



L'attivo coinvolgimento dell'ALGA nello studio e sviluppo della tecnologia della precompressione, risale al 1942 ed è documentato dal brevetto n.399934 con cui G. Marioni, il fondatore dell'Alga, e P. Noli protessero la loro invenzione relativa alla precompressione per aderenza di elementi in calcestruzzo (cls.), o cls. e laterizio, da utilizzare come parti resistenti nelle strutture miste.

Da quell'anno, la presenza dell'ALGA nel campo della precompressione è proseguita ininterrottamente fino ad oggi in modo diretto o tramite le società del suo gruppo (Biarmato, Prebeton Cavi, Preco), maturando così quella vasta e preziosa esperienza che le permette di proseguire nel cammino di ricerca e progresso iniziato più di cinquant'anni fa dal suo fondatore.

*The first evidence of ALGA active involvement in the study and development of the new prestressing technology, dates back to 1942 and is proved by Patent 399934, with which G. Marioni, Alga's founder, and P. Noli protected their invention about the pre-tensioning of concrete, or concrete and brick elements, to be used as resistant components in the composite structures. Since that year, Alga has been continuously present in the field of the prestressing, directly or through the companies of its group (Biarmato, Prebeton Cavi, Preco); in this way Alga has gained a great and precious experience, which allows it to continue the course of research and progress began more than fifty years ago by its founder.*



**Il sistema Alga Cable T15** mette a disposizione dei progettisti e delle imprese un'ampia gamma di cavi, confezionati coi trefoli da 0,6" di normale produzione, in grado di coprire le potenze di tiro e le tipologie di ancoraggio maggiormente richieste dall'odierna tecnologia della precompressione. Cavi di maggior o minor potenza ed ancoraggi speciali possono essere prodotti per far fronte a specifiche esigenze di progetto.

I punti principali che caratterizzano il sistema ALGA CABLE T15 sono:

- Gli ancoraggi compatti, disegnati per facilitare la posa in opera ed iniezione dei cavi, i quali ancorano e distribuiscono nel cls. la forza di precompressione a loro applicata col grado di efficienza richiesto dalle principali normative nazionali ed internazionali (Norme italiane, BS4447, F.I.P. Recommendations, prEN 13391).

- I martinetti di tiro che, per dimensioni e peso, sono i più piccoli e leggeri disponibili nel loro campo.

Le contenute dimensioni degli ancoraggi ed il minimo ingombro dei martinetti, facilitano e semplificano notevolmente la progettazione e la costruzione delle strutture.

Impiegando il sistema ALGA CABLE T15, il progettista può posizionare gli ancoraggi più vicino alle nervature principali senza dover accentuare la deviazione dei cavi per far fronte all'eccessivo ingombro dei martinetti, riducendo così decisamente le perdite di tensione per attrito, le forze di trazione indotte nel cls. dalla tensione deviata, lo spazio e gli scassi necessari per il tiro. Inoltre il terminale, cilindrico e compatto, lascia più spazio libero per le armature di rinforzo e per il getto del cls. migliorando quindi la qualità finale dell'opera.

*Alga Cable T15 system put at designers and companies disposal a wide range of cables, manufactured with 0,6" strand of normal production, which are able to cover the stressing forces and the anchorage types widely required by the actual post-tensioning technology.*

*Cables of major or minor capacity and special anchorages can be produced to satisfy specific design requirements.*

*The essential points that characterize and distinguish Alga Cable T15 Post-Tensioning Systems are:*

- *The compact anchorages designed to facilitate the installation and the grouting of the cable. They are designed to distribute in the concrete the prestressing force applied to them with the efficiency required by the main national and international norms (Italian Norms, BS4447, F.I.P. Recommendations, prEN 13391).*

- *Post-tensioning jacks that, due to their sizes and weights, are the smallest and lightest ones available in this field. The small-sized anchorages and light weight pulling jacks make the design and construction of the structures easier.*

*In fact, using Alga Cable T15 Post-Tensioning System, the anchorages can be placed much closer to the main ribs without increasing the deviation of the cables to face the cumbersome size of the jacks. The result is a considerable reduction of friction losses, of stresses induced into the concrete by the deviated tension, of space and recess necessary for the jacking.*

*Furthermore, the cylindrical and compact casting units leave more space for the reinforcement and concreting, improving in this way the final quality of the construction.*



## Principali caratteristiche

- Ancoraggi compatti con terminali in ghisa, privi di conicità, a più superfici di ripartizione, con asole ad impronta esagonale per facilitare la loro posa.
- Cono di raccordo con innesto per guaine normali e maggiorate.
- Predisposizione per l'iniezione frontale o laterale.
- Maggior spazio per armatura e getto nella zona d'ancoraggio.
- Martinetti tecnologicamente avanzati, con sezione utile di tiro integrata, i più piccoli e leggeri disponibili nel loro campo.

Le loro ridotte dimensioni consentono:

1. una minore deviazione del cavo
2. una minor armatura ausiliaria
3. una minore perdita di tensione per attrito
4. scassi di minori dimensioni nel cls..

Il loro peso contenuto li rende più manovrabili e più facili da montare sugli ancoraggi e in caso di necessità, per il loro spostamento si possono impiegare attrezzature ausiliarie molto più semplici.

## Main features

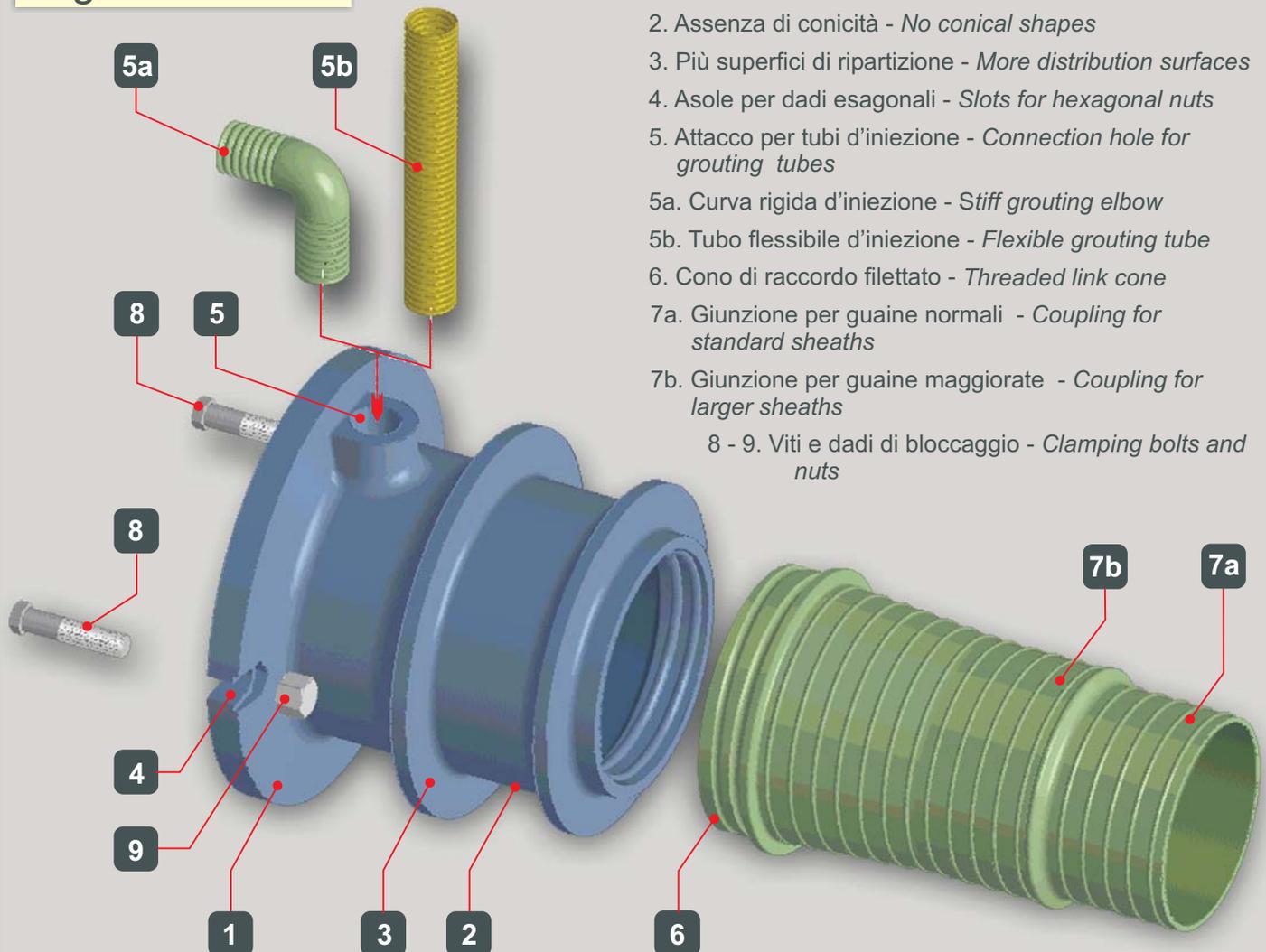
- *Compact anchorages with casting units, without conical shapes, with more distribution surfaces, slots with hexagonal encasing to make their laying easier.*
- *Linking cone for normal and enlarged ducts.*
- *Arrangement for frontal or lateral grouting.*
- *More space for reinforcing and concreting in the end block.*
- *Advanced tensioning jacks with integrated main pulling area, the smallest and lightest available in their field.*

Their reduced sizes allow:

1. a smaller deviation of the cable
2. a smaller auxiliary reinforcement
3. lower friction losses
4. recesses of smaller dimensions in the concrete

Their light weight facilitates their handling and installation on the anchorages and, in case of necessity, simpler auxiliary equipment can be used for their displacement.

## Alga Cable T15



1. Terminale in ghisa - Casting unit
2. Assenza di conicità - No conical shapes
3. Più superfici di ripartizione - More distribution surfaces
4. Asole per dadi esagonali - Slots for hexagonal nuts
5. Attacco per tubi d'iniezione - Connection hole for grouting tubes
- 5a. Curva rigida d'iniezione - Stiff grouting elbow
- 5b. Tubo flessibile d'iniezione - Flexible grouting tube
6. Cono di raccordo filettato - Threaded link cone
- 7a. Giunzione per guaine normali - Coupling for standard sheaths
- 7b. Giunzione per guaine maggiorate - Coupling for larger sheaths
- 8 - 9. Viti e dadi di bloccaggio - Clamping bolts and nuts



2

## Cavi

I cavi sono confezionati con i trefoli da 0,6" in acciaio armonico ad altissima resistenza, le cui caratteristiche sono indicate in Tab. A.

Il fascio di trefoli è contenuto in una guaina di lamierino corrugato nel caso di precompressione a cavi interni, oppure, per i cavi esterni, in tubi di polietilene ad alta densità (HDPE).

Per ottenere una maggior protezione dei trefoli dalla corrosione ed attuare il loro isolamento elettrico, si può impiegare guaina ondulata in HDPE al posto della guaina in lamierino.

Variando opportunamente il diametro ed il numero dei trefoli è possibile ottenere cavi di qualsiasi potenza.

I cavi possono essere allestiti in stabilimento (fig.3) e poi spediti in cantiere, o essere confezionati direttamente in cantiere. In questo caso i trefoli sono infilati uno ad uno nella guaina, prima o dopo il getto del cls., per mezzo di una apposita macchina spingitrefolo Alga (fig.2). E' anche possibile tirare l'intero fascio dei trefoli nella guaina, dopo il getto del cls., utilizzando un argano (fig.5). Se i trefoli sono infilati dopo il getto del cls. bisogna usare una guaina più robusta ed almeno 10 mm più grande dell'usuale.



3

## Cables

The cables are made up of very high tensile steel 0,6" strands, whose characteristics are listed in Tab. A.

The bundle of strands is encased in a sheath of corrugated steel strip, in case of internal tendons, or in high density polyethylene (HDPE) tubes in case of external ones.

To assure a better protection of the strands from the corrosion and realize their electric insulation, it is advisable to use a corrugated HDPE sheath instead of the corrugated steel sheath one. By simply varying the strands size and their number it is possible to produce cables of any required capacity.

The tendons can be produced in the workshop (fig.3) and sent to construction sites, or they can be manufactured on the site itself.

In this case the strands are pushed one at a time into the sheath, before or after concreting with Alga special strand-pushing machine (fig. 2).

It is also possible to pull the whole bundle of strands into the sheath after concreting using a winch (fig. 5).

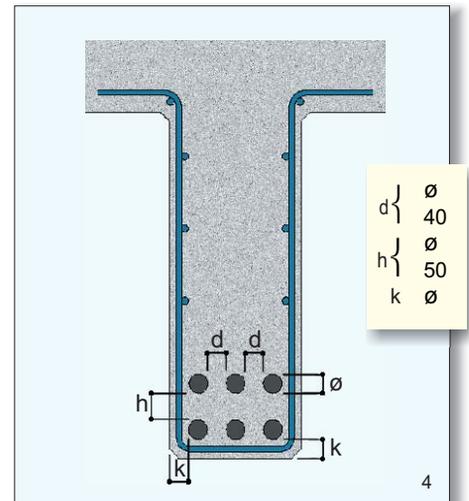
When the strands are inserted after concreting it is necessary to use a stronger sheath, at least 10 mm wider than usual.

## Posa dei cavi

I terminali sono fissati al cassero con dadi e viti (fig.1 - pos.9/8) che, se ingrassate, possono essere facilmente rimosse dopo il getto del cls..

Tutte le giunzioni lungo il cavo devono essere accuratamente sigillate con nastro adesivo o manicotti termorestringenti.

Per i cavi posti in opera prima del getto è opportuno predisporre i loro supporti ogni metro, mentre per i cavi da infilare in opera dopo il getto del cls. la distanza fra i supporti non deve superare i 50 cm.



4

Di regola il copriferro delle guaine e lo spazio libero tra di loro deve essere pari almeno al diametro delle guaine stesse e comunque non inferiore a 40÷50 mm (fig.4).

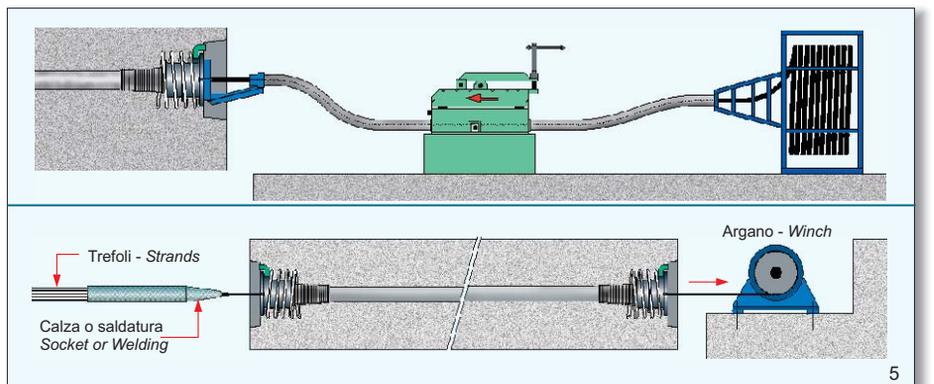
Quando in una sezione sono presenti molti cavi è necessario lasciare degli spazi adeguati al passaggio del cls. e dei vibratori.

## Installation of cables

The anchorages are fixed to the formwork by nuts and screws (fig.1 - pos.9/8); the last one, when properly greased, can be easily removed after concreting. All connections along the cable must be carefully sealed with adhesive tape or heatshrinking sleeves.

For tendons installed before the concreting, supports should be placed every meter, while for cables to be threaded in after casting, the distance between supports shouldn't exceed 50 cm. As a rule, sheaths cover and gap among them should be equal at least to the diameter of the sheaths themselves and in any case not smaller than 40÷50 mm (fig.4)

When many tendons are present in a section, it is necessary to provide for spaces suitable for the passage of the concrete and vibrators.



5

## Trefoli

I trefoli sono costituiti da 7 fili di acciaio armonico di cui uno centrale e gli altri sei avvolti attorno ad esso. Essi vengono normalmente forniti stabilizzati, a basso rilassamento, e già qualificati presso lo stabilimento del produttore secondo la normativa, in bobine di 2500-3500 kg aventi  $De = 1300 \div 1500$  mm,  $Di = 800 \div 900$  mm e larghezza  $700 \div 750$  mm.

Le caratteristiche meccaniche dei trefoli da 0,6" di più comune impiego secondo le norme prEN10138 (UNI 7676, B.S. 5896-80) e ASTM A416-93 sono riportate nella Tab. A.

Per la confezione dei cavi esterni, non aderenti, si utilizzano normalmente i trefoli chiamati *unbonded*, ingrassati, o cerati, e rivestiti da una guainetta in HDPE. I trefoli *unbonded* possono anche essere zincati a caldo.

## Strands

*The strands are formed with seven steel wires: one central wire around which the other six are wrapped.*

*They are generally supplied already stabilized (low relaxation) and certified according to the regulations by an independent laboratory, in coils weighting kg 2500-3000 with  $De = 1300 \div 1500$ ,  $Di = 800 \div 900$  mm and a width of  $700 \div 750$  mm.*

*The mechanical characteristics of the most commonly used strands, according to prEN10138 norms (UNI 7676, B.S. 5896-80) and ASTM A416-93 are listed in the Tab. A.*

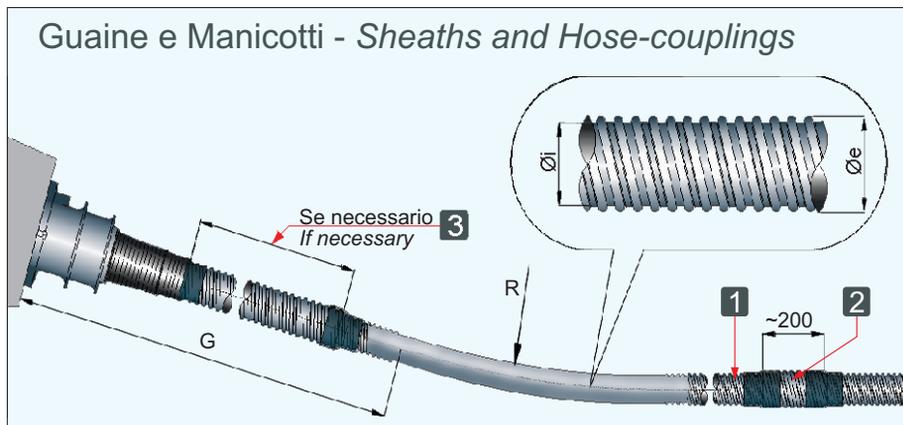
*Usually greased or waxed strands, encased in a HPDE sheath, commonly called *unbonded*, are used to manufacture the external tendons. Such strands can be hot-dip galvanized too.*



Tab. A

Norme Norms	Diametro nominale Nominal diameter		Tipo Type	Sez. nominale Nominal area	Valori caratteristici - Characteristic values					
					rottura / breaking		0.1% scostamento / proof		1% deformazione / elongation	
					$F_{pk}$	$f_{pk}$	$F_{p(0.1k)}$	$f_{p(0.1k)}$	$F_{p(1k)}$	$f_{p(1k)}$
	mm	inch	mm	kN	N/mm	kN	N/mm	kN	N/mm	
pr EN 10138	15.2	0.6"	Y1770S7	140	248	1770	213	1520	220	1570
	15.2	0.6"	Y1860S7	140	260	1860	224	1600	234	1670
	16.0	0.6"	Y1770S7	150	265	1770	228	1520	236	1570
	16.0	0.6"	Y1860S7	150	279	1860	240	1600	251	1670
ASTM A416-93	15.24	0.6"	Grade250K	139.35	240.2	1720	-	-	216.2	1550
	15.24	0.6"	Grade270K	140.00	260.7	1860	-	-	234.6	1680

In blu: valori indicati nella norma / In blue: values shown in the Norm



Cavo tipo / Tendon size		4T15	7T15	12T15	15T15	19T15	22T15	27T15	31T15
1	Guaina Sheath $\emptyset i / \emptyset e$	45/51	55/61	75/81	80/86	90/96	100/106	110/116	115/121
2	Manicotto di giunzione Coupling $\emptyset i / \emptyset e$	50/56	60/66	80/86	85/91	95/101	105/111	115/121	120/126
3	Manicotto compensazione Telescopic duct $\emptyset i / \emptyset e$	55/61	65/71	85/91	90/96	100/106	110/116	120/126	125/131
Raggio / Radius R min		3500	4500	6000	6500	7500	8000	9000	10000
Tratto dritto / Straight line G min		500	600	700	900	1000	1100	1200	1300

Per i cavi da infilare in opera dopo il getto del calcestruzzo, usare guaina rinforzata e con diametro maggiorato di 10 mm. Vedere anche il capitolo "Cavi".  
For the tendons to be pushed-in after the concreting, stronger ducts 10 mm larger have to be used. See chapter "Cables" too.



## Ancoraggi

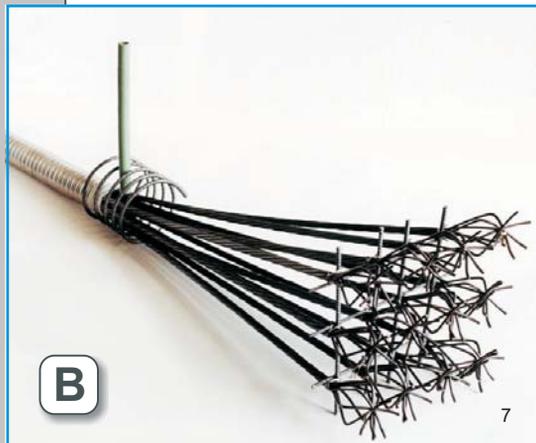
Gli ancoraggi meccanici a tendere tipo "M" (fig.6) sono costituiti da una testa d'acciaio, sulla quale i trefoli sono bloccati individualmente per mezzo di specifici cunei, e da un elemento terminale di ripartizione in ghisa sferoidale. Gli ancoraggi fissi possono essere meccanici tipo "F", "E", "S" (fig.9), ed anche "M" se accessibili, oppure aderenti tipo "B" (fig.7).

Le giunzioni fra i cavi sono realizzate con dispositivi meccanici filettati fissi tipo "K" (fig.8) o mobili tipo "V".

Le teste intermedie di tiro tipo "C" permettono di tesare i cavi da un loro punto intermedio anziché dalle estremità: sono indispensabili per tesare i cavi anulari senza lesene.

Per confezionare cavi con un numero di trefoli diverso da quello tipico, è necessario utilizzare l'ancoraggio di potenza immediatamente superiore.

Tutti i dati forniti nelle schede tecniche sono relativi all'uso del trefolo da 0.6" di maggior potenza (279 kN).



## Anchorage

*Mechanical stressing anchorages type "M" (fig.6) are formed by a steel anchor head, on which the strands are individually gripped by specific wedges, and by a spheroidal casting unit. Fixed anchorages can be mechanical type "F", "E", "S" (fig.9) and "M" too, if accessible, or bonded type "B" (fig.7). The couplings along the cables are realized with mechanical threaded devices fixed "K" type (fig.8) or movable "V" type.*

*The intermediate stressing heads type "C" allow the tensioning of the tendons from an intermediate point instead of from the ends: they are essential for the tensioning of ring cables without bulkheads. To produce tendons with a number of strands different from the typical one, it is necessary to use the next anchorage of upper capacity.*

*All the data given in the technical cards are relative to the use of the higher capacity 0.6" strand (279 kN).*



## Armatura di frettaggio

La scheda tecnica dell'ancoraggio M fornisce gli interassi "X" degli ancoraggi meccanici M, E, F e K per tre classi tipiche di cls. indicate con la loro resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni  $f_{ck}$ .

Gli interassi  $X X = X$  possono essere

## Designazione

M-12T15 indica:  
ancoraggio a tendere tipo M  
per cavo di 12 trefoli da 0,6"

## Classification

M-12T15 indicates:  
stressing anchorage type M  
for a cable of 12 0,6" strands.

modificati fino a  $0,8 X 1,25 X = X$ .  
La distanza minima di un ancoraggio dal bordo deve essere  $X/2 + 10$  mm, se non è prescritto un maggior copriferro. Per un cls. di resistenza intermedia si possono interpolare i dati riportati nella scheda.

Il tiro massimo  $F_0$  all'ancoraggio, 80% del carico di rottura nominale del cavo, può essere applicato quando il cls. ha raggiunto almeno la resistenza media  $f_{cm,0}$  indicata nella scheda.

Il tiro  $0,5 F_0$ , può essere applicato quando il cls. ha raggiunto una resistenza  $0,65 f_{cm,0}$ . Per valori intermedi si possono interpolare i dati.

Le spirali di frettaggio (snervamento 420 N/mm) indicate nelle schede tecniche possono essere sostituite con un'equivalente armatura di staffe ortogonali.

## End block reinforcement

*The M anchorage technical card gives the anchorage spacing "X" of the mechanical anchorages M, E, F and K for three typical classes of concrete, according to their cylindrical characteristic strength at 28 days.*

*The anchorage spacing  $X X = X^2$  can be modified to  $0,8 X 1,25 X = X$ . The minimum clearance of an anchorage to the edge must be  $X/2 + 10$  mm, if an higher cover is not required. For concrete of intermediate strength the data in the card can be interpolated.*

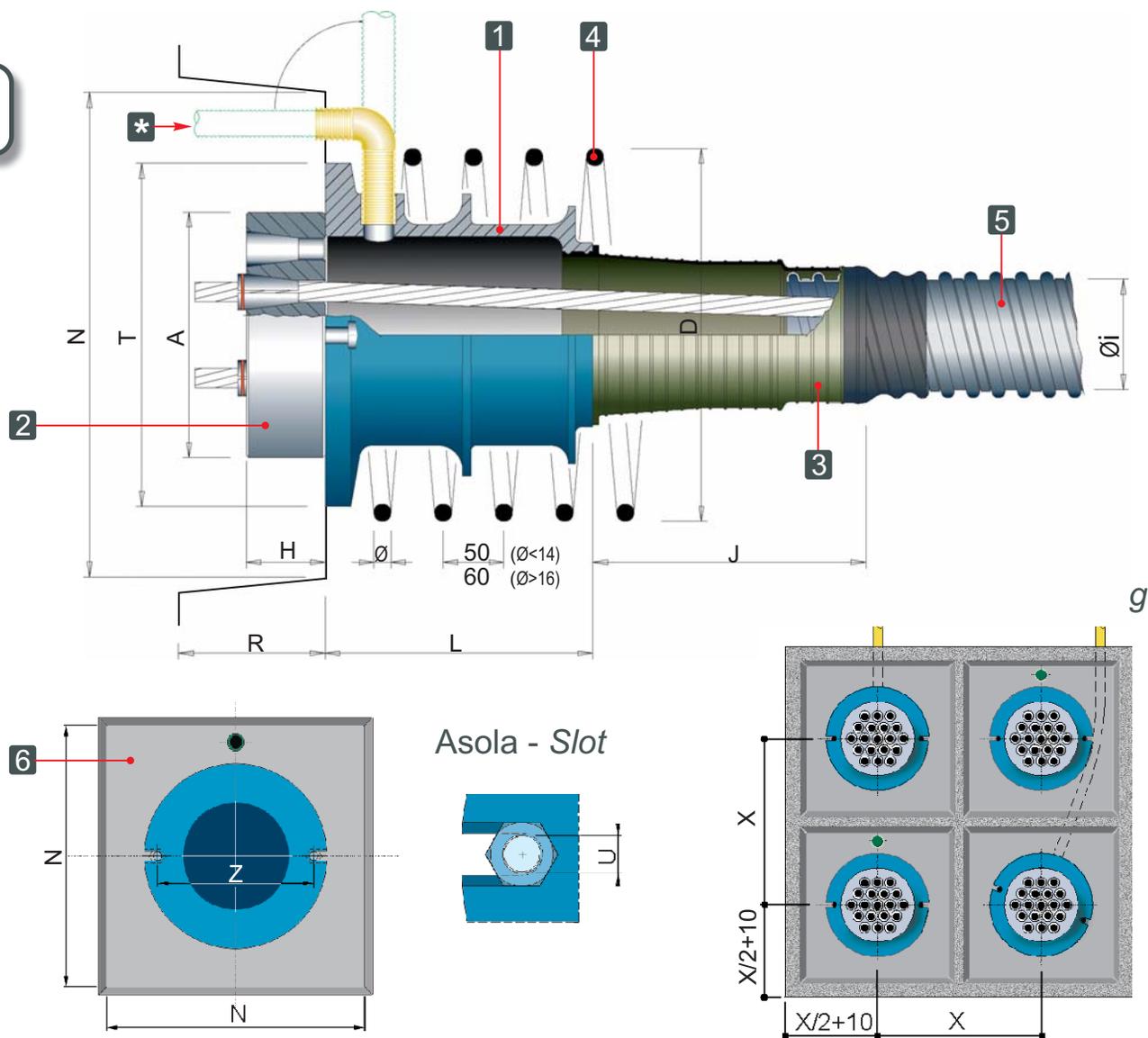
*The max prestressing force  $F_0$  to the anchorage, 80% of tendon nominal breaking load, may be applied when the concrete reaches at least the average strength  $f_{cm,0}$  shown in the card. The force  $0,5 F_0$  can be applied when the concrete has reached a strength  $f_{cm,0}$ . For intermediate forces, the data can be interpolated.*

*The spirals (yield strength 420 N/mm) shown in the data sheets may be replaced by an equivalent orthogonal reinforcement.*



## Ancoraggio a tendere - Stressing anchorage

**M**

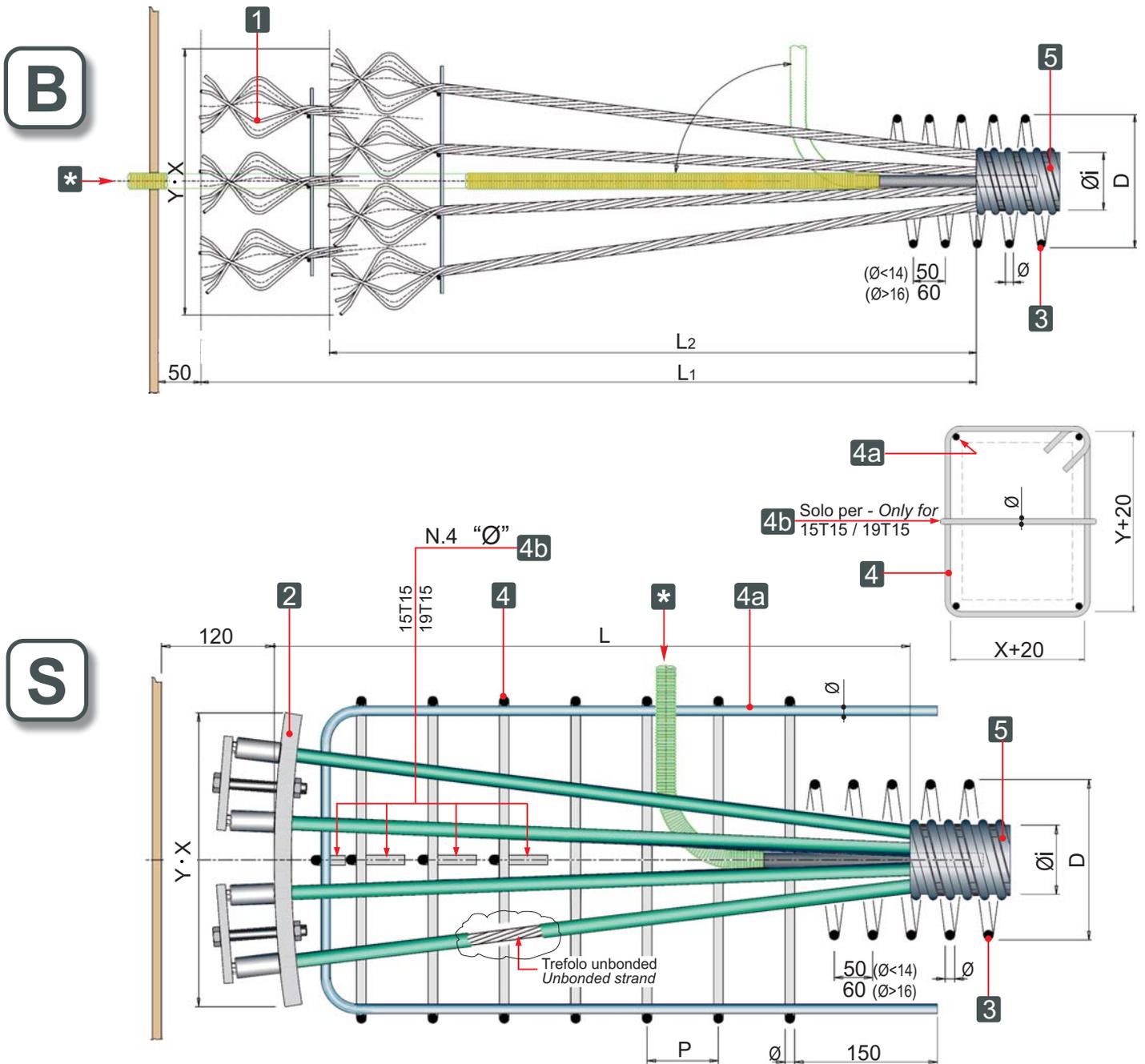


Potenza del cavo / Tendon size			4T15	7T15	12T15	15T15	19T15	22T15	27T15	31T15		
<b>1</b>	Terminale in ghisa Casting unit	<b>T</b>	Ø140	Ø180	Ø225	Ø255	Ø280	Ø310	Ø340	Ø360		
		<b>L</b>	130	160	190	200	220	240	280	320		
		<b>Z</b>	120	158	198	225	240	265	290	310		
		<b>U</b>	M10	M10	M12	M12	M12	M12	M14	M14		
<b>2</b>	Testa d'ancoraggio Anchor head	<b>A</b>	Ø100	Ø125	Ø170	Ø190	Ø200	Ø230	Ø250	Ø260		
		<b>H</b>	45	45	55	60	70	75	85	95		
<b>3</b>	Cono / Cone	<b>J</b>	65	65	180	210	225	275	275	275		
<b>4</b>	Spire / Turns	<b>n</b>	5	6	7	7	7	8	8	9		
		Spirale / Spiral	<b>D</b>	Ø170	Ø220	Ø270	Ø310	Ø330	Ø360	Ø390	Ø410	
	<b>Ø</b>		Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø18	Ø18	Ø20	Ø20		
<b>5</b>	Guaina / Sheath	<b>Øi</b>	Ø45	Ø55	Ø75	Ø80	Ø90	Ø100	Ø110	Ø115		
<b>6</b>	Nicchia Recess	<b>N</b>	180	220	270	300	320	350	380	400		
		<b>R</b>	100	100	110	110	120	130	140	150		
<b>*</b>	Boiaccia / Grout	<b>l/m</b>	1,1	1,5	2,8	3,0	3,8	4,8	5,8	6,1		
Tiro max F / Force max F <sub>o</sub> - [kN]			893	1562	2678	3348	4241	4910	6026	6919		
<b>f<sub>ck</sub></b> [N/mm <sup>2</sup> ] (1)	25	<b>f<sub>cm,o</sub></b> [N/mm <sup>2</sup> ] (2)	26	<b>X</b> [mm] (3)	220	280	380	425	475	515	570	615
	30		30		205	270	355	400	445	480	535	575
	35		33		195	260	340	380	425	460	505	545

1)  $f_{ck}$  = resistenza caratteristica cilindrica del cls. a 28 giorni. - cylindrical characteristic breaking strength at 28 days.

2)  $f_{cm,o}$  = resistenza media del cls. al momento del tiro - average concrete strength at stressing time / 3) X = interasse ancoraggi - anchorage spacing

## Ancoraggi fissi - Fixed anchorages



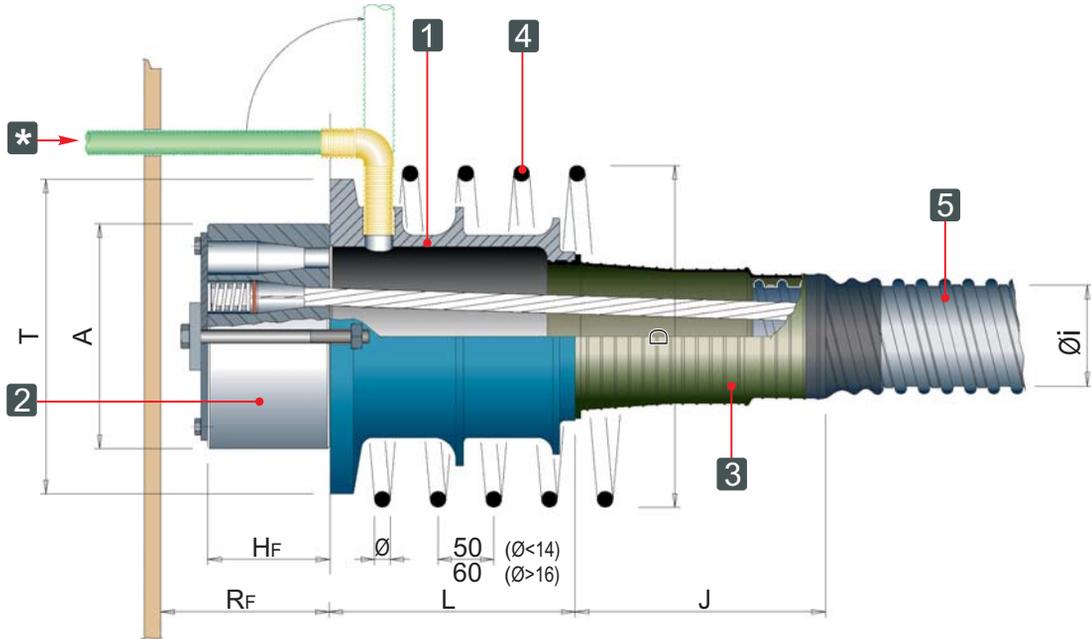
Potenza del cavo / Tendon size		4T15	7T15	12T15	15T15	19T15	22T15	27T15	31T15	
<b>1</b>	Ancoraggio tipo B Anchorage type	L <sub>2</sub>	-	850	950	950	1050	1150	1250	1350
		L <sub>1</sub>	900	1000	1100	1100	1200	1300	1400	1500
		X	190	250	280	380	380	470	470	510
		Y	210	270	420	390	490	470	560	570
<b>2</b>	Ancoraggio tipo S Anchorage type	L	400	800	800	900	1100			
		X	160	160	240	320	320			
		Y	160	320	320	320	400			
<b>3</b>	Spire / Turns Spirale / Spiral	n	4	4	6	6	6	7	7	7
		D	Ø160	Ø170	Ø190	Ø190	Ø200	Ø210	Ø220	Ø230
		Ø	Ø8	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø16	Ø16	Ø18
<b>4</b>	Staffe / Stirrups	n	6	6	8	8	8			
		P	50	50	50	50	60			
<b>5</b>	Guaina / Sheath	Øi	Ø45	Ø55	Ø75	Ø80	Ø90	Ø100	Ø110	Ø115

NB. La lunghezza del tratto *unbonded* è pari a L+200 mm. - The *unbonded strand length* is L+200 mm.

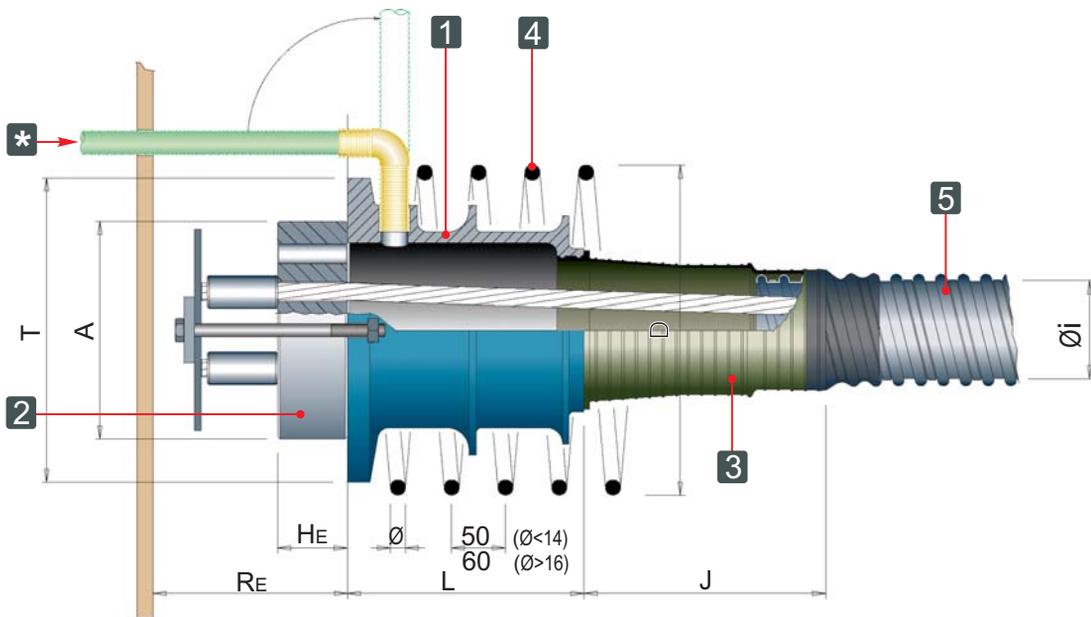
\*) Il quantitativo di boiaccia è riportato nella scheda tecnica dell'ancoraggio M - The *grout quantity* is shown in the technical card of M anchorage.

## Ancoraggi fissi - Fixed anchorages

**F**



**E**



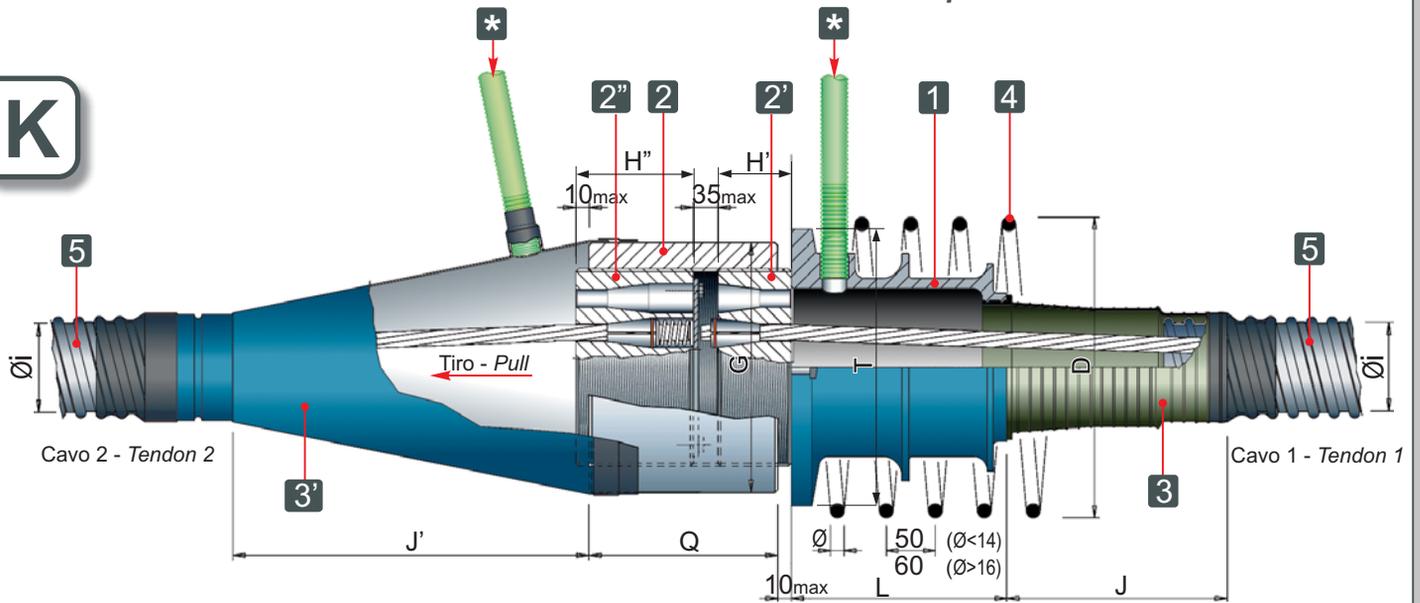
Potenza del cavo / Tendon size			4T15	7T15	12T15	15T15	19T15	22T15	27T15	31T15
1	Terminale in ghisa Casting unit	T	Ø140	Ø180	Ø225	Ø255	Ø280	Ø310	Ø340	Ø360
		L	130	160	190	200	220	240	280	320
2	Testa d'ancoraggio Anchor head	A	Ø100	Ø125	Ø170	Ø190	Ø200	Ø230	Ø250	Ø260
		H <sub>f</sub>	80	80	80	80	90	95	105	115
		H <sub>e</sub>	45	45	55	60	65	70	85	90
3	Cono / Cone	J	65	65	180	210	225	275	275	275
4	Spire / Turns Spirale / Spiral	n	5	6	7	7	7	8	8	9
		D	Ø170	Ø220	Ø270	Ø310	Ø330	Ø360	Ø390	Ø410
		Ø	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø18	Ø18	Ø20	Ø20
5	Guaina / Sheath	Ø <sub>i</sub>	Ø45	Ø55	Ø75	Ø80	Ø90	Ø100	Ø110	Ø115
6	Ricoprimento Covering	R <sub>f</sub>	130	130	130	130	140	140	150	160
		R <sub>e</sub>	170	170	180	190	190	200	220	220

Per la disposizione degli ancoraggi vedere la scheda dell'ancoraggio M - For the anchorage spacing see technical card of M anchorage.

\*) Il quantitativo di boiaccia è riportato nella scheda tecnica dell'ancoraggio M - The grout quantity is shown in the technical card of M anchorage.

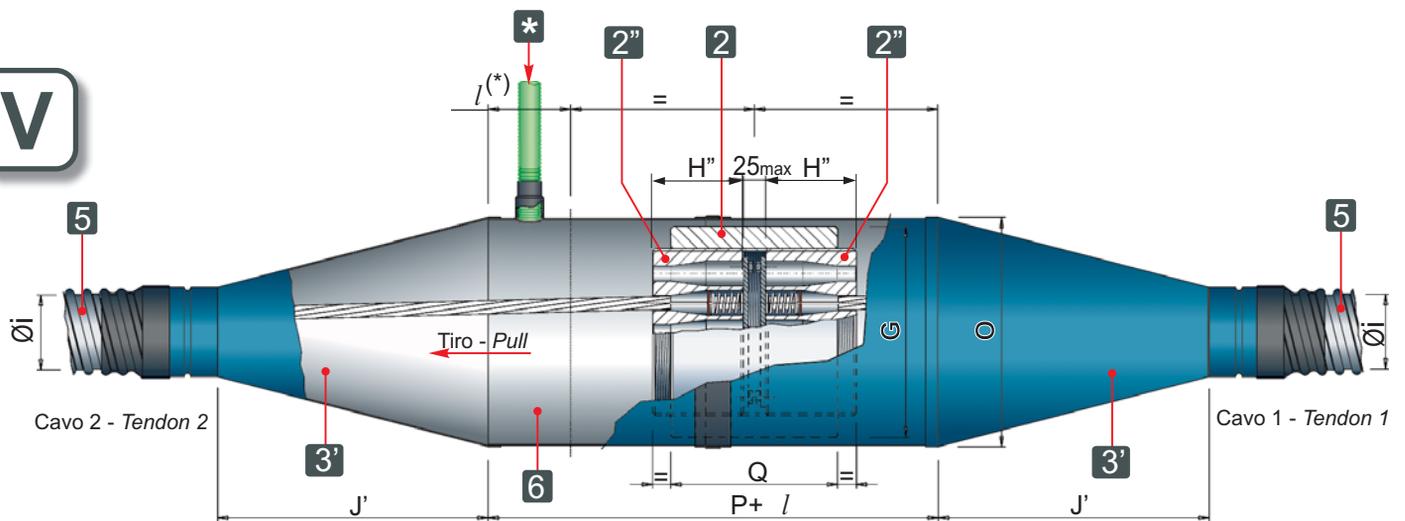
## Giunzione Fissa - Fixed Coupler

**K**



## Giunzione Mobile - Movable Coupler

**V**



)  $l$  = Allungamento del cavo 1 - Tendon 1 elongation

Potenza del cavo / Tendon size			4T15	7T15	12T15	15T15	19T15	22T15	27T15	31T15
1	Terminale in ghisa Casting unit	T	Ø140	Ø180	Ø225	Ø225	Ø280	Ø310	Ø350	Ø360
		L	130	160	190	200	220	240	280	320
2	Manicotto di giunzione Coupling sleeve	G	Ø121	Ø152	Ø219	Ø229	Ø254	Ø298	Ø305	Ø324
		Q	150	155	170	180	200	210	230	250
2'	Testa di tiro / Stressing head	H'	55	60	75	80	90	95	105	115
2''	Testa di giunzione / Coupling head	H''	80	80	80	85	95	100	110	120
3	Cono / Cone	J	65	65	180	210	225	275	275	275
3'	Cono / Cone	J'	140	210	320	410	440	510	550	580
4	Spire / Turns Spirale / Spiral	n	5	6	7	7	7	8	8	9
		D	Ø170	Ø220	Ø270	Ø310	Ø330	Ø360	Ø390	Ø410
		Ø	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø18	Ø18	Ø20	Ø20
5	Guaina / Sheath	Øi	Ø45	Ø55	Ø75	Ø80	Ø90	Ø100	Ø110	Ø115
6	Tubo / Tube	O	Ø140	Ø170	Ø240	Ø250	Ø275	Ø320	Ø325	Ø345
		P	300	300	320	330	350	360	380	400

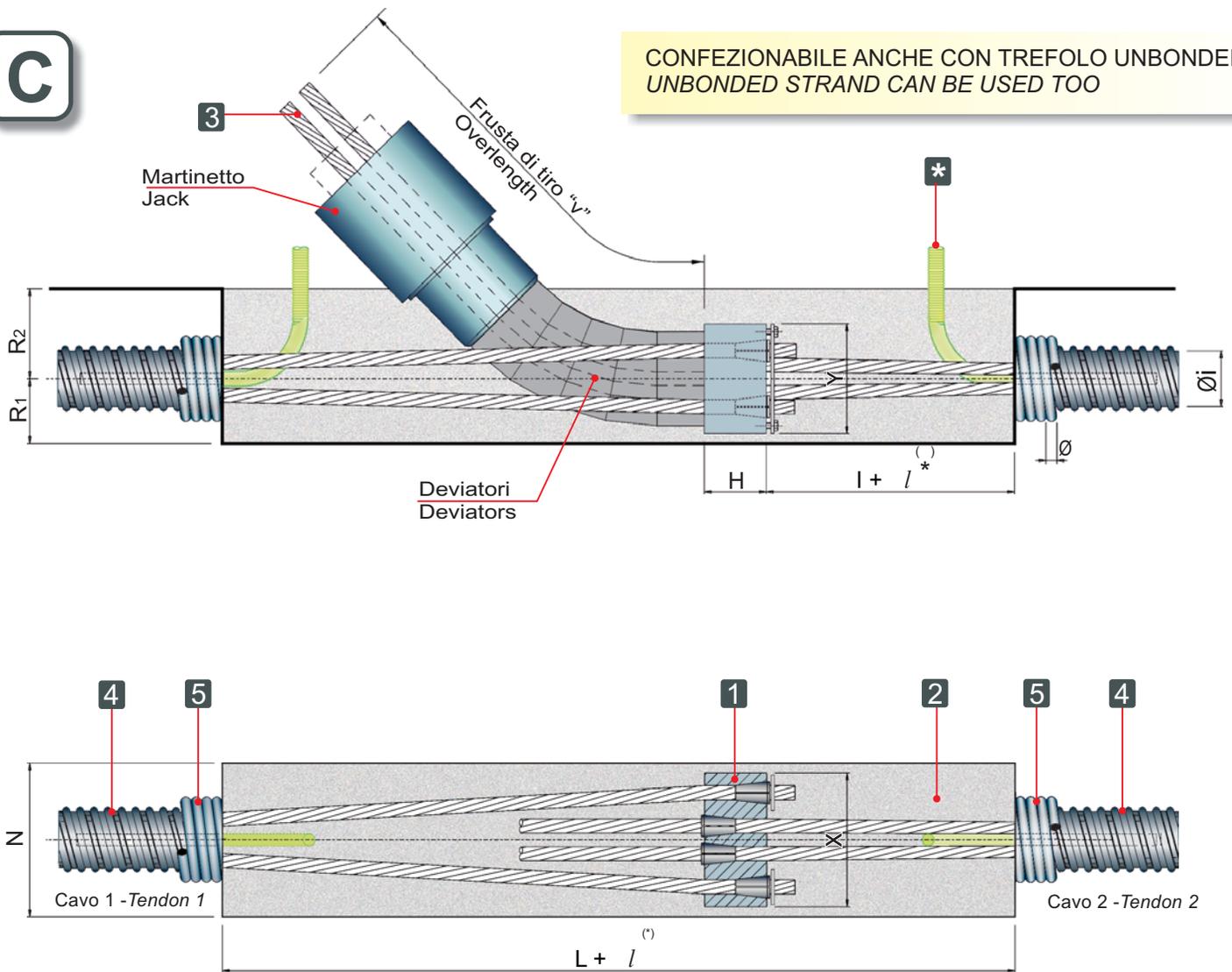
Per la disposizione della giunzione K vedere la scheda dell'ancoraggio M - For the K coupler spacing see technical card of M anchorage.

\*) Il quantitativo di boiaca è riportato nella scheda tecnica dell'ancoraggio M - The grout quantity is shown in the technical card of M anchorage.

# Testa di tiro intermedia - *Intermediate anchor head*

**C**

CONFEZIONABILE ANCHE CON TREFOLO UNBONDED  
UNBONDED STRAND CAN BE USED TOO



)  $l$  = Allungamento del cavo 1 - Tendon 1 elongation

Potenza del cavo / Tendon size			2T15	4T15	6T15	8T15	10T15	12T15	
<b>1</b>	Testa d'ancoraggio <i>Anchor head</i>	<b>X</b>	140	170	210	210	260	300	
		<b>Y</b>	90	100	140	160	160	160	
		<b>H</b>	70	80	100	100	140	160	
<b>2</b>	Nicchia <i>Recess</i>	<b>N</b>	180	210	250	250	300	340	
		<b>L</b>	1200	1400	1600	1800	2000	2200	
		<b>l</b>	250	300	400	500	500	600	
		<b>R<sub>1</sub></b>	65	70	90	100	100	100	
		<b>R<sub>2</sub></b>	75	80	100	110	110	110	
<b>3</b>	Frusta di tiro / <i>Overlength</i>	<b>v</b>	700	700	850	850	900	900	
<b>4</b>	Guaina / <i>Sheath</i>	<b>Øi</b>	Ø40	Ø45	Ø55	Ø60	Ø65	Ø75	
<b>5</b>	Spire / <i>Turns</i> Spirale / <i>Spiral</i> (1)	<b>n</b>	2	3	3	3	4	4	
		<b>Ø</b>	Ø8	Ø8	Ø10	Ø10	Ø10	Ø12	
Caduta di tensione / <i>Friction loss</i> (2)		<b>%</b>	6	6	7	7	8	8	

1) Spirale calzata sulla guaina - *Spiral fitted on the duct.*

2) Caduta di tensione nei deviatori: valore medio calcolato con frusta di tiro ingrassata - *Mean loss in the deviators computed with greased overlength.*

\*) Il quantitativo di boiacca è riportato nella scheda tecnica dell'ancoraggio M - *The grout quantity is shown in the technical card of M anchorage.*



## Martinetti di tiro

I martinetti (fig.10) sono stati progettati utilizzando un nuovo concetto, brevettato, che ha permesso di ridurne notevolmente sia il peso che le dimensioni senza esasperare le sollecitazioni nei materiali impiegati ed utilizzando le usuali pressioni idrauliche.

Il concetto è molto semplice: il martinetto è progettato con tanti tubetti che rivestono individualmente le fruste di tiro del cavo, in tal modo si utilizza come area utile di tiro anche l'area del pistone compresa fra un tubetto e l'altro.

Il martinetto è infilato sui trefoli e, quando inizia il tiro, essi sono bloccati automaticamente e simultaneamente dalla testa di tiro del martinetto.

Dopo aver raggiunto la forza e l'allungamento desiderati si fa agire il pistone di bloccaggio che spinge i cunei nei fori della testa di ancoraggio bloccandoli uniformemente.

La tesatura può essere eseguita in più tappe in funzione dell'allungamento del cavo.

Per allentare un cavo già tesato è necessario usare una speciale attrezzatura di rilascio.

## Post-tensioning jacks

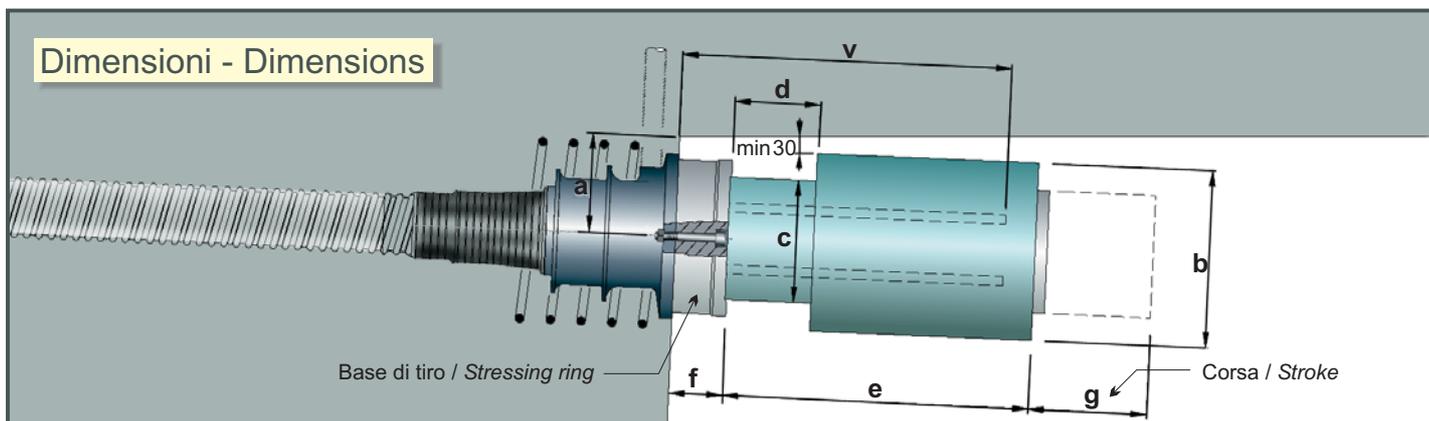
Post-tensioning jacks (fig.10) have been designed using a new patented concept, which has allowed their substantial reduction in the overall size and weight, without over stressing the materials involved and working with normal hydraulic pressures.

The concept is very simple: the jack is designed with several tubes which wear individually the strand overlenghts.

In such a way the piston's area between each tube is utilized as main pulling area too.

The jack is placed over the strands and when tensioning starts they are automatically and simultaneously engaged in the pulling head of the jack.

Once the required elongation and load are reached the lock-off device of the jack can be activated to home the wedges in the anchor head uniformly. The tensioning can be accomplished in more steps basing on the elongation of the cable. An already tensioned cable can be de-tensioned using a proper releasing device.



Tab. B

Martinetto tipo L / L type jack		L4.6	L7.6	L12.6	L15.6	L19.6	L22.6	L27.6	L31.6
per / for		4T15	7T15	12T15	15T15	19T15	22T15	27T15	31T15
Tiro max / Capacity max	[KN]	900	1600	2700	3400	4300	5000	6100	7000
Dimensioni - [mm] Dimensions	a	90	110	130	150	160	180	190	200
	b	Ø175	Ø220	Ø285	Ø320	Ø360	Ø385	Ø435	Ø455
	c	Ø140	Ø175	Ø220	Ø250	Ø270	Ø295	Ø320	Ø340
	d	155	155	160	165	160	180	180	180
	e	435	445	470	495	490	525	535	550
Corsa / Stroke	g	125	125	125	125	125	125	125	125
Frusta di tiro / Overlength	v <sub>2</sub>	450	460	490	520	540	580	630	650
Sezione utile / Main section	[cm]	158,92	252,39	437,49	549,02	707,20	791,71	1019,97	1118,72
Peso / Weight	[kg]	55	90	145	200	255	320	410	470

Sono disponibili martinetti con maggiore corsa. - Jacks with higher stroke are available.

## Tesatura

La tesatura dei cavi è effettuata procedendo nel seguente ordine:

- Montaggio della testa di ancoraggio ①, dei cunei ② e del pettine ③ sui trefoli. Fissaggio della base di tiro sul terminale a mezzo di due viti ④ per assicurare la sua centratura sul cavo (fig. 12a).
- Infilaggio del martinetto sui trefoli (fig. 12b).
- Messa in tensione del cavo fino a raggiungere la forza di tiro prescritta o la corsa utile del martinetto (Tab.B); il martinetto aggancia i trefoli automaticamente (fig. 12c).
- Bloccaggio dei cunei nella testa d'ancoraggio col pistone bloccacunei (fig. 12d)
- Rientro dei pistoni di tiro e di bloccaggio (fig.12e) e riposizionamento del martinetto contro la base (fig.12b) per effettuare le ulteriori riprese di tiro necessarie per raggiungere la forza prescritta.

A tesatura ultimata, rimozione del martinetto, del pettine e della base.

L'allungamento apparente del cavo è dato dalla somma delle corse misurate sul pistone di tiro.

Per ottenere l'allungamento reale, è necessario depurare l'allungamento apparente dell'assestamento geometrico del cavo, del rientro dei cunei che bloccano i trefoli durante il tiro, dell'allungamento delle fruste di tiro, dell'accorciamento elastico della struttura.

## Tensioning

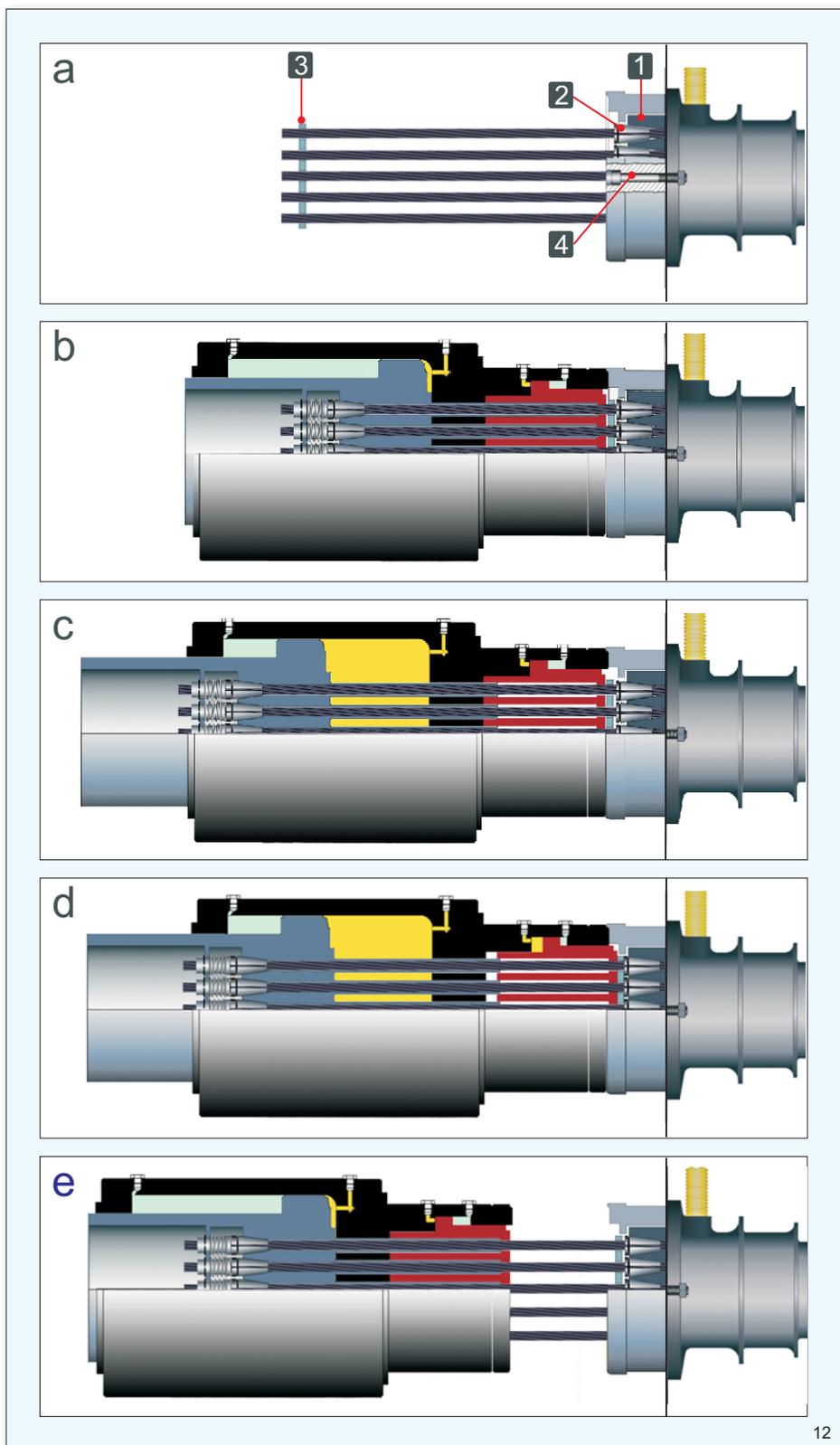
The tensioning procedure involves the following operations:

- Installing the anchor head ①, the wedges ② and the comb ③ on the strands. Fixing the stressing ring on the bearing unit by means of two screws ④ so as to assure its alignment with the cable (fig.12a).
- Placing the jack over the strands (fig. 12b).
- Stressing the tendon till the achievement of the required tensioning force or of the allowable. Stroke of the jack (Tab.B); the jack grips the strands automatically (fig. 12c).

- Locking the wedges in the anchor head through the lock-off piston (fig.12 d).
- Retracting the stressing and lock-off pistons (fig.12e) and resetting the jack against the ring (fig.12b) to carry out the further tensioning steps necessary to achieve the required force. When tensioning is completed, jack, comb, and the stressing ring have to be removed.

The apparent elongation of the cable is given by the sum of the measured strokes on the tensioning piston.

To get the actual elongation, it is necessary to clean the apparent elongation of the geometrical cable settlement, of the draw-in of the wedges which block the strands during the tensioning, of the elongation of the strand overlengths and of the elastic shortening of the structure.





## L'iniezione

L'iniezione dei cavi (fig.15a) si effettua, normalmente, dopo aver sigillato le testate col cls. o, a richiesta, impiegando le apposite cuffie. Prima di iniettare i cavi è opportuno soffiarli, ed eventualmente lavarli, per verificare che non vi siano ostacoli al passaggio della boiaccia di iniezione e per facilitarne il flusso.

In presenza di giunzioni fisse tipo K, i cavi a monte delle giunzioni vanno iniettati dopo aver tesato i cavi a valle. La boiaccia, iniettata con le apposite pompe di iniezione ALGA (fig.13), è mantenuta in pressione durante la fase di presa per mezzo di speciali rubinetti. Il rapporto acqua-cemento deve essere il più basso possibile, compatibilmente con una buona iniettabilità della boiaccia.

Esso dipende da tipo e qualità del cemento, temperatura ed umidità ambientale ed è fortemente condizionato dall'impiego o meno di un additivo fluidificante e rigonfiante. Normalmente il dosaggio è: 36 ÷ 38 litri di acqua, 100 Kg di cemento e additivo secondo le prescrizioni del produttore. Si ottengono così, circa 72 ÷ 74 litri di boiaccia. Con una speciale macchina (fig.14) realizzata dall'ALGA, si possono iniettare i cavi con la tecnologia del vuoto (fig.15b).

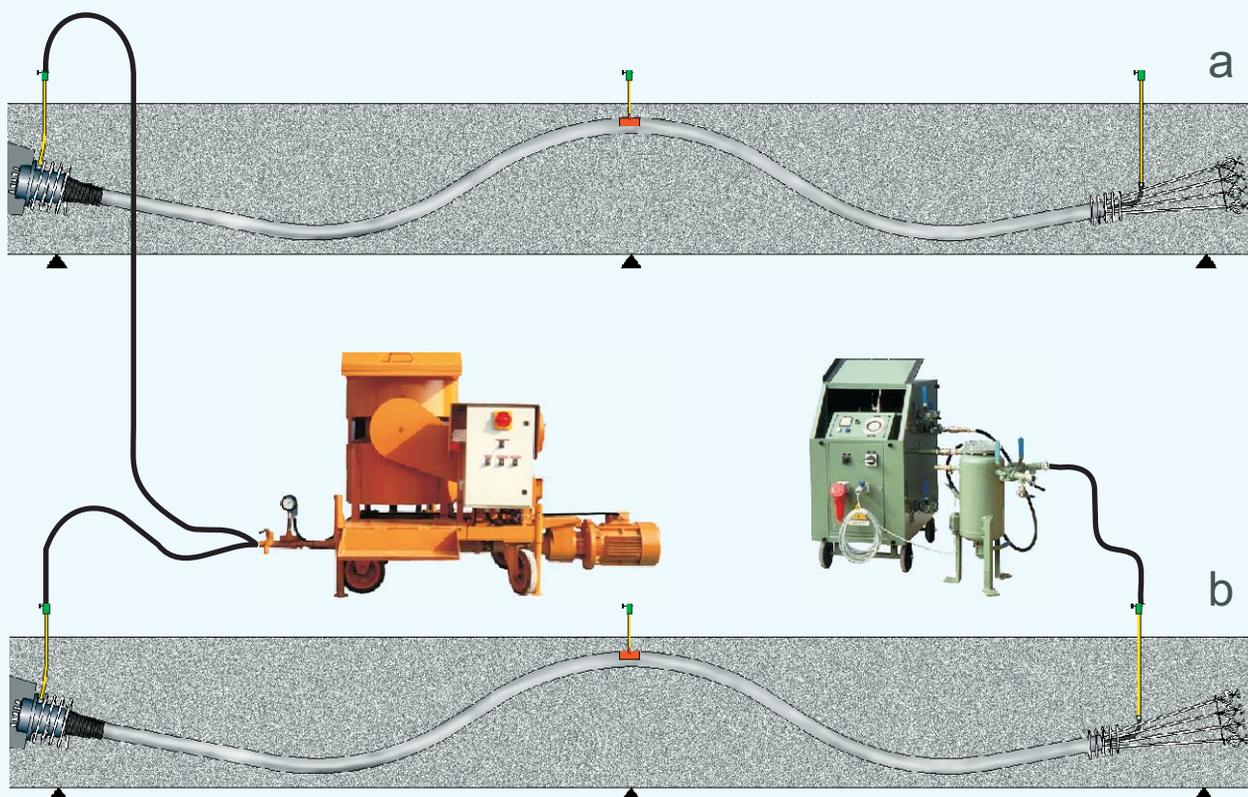


## Grouting

Cables are normally grouted (fig.15a) after sealing their anchorages with the concrete or, if required, using the proper grouting caps.

Before grouting the tendons, they should be blown and, if necessary, flushed to ensure that no obstructions would impede the flow of the injected grout. When coupling devices type K are installed, the previous tendons must be grouted after tensioning the next ones.

The sandless grout, injected using ALGA proper grouting pumps (pict.13), is kept under pressure during its curing through suitable cocks. The water-to-cement ratio is kept as low as possible, according to a good groutability; it depends on the type and quality of the cement used, the temperature and humidity of the atmosphere and whether or not fluidifying and expanding additives are used. Usually the proportion of ingredients is: 36 ÷ 38 liters of water, 100 Kg of cement and additive according to the instructions of the producer. This mix produces 72 ÷ 74 liters of grout. The cables can also be grouted with the vacuum technology (fig.15b), using the special vacuum equipment (fig.14), properly developed by ALGA.



### Perdite per attrito

Per calcolare la tensione  $\sigma_x$  nella sezione  $x$  alla distanza  $x$  dall'ancoraggio a tendere più vicino, si applica la classica formula esponenziale:

$$\sigma_x = \sigma_i e^{-\mu(\alpha+kx)}$$

dove:

- $\sigma_i$  = tensione all'ancoraggio
- $x$  = lunghezza del cavo (m) fra l'ancoraggio e la sezione  $x$
- $\alpha$  = angolo totale di deviazione (rad) fra l'ancoraggio e la sezione  $x$
- $\mu$  = coefficiente d'attrito fra trefoli e guaina (rad<sup>-1</sup>)
- $k$  = coefficiente di deviazione angolare non intenzionale (rad/m).

Il coefficiente d'attrito dipende da vari fattori: condizioni superficiali dei trefoli e della guaina, numero trefoli, raggio di curvatura, forza di tiro, ecc..

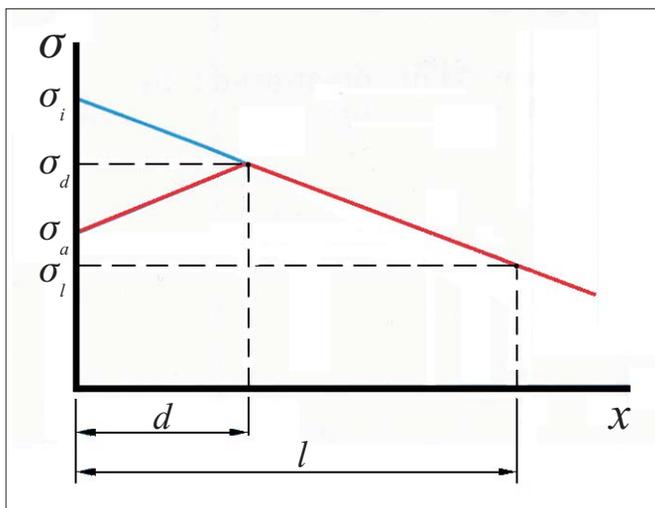
Il coefficiente di deviazione angolare non intenzionale dipende dalla cura nella posa in opera dei cavi, dalla rigidità delle guaine, dalla distanza fra i pettini di sostegno, ecc.. I valori più comuni di  $\mu$  e di  $k$ , sono:

- per il trefolo nudo:  $\mu = 0,2/\text{rad}$ ;  $k = 0.01 \text{ rad/m}$
- e per il trefolo *unbonded*:  $\mu = 0.06/\text{rad}$ ;  $k = 0,01 \text{ rad/m}$

### Perdite per il rientro dei cunei

Dopo il bloccaggio dei cunei, questi rientrano leggermente nella testa di ancoraggio provocando una perdita di tensione nel cavo a valle dell'ancoraggio. Questa perdita di tensione, che richiede particolare valutazione da parte del progettista quando i cavi sono molto corti (inferiori ai 15 m), può essere compensata, in tutto o in parte, per mezzo di una sovratensione temporanea al martinetto o spessorando la testa di ancoraggio. La compensazione del rientro dei cunei, se richiesta, deve essere specificata nel Programma di precompressione. Il rientro dei cunei  $r$  è normalmente compreso fra 5 e 6 mm.

A lato: Formule per calcolare  $d$   $\sigma_a$   $\sigma_d$   
 On side: Formulas to calculate  $d$   $\sigma_a$   $\sigma_d$



### Friction losses

To calculate the tension  $\sigma_x$  in the section  $x$  at the distance  $x$  from the nearest stressing anchorage, the following formula can be used:

$$\sigma_x = \sigma_i e^{-\mu(\alpha+kx)}$$

in which:

- $\sigma_i$  = tension at the anchorage
- $x$  = cable length (m) from the anchorage to the Section  $x$
- $\alpha$  = the total angle of the deviation (rad) between the anchorage and section  $x$
- $\mu$  = friction coeff. between strand and sheath (rad<sup>-1</sup>)
- $k$  = coefficient of unintentional angular deviation (rad/m).

The friction coefficient depends on various factors: superficial strand an sheath conditions, number of strands, bending radius, tension force, etc..

The coefficient of unintentional angular deviation depends on the care used to install the cables, the sheath stiffness, the distance among the supporting combs etc.. The most common values for  $\mu$  and  $k$ , are:

- for bare strand:  $\mu = 0,2/\text{rad}$ ;  $k = 0.01 \text{ rad/m}$
- for unbonded strand:  $\mu = 0.06/\text{rad}$ ;  $k = 0,01 \text{ rad/m}$

### Losses due to wedge set

After the wedges are finally locked, they slightly recede in the anchor head causing a loss of tension in the cable at the back of the anchorage. This loss of tension must be taken into consideration by the engineer particularly in the case of very short cables (under 15 m) and can be completely or partially compensated with a temporary overstressing to the jack or shimming the anchor head.

The compensation of the wedge draw-in, if required, must be pointed out in the Prestressing Program

The wedges draw-in  $r$  generally runs from 5 to 6 mm.

$$d = \sqrt{\frac{r \cdot E \cdot l}{\sigma_i - \sigma_l}} \quad \sigma_a = \sigma_i - \frac{rE}{d} \quad \sigma_d = \frac{\sigma_i + \sigma_a}{2}$$

Dove: / Where:

- $r^*$  = rientro dei cunei / wedges draw-in
- $l^*$  = lunghezza di un conveniente tratto iniziale di cavo / length of a convenient initial part of the cable
- $\sigma_l^*$  = tensione del cavo alla distanza  $l$  dall'ancoraggio / cable tension at the distance  $l$  from the anchorage
- $\sigma_i^*$  = tensione del cavo al martinetto / cable tension at the jack
- $E^*$  = modulo di elasticità del trefolo / strand elasticity modulus
- $d$  = lunghezza del cavo influenzato dal rientro dei cunei / cable length effected by the wedges draw-in
- $\sigma_a$  = tensione del cavo all'ancoraggio dopo il rientro cunei / cable tension at the anchorage after wedges draw-in
- $\sigma_d$  = tensione del cavo alla distanza  $d$  dall'ancoraggio / cable tension at distance  $d$  from the anchorage

\*) valori noti / known values