

# I FILI E LE FUNI

Come ormai avrete capito, le tensostrutture sono un insieme di elementi diversi che, dimensionati ed installati correttamente, sono in grado di reggere pesi e sollecitazioni importanti.

Uno di questi elementi è rappresentato dai fili e le funi che fungono da connessione tra palo ed ancoraggio e sono il collegamento longitudinale e trasversale dei pali, in modo da creare la struttura su cui poggiare le reti protettive oppure i teli antipioggia.

Nella puntata precedente abbiamo parlato di “sistema” di ancoraggio, proprio perché la stabilità della tensostruttura deve essere garantita da un ancoraggio ben infisso e posto alla corretta distanza, ma anche collegato con dei materiali idonei.

Pensare di collegare il palo con un ancoraggio usando del filo o della fune con alto allungamento equivale a NON avere un sistema di ancoraggio, perché il filo non sarà in grado di contrastare le sollecitazioni impresse dalle strutture.

Non essere in grado di operare un'adeguata ritesatura dell'impianto equivale a NON avere un sistema di ancoraggio, perché l'allentamento di fili e funi portano al venir meno della caratteristica peculiare delle tensostrutture, ovvero TUTTO IN TENSIONE.

Ma quale filo e quale fune usare?

Questa domanda ci apre ad un mondo di conoscenza che spesso non viene adeguatamente trasferita, generando più confusione che chiarezza.

Per realizzare i fili e le funi dobbiamo usare un materiale con delle ottime caratteristiche di resistenza ed elasticità, ma che deve essere protetto adeguatamente contro il fenomeno della corrosione: l'acciaio.

Caratteristiche meccaniche:

L'acciaio è considerato uno dei migliori prodotti per la realizzazione degli impianti moderni, grazie alle caratteristiche intrinseche di elasticità e leggerezza proprie di questo materiale.

Acciaio, in verità, è il nome dato ad una lega di ferro e carbonio, quest'ultimo in percentuale non superiore al 2,11%. Sopra questa percentuale le proprietà del materiale cambiano e la lega assume la denominazione di ghisa.

Oltre al carbonio, possono essere presenti ulteriori elementi alliganti come il rame, il silicio, il piombo, il manganese, ecc..

In base al tasso di carbonio contenuto, gli acciai si dividono in:

EXTRA DOLCI: carbonio compreso tra lo 0,05% e lo 0,15%

SEMIDOLCI: carbonio compreso tra lo 0,15% e lo 0,25%

DOLCI: carbonio compreso tra lo 0,25% e lo 0,40%

SEMIDURI: carbonio tra lo 0,40% e lo 0,46%

DURI: carbonio tra lo 0,60% e lo 0,70%

DURISSIMI: carbonio tra lo 0,70% e lo 0,80%

EXTRADURI: carbonio tra lo 0,80% e lo 0,85%

Minore è il tasso di carbonio, minori saranno la resistenza meccanica e la fragilità, mentre avremo elevati valori di duttilità e saldabilità del ferro.

Al variare del contenuto di carbonio nell'acciaio si modificano quindi alcuni parametri fisico-meccanici importanti.

Comprendiamo bene che la scelta della materia prima per realizzare fii e funi diventa determinante; abbiamo bisogno di materiali molto resistenti, con una elasticità elevata ma un basso allungamento.

Quando tesiamo un filo od una fune vogliamo che questa rimanga in tensione e che, se sollecitata, sia in grado di adattarsi agli sforzi che deve sostenere ma, una volta finito l'evento, ritorni nella posizione iniziale.



Questo lo possiamo ottenere solo se usiamo un acciaio ad alto contenuto di carbonio (almeno 0,60%) con una percentuale di allungamento che **non deve superare il 3-5%**.

Quando usiamo acciai ad alto tenore di carbonio dobbiamo sapere che, a fronte di grande resistenza ed elasticità, abbiamo un materiale che mal sopporta le piegature o leggere incisioni, con il rischio di improvvise rotture quando si va a tesare.

Un'importante caratteristica che dobbiamo ricercare è quindi quella di avere un materiale che abbia anche grande resistenza a "fatica", in modo da adattarsi bene alle operazioni di legatura e arrotolamento per il bloccaggio.



Deve inoltre essere conforme alla norma UNI EN 50189:2000, che ne regola i requisiti di flessibilità; secondo tale norma, il filo arrotolato attorno al suo diametro da 12 a 18 volte non deve presentare nessun tipo di lesione.

In passato si usavano fili molto malleabili, che potevano essere “arrotolati” direttamente sul palo grazie alla grande duttilità dell’acciaio con cui erano costituiti, ma a causa della forte “morbidezza” del prodotto si dovevano usare diametri molto grandi per avere anche un pò di resistenza.

La meccanizzazione delle operazioni colturali, le sollecitazioni alle avversità atmosferiche, l’introduzione di accessori per il fissaggio e la tesatura, hanno portato l’industria siderurgica a produrre materiali con acciai ad alta resistenza e basso allungamento, generando anche un sostanziale cambio di diametro del filo usato in considerazione delle nuove e migliori performances.

Il nostro speciale filo STRUKTURASTEEL ha le caratteristiche meccaniche ideali per gli utilizzi richiesti.

Nella seguente tabella sono indicati i diametri disponibili dei fili, le resistenze e lo sviluppo in mt x 1 kg di prodotto.

	<b>Resistenza a rottura (kg)</b>	<b>Resistenza acciaio (N/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Sviluppo mt x kg</b>	<b>Allungamento max %</b>
	261	1270	63	5
	330	1270	50	5
	408	1270	40	5
	493	1270	33	5
	587	1270	28	5

	743	1270	22	5
	918	1270	18	5
	1250	1270	13	5
	1632	1270	10	5

Potete notare la varietà di diametri disponibili che vengono utilizzati specificamente in alcune parti dell'impianto, come meglio esplicitato nella tabella seguente:

#### VIGNETO

	<b>Guyot-cordone speronato</b>	<b>Cordone libero</b>	<b>GDC</b>	<b>Pergola trentina</b>	<b>Tendone</b>
	Coppie di contenimento	-	-	-	Sostegno rami
	irrigazione	irrigazione	irrigazione	Sostegno rami	Sostegno rami
	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
	portante	-	-	portante	-
	-	-	-	-	portante
	-	-	-	-	-
	-	portante	portante	-	-
	-	portante	portante	-	-

**FRUTTETO**

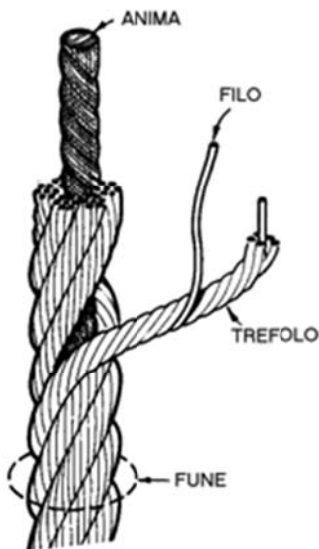
	<b>Spindel</b>	<b>Superspindel</b>	<b>V-Y</b>	<b>Pergola</b>	<b>Tendone</b>
	-	-	-	-	-
	Irrigazione e braccetti	Irrigazione	Irrigazione	Irrigazione	Irrigazione
	-	-	-	-	-
	portante	portante	-	-	Sostegno rami
	-	-	portante	-	Sostegno rami
	-	-	-	-	-
	-	-	-	Sostegno rami	-
	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-

**COPERTURE**

<b>Diametro mm</b>	<b>Grandine</b>	<b>Pioggia</b>
1,60	-	-
1,80	-	-
2,00	-	-
2,20	-	-

2,40	-	-
2,70	-	-
3,00	-	-
3,50	-	-
4,00	colmo	colmo

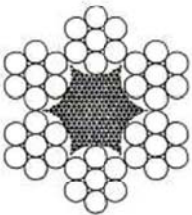
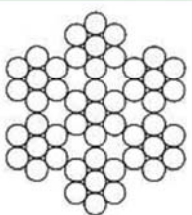
L'altro elemento fondamentale è la fune, costituita da un insieme di fili avvolti attorno ad un asse fino a formare un corpo cilindrico, molto resistente ma anche molto flessibile.

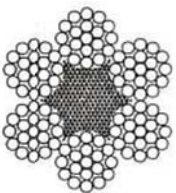
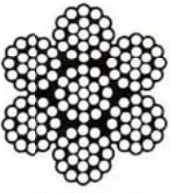


Per ottenere delle resistenze ancora più elevate di quelle viste nella tabella precedente, dovremmo realizzare dei fili con diametri molto grandi (8-10-12-14 mm di diametro) con il risultato di avere un prodotto anche totalmente rigido.

La fune è la brillante soluzione escogitata per ottenere resistenza e flessibilità, considerando che più fili mettiamo insieme più facile sarà maneggiarla.

Due esempi di formazione di funi:

Formazione	Diametro fune	Peso	Diametro filo
	mm	kg/mt	mm
 6x(6+1) + FC	2	0,014	0,22
	3	0,032	0,33
	4	0,06	0,44
	5	0,09	0,55
	6	0,13	0,66
	7	0,17	0,77
	8	0,23	0,88
	10	0,36	1,10
	12	0,51	1,32
	 7x(6+1)	2	0,016
3		0,035	0,33
4		0,06	0,44
5		0,10	0,55
6		0,14	0,66
7		0,19	0,77
8		0,25	0,88
10		0,39	1,10
12		0,57	1,32

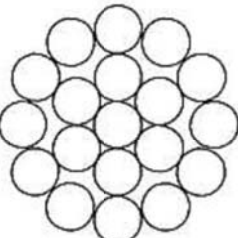
Formazione	Diametro fune	Peso	Diametro filo
	mm	kg/mt	mm
 6x(12+6+1) + FC	3	0,03	0,20
	4	0,06	0,26
	5	0,09	0,32
	6	0,13	0,39
	7	0,17	0,45
	8	0,22	0,52
	9	0,28	0,58
	10	0,35	0,65
	12	0,50	0,78
	14	0,68	0,91
16	0,89	1,04	
 7x(12+6+1)	3	0,03	0,20
	4	0,06	0,26
	5	0,10	0,32
	6	0,14	0,39
	7	0,19	0,45
	8	0,24	0,52
	9	0,31	0,58
	10	0,38	0,65
	12	0,55	0,78
	14	0,75	0,91
16	0,97	1,04	

Attenzione però che più fili ci sono più questi saranno sottili, quindi soggetti ad usura precoce, con il risultato che premiando la maneggevolezza andremo a sfilacciare maggiormente i fili che la compongono.



La soluzione, nel nostro caso, è quella di usare funi con formazione a 19 fili che garantiscono una perfetta tenuta e nessuna usura dei fili.

### Le funi ideali

Formazione	Diametro fune	Peso	Diametro filo
	mm	kg/mt	mm
 12+6+1	4	0,08	0,80
	5	0,12	1,00
	6	0,18	1,20
	7	0,24	1,40
	8	0,32	1,60
	9	0,40	1,80
	10	0,50	2,00
	11	0,60	2,20
	12	0,71	2,40

La nostra fune ROPESTEEL ha le caratteristiche meccaniche ideali per gli utilizzi richiesti.

Nella tabella seguente sono indicati i diametri disponibili delle funi, le resistenze e lo sviluppo in mt x 1 kg di prodotto.

	<b>Resistenza a rottura (kg)</b>	<b>Resistenza acciaio (N/mm2)</b>	<b>Sviluppo mt x kg</b>	<b>Allungamento max %</b>
	1250	1600	13,5	3
	2160	1600	8,4	3
	3100	1600	5,85	3
	3800	1600	4,29	3
	5300	1600	3,29	3

Nella tabella seguente vediamo il tipo di utilizzo:

#### VIGNETO

	<b>Guyot-cordone speronato</b>	<b>Cordone libero</b>	<b>GDC</b>	<b>Pergola trentina</b>	<b>Tendone</b>
	ancoraggio	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
	-	ancoraggio	ancoraggio	ancoraggio	ancoraggio
	-	-	-	-	-

#### FRUTTETO



	<b>Spindel</b>	<b>Superspindel</b>	<b>V-Y</b>	<b>Pergola</b>	<b>Tendone</b>
	ancoraggio	ancoraggio	-	-	-
	-	-	-	-	-
	-	-	ancoraggio	-	trasversale
	-	-	-	ancoraggio	ancoraggio
	-	-	-	-	-

#### **COPERTURE**

<b>Diametro mm</b>	<b>Grandine</b>	<b>Pioggia</b>
4,00	-	-
5,00	Trasversale	Trasversale
6,00	-	-
7,00	ancoraggio	Ancoraggio
8,00	-	-

Protezione:

L'acciaio, come abbiamo visto, ha ottime caratteristiche di resistenza meccanica ma ha scarsa resistenza agli agenti atmosferici (aria e acqua) ed ha quindi bisogno di essere adeguatamente rivestito.

Tralasciando la possibilità di proteggere l'acciaio attraverso una speciale lega di più elementi costituenti (inox), per combattere l'ossidazione si usa rivestire superficialmente il metallo con un materiale protettivo che, in questo caso, è lo zinco.

Per applicare lo strato di rivestimento viene utilizzata la tecnica della zincatura a caldo in continuo, un processo dove il filo, scorrendo senza soluzione di continuità dentro una vasca di zinco bollente (450°), viene rivestito da uno strato di metallo liquido. Più lo strato è spesso, più protezione dall'ossidazione otteniamo.

La quantità di zinco che possiamo applicare sulla superficie metallica è variabile in funzione del risultato finale che vogliamo ottenere (viene comunque normato con precisione nelle UNI EN 10042 e UNI EN 10147).

La cosa importante da sapere è che la zincatura dei fili viene suddivisa in "classi", riportate in maniera dettagliata nella tabella allegata.

## TABELLE DI SPESSORE ZINCO SECONDO NORME UNI – EN

NORMA DI RIFERIMENTO ATTUALMENTE IN VIGORE:

UNI-EN 10244-2

<b>TABELLA 1: CLASSI DI RIVESTIMENTO ZINCATURA NORMALE</b>						
	<b>CLASSE</b>					
Diametro mm	<b>A</b> g/m <sup>2</sup>	<b>AB</b> g/m <sup>2</sup>	<b>B</b> g/m <sup>2</sup>	<b>C</b> g/m <sup>2</sup>	<b>D</b> g/m <sup>2</sup>	<b>Ax3</b> g/m <sup>2</sup>
0,15 ≤ d < 0,20	-	-	15	-	10	
0,20 ≤ d < 0,25	30	20	20	20	15	
0,25 ≤ d < 0,32	45	30	30	25	15	
0,32 ≤ d < 0,40	60	30	30	25	15	
0,40 ≤ d < 0,50	85	55	40	30	15	
0,50 ≤ d < 0,60	100	70	50	35	20	
0,60 ≤ d < 0,70	115	80	60	40	20	
0,70 ≤ d < 0,80	130	90	60	45	20	
0,80 ≤ d < 0,90	145	100	70	50	20	
0,90 ≤ d < 1,00	155	110	70	55	25	
1,00 ≤ d < 1,20	165	115	80	60	25	
1,20 ≤ d < 1,40	180	125	90	65	25	540
1,40 ≤ d < 1,65	195	135	100	70	30	585
1,65 ≤ d < 1,85	205	145	100	75	30	615
1,85 ≤ d < 2,15	215	155	115	80	40	645
2,15 ≤ d < 2,50	230	170	125	85	45	690
2,50 ≤ d < 2,80	245	185	125	95	45	735
2,80 ≤ d < 3,20	255	195	135	100	50	765
3,20 ≤ d < 3,80	265	210	135	105	60	795
3,80 ≤ d < 4,40	275	220	135	110	60	825
4,40 ≤ d < 5,20	280	220	150	110	70	840
5,20 ≤ d < 8,20	290			110	80	870
8,20 ≤ d ≤ 10,00	300			110	80	900

L'evoluzione della protezione degli acciai ha generato delle nuove leghe, composte di zinco ma con l'aggiunta di altri metalli che ne aumentano la capacità protettiva pur con spessori di rivestimento minori.

La più nota è la lega in zinco-alluminio che, entrata in utilizzo ormai molti anni fa, ha una sua tabella specifica con le relative classificazioni.

<b>TABELLA 2: CLASSI DI RIVESTIMENTO ZINCO 95%/ALLUMINIO 5% (GALFAN)</b>		
Diametro mm	<b>CLASSE</b>	
	<b>A</b> g/m <sup>2</sup>	<b>B</b> g/m <sup>2</sup>
0,20 ≤ d < 0,25		20
0,25 ≤ d < 0,40		30
0,40 ≤ d < 0,50	85	40
0,50 ≤ d < 0,60	100	50
0,60 ≤ d < 0,70	115	60
0,70 ≤ d < 0,80	130	60
0,80 ≤ d < 0,90	145	70
0,90 ≤ d < 1,00	155	70
1,00 ≤ d < 1,20	165	80
1,20 ≤ d < 1,40	180	90
1,40 ≤ d < 1,65	195	100
1,65 ≤ d < 1,85	205	100
1,85 ≤ d < 2,15	215	115
2,15 ≤ d < 2,50	230	125
2,50 ≤ d < 2,80	245	125
2,80 ≤ d < 3,20	255	135
3,20 ≤ d < 3,80	265	135
3,80 ≤ d < 4,40	275	135
4,40 ≤ d < 5,20	280	150
5,20 ≤ d < 8,20	290	
8,20 ≤ d ≤ 10,00	300	

Il nostro filo STRUKTURASTEEL è rivestito dalla lega in zinco-alluminio mentre la fune ROPESTEEL è rivestita in zinco; entrambi vengono forniti in classe A di rivestimento.

In conclusione, la scelta dei fili e delle funi non può essere operata con leggerezza o addirittura in maniera casuale perché le variabili in gioco, e di conseguenza il risultato finale, sono troppo elevate, rischiando di vanificare tutta la progettazione e la futura affidabilità dell'impianto.

Le scelte devono ricadere su fili e funi ad alta resistenza meccanica (min 1300n/mm<sup>2</sup>) e basso allungamento (3-5% max), così da mantenere la giusta tensione d'impianto anche durante e dopo le sollecitazioni impresse dagli eventi atmosferici.

Inoltre, la protezione dei fili e delle funi deve essere effettuata con classi di zincatura importanti (l'ideale sarebbe la classe A), per resistere a lungo contro gli attacchi non solo dell'acqua e dell'aria, ma di tutti i prodotti antiparassitari e fertilizzanti che risultano aggressivi nei confronti dei metalli.