....	8
PRINCIPES.....	9
SYSTÈMES.....	9
AVANTAGES.....	10
ACIER	12
SYSTÈME RSF-MO – ANCRAGES POUR MONOTORON.....	13
CONFIGURATION DE L'ANCRAGE – SYSTÈME MO.....	14
DISTANCES AU BORD ET ENTRE ANCRAGES – SYSTÈME MO.....	15
SYSTÈME RSF MT4 – ANCRAGES POUR CÂBLES À GAINÉ PLATE.....	16
CONFIGURATION DES ANCRAGES – SYSTÈME MT.....	17
TROMPETTES.....	19
BLOC D'ANCRAGE.....	19
GAINES.....	20
GAINE POLYÉTHYLÈNE PLATE « SPE ».....	21
DISTANCES AU BORD ET ENTRE ANCRAGES – SYSTÈME MT.....	22
ACCESSOIRES.....	23
BASE DE PURGE POUR LE SYSTÈME RSF-MT.....	23
TABLE DE DÉCOINÇAGE.....	24



ÉQUIPEMENT	25
VÉRIN DE MISE EN TENSION PTM POUR SYSTÈMES MO ET MT4.....	25
POMPES HYDRAULIQUES.....	25
POMPE D'INJECTION POUR SYSTÈME MT4.....	26
DALLAGES INDUSTRIELS.....	27
AVANTAGES D'UN DALLAGE PRÉCONTRAIT.....	30

INTRODUCTION AU SYSTÈME PTM - RSF

Le système *RSF Rudloff StrongForce International* a été développé dans le cadre de la création d'un concept intégré de solutions dans le domaine de la précontrainte, appliqué aux ouvrages d'art, à la géotechnique et aux bâtiments, afin d'affirmer le système comme un acteur d'un marché international à très forte exigence technique et concurrentielle. Fondé sur une recherche intensive et une longue expérience dans la production d'ancrages et d'équipements spécifiques pour la construction, et appartenant à un groupe du secteur de l'acier, *RSF Rudloff StrongForce International* intervient aujourd'hui dans des domaines tels que :

- Précontrainte dans les ouvrages d'art ;
- Précontrainte dans les bâtiments ;
- Systèmes de consolidation géotechnique ;
- Équipements hydrauliques de tirage, de poussée, d'injection ou pour lignes de production ;
- Appareils d'appui et joints de dilatation pour ponts ;
- Dallages industriels.

Disposant d'un service technique expérimenté dédié à la définition et à la production des différents composants et accessoires du système, de moyens propres de fabrication et d'essai et d'une vaste gamme d'équipements, d'ancrages et d'accessoires, le système *RSF SLAB PT* se présente comme une solution globale pour répondre aux exigences du marché.

Le système *RSF RUDLOFF STRONGFORCE* est certifié par l'European Organization for Technical Assessment (EOTA), voir le certificat ETA 22/0120 (European Technical Assessment), pour la précontrainte par monotoron non adhérent et la précontrainte par ancrages plats de 2/3/4/5 torons adhérents, garantissant sa qualité et son adéquation à une utilisation dans les situations et configurations les plus diverses.

Le RSF Slab Post-tensioning System dispose du Certificat de Constance des Performances n° 1220-CPR-2252, émis au titre du Règlement (UE) 305/2011.

L'élaboration de ce « Manuel de procédures », sous la responsabilité de FERCA, vise à compléter les informations figurant dans les certifications du système. Il a pour objectif de mieux informer les intervenants, en phase de conception comme en phase de chantier, sur la constitution du système, les procédures associées à chaque phase d'application, la définition de la structure de production et l'identification des risques liés à chaque activité, tout en permettant un meilleur contrôle, par la maîtrise d'œuvre, de l'ensemble du processus de production, du projet d'application jusqu'aux rapports finaux de notre activité.



QUI EST RSF ?

RSF (Rudloff StrongForce International) est née d'une coentreprise stratégique entre le brésilien Rudloff Industrial et l'australien StrongForce, la société ainsi constituée opérant sous la dénomination Rudloff StrongForce International LLC, dont le siège se situe à Dubaï, aux Émirats arabes unis. Rudloff Industrial a été fondée à São Paulo, au Brésil, en 1960 ; dès 1954, son fondateur avait produit la première poutre précontrainte du Brésil. Au fil de plus de six décennies, l'entreprise s'est spécialisée dans la post-tension et la fabrication de systèmes et de composants structuraux. StrongForce, quant à elle, a été fondée en 1989 dans le Queensland, en Australie, et se consacre depuis plus de trente ans à la conception et à la construction de solutions de post-tension et au renforcement structurel. De cette union naît RSF, une entreprise spécialisée dans l'étude, la conception et la production de systèmes d'ancrage et d'équipements pour leur mise en œuvre sur chantier, qui accroît sa base de connaissances grâce à un investissement continu dans ce secteur. Au service de ses clients depuis 1965, RSF est présente dans plus de 60 pays et sur les six continents, avec plus de 600 ouvrages de génie civil, plus de 850 tours éoliennes et plus de 26 millions de mètres carrés de bâtiments réalisés, et se trouve solidement implantée tant sur ses marchés d'origine qu'à l'international.



SYSTÈMES RSF

Les systèmes de post-tension multitoron de RSF, destinés aux ponts, viaducs et grands ouvrages, ont obtenu l'Évaluation Technique Européenne ETA 22/0119, au titre de laquelle ils portent le marquage CE conformément au guide ETAG 013 et à l'EAD correspondant. Le système RSF Multistrand est un système de post-tension interne adhérente, non adhérente ou externe, de 4 à 37 torons, disponible en toron de 0,5" et de 0,6", et comprenant des ancrages actifs (AN), des ancrages passifs (PS) et des coupleurs (CO). Il est destiné aux caissons et poutres de ponts (préfabriqués ou coulés en place), aux piles et tables de transition, aux poutres de bâtiments, ainsi qu'aux ouvrages de rétention tels que réservoirs, cuves et silos.

Les systèmes de post-tension pour dalles et dallages de RSF — le système RSF Slab — sont destinés à l'emploi du monotoron en systèmes adhérents ou non adhérents et disposent de l'Évaluation Technique Européenne ETA 22/0120, couvrant des



configurations de 1 à 5 torons. RSF propose du monotoron non adhérent de 0,5" et 0,6" et, en particulier, des ancrages de monotoron encapsulés, qui introduisent sur le marché une protection totale contre la corrosion.

En somme, l'entreprise a toujours eu pour objectif d'offrir à ses clients des produits plus efficaces, plus durables et plus respectueux de l'environnement, reposant sur des systèmes bénéficiant d'une certification européenne (EOTA) et conformes aux principaux codes et normes internationales applicables aux projets de bâtiment, d'infrastructure civile et de géotechnique.



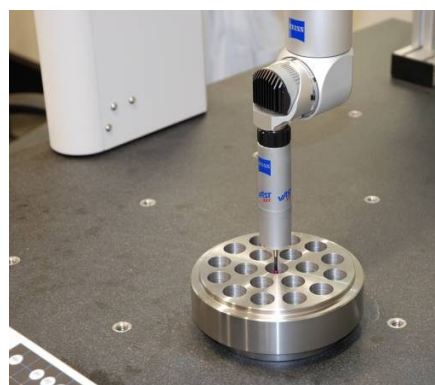
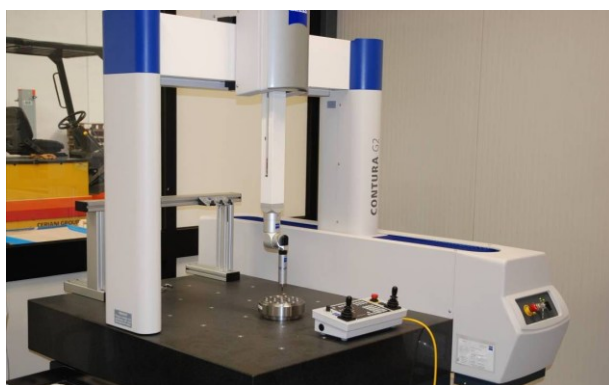
Dans le domaine des systèmes destinés aux applications géotechniques, RSF propose des systèmes d'ancrage par toron et par barre, pour des applications temporaires et permanentes, destinés à la stabilisation des infrastructures et à l'amélioration des sols. Les systèmes d'ancrage au terrain de RSF respectent la norme européenne EN 1537 (« Exécution des travaux géotechniques spéciaux – Tirants d'ancrage »). L'entreprise distingue les ancrages en sol des ancrages en rocher, couvrant des applications allant de la retenue des fouilles (rideaux de palplanches, palplanches avec parois moulées, murs de soutènement en béton) à la reprise des forces de soulèvement, en passant par la stabilisation de fondations excentrées, de talus naturels ou excavés, de barrages et de fondations de ponts, ainsi que par l'ancrage de tours éoliennes. Dans les ancrages en rocher, la longueur libre peut rester non adhérente, ce qui permet de vérifier et de retendre l'ancrage à tout moment, sous réserve d'assurer une protection adéquate contre la corrosion de la tête d'ancrage et de la longueur libre.



QUALITÉ RSF

Un produit s'entendant comme la somme des procédés, des ressources et du savoir-faire qui lui donnent naissance, leur niveau de qualité est intrinsèquement lié à l'excellence de l'organisation dans ses différents aspects et à l'orientation des investissements nécessaires dans la poursuite résolue de tels objectifs.

Atteindre un niveau de qualité élevé de ses produits et services étant aujourd'hui absolument central dans la stratégie de l'entreprise, RSF opère sous les certifications ISO 9001 (qualité), ISO 14001 (environnement) et ISO 45001 (santé et sécurité au travail), Rudloff ayant mis en place un Système de gestion intégré certifié selon l'ISO 9001. L'entreprise applique des procédures rigoureuses de contrôle de la qualité (QA/QC) et maintient un engagement permanent envers des pratiques de fabrication de haut niveau.



En outre, chaque fois que nécessaire, RSF fournit des services OEM, en fabriquant des produits conformes aux spécifications exactes des clients, et met à disposition une équipe technique qualifiée d'ingénieurs et de spécialistes qui assure un accompagnement tout au long de la chaîne d'approvisionnement, y compris la maintenance des équipements et l'assistance technique après-vente, afin de garantir le niveau de qualité exigé pour chaque pièce produite.

POURQUOI UTILISER LA PRÉCONTRAÎTE

Au cours de la dernière décennie, l'architecture a pris une place centrale dans le processus d'investissement immobilier ; responsable de nombreux facteurs distinctifs des projets, elle représente à ce titre une valeur ajoutée essentielle à leur réussite. Cette évolution puise ses racines dans la société elle-même, qui valorise aujourd'hui non seulement le confort et les fonctionnalités des espaces, mais aussi l'image et le rayonnement social qu'ils procurent. Ce changement de paradigme s'est accompagné d'une profonde évolution des concepts de dimensionnement des structures : on valorise désormais davantage la capacité de la solution structurelle à rendre possible la créativité de l'architecte que les seuls critères technico-économiques. La précontrainte, en permettant la réalisation de structures élancées et audacieuses, répond aux exigences actuelles ; son application dans les bâtiments devient donc de plus en plus courante et devrait continuer à se développer.

L'emploi de systèmes de précontrainte contribue également à une amélioration significative des différents paramètres de qualité d'une structure, tant au niveau des procédés que de la durabilité et de la performance de celle-ci.

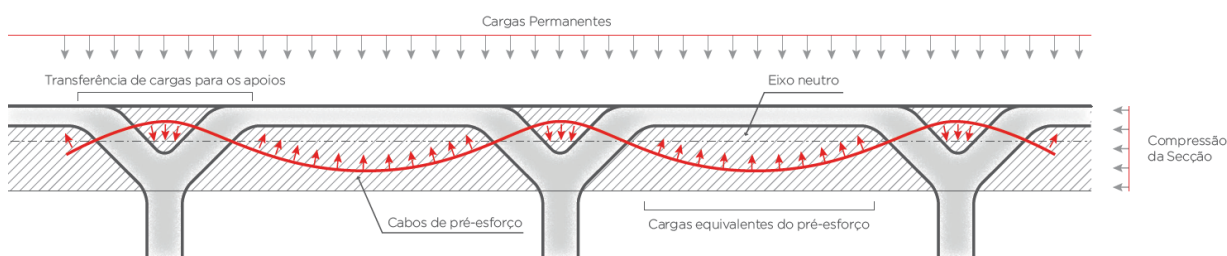




PRINCIPES

Nés de la nécessité d'assurer de grandes portées dans les ouvrages d'art, les systèmes de précontrainte, appliqués par la suite aux bâtiments, représentent une innovation dans la conception des structures en introduisant un élément actif au sein des éléments structuraux.

Composés de torons d'acier à haute résistance, les câbles de précontrainte sont installés à l'intérieur de la dalle et fixés à leurs extrémités dans des ancrages, puis mis en tension à l'aide d'un équipement hydraulique conçu à cet effet. Grâce à leur courbure en élévation et en plan, l'application d'efforts sur les câbles permet de transmettre à la section de la dalle des actions opposées aux effets des charges gravitaires. Les charges équivalentes ainsi créées assurent l'équilibre partiel des sollicitations de calcul et engendrent une compression généralisée de la section de la dalle, qui permet de réduire les armatures passives, de supprimer les joints et d'accroître la contribution de la section de béton à la résistance globale de la dalle.



SYSTÈMES

Les systèmes de précontrainte se distinguent essentiellement selon leur adhérence au béton — d'où les appellations système **adhérent** et **non adhérent** — et, parmi ceux-ci, on peut encore distinguer l'emploi du monotoron ou du multitoron.

Dans le cas des systèmes non adhérents, l'acier est fourni à l'intérieur d'une gaine plastique et il n'y a pas d'injection ultérieure, tandis que dans les systèmes adhérents, l'acier est fourni en toron et introduit dans une gaine ensuite injectée au coulis de ciment, ce qui lui confère une adhérence totale à la section de béton environnante.

Du point de vue de l'utilisation également, on peut identifier les systèmes de monotoron non adhérents comme les plus fréquemment appliqués aux éléments élancés, tels que les dalles dans la construction de bâtiments, et le multitoron adhérent aux ouvrages d'art et, plus généralement, aux éléments structuraux de plus grandes dimensions.

Le monotoron auto-gainé est un **système non adhérent** couramment utilisé dans les bâtiments, où les câbles de précontrainte sont constitués d'un unique toron revêtu d'une gaine en polyéthylène remplie d'un produit lubrifiant. Ce système permet de plus grandes excentricités, de moindres pertes par frottement et une plus grande liberté des tracés.

Le multitoron en gaine plate ou circulaire est un **système adhérent** où les câbles de précontrainte sont constitués de plusieurs torons non revêtus, introduits dans une gaine métallique ensuite injectée au coulis de ciment approprié. Ce système permet de mobiliser, à l'État Limite Ultime, la résistance maximale de l'acier de précontrainte.

Pour le système **PTM-RSF SLAB PT**, on utilise aussi bien le système adhérent à gaine plate **RSF-MT4** que le système non adhérent **RSF-MO**.

AVANTAGES

Les avantages de l'application de systèmes de précontrainte relèvent de considérations d'ordre structurel — portées, élançement et performance — ainsi que d'ordre économique et environnemental.

Comportement

- Augmentation des portées libres ;
- Réduction du nombre de poteaux ;
- Réduction du poids propre de la structure ;
- Diminution de l'épaisseur des dalles ;
- Meilleure maîtrise de la déformabilité ;
- Amélioration de la résistance au poinçonnement ;
- Réduction ou suppression des joints ;
- Amélioration du comportement sismique ;
- Amélioration du comportement au retrait ;

Économie

- Réduction de la consommation de béton et d'acier ;
- Économies sur les éléments verticaux et les fondations ;
- Valorisation commerciale des grands espaces créés ;
- Augmentation du nombre de places de stationnement par m² ;

Durabilité

- Réduction des émissions de CO₂ ;
- Meilleure efficacité dans l'utilisation des ressources naturelles.







ACIER

Les armatures de précontrainte sont constituées de torons à 7 fils et se caractérisent par des valeurs de résistance élevées et de faibles coefficients de relaxation. En général, les aciers de précontrainte sont désignés par normal (T15), super (T15S) et compact (T15C), auxquels correspondent des sections de 140, 150 et 165 mm² respectivement. Pour plus d'informations, consulter la norme européenne EN 10138.

Tous les systèmes d'ancrage produits par *RSF RUDLOFF STRONGFORCE* sont couverts par l'Évaluation Technique Européenne (ETA) pour les trois types d'acier présents sur le marché.



Diamètre	Norme	Type d'acier	Diamètre nominal	Section nominale	Masse g/m	Force de rupture P _{tk}	Limite élastique à 1 % P _{t0,1k}	Relaxation 1000 h	
			mm	mm ²		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	Compact	15.2	165	1290	300	264	2.5	4.5

Module d'élasticité = 195 ± 10 kN/mm²

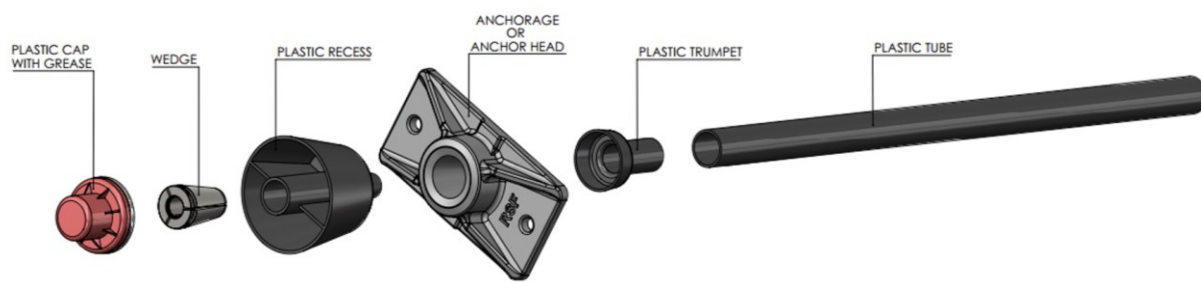
SYSTÈME RSF-MO – ANCRAGES POUR MONOTORON

Les ancrages de câble *RSF RUDLOFF STRONGFORCE* sont produits pour un usage adhérent et non adhérent et sont livrés sur chantier munis de tous les accessoires nécessaires à leur installation, leur production étant conforme au Guide d'agrément ETAG 013.

La série d'ancrages de câble « MO » se compose des éléments suivants : tête d'ancrage en acier C40-45 UNI EN 10083-2, clavettes en acier 16NiCrS4Pb UNI EN 10277-4 et raccord en H.D.P.E. UNI EN ISO 1872-1 reliant la tête d'ancrage au toron.

L'ancrage est prévu pour être utilisé avec les aciers des classes T15, T15S et T15C et est certifié par l'ETA 22/0120 pour les systèmes de monotoron.

Les ancrages actifs pour système non adhérent de type « MO » sont fournis avec un tube de raccordement à l'acier auto-gainé à l'arrière de l'ancrage, afin d'éviter l'adhérence de l'acier après le bétonnage ; ils sont prêts à recevoir l'élément de coffrage permettant de créer la réservation pour la mise en tension.



Les ancrages passifs sont en tout point semblables aux ancrages actifs ; ils font toutefois l'objet d'un pré-coincement de la clavette avant l'installation des câbles, encore en phase de préparation du montage. Le pré-coincement est réalisé au moyen d'un équipement à commande hydraulique, à savoir un vérin hydraulique et une table métallique auxiliaire.

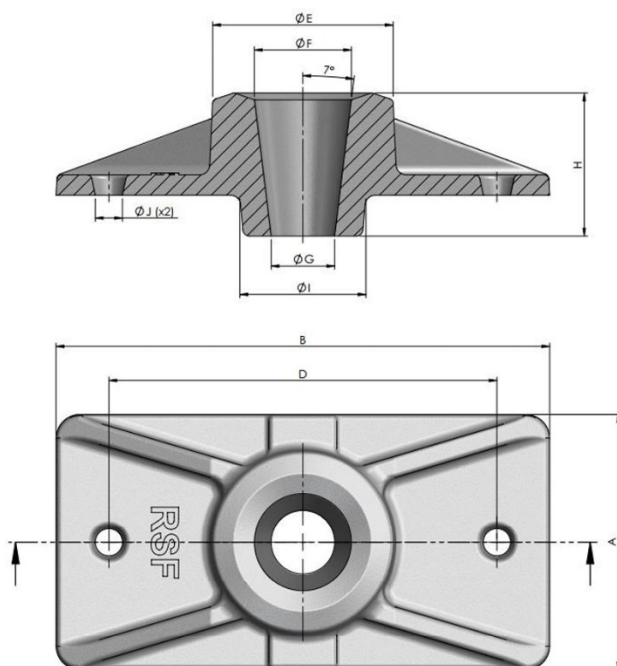
Les ancrages présentent des caractéristiques garantissant la fixation de l'acier en leur sein ainsi que leur fixation au panneau de coffrage, afin d'assurer leur bon positionnement aux différentes phases du processus.

Les ancrages les plus courants pour l'application de monotorons sont ceux désignés MO pour l'extrémité active et passive ; la configuration de cet ancrage permet une mise en œuvre rapide et efficace, avec un niveau de protection accru contre les phénomènes de corrosion.

Lorsqu'il est utilisé en systèmes non adhérents, l'ancrage « MO » est fourni avec un tube de raccordement à l'acier auto-gainé à l'arrière, afin d'éviter l'adhérence de l'acier après le bétonnage, ainsi qu'une capsule remplie de graisse lubrifiante et un ressort de pression permettant l'activation manuelle des clavettes, sans pré-coincement de l'ancrage.



CONFIGURATION DE L'ANCRAGE - SYSTÈME MO



Dimensions (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

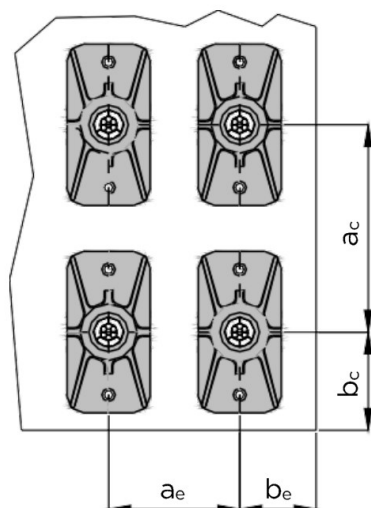
Dimensions de l'ancrage MO

Résistance à la traction caractéristique et force de précontrainte du système de précontrainte par post-tension RSF MO							
Désignation	Nombre de torons n	Section transversale nominale A _p mm ²	Masse nominale M kg/m	Valeur caractéristique de la force maximale F _{pk} kN	Force à 0,1 % de la limite conventionnelle d'élasticité F _{p 0,1} kN	Force maximale de précontrainte 0,9·F _{p 0,1} kN	Force maximale de surtension 0,95·F _{p 0,1} 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



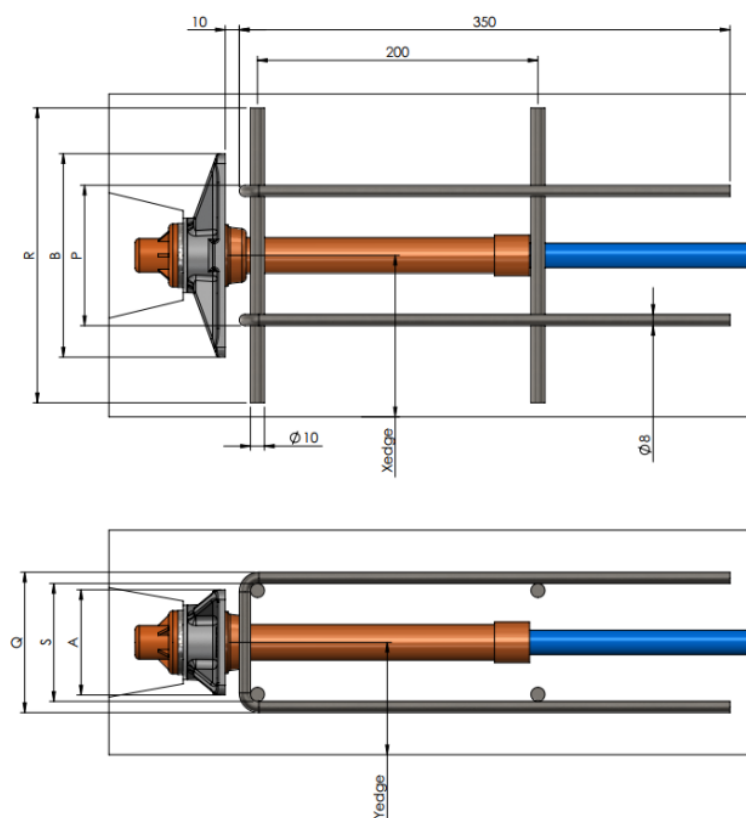
DISTANCES AU BORD ET ENTRE ANCRAGES – SYSTÈME MO

Les dimensions indiquées se rapportent à un béton C20/25 et peuvent être réduites conformément à l'ETA 22/0120.



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

Au bord	b_c [mm]	113
	b_e [mm]	83



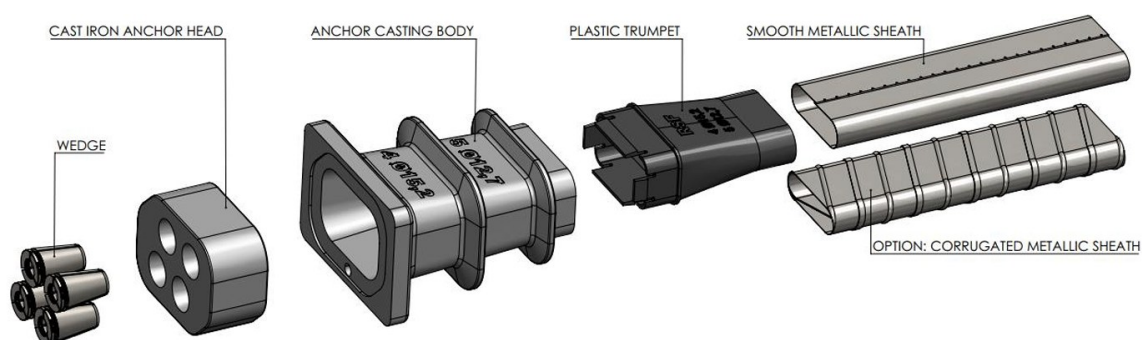
Dimensions (mm)	1 Ø15,2 / Ø15,7
A	75
B	145
P	101
Q	100
R	210
S	84



SYSTÈME RSF MT4 – ANCRAGES POUR CÂBLES À GAINE PLATE

Le système « MT4 » de RSF RUDLOFF STRONGFORCE a été conçu pour satisfaire intégralement à la directive ETAG 013 et bénéficie de l'Évaluation Technique Européenne ETA 22/0120. Ce système se compose d'une tête d'ancrage, de clavettes, d'une trompette métallique et d'une trompette plastique. Des simulations réalisées par éléments finis, associées à des essais en laboratoire, ont permis de concevoir un ancrage compact et conforme à l'ETAG 013.

Les trompettes métalliques des ancrages de la série « MT » possèdent une face plane pour l'emboîtement de la tête d'ancrage, des orifices de raccordement à la cloche d'injection et au coffrage, ainsi qu'un orifice d'injection annelé permettant la fixation du tube d'injection. Elles sont constituées d'acier EN-GJS 500-7 EN-JS-1050, offrant ainsi une résistance élevée aux sollicitations. Elles sont soudables, ce qui garantit un niveau de sécurité maximal lors de l'application. Les torons sont coincés dans la tête d'ancrage en acier C40-45 UNI EN 10083/1, munie d'orifices coniques épousant la forme des clavettes de retenue, fabriquées en acier au nickel 16NiCr4Pb UNI EN 10277-4.



La liaison entre l'ancrage et les gaines est réalisée au moyen d'un cône plastique H.D.P.E. qui assure la déviation correcte des torons et la minimisation des pertes. Toutes les trompettes métalliques possèdent des orifices taraudés permettant la fixation au coffrage par tige filetée ou par vis.

De manière générale, les ancrages se composent de :

1. Clavettes tripartites
2. Bloc d'ancrage
3. Tête d'ancrage
4. Trompette plastique de transition
5. Éléments accessoires.

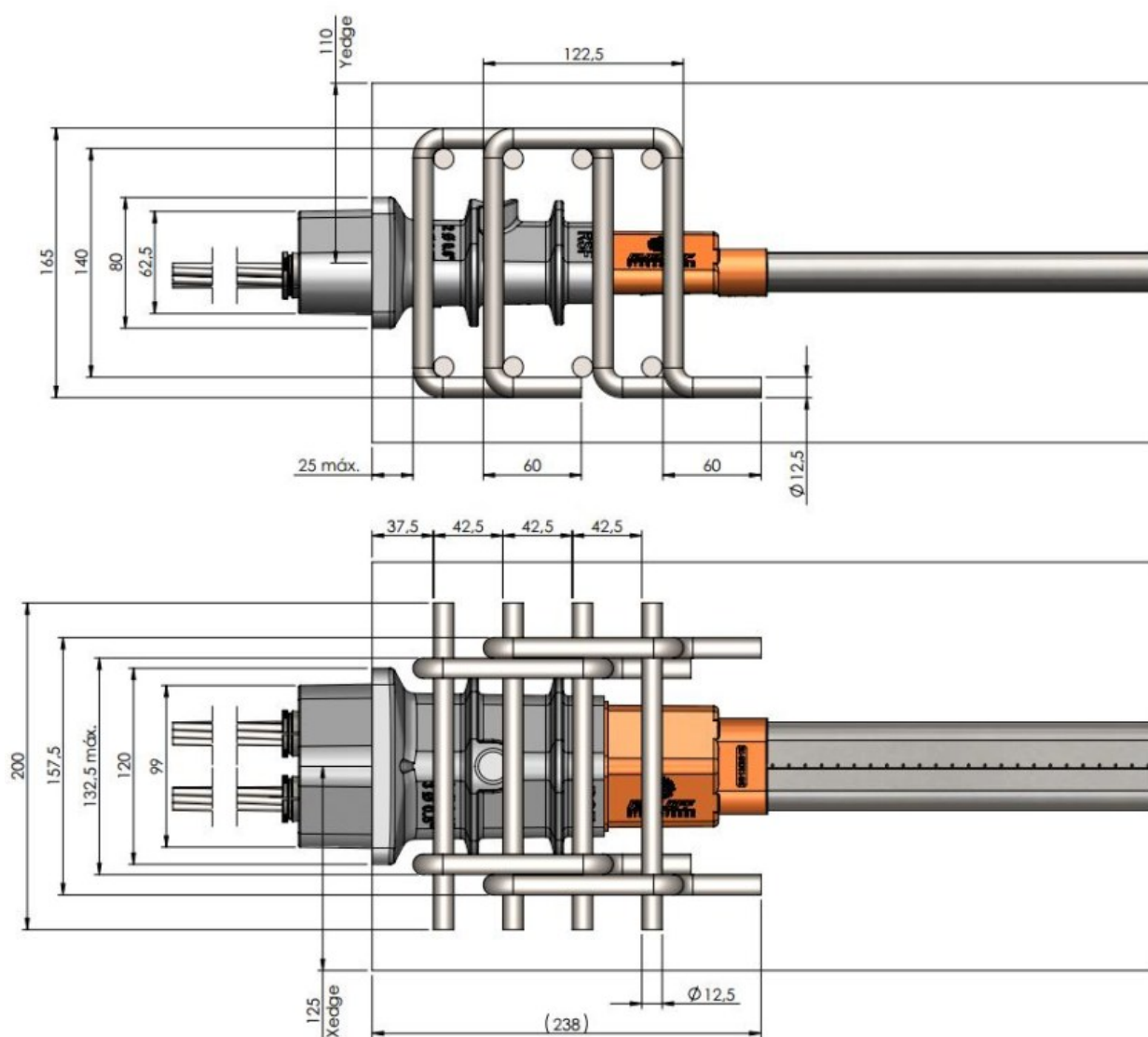
Résistance à la traction caractéristique et force de précontrainte du système de précontrainte par post-tension RSF							
Désignation	Nombre de torons	Section transversale nominale	Masse nominale	Valeur caractéristique de la force maximale	Force à 0,1 % de la limite conventionnelle d'élasticité	Force maximale de précontrainte	Force maximale de surtension
	n	A_p	M	F_{pk}	$F_{p 0,1}$	$0,9 \cdot F_{p 0,1}$	$0,95 \cdot F_{p 0,1}$
		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



CONFIGURATION DES ANCRAGES – SYSTÈME MT

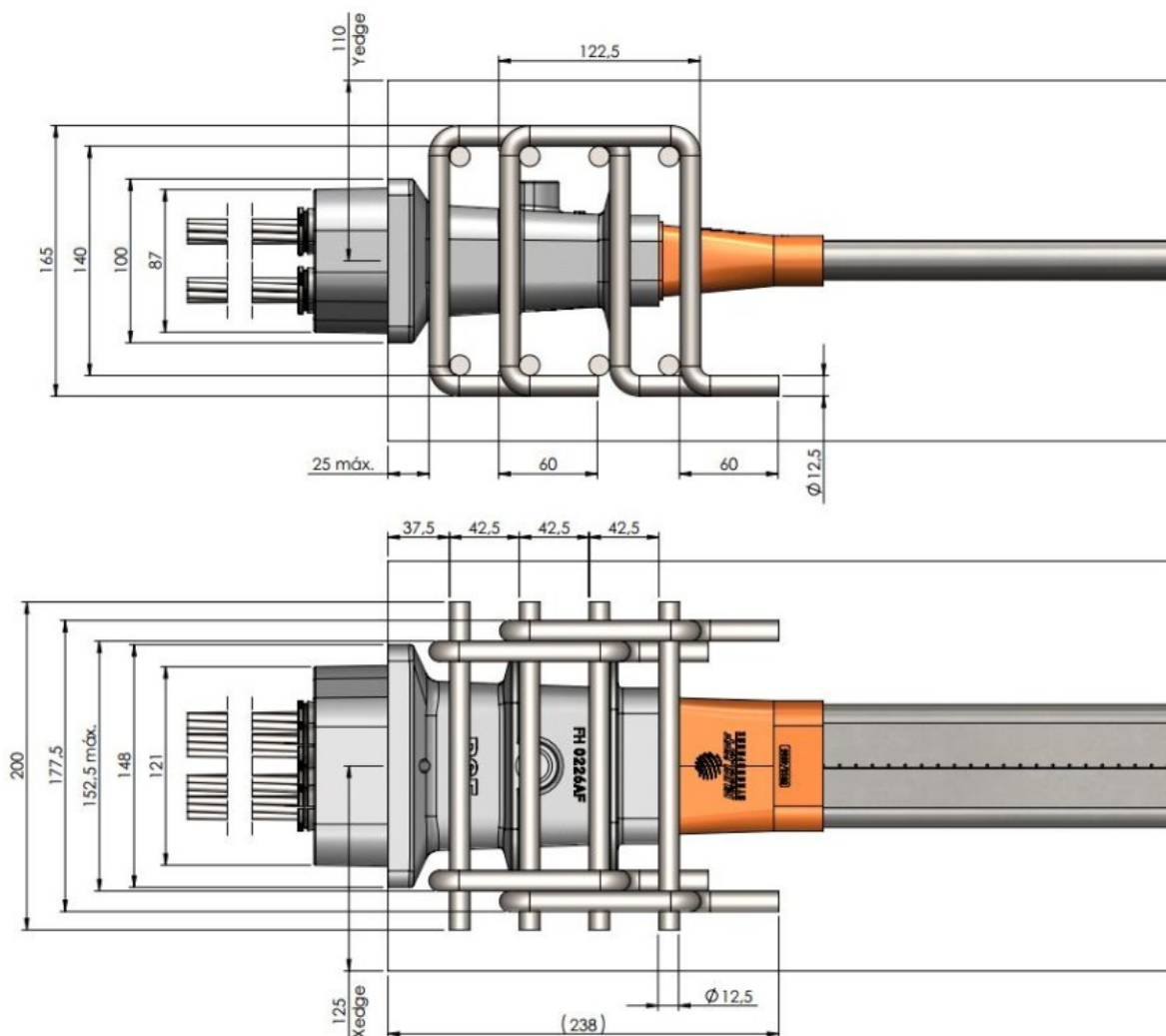
Les ancrages RSF « MT » présentent les dimensions suivantes :

Pour les ancrages à 2 câbles :



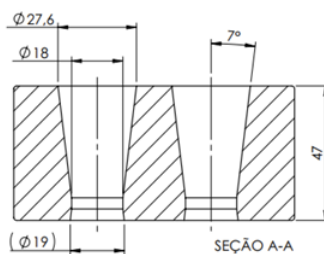
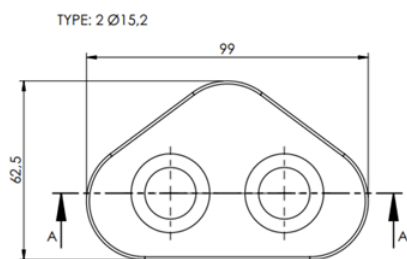


Pour les ancrages à 4 câbles :

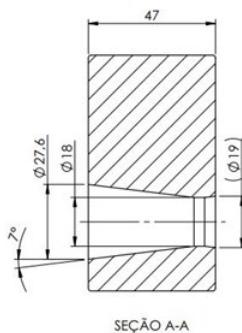
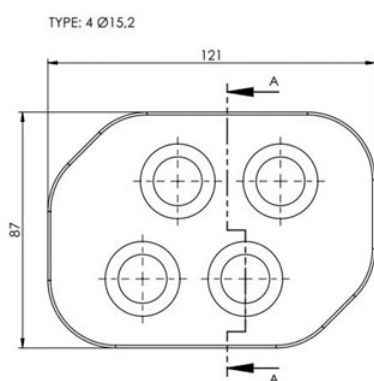
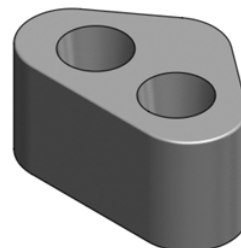




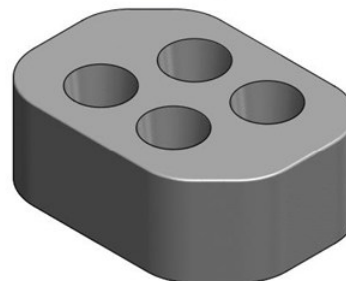
TROMPETTES



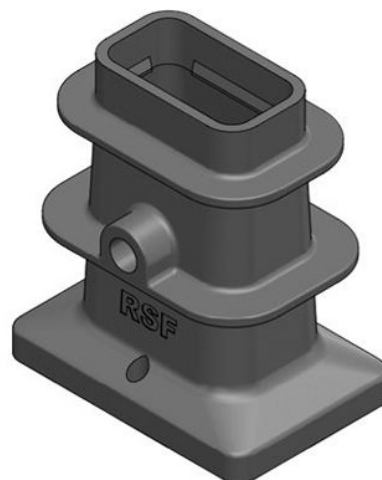
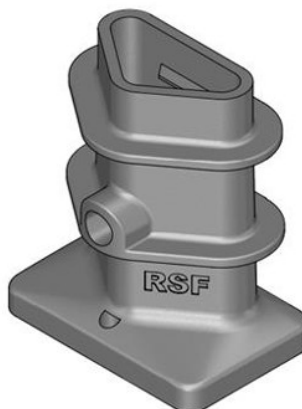
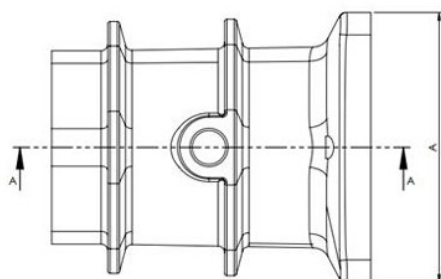
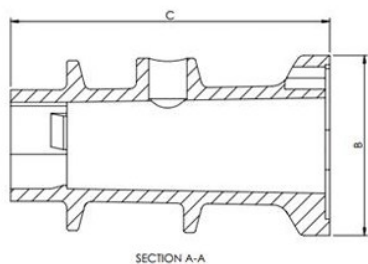
WEIGHT: 1,31 kg



WEIGHT: 2,71 kg



BLOC D'ANCRAGE



Dimensions et masse	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
Masse (kg)	2.23	3.56

Dimensions de la trompette

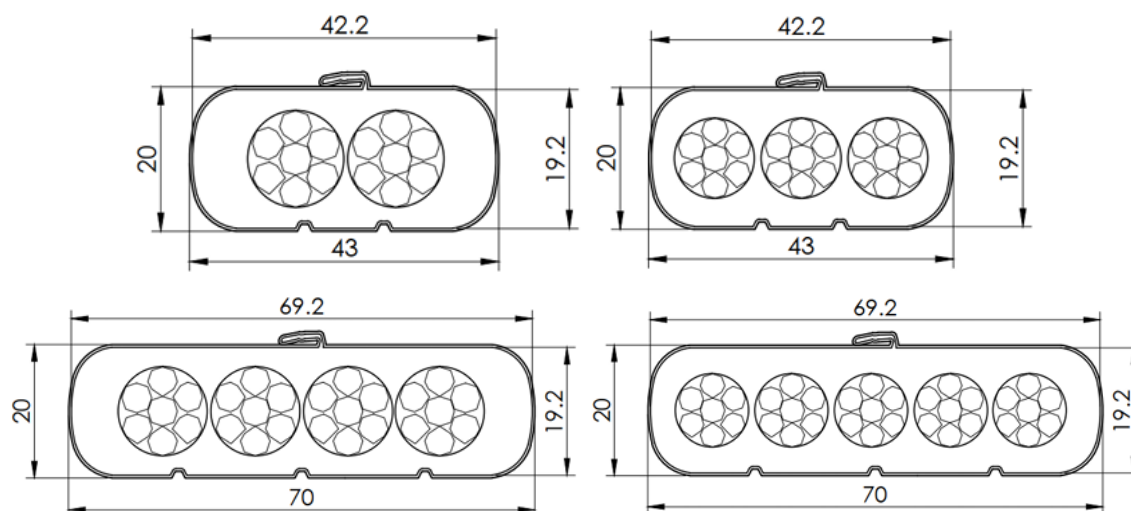
GAINES

Les gaines métalliques sont disponibles en section plate.

Elles sont constituées de tôle d'acier emboutie EN 10139 – 1999 et peuvent être galvanisées. Les tronçons de gaine métallique ont une longueur d'environ 6,0 m.



Les gaines métalliques offrent une bonne protection secondaire contre la corrosion et une bonne solidarisation entre les câbles et le béton. La protection primaire contre la corrosion est assurée par l'alcalinité du coulis d'injection et par le béton lui-même, la protection secondaire par la gaine et par la barrière protectrice qu'elle constitue pour le câble. Les dimensions des gaines plates sont indiquées sur les illustrations suivantes :





GAINES POLYÉTHYLÈNE PLATE « SPE »



Les gaines en polyéthylène SPE-78x25x2 mm sont fabriquées en H.D.P.E. conformément aux spécifications FIB, en tronçons de longueur variable de 5,8 m à 11,8 m. Elles sont de couleur bleue et comportent un manchon thermorétractable à chaque jonction. Les gaines SPE sont disponibles sous les formes suivantes :

- Gainses SPE annelées d'une épaisseur de 2,00 mm.

Le raccordement entre gaines en polyéthylène se fait par manchons thermorétractables et doit être réalisé par du personnel spécialisé, conformément aux instructions de montage.

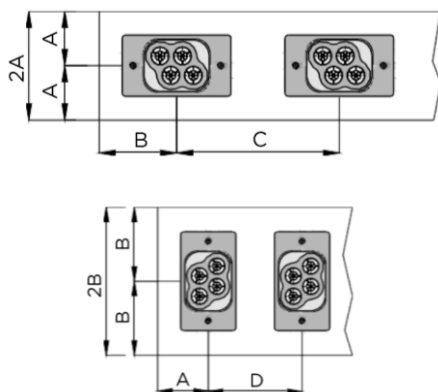


DISTANCES AU BORD ET ENTRE ANCRAGES – SYSTÈME MT

Conformément à l'ETA 22/0120, sont présentées ci-après les distances minimales au bord et entre ancrages à respecter pour chaque type de câble du système MT. Ces valeurs dépendent de la résistance minimale du béton au moment de la mise en précontrainte ($f_{cm,0}$) et du nombre de torons ; elles doivent être garanties pour assurer la transmission correcte de l'effort au béton et éviter la fissuration dans la zone d'ancrage.

Câble		2 Ø15,2/Ø15,7	4 Ø15,2/Ø15,7
Nombre de torons	n	2	4
Résistance minimale du béton au moment de la mise en tension			
Résistance minimale du béton en MPa	f _{cm,0}	C20/25	
Espacement entre centres et distance au bord			
Espacement entre centres	X _{centre}	250	278
	/	/	/
Distance au bord dans les poutres en béton	Y _{centre}	250	278
	/	/	/
	X _{edge, beam}	125	125
	/	/	/
	Y _{edge, beam}	115	115
	/	/	/
Distances au bord dans les dalles en béton	X _{edge, slab}	125	125
	/	/	/
	Y _{edge, slab}	110	110
	/	/	/

En résumé :

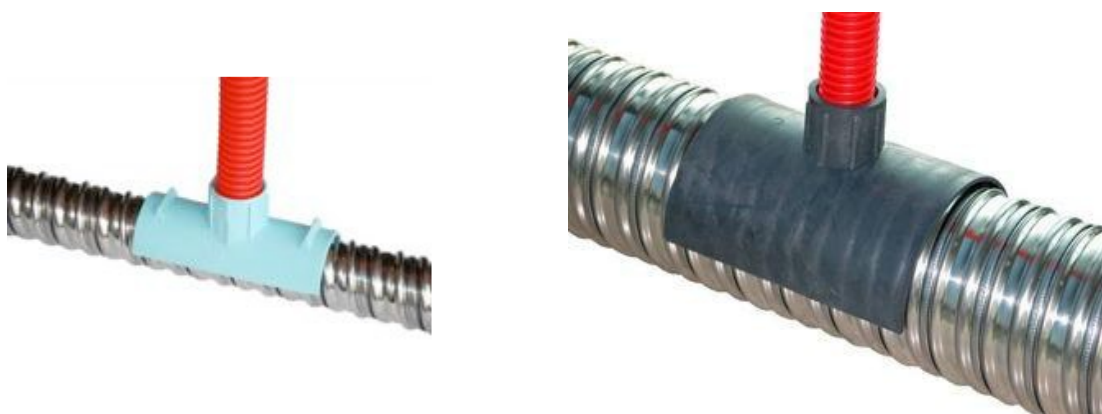


Entre ancrages	C [mm]	278
	D [mm]	278
Au bord	A [mm]	115
	B [mm]	125



ACCESSOIRES

BASE DE PURGE POUR LE SYSTÈME RSF-MT



Le positionnement des purges sur les gaines annelées assure l'évacuation correcte de l'air intérieur pendant l'opération d'injection. Elles doivent être installées en tous les points du câble où des poches d'air sont susceptibles de se former. La purge est fabriquée dans un matériau souple, afin de permettre son utilisation avec des gaines de tous les diamètres.

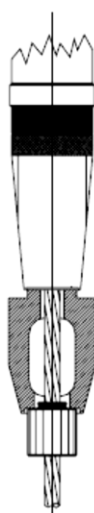


TABLE DE DÉCOINÇAGE

Les tables de décoincage permettent de détendre les câbles en vue de leur remplacement ou du remplacement des clavettes sur tous les ancrages de la gamme RSF ; elles sont compatibles avec l'équipement de mise en tension du monotoron.



A



B



C

ÉQUIPEMENT

VÉRIN DE MISE EN TENSION PTM POUR SYSTÈMES MO ET MT4

La mise en tension des monotorons est réalisée avec le vérin PAUL TENSA SM 240 kN, un vérin de monotoron à commande hydraulique, équipé d'un mors d'ancrage interne actionné par ressort. Il applique une force de mise en tension jusqu'à 240 kN (245 kN sans frottement, à 520 bar) et est destiné à la mise en tension des ancrages de monotoron, ainsi qu'à la mise en tension individuelle des torons des câbles multitoron. Il est disponible avec des courses de piston de 100, 200, 300 et 500 mm — les courses plus faibles permettant un encombrement moindre du vérin — et s'utilise généralement avec des centrales hydrauliques NG50, à commande manuelle ou électrique.

Modèle	Course du piston (mm)	Longueur totale (mm)	Section du piston (cm ²)	Force de mise en tension (kN)	Poids (kg)
TENSA SM 240 – 200 mm	200	688	47,13	240	25



POMPES HYDRAULIQUES

Paul NG50 (PT)

La NG50 est une centrale hydraulique (groupe de pompage) de PAUL, le fabricant allemand de référence en équipements de précontrainte et de post-tension. Elle est destinée à fournir la puissance hydraulique qui actionne les vérins de mise en tension, les cylindres et les équipements associés utilisés dans la production d'éléments en béton précontraint. C'est une unité compacte et simple d'utilisation, pouvant fonctionner à commande manuelle ou électrique, à une pression de service de 420 bar.

Pour l'essentiel, l'entraînement se fait généralement par moteur électrique triphasé, des versions à courant alternatif, pneumatiques ou à essence existant également ; la commande s'effectue par distributeur hydraulique manuel, avec possibilité de commandes électriques supplémentaires pour les fonctions de montage. La pompe est à pistons radiaux montée sur la bride du moteur, avec filtre de retour pour la purification de l'huile ; la station complète intègre l'unité de base, le groupe de puissance, un manomètre, les raccords hydrauliques et le câble d'interconnexion.





Ci-dessous, le résumé des caractéristiques de cette pompe hydraulique :

- Puissance : 5,5 kW
- Poids : 110 kg
- Commande : boîtier à boutons
- Fonctions : mise en tension – coincement – retour
- Pression maxi de mise en tension : 620 bar.
- Pression maxi de coincement : 150 bar.
- Pression maxi de retour : 150 bar.
- Dimensions : 1350x740x1060 mm
- Flexibles hydrauliques : trois

POMPE D'INJECTION POUR SYSTÈME MT4

Pour l'injection, FERCA dispose de la **Häny IC 310**. Cet équipement est une centrale d'injection (coulis) compacte du fabricant suisse Häny AG, qui réunit en un seul ensemble malaxeur, agitateur et pompe — préparant et pompant des coulis de ciment (ou des suspensions de bentonite) pour l'injection d'ancrages, de clouages, de câbles de précontrainte et d'applications similaires, atteignant jusqu'à 100 bar de pression et environ 2 m³/h de débit.



Caractéristiques	UN.	Modèle Häny IC310E
Poids	kg	625
Dimensions	mm	1600x780x1600
Malaxeur	l	100
Temps de malaxage	s	40"
Agitateur	l	150
Pression d'injection maxi	Bar	100
Débit d'injection maxi	m ³ /h	2.0
Puissance du malaxeur	kW	10.5



DALLAGES INDUSTRIELS

Le système de post-tension habituellement utilisé pour les dalles peut également servir à la construction de dallages industriels, permettant au secteur des dallages de bénéficier des avantages offerts par cette technologie. Les charges appliquées au dallage par les câbles d'acier à haute résistance se traduisent par des efforts de compression transmis tout au long de la structure, prévenant la déformation et la fissuration du dallage. Il est ainsi possible de remplacer partiellement les armatures de renfort du béton traditionnel par des monotorons auto-gainés ou par des câbles engainés de diamètre adapté à un seul toron nu.



Précontrainte par post-tension adhérente

Ce système s'applique lorsqu'il est nécessaire d'apporter des modifications successives à la configuration du dallage ; il est même possible de sectionner ultérieurement le dallage comme les câbles eux-mêmes, sans perte de précontrainte.

Précontrainte par post-tension non adhérente

Méthode la plus simple à mettre en œuvre dans le dallage, le câble auto-gainé en polyéthylène assure une protection adéquate contre la corrosion.



Les torons sont insérés dans la dalle et fixés au coffrage selon les indications du projet ; ils sont généralement disposés parallèlement entre eux afin d'assurer une répartition uniforme de la compression. Il revient toutefois au projet d'application de définir :

- Le tracé des câbles en plan et en altimétrie ;
- La typologie des câbles ;
- La valeur de la force de tirage, les pertes et la précontrainte finale ;





Pendant la phase de mise en tension, et même durant le cycle de vie du dallage, des déplacements horizontaux peuvent se produire ; il est donc essentiel de conserver la séparation entre la structure du dallage et les autres éléments structuraux, afin de ne pas créer de restrictions ni de contraintes au bon fonctionnement du dallage. Des matériaux compressibles doivent être utilisés dans les joints ainsi créés.



Dans un dimensionnement correct, les seules armatures passives à prévoir sont celles nécessaires pour assurer le bon positionnement des câbles, en rive de dalle et dans les renforts des zones périphériques où se trouvent les ancrages des câbles et où il convient d'éviter l'apparition de fissures dues à la concentration des efforts.





AVANTAGES D'UN DALLAGE PRÉCONTRAINTE

Les avantages de l'application de systèmes de précontrainte aux dallages industriels sont intrinsèquement liés à l'état de compression résultant de la mise en tension des câbles et à la rapidité du processus ; on peut en synthétiser les suivants :

- Élimination des joints
- Élimination des fissures
- Meilleur confort d'utilisation
- Réduction des coûts de maintenance
- Meilleur rendu esthétique
- Réduction de l'épaisseur du dallage
- Rapidité d'exécution



