



*Ministero della Difesa*  
DIREZIONE DEGLI ARMAMENTI NAVALI

**NAV-70-4000-0002-13-00B000**

**NORMA TECNICA**

**PER L'IMPIEGO ED IL COLLAUDO DEI CAVI E DEI CORDAMI  
IN FIBRA VEGETALE, SINTETICA E DEI CAVI IN ACCIAIO  
IN USO NELLA MARINA MILITARE ITALIANA**

**Edizione Novembre 2016**



# *Ministero della Difesa*

*Segretariato Generale della Difesa e Direzione Nazionale degli Armamenti*

*Direzione degli Armamenti Navali*

**NAV-70-4000-0002-13-00B000**

## **ATTO DI APPROVAZIONE**

Approvo la seguente Pubblicazione:

- NORME PER L'IMPIEGO ED IL COLLAUDO DEI CAVI E DEI CORDAMI IN FIBRA VEGETALE, SINTETICA E DEI CAVI IN ACCIAIO IN USO NELLA M.M.I.
- SIGLA DISTINTIVA: **NAV-70-4000-0002-13-00B000**
- ABROGA E SOSTITUISCE: NAV-70-0000-0005-14-00B000 – Ed. Luglio 2011  
NAV-70-4010-0001-13-00B000 – Ed. Maggio 2006  
NAV-50-4000-0001-13-00B000 – Ed. Marzo 2009

Roma, li... **15 NOV. 2016** .....

IL DIRETTORE  
Amm. Isp. Matteo BISCEGLIA

**ELENCO AGGIORNATO DELLE PAGINE VALIDE**

Pag. I	Frontespizio	Edizione base Novembre 2016
Pag. II	Atto di approvazione	Edizione base Novembre 2016
Pag. III	Elenco aggiornato delle pagine valide	Edizione base Novembre 2016
Pag. IV	Elenco di distribuzione	Edizione base Novembre 2016
Pag. V	Registrazione delle aggiunte e delle varianti	Edizione base Novembre 2016
Pagg. VI-IX	Indice	Edizione base Novembre 2016
Pag. X	Elenco delle tabelle	Edizione base Novembre 2016
Pag. XI	Elenco degli annessi e degli allegati	Edizione base Novembre 2016
Pag. XII	Elenco delle tavole	Edizione base Novembre 2016
Pagg. XIII-XIV	Elenco delle figure	Edizione base Novembre 2016
Pagg. 1-121	Normativa	Edizione base Novembre 2016

## **ELENCO DI DISTRIBUZIONE**

La presente Pubblicazione tecnica non è caratterizzata da un elenco di distribuzione specifico ed è consultabile, nella sua versione più aggiornata, esclusivamente on line sui siti intranet e internet di NAVARM.



# INDICE

<b>INTRODUZIONE</b>	<b>1</b>
1. Premessa	1
2. Campo di applicazione	1
3. Terminologia	2
3.1 <i>Registro dei cavi in acciaio ed in fibra</i>	2
3.2 <i>Responsabile dell'impiego</i>	2
3.3 <i>Responsabile della sistemazione</i>	2
3.4 <i>Enti Tecnici qualificati</i>	2
4. Glossario dei termini	3
<b>PARTE PRIMA - CAVI IN FIBRA VEGETALE E SINTETICA</b>	<b>4</b>
<b>1.1 TERMINOLOGIA USATA, CARATTERISTICHE DEI CAVI E DEI LORO COMPONENTI</b>	<b>4</b>
1.1.1 Premessa	4
1.1.2 Definizioni	4
1.1.3 Caratteristiche geometriche dei cavi e loro misura	6
1.1.4 Caratteristiche di resistenza dei cavi e loro misura	8
1.1.5 Fibre impiegate nella fabbricazione dei cavi in uso nella Marina Militare.	10
1.1.6 Designazione dei cavi in fibra	10
1.1.7 Unità di misura	11
1.1.7.1 <i>Massa lineare</i>	11
1.1.7.2 <i>Forze applicate</i>	12
1.1.7.3 <i>Tenacità</i>	12
1.1.8 Altri manufatti in fibra impiegati nella M.M.	12
1.1.9 Identificazione dei cavi in fibra	14
1.1.10 Etichettatura dei cavi	15
1.1.11 Imballaggio e lunghezza di consegna	15
1.1.12 Marche di identificazione e certificazione	15
<b>1.2 IMPIEGO E MANUTENZIONE</b>	<b>19</b>
1.2.1 Premessa	19
1.2.2 Modalità di conservazione dei cavi	19
1.2.3 Modalità di impiego dei cavi	20
1.2.4 Connessione tra cavi - Impiombatura	21
<b>1.3 VALUTAZIONE DELL'EFFICIENZA DEI CAVI IN FIBRA</b>	<b>23</b>
1.3.1 Criteri generali di controllo sui cavi	25
<b>1.4 MODALITA' DI APPROVVIGIONAMENTO DEI CAVI IN FIBRA - VERIFICA E COLLAUDI</b>	<b>31</b>
1.4.1 Premessa	31
1.4.2 Misura delle principali caratteristiche dei cavi in fibra	32
1.4.2.1 <i>Apparecchiature impiegate</i>	32
1.4.2.2 <i>Campionamento</i>	33

1.4.2.3	<i>Prelievo della provetta</i>	33
1.4.2.4	<i>Esecuzione delle prove</i>	34
1.4.2.5	<i>Ambientamento</i>	34
1.4.2.6	<i>Misurazioni iniziali</i>	34
1.4.2.7	<i>Montaggio della provetta sul dinamometro</i>	35
1.4.2.8	<i>Determinazioni delle caratteristiche delle fibre</i>	36
1.4.2.9	<i>Resoconto delle prove</i>	38
1.4.3	Resistenza all'assorbimento dell'acqua	38
1.4.3.1	<i>Preparazione delle provette, taglio dei campioni e sigillatura</i>	38
1.4.3.2	<i>Esecuzione della prova</i>	38
1.4.3.3	<i>Risultati delle prove</i>	39
1.4.4	Determinazione del contenuto di lubrificanti e finissaggio	39
1.4.4.1	<i>Preparazione dei campioni</i>	39
1.4.4.2	<i>Determinazione del contenuto d'acqua</i>	39
1.4.4.3	<i>Esecuzione della prova</i>	39
<b>ANNESSO A – TENSIONE DI RIFERIMENTO DA APPLICARE ALLE CORDE PER LA MISURAZIONE DELLA MASSA LINEARE E DEL PASSO (in conformità alla UNI EN ISO 2307)</b>		<b>40</b>
<b>ANNESSO B – PROCEDIMENTO SPECIALE PER LA DETERMINAZIONE DI FORZE DI ROTTURA ELEVATE</b>		<b>41</b>
<b>ANNESSO C – FATTORE DI CALCOLO PER LA DETERMINAZIONE DI CARICHI DI ROTTURA ELEVATI (in conformità alla UNI EN ISO 2307)</b>		<b>42</b>
<b>ANNESSO D – DETERMINAZIONE DEL DIAGRAMMA FORZA -ALLUNGAMENTO SU UNA “PARTICOLARE” PROVETTA</b>		<b>43</b>
<b>ANNESSO E – METODO ALTERNATIVO PER LE MISURAZIONI INIZIALI DI GROSSE CORDE</b>		<b>44</b>
<b>ANNESSO F – METODO DI CALCOLO PER DETERMINARE IN MANIERA SPEDITIVA IL CARICO DI ROTTURA E DI ESERCIZIO DI PRODOTTI IN FIBRE SINTETICHE</b>		<b>45</b>
<b>PARTE SECONDA - CAVI IN ACCIAIO</b>		<b>47</b>
<b>2.1 TERMINOLOGIA USATA, CARATTERISTICHE DEI CAVI E DEI LORO COMPONENTI</b>		<b>47</b>
2.1.1	Introduzione	47
2.1.2	Caratteristiche Generali - Definizioni	47
2.1.3	Caratteristiche geometriche dei cavi e loro misura	53
2.1.4	Massa lineica	56
2.1.5	Caratteristiche di resistenza dei cavi e loro misura	56
2.1.6	Acciai utilizzati nella fabbricazione dei cavi	57
2.1.7	Designazione dei fili e cavi in acciaio	59
2.1.8	Forze applicate	61
2.1.9	Etichettatura dei cavi, marcatura e certificazione	61
2.1.10	Imballaggio, fatturazione e lunghezza di consegna	61
<b>2.2 IMPIEGO E MANUTENZIONE</b>		<b>62</b>
2.2.1	Premessa	62
2.2.2	Messa in opera	62
2.2.3	Avvolgimento della fune sul tamburo e piegatura su raggio.	64
2.2.4	Modalità di impiego dei cavi	68

2.2.5	Lubrificazione della fune in servizio	69
2.2.6	Modalità di conservazione dei cavi	69
<b>2.3</b>	<b>VALUTAZIONE DELL'EFFICIENZA DEI CAVI METALLICI IN ESERCIZIO.</b>	<b>71</b>
2.3.1	Premessa	71
2.3.2	Danni tipici di un cavo in acciaio	71
2.3.3	Corrosione – determinazione indice di gravità	79
2.3.4	Numero di rotture possibili dei fili	80
2.3.5	Modalità di controllo interno dei cavi	84
2.3.6	Esito dei controlli sui cavi	85
2.3.7	Decremento uniforme lungo la fune	87
2.3.8	Valutazione della fune per l'effetto combinato delle condizioni e dell'indice di gravità	88
2.3.9	Controlli periodici e di pre-impiego dei cavi in acciaio	89
<b>2.4</b>	<b>CONNESSIONE TRA CAVI IN ACCIAIO</b>	<b>91</b>
2.4.1	Premessa	91
2.4.2	Impalmatura a mano	91
2.4.3	Impalmatura meccanica (o con manicotto):	94
2.4.4	Capicorda	94
<b>2.5</b>	<b>COLLAUDI – MODALITA' DI APPROVVIGIONAMENTO DEI CAVI</b>	<b>95</b>
2.5.1	Collaudo - Certificazione - documenti a corredo del cavo	95
2.5.2	Norme per l'acquisizione di un cavo.	96
2.5.3	Verifiche alla ricezione dei cavi – Campionamento	96
2.5.3.1	<i>Prelievo dei campioni dei cavi</i>	97
2.5.3.2	<i>Prelievo dei campioni dei fili</i>	97
2.5.4	Modalità di esecuzione delle verifiche - Prove tecnologiche	98
2.5.4.1	<i>Prove sui fili elementari</i>	99
2.5.4.2	<i>Controllo dimensionale dei fili</i>	99
2.5.4.3	<i>Prove meccaniche sui fili</i>	99
2.5.4.4	<i>Prove sul rivestimento protettivo (solo per cavi in acciaio normale)</i>	99
2.5.4.5	<i>Fallimento e Ripetizione delle prove</i>	99
2.5.4.6	<i>Resoconto delle prove sui fili</i>	100
2.5.4.7	<i>Prove sui cavi</i>	100
2.5.4.8	<i>Controllo dimensionale</i>	100
2.5.4.9	<i>Resistenza alla trazione</i>	100
2.5.4.10	<i>Misura della permeabilità magnetica relativa all'aria (cavi in acciaio inossidabile)</i>	100
2.5.4.11	<i>Prova magneto induttiva</i>	101
2.5.4.12	<i>Prova raggi X e raggi gamma</i>	101
	<b>ANNESSO G – DEFINIZIONE DELLA CLASSE DEL MECCANISMO PER LA DETERMINAZIONE DEL MASSIMO NUMERO DI FILI ROTTI</b>	<b>102</b>
	<b>APPENDICE A ESEMPIO DI CERTIFICATO DI CONFORMITÀ</b>	<b>106</b>
	<b>APPENDICE B ESEMPIO DI ATTESTATO DI CONTROLLO</b>	<b>107</b>
	<b>PARTE TERZA - DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI CAVI DI ORMEGGIO E RIMORCHIO</b>	<b>108</b>
3.1	Premessa	108

<b>3.2 Equivalenza dei carichi di rottura delle fibre sintetiche con fibre naturali o acciaio</b>	<b>108</b>
<b>3.3 Definizioni di Modulo di Armamento (Equipment Number (EN))</b>	<b>109</b>
<b>3.4 Criteri di dimensionamento dei cavi per l'ormeggio e per il rimorchio</b>	<b>110</b>
3.4.1 UU.NN. il cui dislocamento è compreso (estremi inclusi) fra 400 tonnellate e 30.000 tonnellate	110
3.4.2 UU.NN. il cui dislocamento è inferiore alle 400 tonnellate o maggiore delle 30.000 tonnellate.	111
<b>3.5 Altre caratteristiche fisiche dei cavi di ormeggio e rimorchio. Cenni sulle tecno fibre</b>	<b>113</b>
<b>3.6 Perdita della resistenza alla rottura dovuta ai nodi ed impiombature per ormeggio.</b>	<b>115</b>
<b>3.7 Dotazione cavi</b>	<b>115</b>
<b>3.8 Colpo di frusta</b>	<b>116</b>
<b>ALLEGATO 1 – MODELLO PER PROCESSO VERBALE</b>	<b>119</b>
<b>ALLEGATO 2 – MODELLO CERTIFICATO DI PROVA ED ESAMI</b>	<b>120</b>
<b>ALLEGATO 3 – MODELLO SCHEDA MONOGRAFICA</b>	<b>121</b>

**ELENCO DELLE TABELLE**

TABELLA 1 – Prospetto dei multipli e sottomultipli del tex .....	11
TABELLA 2 – Numero dei campioni S da prelevare al variare del numero di rotoli N di cavo del lotto .....	33
TABELLA 3 – Lunghezza minima del cavo .....	34
TABELLA 4 – Lunghezza della legatura .....	38
TABELLA 5 – Coefficiente “K” per la determinazione del carico di rottura .....	57
TABELLA 6 – Classi di resistenza a trazione .....	58
TABELLA 7 – Classificazione delle funi .....	58
TABELLA 8 – Informazioni che devono essere riportate su ciascun rotolo di fune fornita .....	61
TABELLA 9 – Prospetto – Prima seconda e terza serie di passaggi .....	92
TABELLA 10 – Numero di campioni per le prove al variare dell’effettivo del lotto .....	97
TABELLA 11 – Numero di fili per le prove .....	98
TABELLA 12 – Tolleranze sul diametro nominale della fune .....	100
TABELLA 13 – Condizioni di impiego dei meccanismi .....	102
TABELLA 14 – Classificazione dei meccanismi .....	104
TABELLA 15 – Caratteristiche dei cavi per Ormeggio .....	110
TABELLA 16 – Caratteristiche dei cavi per Rimorchio .....	111
TABELLA 17 – Verrine in acciaio per uso marinaresco .....	111
TABELLA 18 – Dotazione di massima dei cavi per Ormeggio, Rimorchio d’Altura e Rimorchio Portuale. .	115

**ELENCO DEGLI ANNESSI E DEGLI ALLEGATI**

ANNESSO A – TENSIONE DI RIFERIMENTO DA APPLICARE ALLE CORDE PER LA MISURAZIONE DELLA MASSA LINEARE E DEL PASSO (in conformità alla UNI EN ISO 2307)	40
ANNESSO B – PROCEDIMENTO SPECIALE PER LA DETERMINAZIONE DI FORZE DI ROTTURA ELEVATE	41
ANNESSO C – FATTORE DI CALCOLO PER LA DETERMINAZIONE DI CARICHI DI ROTTURA ELEVATI (in conformità alla UNI EN ISO 2307)	42
ANNESSO D – DETERMINAZIONE DEL DIAGRAMMA FORZA -ALLUNGAMENTO SU UNA “PARTICOLARE” PROVETTA	43
ANNESSO E – METODO ALTERNATIVO PER LE MISURAZIONI INIZIALI DI GROSSE CORDE	44
ANNESSO F – METODO DI CALCOLO PER DETERMINARE IN MANIERA SPEDITIVA IL CARICO DI ROTTURA E DI ESERCIZIO DI PRODOTTI IN FIBRE SINTETICHE	45
ANNESSO G – DEFINIZIONE DELLA CLASSE DEL MECCANISMO PER LA DETERMINAZIONE DEL MASSIMO NUMERO DI FILI ROTTI	102
ALLEGATO 1 – MODELLO PER PROCESSO VERBALE	119
ALLEGATO 2 – MODELLO CERTIFICATO DI PROVA ED ESAMI	120
ALLEGATO 3 – MODELLO SCHEDA MONOGRAFICA	121

**ELENCO DELLE TAVOLE**

TAVOLA 1 – CARATTERISTICHE PRICIPALI DELLE FIBRE TESSILI PIÙ USATE NEL SETTORE DELLE CORDE DI USO NAVALE	22
TAVOLA 2 – CHECK LIST DI USO E MANUTENZIONE	24
TAVOLA 3 – LIBRETTO DI IDENTIFICAZIONE DEL CAVO	70
TAVOLA 4 – VALUTAZIONE DELLA CORROSIONE	79
TAVOLA 5 – NUMERO DI ROTTURE VISIBILI DEI FILI, RAGGIUNTE O SUPERATE, PRESENTI IN FUNI A STRATO SINGOLO E AD AVVOLGIMENTO PARALLELO AVVOLTE IN TAMBURO CON AVVOLGIMENTO MULTISTRATO, CHE RICHIEDONO LO SCARTO DELLA FUNE	81
TAVOLA 6 – NUMERO DI ROTTURE VISIBILI DEI FILI, RAGGIUNTE O SUPERATE, PRESENTI IN FUNI A STRATO SINGOLO E AD AVVOLGIMENTO PARALLELO, CHE RICHIEDONO LO SCARTO DELLA FUNE	82
TAVOLA 7 – NUMERO DI ROTTURE VISIBILI DEI FILI, RAGGIUNTE O SUPERATE, PRESENTI IN FUNI ANTIGIREVOLI, CHE RICHIEDONO LO SCARTO DELLA FUNE	83
TAVOLA 8 – CHECK LIST DI USO E MANUTENZIONE	86
TAVOLA 9 – VALUTAZIONE DEL DECREMENTO UNIFORME DEL DIAMETRO DELLA FUNE	88
TAVOLA 10 – PROSPETTO PER IL CALCOLO DEL FATTORE DI SPETTRO	103

## ELENCO FIGURE

FIGURA 1 – Cavo piano	5
FIGURA 2 – Cavo tracciato ad 8/12 legnoli	5
FIGURA 3 – Sagola o treccia	5
FIGURA 4 – Merlino	5
FIGURA 5 – Merlino	5
FIGURA 6 – Cavo trecciato in rafia	5
FIGURA 7 – Cavo di nylon nuovo	5
FIGURA 8 – Sagola	5
FIGURA 9 – Diametro nominale dei cavi in fibra	6
FIGURA 10 – Passo del legnolo	6
FIGURA 11 – Passo di un cavo commesso	6
FIGURA 12 – Passo di un cavo trecciato	6
FIGURA 13 – Senso di torsione	7
FIGURA 14 – Torsione Z	7
FIGURA 15 – Torsione S	7
FIGURA 16 – Avvolgimento crociato: Sinistro (zS) (a SX) e Destro (sZ) (a DX)	7
FIGURA 17 – Avvolgimento parallelo: Sinistro (sS) (a SX) e Destro (zZ) (a DX)	8
FIGURA 18 – Diametro della corda e diametro del filo	8
FIGURA 19 – Impiombatura tra cavi	21
FIGURA 20 – Le più comuni tipologie di problematiche cui possono essere soggetti i cavi	26
FIGURA 21 – Dinamometro a ganasce	35
FIGURA 22 – Dinamometro a perni per provette a gasse	35
FIGURA 23 – Dinamometro ad avvolgimenti autostringenti	35
FIGURA 24 – lunghezza del passo del cavo a 3 legnoli	36
FIGURA 25 – lunghezza del passo del cavo a 8 legnoli	36
FIGURA 26 – lunghezza del passo del cavo a 12 legnoli	36
FIGURA 27 – Esempi di forme di fili	47
FIGURA 28 – Alcune forme di trefolo	48
FIGURA 29 – Trefolo a singolo strato di fili	48
FIGURA 30 – Trefolo “Seale”	48
FIGURA 31 – Trefolo “Warrington”	49
FIGURA 32 – Trefolo “Filler”	49
FIGURA 33 – Trefolo in combinazioni parallele	49
FIGURA 34 – Trefolo compattato	49
FIGURA 35 – Anima tessile (a sinistra) e plastica (a destra)	50
FIGURA 36 – Cordatura (a sinistra) e preformazione (a destra)	50
FIGURA 37 – Fune in acciaio	50
FIGURA 38 – Fune a trefoli	51
FIGURA 39 – Fune compattata (sinistra in alto), non compattata (sinistra in basso) e antigirevole (destra)	51
FIGURA 40 – Fune spiroidale	52
FIGURA 41 – Fune intrecciata	52
FIGURA 42 – Fune “gherlino”	52
FIGURA 43 – Fune semichiusa	52
FIGURA 44 – Fune chiusa	53
FIGURA 45 – Misurazione del diametro del cavo	53
FIGURA 46 – Dimensione del trefolo	53
FIGURA 47 – Dimensione della fune tonda	54
FIGURA 48 – Diametro del trefolo e diametro del filo	54
FIGURA 49 – Passo del trefolo	54
FIGURA 50 – Passo della fune	55

FIGURA 51 – Senso di avvolgimento del trefolo: S (a SX) e Z (a DX)	55
FIGURA 52 – Avvolgimento crociato: Sinistro (zS) (a SX) e Destro (sZ) (a DX)	55
FIGURA 53 – Avvolgimento parallelo: Sinistro (sS) (a SX) e Destro (zZ) (a DX)	56
FIGURA 54 – Modalità di svolgimento dei cavi	62
FIGURA 55 – Avvolgimento inferiore per fune sinistrorsa (a SX) e destrorsa (a DX)	64
FIGURA 56 – Avvolgimento superiore per fune sinistrorsa (a SX) e destrorsa (a DX)	64
FIGURA 57 – Angolo di deviazione	64
FIGURA 58 – Angolo di deflessione e angolo della scanalatura	65
FIGURA 59 – Movimento del cavo sulla gola	65
FIGURA 60 – Avvolgimento sui tamburi	66
FIGURA 61 – Riduzione del carico di rottura	67
FIGURA 62 – Perdita di resistenza della fune avvolta	67
FIGURA 63 – Piegamento della fune su raggio molto piccolo	67
FIGURA 64 – Eliminazione del filo rotto	72
FIGURA 65 – Alcune delle tipologie di problematiche cui possono essere soggetti i cavi	73
FIGURA 66 – Accertamento e valutazione della corrosione esterna	80
FIGURA 67 – Fune impalmata a mano	92
FIGURA 68 – Disposizione della fune e della redancia	92
FIGURA 69 – Metodo classico per avviare un'impalmatura a mano	93
FIGURA 70 – Impalmatura fiamminga	94
FIGURA 71 – Impalmatura a cappio di ritorno	94
FIGURA 72 – Capicorda	94
FIGURA 73 – Distribuzione temporale del carico e fattore di spettro	105
FIGURA 74 – Grafico carico rottura	109
FIGURA 75 – Grafico zona colpo di frusta	117

# NORME PER L'IMPIEGO ED IL COLLAUDO DEI CAVI E DEI CORDAMI IN FIBRA VEGETALE, SINTETICA E DEI CAVI IN ACCIAIO IN USO NELLA MARINA MILITARE ITALIANA.

## INTRODUZIONE

### 1. Premessa

La presente Norma Tecnica ha lo scopo di fissare i requisiti generali per l'acquisizione, l'installazione e l'impiego al meglio, dei materiali delle UU.NN. in essa descritti. La Norma è, altresì, documento tecnico di riferimento per tutti gli EE.OO. interessati agli argomenti da essa trattati affinché sia sempre garantita la qualità dei prodotti da destinare sulle Unità della Marina Militare Italiana.

### 2. Campo di applicazione

Le presenti norme si applicano ai cavi in acciaio, ai cavi in fibra ed ai cordami per applicazioni navali quali in particolare, ormeggio, tonnellaggio, rimorchio nonché per l'esercizio di lavori marittimi a bordo delle Unità Navali compresi i Sommergibili, le Unità minori ed i mezzi della Marina Militare.

Per ciò che riguarda le visite, le ispezioni e le verifiche periodiche, i contenuti della presente Norma sono subordinati a quanto disciplinato nella NAV 70 – 0000 – 0001 – 14 – 00B000 “Norme relative alle visite, alle ispezioni e alle verifiche da effettuarsi sulle sistemazioni utilizzate per la movimentazioni dei carichi e per le manovre di forza installate a bordo delle unità e dei mezzi navali della Marina Militare”.

Si precisa che laddove la presente Norma faccia riferimento a norme di buona tecnica, codici di buona prassi, norme tecniche, regolamenti europei, direttive europee recepite con decreti legislativi e/o norme di Legge, le stesse sono intese nella versione vigente.

#### Le presenti norme non si applicano:

- ai cavi facenti parte di macchinari sottoposti a speciali disposizioni di legge (ad esempio ascensori, teleferiche, scale mobili, etc...) e ai macchinari quali: autogru, sollevatori a forche (fork-lift), muletti ed altri macchinari assimilabili, per i quali deve farsi riferimento alla normativa civile applicabile;
- agli impianti/attrezzature particolari quali quelle specialistiche per i servizi tecnici del volo e/o per altri servizi/corpi speciali ed in particolare alle apparecchiature idrografiche (cavi elettromeccanici) o per operazioni di sollevamento sottomarine;
- ai manufatti (quali ad esempio fasce piatte, e braghe) che sono sotto l'egida del D.Lgs 27 gennaio 2010, n. 17;
- qualora risultino in contrasto o il relativo contenuto sia incompatibile con sopravvenute inderogabili disposizioni tecniche specifiche (UNI, EN, ISO, DIN, SAE, MIL, norme del costruttore) e/o legislative.

Resta inteso che le eventuali problematiche di carattere tecnico derivanti dall'applicazione della presente norme a sistemazioni particolari non espressamente richiamate, dovranno essere rappresentate per il tramite gerarchico alla Direzione degli Armamenti Navali (NAVARM).

Inoltre per quanto non espressamente richiamato nella presente normativa, si deve fare riferimento alle vigenti disposizioni di legge e normative tecniche, ed in particolare a quelle contenute nel seguente elenco:

- Codice della Navigazione (Approvato con R.D. 30 marzo 1942, n. 327, aggiornato al Decreto Legge 12 settembre 2014, n. 133, e successive modifiche);
- Decreto legislativo n.° 81 del 2008 e successive modifiche e integrazioni;
- D.P.R. 15 marzo 2010, n. 90 “Testo unico delle disposizioni regolamentari in materia di ordinamento militare” e successive modificazioni e integrazioni;
- normativa SOLAS, LSA CODE, ILLC, MARPOL, ILO, o di Risoluzioni assembleari dell'IMO;
- ATP 16;
- norme di buona tecnica cioè le specifiche tecniche emanate dai seguenti organismi nazionali e internazionali:
  - UNI (Ente Nazionale di Unificazione);
  - CEN (Comitato Europeo di Normalizzazione);
  - ISO (Organizzazione Internazionale per la Standardizzazione);
  - norme armonizzate EN.

### 3. Terminologia

#### 3.1 Registro dei cavi in acciaio ed in fibra

Ogni Unità / Mezzo / Comando Navale deve essere dotato di un apposito Registro nel quale deve essere indicato l'elenco di tutti i cavi sia in acciaio che in fibra di dotazione. Tale Registro integra e non sostituisce il Registro delle sistemazioni per la movimentazione dei carichi e per le manovre di forza della NAV 70 – 0000 – 0001 – 14 – 00B000. In particolare oltre ai modelli di visita, ispezione e verifica previsti dalla precitata NAV, nel Registro dovrà essere contenuta, per ogni cavo, la raccolta della seguente documentazione:

- Scheda Monografica (ALLEGATO 3 – Modello Scheda Monografica, pag. 121);
- Certificati di conformità/Certificato di collaudo;
- Libretto di identificazione del cavo (solo per i cavi in acciaio - Vds. TAVOLA 3 pag. 70);
- Raccolta dei Verbali di Verifiche periodiche (ALLEGATO 1 – Modello per Processo verbale, pag. 119);
- Attestati di Verifica di impiegabilità da parte degli EE.TT. (ALLEGATO 2 – Modello Certificato di Prova ed Esami, pag. 120).

Il Certificato di Conformità/Collaudo e il Libretto di Identificazione del Cavo sono documenti che devono essere consegnati, all'atto del prelievo/ritiro del cavo, dall'Ente M.M. o Fornitore/Costruttore. Il Responsabile dell'impiego ne cura il ritiro e il successivo aggiornamento/compilazione.

#### 3.2 Responsabile dell'impiego

Il Responsabile dell'impiego (R.I.) è il titolare del Comando Navale (Unità / Mezzo / Comando Navale locale) al quale l'attrezzatura è in dotazione e/o appartiene.

Il R.I. è responsabile del controllo delle attività legate al servizio, in particolare deve:

- identificare il personale tecnico che a seguito di tirocinio di bordo sarà abilitato a impiegare e verificare l'impiegabilità delle attrezzature. La specifica nomina dovrà effettuarsi con Ordine del Giorno dedicato del Comando di Bordo o del Comando sovraordinato;
- garantire che gli individui che sono stati abilitati all'impiego delle attrezzature, mantengano le competenze e la capacità per eseguire il lavoro per il quale sono stati abilitati, in linea con le esigenze della MMI.

#### 3.3 Responsabile della sistemazione

Elemento dell'organizzazione di Bordo in possesso delle necessarie conoscenze tecniche ed esperienza pratica (possibilmente di almeno cinque anni), adeguatamente istruito sulle attività da svolgere, di cui si avvale il Responsabile dell'impiego per:

- eseguire le visite periodiche di competenza alle attrezzature, con le modalità più avanti definite, e, ove necessario in relazione all'entità delle anomalie/deficienze riscontrate, adottare le necessarie misure sostitutive di sicurezza ovvero disporre la temporanea non impiegabilità delle attrezzature.
- redigere ed aggiornare lo scadenario delle ispezioni e delle verifiche al fine di poterne richiedere per tempo l'esecuzione;
- custodire ed aggiornare la documentazione tecnico-amministrativa contenuta nel Registro dei cavi inserendo eventualmente documenti a seguito di variazioni di configurazione/carico e/o di quelli riportanti gli esiti delle visite, ispezioni e verifiche per l'impiegabilità delle attrezzature.

#### 3.4 Enti Tecnici qualificati

Sono gli Elementi di Organizzazione (EE.OO.) presso i quali operano persone in possesso della necessaria cultura tecnica (titolo di studio), di un adeguato profilo professionale e che abbiano superato con esito positivo il previsto corso di formazione sulle attività ispettive e di verifica.

Rientrano tra gli Enti Tecnici (EE.TT.) gli Stabilimenti di Lavoro (SS.LL.) e gli Uffici Tecnici (UU.TT.) che si possono avvalere del supporto di Enti/Istituti qualificati ufficialmente riconosciuti.

Si ricorda che in applicazione dell'articolo 254 comma 3 del D.P.R. 15 marzo 2010, n. 90, in caso di indisponibilità di personale tecnico militare e civile dell'Amministrazione Difesa, in possesso dei requisiti necessari per effettuare verifiche e controlli sui cavi e relative certificazioni, ovvero in caso di urgenza o per ragioni operative, i datori di lavoro possono avvalersi di personale tecnico esterno all'Amministrazione della Difesa, secondo le procedure e gli ordinamenti dell'Amministrazione stessa (tenendo conto che gli Organismi che possono certificare per conto dell'Amministrazione a bordo delle Navi sono quelli autorizzati secondo quanto previsto dal D.lgs n.° 104 del 14 giugno 2011).

In ogni caso, si rimarca l'importanza, dal punto di vista del Diritto, del fatto che l'E.T., si configura come soggetto "terzo" rispetto al Comando di Bordo ed alla linea di Comando Operativo da cui dipende l'Unità.

#### 4. Glossario dei termini

E' doveroso specificare che mentre il termine "corda" individua, secondo la Norma UNI 8100, quel prodotto tessile avente diametro non minore di 4 mm, con o senza anima, ottenuto per commettitura o trecciatura, nell'ambito marinaresco, sia mercantile che militare, viene invece impiegato il termine "cavo" indipendentemente dal tipo di materiale usato o processo di fabbricazione adottato. Il termine "corda", come da tradizione consolidata, viene usato nell'ambito marinaresco per indicare il penzolo del batocchio per la campana delle UU.NN.:

A.D.	Amministrazione della Difesa;
ATP	Allied Tactical Publication;
Ca	Sigla fibra canapa;
CEN	European Committee for Standardization;
DIN	Sigla Istituto Tedesco di Normazione;
EN	Sigla che acquistano le normative di prodotto del CEN;
E.T.	Ente Tecnico;
HMPE	Sigla fibra dyneema;
IMO	International Maritime Organization;
ILO	International Labor Organization;
ILLC	International Convention Load Lines (Convenzione Internazionale sul Bordo Libero);
I.P.	Industria Privata;
ISO	International Standardization Organization;
LSA Code	Life Saving Appliances Code;
M.M.I.	Marina Militare Italiana;
MARPOL	Abbreviazione di MARine POLLution che sta per International Convention for the Prevention of pollution from Ships;
Ma	sigla fibra manila;
MIL	Norme Militari;
MSC	Maritime Safety Committee;
NATO	North Atlantic Treaty Organization;
NAVARM	Direzione degli Armamenti Navali;
Pa	Sigla fibra poliammide;
Pes	Sigla fibra poliestere;
PP	Sigla della denominazione della fibra polipropilenica;
Ppm	Sigla fibra polipropilenica / monofilo;
Ppf	Sigla fibra polipropilenica / fibrillato;
SAE	Society of Automotive Engineers;
Si	Sigla fibra sisal;
SOLAS	Safety Of Life At Sea;
STANAG	Standardization Agreement;
U.N.	Unità Navale (UU.NN. sta per Unità Navali compresi i Sommergibili ed il Naviglio minore);
UNI	Sigla dell'Ente Nazionale Italiano di Unificazione.

## PARTE PRIMA - CAVI IN FIBRA VEGETALE E SINTETICA

### 1.1 TERMINOLOGIA USATA, CARATTERISTICHE DEI CAVI E DEI LORO COMPONENTI

#### 1.1.1 Premessa

Le prescrizioni contenute in questa prima parte si applicano ai cavi in fibra naturale o sintetica destinati a ormeggio, tonneggio, rimorchio, manovre del carico e simili applicazioni, manufatti di impiego marinaro. Questa prima parte inoltre ha lo scopo di uniformare termini e caratteristiche dei materiali in questione alle norme tecniche di settore. I materiali impiegati per la fornitura alla M.M.I. devono per ogni lunghezza di cavo essere fabbricati con lo stesso tipo e qualità di fibra naturale o sintetica. La fibra naturale deve essere di tipo e consistenza adeguati, esente da difetti o imperfezioni dannose. Le fibre sintetiche devono essere di tipo e qualità che siano state riconosciute appropriate per le specifiche applicazioni cui i cavi sono destinati.

#### 1.1.2 Definizioni

La fibra tessile è l'insieme dei prodotti fibrosi che, per la loro struttura, lunghezza, resistenza ed elasticità, hanno la proprietà di unirsi, attraverso la filatura, in fili sottili, tenaci e flessibili.

Di seguito vengono fornite le principali definizioni in merito ai cavi in fibra. E' stato fatto riferimento alla Norma UNI 8100 "Corde e articoli di corderia – Terminologia" e UNI EN ISO 1968 "Corde in fibra e cordami – Vocabolario".

**Anima:** Prodotto tessile (filo, legnolo di piccolo diametro) sistemato lungo l'asse del manufatto.

**Cavo:** Termine usato nella M.M.I. per individuare sia i prodotti tessili (con diametri non minori di 4 mm, ottenuti per commettitura o trecciatura di legnoli, con o senza anima) sia i prodotti in acciaio (funi).

**Cavo impregnato:** Cavo i cui elementi sono stati trattati con un prodotto di impregnazione (anti-putrescente o antiparassitario), destinato a conferire al cavo caratteristiche speciali, atte a consentirne lo stoccaggio anche in magazzini particolarmente umidi.

**Cavo misto:** Cavo, con o senza anima, costituito da più legnoli, ciascuno dei quali è formato da una combinazione di fili in fibre sintetiche di diversa natura.

**Cavo piano:** Cavo di tre o più legnoli commessi tra loro (FIGURA 1).

**Cavo trattato:** Cavo ricoperto, in tutta la sua lunghezza, con un prodotto destinato a migliorare le sue prestazioni o a fornire maggiore resistenza all'abrasione.

**Cavo trecciato ad 8/12 legnoli:** Cavo i cui legnoli sono trecciati generalmente a coppia, usato principalmente per impieghi navali (FIGURA 2).

**Filo:** Elemento tessile di grande lunghezza, in fibra vegetale o sintetica, che può assumere diverse forme, designate di massima con i termini: filato, filo continuo, filo continuo multibava, filo ritorto, lamella, lamella fibrillata detta anche film fibrillato o rafia (raffia).

**Legnolo:** Prodotto tessile ottenuto dalla unione di più fili ritorti tra di loro e destinato unicamente alla successiva operazione di commettitura o di trecciatura.

**Ralinga:** Cavo commesso a tre legnoli, a torsione debole, con passo più lungo di quello previsto per i cavi ordinari.

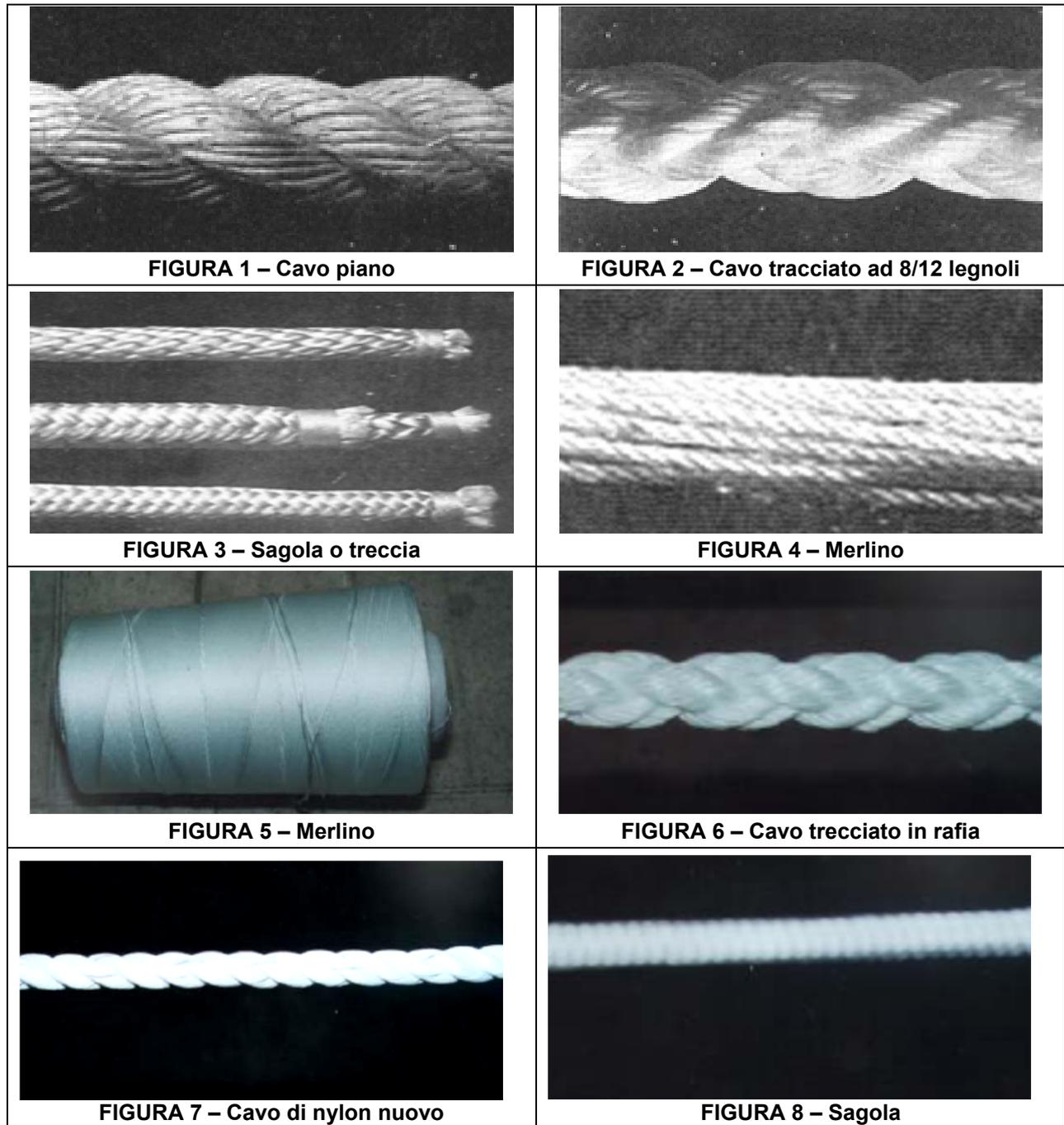
**Sagola o treccia:** Prodotto tessile di piccolo diametro ottenuto per trecciatura (FIGURA 3).

**Merlino:** Prodotto tessile a torsione debole, di piccolo diametro, costituito da tre fili commessi tra loro (FIGURA 4).

**Forzina:** Cordicella commessa con torsione piuttosto forte e composta da tre legnoli commessi tra loro; ciascun legnolo è composto da 2 fili.

**Spago:** Prodotto tessile con superficie esterna praticamente liscia, ottenuto per torsione di due o più fili ritorti.

**Comando per Macchina:** Prodotto tessile costituito da più fili riuniti insieme a guisa di un legnolo, destinato alla fabbricazione di paglietti di guarnitura delle barche-porta dei bacini, paglietti antisdrucchiolo, paglietti per scarico munizioni, fasciature di tubi, ecc..



Si riporta di seguito la terminologia di riferimento impiegata nei processi di fabbricazione.

**Legnolatura (messa in legnolo):** Operazione per fabbricare un legnolo.

**Torcitura:** Operazione (detta anche Torsione) per avvolgere tra loro gli elementi (filato, legnolo, etc.) che costituiranno il prodotto desiderato. La torcitura di un cavo è caratterizzata dal senso di torsione del cavo finito e dal numero di giri al metro.

**Committitura:** Torsione di due o più legnoli, attorno ad un asse comune, di regola con senso contrario a quello dei componenti e contemporanea sovratorzione dei legnoli, in modo che il complesso risulti stabile per l'equilibrio delle torsioni dei singoli elementi.

**Trecciatura:** Operazione di combinazione di tre o più fili o legnoli (generalmente con un minimo di otto) per ottenere un prodotto in cui i componenti assumono lungo l'asse posizioni reciproche diverse secondo un ordine determinato.

### 1.1.3 Caratteristiche geometriche dei cavi e loro misura

**Diametro nominale:** Indicato anche come “*Numero di Riferimento*”, rappresenta il diametro del cerchio circoscritto alla sezione retta del cavo, espresso in mm (FIGURA 9); misurato quando il cavo è sottoposto al carico di misura. Le caratteristiche del cavo vengono riportate in funzione del diametro nominale e del materiale impiegato.

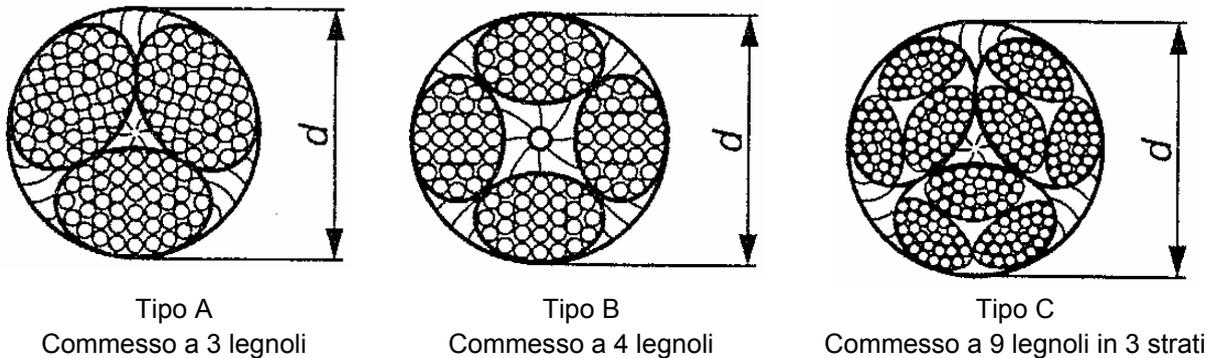


FIGURA 9 – Diametro nominale dei cavi in fibra

**Passo del legnolo (h):** Distanza (h) parallela all’asse longitudinale del legnolo in cui un filo esterno effettua un giro completo attorno all’asse del legnolo.

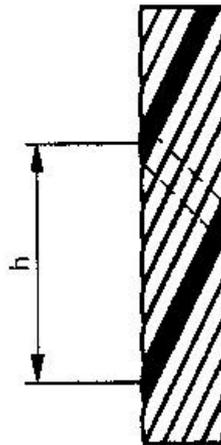


FIGURA 10 – Passo del legnolo

**Passo della corda:** Distanza fra punti omologhi di due spire successive di un medesimo legnolo o, nei cavi trecciati, fra due spire successive di trecciatura, misurata parallelamente all’asse del cavo (FIGURA 11 e FIGURA 12).

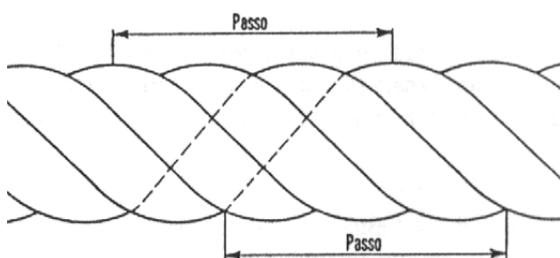


FIGURA 11 – Passo di un cavo compresso

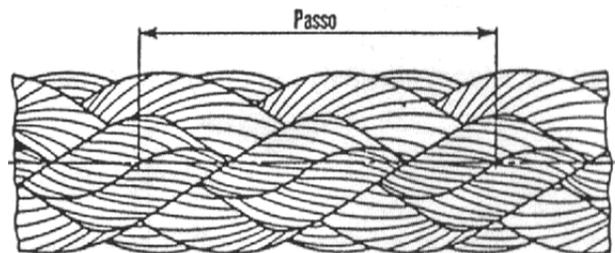


FIGURA 12 – Passo di un cavo trecciato

**Senso di torsione:** Modo secondo il quale sono avvolte le spire dei vari elementi rispetto all'asse del cavo, Z o S, secondo quanto specificato dalla UNI 9067 "Tessili. Torsione dei fili. Generalità" (FIGURA 13). La torsione può essere destra quando le fibre sono disposte in spire che salgono verso destra (indicata con la lettera Z) oppure sinistra quando le spire salgono verso sinistra (indicata con la lettera S).

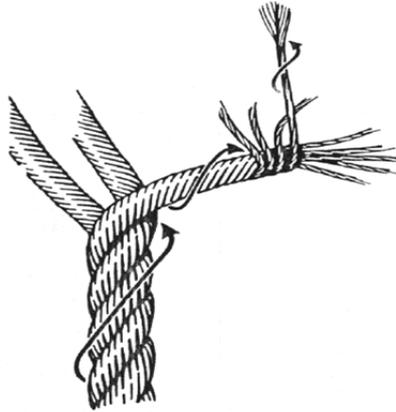


FIGURA 13 – Senso di torsione

**Torsione:** Disposizione a spirale degli elementi costituenti il filo (fibre, filamenti, capi). La torsione si esprime in numero di giri per unità di lunghezza del filo (giri/m).

**Torsione Z:** Torsione di un filo che, tenuto in posizione verticale, presenta le spire orientate come il tratto mediano della lettera "Z" (FIGURA 14).

**Torsione S:** Torsione di un filo che, tenuto in posizione verticale, presenta le spire orientate come il tratto mediano della lettera "S" (FIGURA 15).

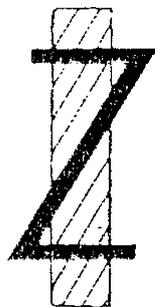


FIGURA 14 – Torsione Z



FIGURA 15 – Torsione S

**Avvolgimento crociato (sZ o zS):** Fune a trefoli in cui il senso di avvolgimento dei fili dei trefoli esterni è opposto al senso di avvolgimento dei trefoli esterni nella fune (FIGURA 16).

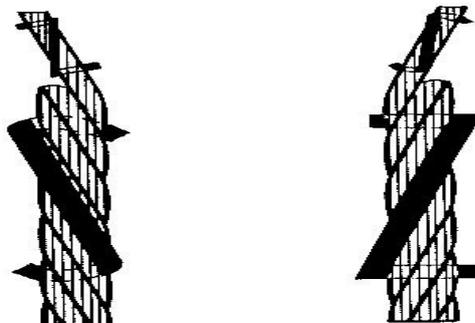


FIGURA 16 – Avvolgimento crociato: Sinistro (zS) (a SX) e Destro (sZ) (a DX)

**Avvolgimento parallelo (zZ o sS):** Fune a trefoli in cui il senso di avvolgimento dei fili dei trefoli esterni è lo stesso del senso di avvolgimento dei trefoli esterni nella fune (FIGURA 17).



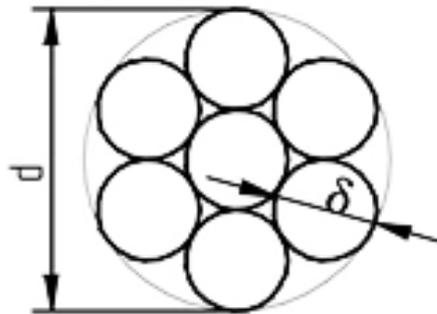
**FIGURA 17 – Avvolgimento parallelo: Sinistro (sS) (a SX) e Destro (zZ) (a DX)**

Le corde commesse a 3 o a 4 legnoli devono essere formate, salvo diversa prescrizione, da legnoli commessi insieme attraverso una torsione destrorsa di tipo **Z**, essendo gli stessi legnoli costituiti da fili semplici o ritorti con torsione **Z** e assemblati con torsione **S**.

Le corde trecciate a 8 legnoli devono essere formate da due coppie di legnoli con torsione **S** e due coppie di legnoli con torsione **Z**, disposti in modo che le coppie **S** si alternino con le coppie **Z**.

**Sezione lorda:** La sezione lorda è la sezione della corda calcolata considerando l'area del cerchio circoscritto alla corda. Con riferimento alle notazioni riportate nella figura successiva, la sezione lorda può essere espressa come  $A_1 = \frac{\pi d^2}{4}$ .

**Sezione resistente:** La sezione resistente è la sezione della corda che resiste alla forza di trazione. Con riferimento alle notazioni riportate nella figura successiva, la sezione resistente può essere espressa come:  $A_r = k \frac{\pi \delta^2}{4}$ .



$d$ =diametro nominale della corda     $\delta$ =diametro del filo     $k$ =numero dei fili

**FIGURA 18 – Diametro della corda e diametro del filo**

#### 1.1.4 Caratteristiche di resistenza dei cavi e loro misura

Si riporta di seguito la terminologia di riferimento relativa alle caratteristiche dei cavi:

**Carico di misura:** Forza applicata al cavo al momento della misura delle sue principali caratteristiche (massa lineica, diametro, ecc.); esso è definito per ciascun tipo di cavo e per ciascun diametro.

**Carico di rottura:** Forza massima che può sopportare il cavo sottoposto a trazione.

**Carico di rottura effettivo:** Forza massima che viene raggiunto con la prova di trazione, e condotta fino allo strappo parziale o totale del cavo.

**Carico di Sicurezza in esercizio:** Carico massimo al quale può essere sottoposto un cavo in esercizio e che è funzione del coefficiente di sicurezza fissato.

**Coefficiente di Sicurezza:** Fattore per il quale bisogna dividere il carico di rottura di un cavo per determinare il suo carico di sicurezza in esercizio, funzione del servizio a cui esso è destinato.

**Fattore di calcolo:** Detto anche “Coefficiente di cordatura”, è il fattore utilizzato per il calcolo del carico di rottura di un cavo sulla base del carico di rottura degli elementi che lo costituiscono. (vedasi ANNESSO C).

**Massa per unità di Lunghezza:** Detta anche “Massa lineare” o “Massa lineica”, è generalmente espressa in ktex (ktex = massa in kg per 1.000 metri di cavo, misurata con il cavo sottoposto a carico di misura/tensione di riferimento (vedasi ANNESSO A) (Norma UNI 4783 - Titolazioni in unità TEX–Direttive di applicazione).

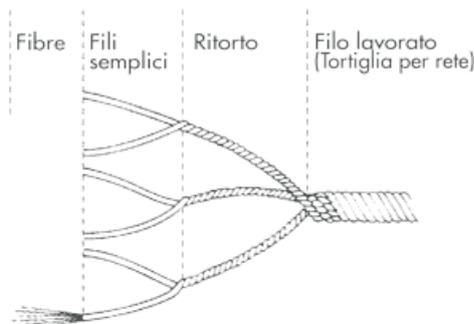
In considerazione del fatto che le fibre che compongono il filato sono, in maggiore o minor misura, igroscopiche e che i filati possono contenere ensimaggi, prodotti di finissaggio, ed altri materiali non fibrosi, la massa delle provette di lunghezza determinata dipende dalle condizioni ambientali alle quali si trovano le provette stesse. Per tale motivo la normativa prevede sette varianti per la determinazione della massa e quindi del titolo del filato:

1. Massa del filo ambientato in equilibrio con l'atmosfera normale per prove (Temperatura 20°C +/- 2°C - Umidità relativa 65% +/- 2%).
2. Massa del filo essiccato in stufa.
3. Massa del filo essiccato in stufa, maggiorato del tasso di ripresa commerciale del filato.
4. Massa del filo purgato in atmosfera con l'atmosfera normale per prove.
5. Massa del filo purgato essiccato in stufa.
6. Massa del filo purgato essiccato in stufa maggiorata del tasso di ripresa commerciale del filato.
7. Massa del filo purgato essiccato in stufa maggiorata del tasso di condizionamento commerciale.

Ciascun metodo può essere utilizzato se reciprocamente concordato tra le parti. In ambito Marina Militare è utilizzato il primo metodo (prendendo quindi come riferimento alla massa di provette di determinata lunghezza che sono state ambientate in atmosfera normale) per prove che hanno una durata variabile dalle 8 ore alle 2 ore, in funzione del tasso di ripresa di umidità delle fibre.

Esempio di Valutazione del tex risultante dei fili lavorati:

Sia considerato un filo per rete, in poliammide 23 Tex (210 denari), composto da 2 fili semplici in ognuno dei tre ritorti composti.



$$N = 23 \text{ Tex} \times 2 \times 3 = 138 \text{ Tex.}$$

Per ottenere il Tex risultante (R tex), si dovrà correggere il valore trovato tenendo conto del tipo di fabbricazione del filo ultimato (torsione, commettitura, trecciatura).

Si potrà anche ottenere un'approssimazione del R tex maggiorando semplicemente del 10% di N:

$$138 \text{ Tex} + 10\% = \text{circa R } 152 \text{ Tex.}$$

**Titolazione:** E' la procedura di calcolo utilizzata per determinare il titolo di un filo o di un filato. Il titolo è una relazione tra la lunghezza e il peso. Non essendo possibile misurare direttamente la sezione di una fibra perché facilmente deformabile e il più delle volte non circolare, si ricorre al titolo per caratterizzarne la finezza. Esistono diversi sistemi di titolazione e si possono raggruppare in: titolazione diretta e cioè il rapporto tra peso e lunghezza, ed indiretta espressa dal rapporto tra lunghezza e peso. Con la UNI 4783 è stato stabilito un unico sistema internazionale di titolazione per tutte le fibre ed i relativi prodotti e cioè il “sistema tex” (vedi para 1.1.7.1).

**Tenacità del filato:** Resistenza a rottura del filato ottenuta dal rapporto tra carico di rottura del filato e la sua titolazione espressa in N/tex.

### 1.1.5 Fibre impiegate nella fabbricazione dei cavi in uso nella Marina Militare.

Le fibre impiegate nella fabbricazione dei cavi possono essere di origine naturale o chimica. Le fibre tessili naturali con matrice fibrosa sono quelle esistenti in natura, le tecnofibre sintetiche (da ora fibre sintetiche) sono quelle prodotte dall'uomo.

Le fibre sintetiche si ottengono con procedimenti chimici partendo da materie prime derivate dal petrolio o dal carbone.

Le fibre naturali vegetali più comunemente impiegate sono:

- canapa;
- manila (o abaca) (estratta dall'agave);
- sisal (estratta dall'agave).

Le fibre sintetiche più comunemente impiegate sono:

- poliammide (nylon) (PA);
- poliestere (PES);
- polipropilene (PP). Utilizzato nelle tipologie: monofilo (PPM) e lamella fibrillata ritorta (PPF) comunemente denominata "RAFIA";
- fibre miste (es: PPM/PES);
- altre fibre sintetiche quali l'aramidica e il polietilene ad alta/altissima densità sono commercializzate con diversi marchi di fabbrica (p.es.:kevlar, dyneema, spectra).

Le fibre sintetiche, in generale, vengono prodotte ed impiegate per la fabbricazione dei cavi nel tipo multibava (dove per "bava" si intende il filo elementare ottenuto dal procedimento di lavorazione per estrusione).

Il polipropilene è impiegato nei tipi:

- monofilo, quando il filato costituente il legnolo è composto da singoli fili ognuno del diametro di circa 0,3 mm;
- lamella fibrillata, quando il materiale si presenta sotto forma di una pellicola o film.

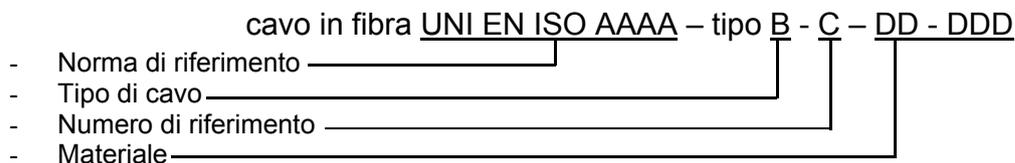
I fili, costituenti i legnoli, non devono contenere fibre già utilizzate o di recupero.

Nella TAVOLA 1 sono riportate le caratteristiche principali di alcune fibre vegetali e sintetiche.

### 1.1.6 Designazione dei cavi in fibra

I cavi in fibra sintetica e vegetale, devono essere designati mediante i seguenti parametri:

- l'espressione "cavo in fibra";
- il numero della norma (UNI - EN - ISO) relativa al tipo di cavo;
- tipo di cavo (indicato con una lettera in funzione della modalità di fabbricazione adottata e del numero di legnoli);
- numero di riferimento (diametro nominale) del cavo;
- la materia prima costitutiva del cavo; questa può essere indicata sia con il suo nome completo che con la sua sigla abbreviata.



Di seguito sono riportati alcuni esempi di modalità di designazione dei cavi.

**Esempio 1:** cavo in fibra - UNI EN ISO 1140 - tipo L - 20 - Pa  
Tale designazione individua un cavo trecciato a 8 legnoli (tipo L), con numero di riferimento (diametro nominale) 20, in poliammide.

**Esempio 2:** cavo in fibra – UNI EN ISO 1346 - tipo B - 40 - Ppm  
Tale designazione individua un cavo commesso a 4 legnoli (tipo B), con numero di riferimento (diametro nominale) 40, in polipropilene monofilo.

Esempio 3: cavo in fibra - UNI EN 1261 - tipo A - 52 - Ca  
Tale designazione individua un cavo commesso a 3 legnoli (tipo A), con numero di riferimento (diametro nominale) 52, in canapa.

Esempio 4: cavo in fibra - UNI EN 1140 - tipo T - 36 – Ppm  
Tale designazione individua un cavo trecciato a 12 legnoli (tipo T), con numero di riferimento (diametro nominale) 36, in polipropilene monofilo.

### 1.1.7 Unità di misura

Si riportano di seguito le unità di misura più ricorrenti impiegate per quantificare i cavi.

#### 1.1.7.1 Massa lineare

I fili e i cavi vengono normalmente caratterizzati in funzione della loro “massa lineare”, ovvero della massa riferita all'unità di lunghezza. La densità lineare, detta anche massa lineica o massa lineare (o impropriamente anche peso lineare), è una misura di massa per unità di lunghezza, ed è una caratteristica degli oggetti monodimensionali. Nel sistema internazionale l'unità di misura della densità lineare è il chilogrammo per metro (kg/m).

$$\mu = \frac{m}{L} \quad (\text{Eq. 1})$$

dove:

$\mu$  è la massa lineare dell'oggetto (misurata in kg/m)

$m$  è la massa dell'oggetto (misurata in chilogrammi)

$L$  è la lunghezza dell'oggetto (misurata in metri)

Per i cavi in fibra, in campo internazionale, in riferimento alla norma UNI 4783 “Tessili - Titolazione in unità tex - Principi generali”, è adottato un unico sistema di titolazione per tutte le fibre e i relativi prodotti che ha sostituito i precedenti sistemi tradizionalmente in uso come, ad esempio, il sistema in Denari nel quale il titolo è espresso in termini di massa per unità di lunghezza (g/9000 m). Il tex è una unità di misura per la densità lineare delle fibre ed è definito come la massa espressa in grammi di 1.000 metri di filo o di filato.

Più comunemente si utilizza il decitex, abbreviato in dtex, che corrisponde alla massa in grammi di 10.000 metri di filo o di filato.

I multipli ed i sottomultipli del sistema tex sono riportati nel seguente prospetto estratto dalla UNI 4783.

**TABELLA 1 – Prospetto dei multipli e sottomultipli del tex**

Nome	Simbolo	Unità corrispondente riferita al metro	Unità corrispondente riferita al chilometro
millitex	mtex	$\mu\text{g/m}$	mg/km
decitex	dtex	0,1 mg/m	0,1 g/km
Tex	tex	mg/m	g/km
kilotex	ktex	g/m	kg/km

Nel sistema tex il titolo viene indicato dal valore numerico seguito dal simbolo dell'unità utilizzata (ad esempio: 10 mtex, 40 dtex, 30 tex, 5 ktex). I titoli espressi in altri sistemi sono convertibili, in titoli tex, applicando fattori e costanti di conversione riportati nelle tabelle annesse alla UNI 4783 ed alla UNI 4784 (che completa la 4783 ed ha lo scopo di facilitare il passaggio dai sistemi tradizionali al sistema tex).

### 1.1.7.2 Forze applicate

Per la misurazione delle forze applicate, si adotta il Sistema Internazionale (S.I.) e l'unità di misura è il Newton "N" ( $9,81 \text{ N} = 1 \text{ kgf}$ ) e relativi multipli/sottomultipli:

- **kN** (kiloNewton)
- **daN** (decaNewton) (la più usata)
- **cN** (centiNewton)
- **mN** (milliNewton)

### 1.1.7.3 Tenacità

Per esprimere la tenacità dei filati, ossia il rapporto tra il carico di rottura ed il titolo, si usa normalmente il cN/dtex o il mN/dtex (UNI EN ISO 2062 "Tessili - Fili da confezioni - Determinazione della forza di rottura e allungamento alla rottura dei fili singoli mediante un dinamometro ad incremento costante di allungamento (CRE)").

### 1.1.8 Altri manufatti in fibra impiegati nella M.M.

In ambito Marina Militare sono di uso comune, oltre ai cavi e cordami propriamente detti, altre tipologie di manufatti (Attrezzatura Navale) in fibra sintetica e naturale, di misura variabile a secondo dell'esigenze delle UU.NN.

**Paglietti** costruiti con comando di canapa da  $\varnothing 9,5 \text{ mm}$ , quali il paglietto per movimentazione cofani munizioni;

**Paglietti** costruiti con comando di canapa da  $\varnothing 20 \text{ mm}$ , quali la guarnizione per barche porte dei bacini;

**Pendant Recovery** "anti shock strop" mod. U.K. costruiti con cavo piano in poliammide e dyneema a 3L da  $\varnothing 24 \text{ mm}$ , completi di ferramenta certificata.

**Reti** costruite con sagola in poliammide a passo lungo da  $\varnothing 8 \text{ mm}$ , quali:

- Reti di protezione per ponti di volo UU.NN.;
- Reti di protezione para-bossoli;
- Reti di protezione UU.NN. in bacino così composta: rete di copertura in nylon senza nodi tipo "210/30" n° di maglia 413 da 16 mm (prodotto di tipo commerciale) al disotto della quale viene cucita una rete prodotta con sagola in poliammide a passo lungo diam 8 mm;

**Reti** costruite con cavo piano in polipropilene monofilo a 4L da  $\varnothing 18 \text{ mm}$ , quali: Reti per recupero naufraghi o da sbarco;

**Reti** costruite con cavo piano in poliammide a 4L da  $\varnothing 12 \text{ mm}$ , quali: Reti giapponesi per imbarco/sbarco materiali;

**Tappetini antisdrucchiolo** costruiti con cavo di manila o sisal a 3L da  $\varnothing 8 \text{ mm}$ .

Sagole, spaghi, merlini e forzine prodotti dall' Agenzia Industria Difesa - Milicorderia per la Marina Militare:

<b>SAGOLA 16/24 FUSI IN POLIAMMIDE</b>				
<b>Diametro</b> <i>Numero di riferimento</i>	<b>Massa lineare</b>		<b>Peso</b>	<b>Carico di rottura</b>
	nominale	tolleranza		
mm	ktex	%	kg/100m	daN
<b>2 perlon</b>	2,3	± 5	0,23	120
3	7		0,7	150
4	12		1,2	260
5	20		2	400
6	27		2,7	600
8	40		4	1.000
10	60		6	1.600
12	100		10	2.200
14	125		12,5	2.750
16	156		15,6	3.350
18	175		17,5	3.900
20	200		20	4.600

<b>SAGOLA 16/24 FUSI IN POLIESTERE</b>				
<b>Diametro</b> <i>Numero di riferimento</i>	<b>Massa lineare</b>		<b>Peso</b>	<b>Carico di rottura</b>
	nominale	tolleranza		
mm.	Ktex	%	kg/100m	daN
2	4	± 5	0,4	100
4	18		1,8	230
6	28		2,8	480
8	52		5,2	850
10	75		7,5	1.210
12	116		11,6	1.900
14	150		15	2.250
16	170		17	2.800
18	234		23,4	3.200
20	293		29,3	4.000
24	320		32	4.400

<b>SAGOLA DOPPIA TRECCIA 16/24 FUSI POLIESTERE / DYNEEMA</b>				
<b>Diametro</b> <i>Numero di riferimento</i>	<b>Massa lineare</b>		<b>Peso</b>	<b>Carico di rottura</b>
	nominale	tolleranza		
mm	Ktex	%	kg/100m	daN
3	10	± 5	1	420
4	12		1,2	550
6	25		2,5	1.300
8	45		4,5	2.100
10	65		6,5	2.900
12	85		8,5	4.700
14	100		10	5.650
16	130		13	6.200
18	165		16,5	6.500

*I prodotti in canapa sono realizzati naturali o trattati con Xylamon®*

<b>SPAGO / MERLINO / FORZINA</b>			
<b>TIPOLOGIA</b>	<b>Diametro</b> <i>Numero di riferimento</i>	<b>Massa lineare</b>	<b>Carico di rottura</b>
PRODOTTO	mm	g/m	kg
MERLINO NYLON 3 CAPI	1,5	1,6	75
MERLINO NYLON 3 CAPI	2	2,5	111
MERLINO NYLON 3 CAPI	2,5	3,9	171
MERLINO NYLON 3 CAPI	3	5,7	240
MERLINO NYLON 3 CAPI	4	11	420
FORZINA NYLON	2	2,6	120
FORZINA NYLON	2,5	4	160
FORZINA NYLON	3	5,4	214
FORZINA NYLON	4	8	314
SPAGO NYLON 3 CAPI	0,6	0,3	16,5
SPAGO NYLON 3 CAPI	1	0,6	33
SPAGO NYLON 3 CAPI	1,2	0,9	49
SPAGO NYLON 3 CAPI	1,5	1,6	75
SPAGO NYLON 3 CAPI	2	2,5	117
SPAGO NYLON 3 CAPI	2,5	3,9	172
SPAGO NYLON 3 CAPI	3	5,7	240
SPAGO CANAPA 3 CAPI	0,85	0,5	12
SPAGO CANAPA 3 CAPI	1,025	0,8	17
SPAGO CANAPA 3 CAPI	1,2	1	24
MERLINO CANAPA	1,2	1,3	17,5
MERLINO CANAPA	2	3,2	44
MERLINO CANAPA	3,4	8,4	110
MERLINO CANAPA	4	12,6	150
FORZINA CANAPA	3,25	8,6	110
FORZINA CANAPA	3,5	10,3	130
FORZINA CANAPA	4	12,8	160
FORZINA CANAPA	5	17	210

### 1.1.9 Identificazione dei cavi in fibra

Per consentire la corretta identificazione, da parte dell'utilizzatore, del materiale, della qualità e l'origine di un cavo in fibra (conformemente alla norma UNI EN ISO 9554 "Corde di fibra - Specifiche generali" ), durante il processo di produzione dei cavi sintetici (generalmente di colore bianco) e di canapa aventi numero di riferimento maggiore o uguale a 8, può essere inserito un filo colorato, identificativo specifico per ogni tipo di fibra. Il suddetto filo deve essere delle stesse dimensioni dei fili che compongono il cavo nonché dello stesso materiale e deve essere utilizzato in sostituzione di uno dei fili del manufatto.

In alternativa, può essere utilizzato un filo più sottile di quelli utilizzati per il cavo ma in tal caso deve essere inserito in aggiunta ai fili normali costituenti il legnolo e può essere costituito di materiale differente.

In sostituzione del filo di marcatura, può essere utilizzata una striscia di materiale tessile di almeno 3 mm di larghezza, su cui si devono riportare (stampati) il numero di riferimento alla norma UNI EN ISO 9554 e gli estremi di identificazione del fabbricante. La spaziatura massima tra due marcature deve essere di 1 mt.

Per i cavi con numero di riferimento (diametro nominale) minore di 8 non è prevista alcuna marcatura.

Si riportano di seguito i colori dei fili o delle strisce di marcatura dei cavi più diffusi:

<b>Materia Prima</b>	<b>Colore del Filo Segnaletico in un legnolo</b>
Abaca	nero
Canapa	verde
Misto	arancione
Poliammide (nylon)	verde
Poliestere	blu
Polipropilene	marrone
Sisal / Manila	rosso

#### **1.1.10 Etichettatura dei cavi**

Fermo restando che l'etichettatura dei cavi è disciplinata Decreto Legislativo 22 maggio 1999, n. 194 "Attuazione della direttiva 96/74/CE relativa alle denominazioni del settore tessile", ciascun rotolo deve avere un'etichetta durevole, ad esso solidamente fissata, che riporti chiaramente le seguenti informazioni:

- materiale costitutivo;
- identificazione del fabbricante;
- numero di riferimento (diametro nominale);
- lunghezza del cavo.

Allo stesso deve essere allegato il rapporto di collaudo/dichiarazione di conformità emesso dall'Ente produttore.

#### **1.1.11 Imballaggio e lunghezza di consegna**

Dato che i cavi sono fatturati con massa lorda, imballaggio compreso, la massa dell'imballaggio non deve superare l'1,5 % della massa lorda dei cavi.

La lunghezza del rotolo deve essere ottenuta dividendo la sua massa per la massa per metro del cavo, determinata secondo le modalità riportate al successivo para 1.4 della parte prima della presente pubblicazione.

La tolleranza sulle lunghezze di consegna deve essere:

- +/- 5% per cavi con numero di riferimento minore o uguale a 14,
- +/- 3% per cavi con numero di riferimento maggiore di 14,

a condizione che la massa lorda corrispondente alla lunghezza di consegna non sia minore del prodotto della massa lineare minima per la lunghezza teorica di consegna.

Le lunghezze correnti di consegna sono pari a 100 e 200 metri.

#### **1.1.12 Marche di identificazione e certificazione**

Ad esito soddisfacente delle prove e verifiche richieste per il collaudo, i cavi acquisiti dall'I.P., imballati per la fornitura nelle previste lunghezze, devono essere piombati; i piombi devono essere stampigliati con il timbro della Società di certificazione accompagnati dalle indicazioni di identificazione con i rispettivi certificati.

Le certificazioni devono riportare gli elementi essenziali relativi alle caratteristiche del cavo, i risultati delle prove e le stampigliature di cui sopra. Per le forniture di fabbricanti ammessi a procedure di collaudo particolari (esempio MILICORDERIA) possono essere convenute apposite modalità di marcatura e di certificazione con l'Ente Certificatore.

Si riporta di seguito un esempio di certificato tipo emesso dal RINA SERVICE S.p.A. e relativo allegato per un cavo prodotto da MILICORDERIA.

**CERTIFICATE OF CONFORMITY**  
**CERTIFICATO DI CONFORMITÀ**



No. 005

RINA file No. 2015/NA/302  
*Pratica RINA N.*  
 Manufacturer Stabilimento Militare Produzione Cordami - Castellammare di Stabia (NA)  
*Fabbricante*  
 Work order No. //  
*Commessa N.*  
 Purchaser //  
*Committente*  
 Order No. // Intended for Fondo magazzino Stabilimento  
*Ordine N.* *Destinazione*  
 Material description: N°2 cavi trecciati da 200 mt. a 8 legnoli in polipropilene monofilo Ø 40 mm.  
*Descrizione del materiale:*

Identification marks: <i>Marche di identificazione:</i>	2015/NA/302		Carico di rottura: kN 180,00
--	-------------	--	------------------------------

**THIS IS TO CERTIFY** that the material described above has been constructed and tested with satisfactory results in accordance with the applicable RINA Rules.  
 The results of the tests and control carried out are shown on the attached test certificates.  
*SI CERTIFICA* che il materiale sopra descritto è stato costruito e collaudato in conformità ai regolamenti del RINA con esito soddisfacente.  
 I risultati degli accertamenti e prove effettuati sono indicati nei certificati di prova allegati.

Enclosures: Rapporto controlli /prove eseguite (All. 005)  
*Allegati:*

AGENZIA INDUSTRIE DIFESA  
 Stabilimento M.M. "Produzione Cordami,"  
 Via Acton, 12  
 80053 Castellammare di Stabia (Na)

Date 17/03/2015  
*Data:*

**THE MANUFACTURER**  
**IL FABBRICANTE**

This certificate is issued by the manufacturer in accordance with the arrangements authorized by RINA in the statement of admission to alternative testing system No. 2013/NA/343 dated 05/06/2013 on the basis of the certified Quality System.

*THIS IS TO CERTIFY* Questo certificato è rilasciato dal fabbricante in accordo a quanto previsto nella dichiarazione di ammissione a sistema di collaudo alternativo N. 2013/NA/343 del 05/06/2013 rilasciata sulla base del Sistema di Qualità certificato.

**THIS IS TO CERTIFY** that these arrangements are being kept under review by regular and systematic auditing of the approved manufacturing and quality control procedures.

The above material will be accepted for fitting in a ship classed or intended to be classed with RINA subject to satisfactory installation under the usual survey and testing conditions.

*Si certifica* che il Sistema di Qualità ed il prodotto sono tenuti sotto controllo mediante verifiche periodiche.

*Il suddetto materiale sarà accettato a bordo di navi classificate o da classificare dal RINA subordinatamente a soddisfacente installazione come previsto per i singoli prodotti.*

Issued at: NAPOLI  
*Rilasciato a:*



on: 17/03/2015

RINA  
 G. Russo

*[Signature]*  
 RINA

RINA carries out its duties through officers or other persons it considers possess all the requirements of suitability and competence for the tasks which have been assigned to them. In its capacity as expert RINA only expresses opinions and evaluations of compliance with its own rule requirements and does not, in any case whatsoever, (even if its opinions are requested on matters not expressly covered by Rules) assume the liabilities pertaining to the designers, shipowners, builders, test inspectors, shipyards or any person or organization responsible by law or contractually for providing guarantees for all of whom the respective liabilities remain unchanged even in the case of consultative actions by RINA. For what concerns the tasks taken on and carried out directly, other than those delegated, dealt with in the following sentence, RINA is answerable in law terms. Within the context of the tasks under the responsibility of RINA as delegate of the Italian Merchant Marine Ministry, liability can only be recognized in the case of fraud or gross negligence by the officers or the persons engaged. In no case shall the liability, regardless of the amount of damage reported, exceed a value equal to 5 times the total of the fees received by RINA as consideration of the services rendered from which the damage reported derives.  
 Il RINA esplica le sue mansioni a mezzo di funzionari o altre persone che giudica munite di ogni requisito di idoneità e competenza per i compiti loro affidati. Nella sua qualità di perito il RINA esprime esclusivamente opinioni e valutazioni di conformità alle proprie norme regolamentari e non assume in alcun caso (ovvero pure i suoi pareri fossero richiesti in materia non espressamente regolamentata) le responsabilità facenti capo ai progettisti, agli armatori, ai costruttori, ai collaudatori, ai comitenti e ad ogni persona od Ente tenuto per legge o per contratto a fornire garanzie, soggetti tutti che mantengono inalterate le rispettive responsabilità anche nel caso di interventi consultivi del RINA. Per quanto attiene ai compiti direttamente assunti e svolti al di fuori di quelli delegati di cui al punto successivo, il RINA risponde a termini di legge. Nell'ambito dei compiti che al RINA fanno capo in qualità di delegato del Ministero dei Trasporti e della Navigazione eventuali responsabilità possono essere ravviate solo in caso di dolo o colpa grave dei funzionari o dei soggetti incaricati. In nessun caso la responsabilità - quale che sia l'entità del danno lamentato - potrà eccedere un valore pari a 5 volte la misura dei compensi percepiti dal RINA come corrispettivo dei servizi prestati o prestazioni rese, dai quali o dalle quali sia derivato il danno lamentato.

Form COLALT - 11/2009

This certificate consist of 1 page  
 Questo certificato è composto da 1 pagina e

**DICHIARAZIONE DI CONFORMITA'**

Visto i risultati delle prove sottoelencate si dichiara che il materiale in oggetto è  
**CONFORME** alla normativa UNI EN ISO 1346 Ed. Novembre 2012

**RAPPORTO CONTROLLI - PROVE ESEGUITE n° 005**

Tipologia : **CAVO TRECCIATO POLIPROPILENE MONOFILO 8 LEGNOLI**

Numero cavi : **2**

O/L : **026**

Cod.: **C4020150604194MONBIAN**

<i>Caratteristiche Tecniche</i>			
<b>Materiale impiegato:</b>	Filato polipropilene monofilo ritorto da Maricorderia *		
	* Filato base acquisito con G.I. 028 del 30/04/2013		
Lunghezza cavo: mt.	200	Numero legnoli:	8
Diametro: mm.	40	N° fili x legnolo:	32
Massa lineare: Ktex (g/m)	750	Carico di rottura previsto: daN	18.000
Senso di avvolgimento:	S/Z	Colore:	bianco

Prova su spezzone di cavo Carico di rottura ottenuto: daN **28.425**

Prova su n° fili: // Carico di rottura medio dei fili Cf : daN //

Carico di rottura del cavo  $Cr = Cf \times N \times K = daN //$

Dove  $\begin{cases} N = \text{numero totale dei fili del cavo} \\ K = \text{coefficiente di cordatura} \end{cases}$

Destinazione: **TARMAR s.r.l. - Milazzo (ME)**

Data: \_\_\_\_\_

Il Responsabile Attività Collaudi



CERTIQUALITY  
 È MEMBRO DELLA  
 FEDERAZIONE CISQ

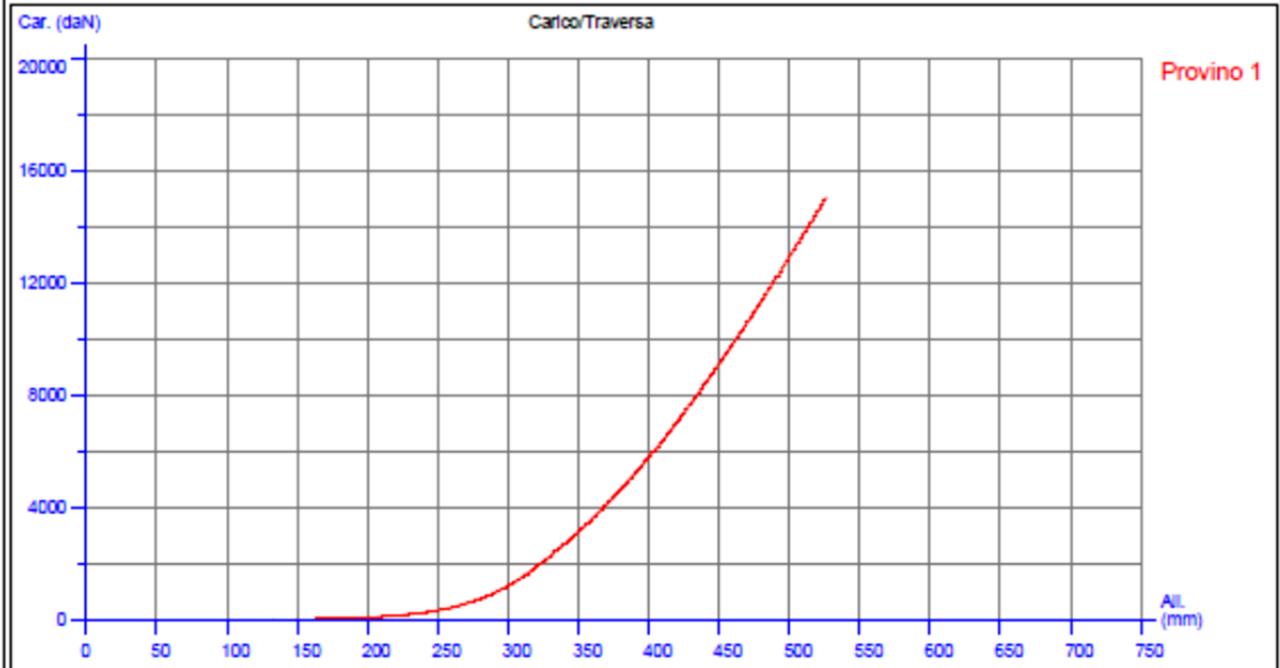


Agenzia Industrie Difesa - Castellammare di Stabia  
DINAMOMETRO ORIZZONTALE 750 kN (76.479 kg)

11/07/16 08:25

SISTEMA QUALITA' CONFORME ALLA NORMA UNI EN ISO 9001:2008

Nome File ..... cavo misto 32 - OL32-2016  
 Numero Prova ..... -  
 Data ..... 07/04/16 09:03  
 Cod./Nome Corda ..... cavo misto  
 Fibra Nat./Sint. .... S  
 Tipologia Costruttiva ..... 12 eguali  
 Diametro Teorico Corda ... 32mm  
 Carico di misura ..... 118.0daN  
 Carico min. rottura ..... 15000.0daN  
 F.S.Cella ..... 750KN  
 Tipo di prova ..... 1 - Carico di rottura



Nr. Prov.	Lo metri	mo gr	Do metri	Li metri	Vel. Prova mm/min	Dp metri	Diam. corda mm	n spire	d spire mm	Passo d/n mm	De metri	Carico rottura daN	Allung. rottura mm	A(ell.%) All./Li %	m mo/L gr/metro
1	5.000	2500	0.500	1.900	144	0.000	--	--	--	--	--	15055	526	28	0
media	5.000	2500	0.500	0.000		0.000	--	--	--	--	--	15055	526		0

Note: Prova regolare: collaudo favorevole

## 1.2 IMPIEGO E MANUTENZIONE

### 1.2.1 Premessa

Di seguito vengono fornite alcune indicazioni in merito alle precauzioni da adottare per il corretto impiego e conservazione dei cavi.

Si parla di indicazioni perché il mondo delle cime, oggi, è molto complesso e variegato. I materiali in gioco sono molti, così come le lavorazioni e i trattamenti. Oggi non si può più parlare di generiche cime, ma di una gamma di prodotti realizzati con materiali che vanno dalla canapa a materiali hi-tech come il Dyneema, lo Spectra o il Vectran. Sono disponibili sul mercato cime con variazioni di diametro senza soluzione di continuità, graduali variazioni della composizione della calza di protezione e angolo di intreccio variabile, così da ottenere la massima performance; oppure prodotti con combinazioni, su esigenza del cliente, fra costruzioni e materiali differenti, diametro dell'anima e spessore della calza di protezione, per ottimizzare il rapporto peso/resistenza. Vi sono poi applicazioni in cui si pone la necessità di massimizzare il rapporto tra carico di rottura e diametro: in questi casi l'anima della cima è sovradimensionata e costruita con un passo di intreccio più lungo per minimizzare gli allungamenti, mentre la calza risulta essere più sottile rispetto a quella dei prodotti standard.

Per quanto sopra le valutazioni in merito alla periodicità delle manutenzioni ed i criteri di valutazione da adottare per stabilire se un cavo debba essere retrocesso oppure mantenuto per un'eventuale ulteriore impiego con prestazioni ridotte rispetto a quelle di un identico cavo nuovo, è funzione del tipo d'impiego a cui è sottoposto il cavo e soprattutto dalle prescrizioni del costruttore basate sulla tipologia di cavo prodotto in termini di criteri di combinazioni fra costruzioni e materiali. In tutti i casi è comunque buona norma eseguire gli eventuali interventi di manutenzione sul manufatto prima della sua conservazione, in maniera che sia pronto per il successivo impiego.

### 1.2.2 Modalità di conservazione dei cavi

I cavi devono essere conservati secondo le modalità di seguito indicate.

- I cavi devono essere avvolti con colli quanto più larghi possibile onde evitare eccessive torsioni sia nel senso della commettitura che in quello contrario. L'eventuale torsione deve essere eliminata a mano prima di sottoporre il cavo a trazione.
- I cavi devono essere conservati, sia a bordo che a terra, in locali possibilmente asciutti, ventilati, coperti ed esenti da sporcizia, polvere e vapori o sostanze chimiche (in particolare i cavi sintetici potrebbero essere attaccati dalle sostanze chimiche in maniera irreparabile). Il poliammide, ad esempio, è attaccabile dagli acidi, mentre il poliestere è sensibile all'azione degli alcali. (vds. TAVOLA 1).
- I cavi non devono essere posti direttamente sul piano di appoggio ma messi su spessori che ne evitino il contatto con il pavimento. Sarebbe preferibile richiedere al fornitore delle selle per le bobine del cavo in modo da tenerle raccolte e preservate.
- Ogni rivestimento bagnato o quant'altro contenente umidità, non deve essere posto a contatto con i cavi.
- I cavi in fibra, non devono essere stipati in luoghi particolarmente caldi in quanto le alte temperature sono deleterie per il cavo stesso. I cavi sintetici, in particolare, devono essere conservati lontani da fonti di calore in quanto l'eccessivo calore può danneggiare le fibre, in particolare il polipropilene fibrillato (rafia) (vds. TAVOLA 1).
- I cavi sintetici impregnati resistono molto bene agli attacchi degli agenti batterici e, quindi, possono essere conservati ancora umidi per lunghi periodi senza che siano soggetti a deterioramento. E' necessario, tuttavia, che siano conservati in appositi raccoglitori o su piani di appoggio, leggermente rialzati da terra, in modo da consentire una adeguata circolazione d'aria.
- Qualora sorgessero dei dubbi sullo stato di sicurezza di un cavo, deve essere richiesta una verifica non distruttiva sull'intera lunghezza dello stesso al E.T. di area presso la quale si trova l'U.N..

- Durante il periodo di utilizzo di tutti i cavi in dotazione alle UU.NN., si deve seguire quanto indicato dalla check-list di uso e manutenzione (vds. Para 1.3 e TAVOLA 2); qualora sorgessero dubbi sul reale stato di efficienza del cavo per il suo corretto impiego in sicurezza, richiedere una verifica del carico di rottura residuo all'E.T. competente.
- E' bene aver sempre presente che i cavi in fibra sintetica, a contatto con l'acqua, non subiscono variazioni in dimensioni e in peso ed inoltre non generano muffe; i cavi in fibra vegetale, al contrario, a contatto con l'acqua, oltre a variare in dimensioni e peso, generano muffe, anche interne, che possono compromettere l'efficienza e l'impiegabilità del cavo stesso.
- Il cavo che è venuto a contatto con oli miscelati a polveri, allo scopo di prevenire abrasioni anche interne, deve essere lavato accuratamente con acqua dolce prima di essere riposto.
- I solventi industriali, come i diluenti per pitture, sono dannosi per tutte le tipologie di cavi sintetici, e possono deteriorare le fibre riducendo l'efficacia del cavo anche se solo conservati nello stesso ambiente ed in assenza di un contatto diretto (vds. TAVOLA 1).
- I cavi in fibra sintetica non devono essere esposti al sole se non in caso di necessità in quanto i raggi ultravioletti danneggiano le fibre, in special modo il polipropilene e polietilene. Per stabilizzare i suddetti manufatti contro la degradazione alla luce solare può essere usato un sistema inibitore dei raggi UV, come la pigmentazione di nerofumo o l'ossido di ferro ( $Fe_2O_3$ ) che sono aggiunti durante i processi di estrusione dei filati (UNI EN ISO 9554 "Corde di fibra - Specifiche generali"). Pertanto in sede di approvvigionamento devono essere acquisiti solo cavi sintetici trattati e, comunque, è opportuno proteggere sempre i cavi non impiegati, ed in particolar modo se di piccolo diametro, mediante apposite cappe (vds. TAVOLA 1).

### 1.2.3 Modalità di impiego dei cavi

I cavi in fibra, devono essere impiegati secondo le modalità indicate di seguito.

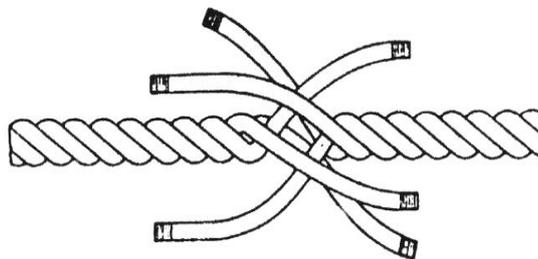
- I cavi nuovi, commessi con torsione a "Z" o destra, devono essere srotolati dal centro della bobina in senso antiorario; quando, invece, devono essere riavvolti, l'operazione deve avvenire in senso orario. Qualora il cavo fosse commesso con torsione a "S" o sinistra, le operazioni soprascritte devono essere effettuate al contrario.
- Qualora il cavo fosse avvolto su un apposito rullo porta cavo, questo deve essere correttamente mantenuto per consentire la sua libera rotazione.
- Non devono essere mai effettuate giunzioni tra cavi commessi con torsione a "S" (sinistra) con cavi commessi con torsione a "Z" (destra).
- I cavi non devono essere trascinati su superfici taglienti o rugose poiché potrebbero verificarsi tagli ed abrasioni anche profonde. Pertanto è opportuno, ove possibile, srotolare i cavi su rulli, in modo da ridurre i danni che si avrebbero per effetto dello sfregamento sulle superfici dei ponti trattate con vernici abrasive.
- Gli sfregamenti sui passacavi, sulle bocche di tonneggio e sulle banchine devono essere, possibilmente, sempre evitati proteggendo i cavi, in particolare intorno alle gasse, mediante dispositivi come camicie di cuoio o similari (es. spezzoni di manichette antincendio). Le doghe degli argani, i passacavi e le bitte devono essere, il più possibile, lisce e prive di rugosità. È preferibile impiegare passacavi a rulli la cui libera rotazione deve essere assicurata mediante una frequente ed accurata manutenzione degli stessi.
- Quando si recuperano i cavi dalle bitte o da ogni altro punto di ritenuta, deve essere prestata sempre estrema attenzione affinché siano evitati eccessivi sfregamenti del manufatto con parti metalliche spigolose o con altri cavi.
- Il danno causato da un'eccessiva temperatura di contatto si manifesta come una lunga striscia longitudinale, particolarmente rigida rispetto al resto del cavo, e riconoscibile dal suo colore più scuro. Tale inconveniente può essere contenuto proteggendo le parti più a rischio. Un fenomeno analogo è riscontrabile anche quando il cavo viene sottoposto a carichi prossimi a quello di rottura.
- Qualora il cavo, durante il suo regolare utilizzo, venisse a contatto diretto con sostanze chimiche (in particolare con acidi o con alcali) ovvero con i vapori da esse prodotti, deve essere lavato con acqua corrente.

- Cavi metallici e cavi in fibra non devono essere incappellati sulla stessa bitta o gancio d'ormeggio onde evitare lo sfregamento reciproco con conseguente danneggiamento di quelli in fibra. La stessa cosa vale anche in caso di diverso diametro e/o diverso materiale.
- Al fine di ristabilire l'equilibrio interno delle fibre, quando possibile, dopo aver utilizzato un cavo, attendere almeno un'ora prima di riavvolgerlo sul rullo.
- I cavi d'ormeggio non devono essere mai annodati poiché i nodi lo indeboliscono considerevolmente, anche dopo essere stati rimossi.
- Devono essere evitate legature troppo strette sui cavi.
- La deformazione localizzata di un legnolo, causata da un attorcigliamento inverso al senso di commettitura del cavo, è noto come "collo d'oca". Tale deformazione è spesso così grande che il legnolo, dopo che il cavo è stato impiegato, non ritorna nella sua forma originaria. In tal caso le sezioni di cavo interessate dai colli d'oca vanno tagliate ed il cavo deve essere giuntato mediante impiombatura.
- Per evitare eccessive abrasioni e conseguenti sollecitazioni termiche sulle gasse, è opportuno che queste siano rivestite con idonee protezioni.
- Si può rimuovere olio e grasso, da un cavo in fibra, lavandolo con una soluzione saponata neutra e risciacquandolo con acqua fresca corrente.
- Qualora dopo particolari impieghi, specie con i cavi vegetali che sono igroscopici, fosse necessario lasciarli asciugare, occorre che questa operazione venga effettuata con fonti di calore a bassa temperatura, poiché i cavi soffrono le alte temperature.
- I cavi in fibra sintetica teoricamente non subiscono gli effetti delle basse temperature; tuttavia, in presenza di ghiaccio o brina, il cavo va comunque riportato a temperature idonee prima di essere impiegato.
- Il cavo che è venuto a contatto con materiali ferrosi su cui sono in atto fenomeni di ossidazione presenta sulla sua superficie macchie giallastre o di colore marrone scuro che possono essere rimosse con acqua saponata ottenuta utilizzando un sapone neutro. Il fenomeno, se non è superficiale, può essere equiparato a un danno chimico.
- L'eccessivo allungamento delle fibre sintetiche indica l'accumulo di molta energia in un cavo sottoposto a carico. L'improvvisa rottura del cavo può determinare quindi un pericoloso effetto di ritorno, detto "colpo di frusta".
- Devono essere rispettate tutte le eventuali prescrizioni previste dal Costruttore.

#### 1.2.4 Connessione tra cavi - Impiombatura

Il presente paragrafo mostra come connettere i cavi in fibra.

La connessione tra cavi in fibra può essere effettuata mediante impiombatura. Tutte le impiombature devono avere almeno quattro intrecci (in gergo "passate") usando tutti i legnoli del cavo; è importante fissare, prima di iniziare l'impiombatura, le estremità dei legnoli con legature ad evitare che essi si aprano durante le operazioni di intreccio.



**FIGURA 19 – Impiombatura tra cavi**

Quando un cavo è impiombato, il suo carico di rottura si riduce (se l'impiombatura è eseguita correttamente di circa il 15 %) in prossimità delle gasse.

**TAVOLA 1 – CARATTERISTICHE PRICIPALI DELLE FIBRE TESSILI PIÙ USATE NEL SETTORE DELLE CORDE DI USO NAVALE**

Sigla	Denominazione	Densità kg/dm <sup>3</sup>	Tenacità (N/tex)	Temperatura di fusione (°C)	Allungamento a rottura (%)	Resistenza abrasione	Ripresa di umidità	Resistenza logoramento	Resistenza ai raggi UV	Resistenza agli agenti chimici
Pa	Poliammide	1,14	0,66 ÷ 0,93	260°	14÷28	Eccellente	Buona	Eccellente	Molto buona	Resistenza agli acidi deboli. Decomposto dagli acidi minerali forti. Resistente agli alcali. Resistente ai solventi organici. Solubile nei fenoli e acido formico.
Pes	Poliestere	1,38	0,66 ÷ 0,88	260°	10 ÷ 18	Eccellente	Molto buona	Eccellente	Molto buona	Resistente agli acidi minerali, decomposto dagli acidi solforici forti. Decomposto dagli alcali forti alle alte temperature. Resistente ai solventi organici, solubile nei fenoli.
PP	Polipropilene	0,91	0,53 ÷ 0,57 (multifilament) 0,63 – 0,84)	165°	10 ÷ 24 (per HT: 16÷20)	Molto buona	Eccellente	Eccellente	Discreta	Resistente agli acidi. Resistente agli alcali. Resistente ai solventi organici, solubile negli idrocarburi clorati.
Ma	Manila – fibra naturale proveniente dalla pianta di abaca	1,38	0,22 ÷ 0,27	Brucia a circa 150°	6 ÷ 10	Buona	Scarsa	Buona	Molto buona	Degradata dagli acidi ad alta concentrazione o alta temperatura, dagli alcali. Resistente ai solventi organici.
Ca	Canapa	1,35	0,22 ÷ 0,27	Brucia a circa 150°	6 ÷ 12	Buona	Scarsa	Molto buona	Buona	Resistente ai solventi organici. Degradato da solventi organici e acidi qualora in alta concentrazione o temperatura.
KEVLAR	Fibra aramidica (p.es. marchio reg.: DUPONT = KEVLAR HOECHST CELANESE = TWARON)	1,44	1,58 ÷ 2,56	Non fonde Decompono a circa 500°	1,5 ÷ 4	Discreta	Discreta	Eccellente	Discreta	Resistente agli acidi deboli, basi, acqua e acqua salata. Degradata da acidi e basi forti in alta concentrazione o temperatura.
HMMWPE	Polietilene ad alto peso molecolare (p.es. SPECTRA marchio reg. dalla Allied Signal Inc.)	0,97	2,2 ÷ 3,1	150°	2,8 ÷ 3,9	Molto buona	Eccellente	Eccellente	Discreta	Resistente agli acidi a più alta concentrazione, basi, ossidanti, e solventi organici a temperatura ambiente. Resistente a molti acidi, basi ossidanti e solventi ad elevata temperatura.
UHMWPE	Polietilene ad altissimo peso molecolare (p.es. DYNEEMA marchio reg. Dalla DSM)	0,97	3,1	150°	3,5 ÷ 3,8	Molto buona	Eccellente	Eccellente	Discreta	Eccellente resistenza all'acqua, umidità, a più composti chimici e microrganismi. Buona resistenza agli acidi ed alcali.

### 1.3 VALUTAZIONE DELL'EFFICIENZA DEI CAVI IN FIBRA

La valutazione dello stato di efficienza di un cavo in uso (deterioramenti, rotture, riduzione di diametro, ecc.) è un processo ispettivo non semplice che richiede frequenti controlli da parte di personale esperto e qualificato, pertanto nessun cordame o manufatto in fibra deve essere usato, in qualsiasi operazione di maneggio del carico senza che sia stato controllato, dal Responsabile della Sistemazione o da una persona esperta e qualificata alle sue dipendenze. Per personale esperto e qualificato si intende il personale di bordo che abbia comprovata familiarità con le competenze professionali pertinenti sulla base dei seguenti requisiti:

- aver frequentato e superato uno specifico tirocinio di bordo sugli argomenti in questione;
- aver maturato, con continuità e profitto, la necessaria esperienza pratica nell'ambito di impiego dei predetti manufatti.

Poiché non è possibile stabilire a priori precisi parametri di riferimento da prendere in considerazione per decidere se un cavo è ancora impiegabile o meno, il personale responsabile dovrà valutare la situazione con professionalità e buon senso, per evitare rischi a persone e cose, derivanti dall'impiego di materiale non idoneo.

In questo paragrafo, pertanto, verranno date alcune indicazioni di carattere generale o di dettaglio sui comportamenti da tenere che, insieme all'esperienza maturata dagli interessati, dovrebbe permettere di effettuare, volta per volta, valutazioni corrette. In particolare un'ispezione dei cavi approfondita, effettuata da una Commissione di bordo formata dal Responsabile della sistemazioni e dal personale esperto e qualificato della componente marinaresca di bordo, deve essere effettuata **trimestralmente o ogniqualvolta, il cavo sia stato impiegato in condizioni di lavoro particolarmente onerose**. Il controllo deve essere meticoloso, poiché occorre accertare l'impiegabilità del cavo in sicurezza ma anche l'eventuale possibilità di evitare retrocessioni/ricambi di materiale ancora efficiente; in particolare dovrà:

- svolgere completamente il cavo;
- ispezionarlo visivamente per tutta la sua lunghezza, verificandone accuratamente lo stato superficiale ed eventuali rotture dei fili esterni lungo il cavo o in prossimità dei dispositivi di collegamento, controllando la concentrazione di queste rotture;
- controllare meticolosamente il cavo per accertare il tipo di danno presente sui fili di un legnolo e sul legnolo stesso o sui dispositivi di collegamento e se sia possibile impiegarlo in condizioni declassate. Bisogna controllare, inoltre, se vi sia necessità di ricostruire i dispositivi di collegamento ovvero sia necessario sostituire il cavo poiché il danno è molto grave;
- aprire i legnoli nei tratti più sollecitati del manufatto, ossia dove si siano manifestate alterazioni visive, e separare i singoli fili verificando la presenza o meno di cocche, abrasioni o fusioni;
- la presenza di pelucchi della fibra costituente il cavo, distribuiti uniformemente sulla superficie esterna dei legnoli, è indice di normale usura. Anche la rottura delle fibre esterne è inevitabile e, se non particolarmente estesa, non è dannosa.

Dal controllo del cavo possono essere rilevati i danni di seguito elencati.

**Deformazione permanente:** distorsione visibile del cavo rispetto alla sua normale formazione con rilassamento delle strutture. Le cause di queste deformazioni possono ricondursi a fenomeni di fatica o a danni permanenti causati da elementi meccanici su cui lavora il cavo. Questo è il caso, ad esempio, di appiattimenti, pieghe o attorcigliamenti provocati da parti del macchinario su cui lavora.

**Abrasioni locali:** grossi sfregamenti possono causare sensibili abrasioni. Se questi fenomeni sono localizzati in particolari sezioni del cavo queste possono essere rimosse ed il cavo impiombato secondo le indicazioni del costruttore o ricollegato mediante morsetti.

**Deterioramento delle fibre:** il cavo deve essere sostituito se le fibre sono rotte o se sono presenti residui di polveri di fibra.

**Cocche:** la formazione di cocche (ripiegamento che un cavo forma su se stesso e che impedisce il suo libero scorrimento) riduce sensibilmente il carico di rottura del cavo. La cocca deve essere eliminata eliminando, qualora possibile, il tratto di cavo interessato dalla cocca, altrimenti va trattato secondo le modalità indicate in TAVOLA 2.

**Agenti chimici:** l'avvenuto contatto di un cavo in fibra con agenti chimici può essere indicato dalla presenza di macchie o scoloriture o dalla conversione dei fili componenti il cavo in sostanze simili alla gomma. Se il cavo è stato danneggiato chimicamente deve essere sostituito.

**Surriscaldamento:** l'inconveniente si può constatare se è visibile una zona cristallizzata (indurita) della

superficie esterna del cavo. In casi estremi, una fusione localizzata di un cavo è indicativa di calore trasmesso per frizione tra fibre, con conseguente considerevole riduzione del carico di rottura; in tal caso il cavo deve essere sostituito.

**Sovraccarichi:** fusioni localizzate sono indicative di un superamento del carico di esercizio e passaggio nella zona dello snervamento. L'estensione della zona ed il controllo degli altri elementi che caratterizzano il cavo (diametro, volume della porzione di cavo interessata) consentiranno di valutare l'opportunità di non impiegare il cavo a quelle prestazioni (vds. TAVOLA 2). I segni più comuni di deterioramento sono: volte, tagli, abrasioni e fusione delle fibre superficiali. Altri segni, come lesioni interne dei legnoli, fusioni di fibre sottoposte a stress, sono invece meno evidenti e, conseguentemente, di difficile individuazione ed eventuale eliminazione.

All'ispezione devono seguire le prescrizioni di cui alla seguente TAVOLA 2:

**TAVOLA 2 – CHECK LIST DI USO E MANUTENZIONE**

N°	Controlli da eseguire sui cavi piani e trecciati	<u>Reimpiombare</u>		<u>Sostituire</u>	
		Note		Note	
1	Diminuzione della superficie di sezione del 20% (riduzione che sul diametro si traduce al 10%) per una lunghezza di cavo pari al diametro nominale del cavo stesso.	X	a)	X	b)
2	Il cavo può essere stato sottoposto ad un extra carico (vedasi Annesso F).			X	
3	Il cavo è stato sottoposto a temperature superiori a quelle di fusione della fibra di cui è composto.			X	
4	Bruciature o gocciolamenti di materia sintetica costituente il cavo sono visibili per un tratto di cavo pari a 4 volte il diametro nominale del cavo stesso.	X	a)	X	b)
5	Sono presenti abrasioni all'interno della gassa con riduzione del volume della porzione di cavo interessata, maggiore del 20%.	X	a)	X	b)
6	Presenza di ruggine (può essere equiparato ad un danno chimico).	X	a)	X	b)
7	Presenza di olii o grasso.	Lavare con un detergente medio			
8	Degrado per esposizione ai raggi UVA con spaccature sulla superficie dei filati.			X	
9	Qualora in un cavo piano con anima si verificasse quanto riportato al seguente punto 11, il cavo va scartato (generalmente, quando il cavo è piano a 4 legnoli, viene inserita un'anima al suo interno).			X	
10	Deterioramento delle fibre.			X	
N°	Controlli da eseguire sulle sagole	<u>Reimpiombare</u>		<u>Sostituire</u>	
		Note		Note	
11	Più di 4 fili della calza di protezione esterna si sono sfilati dall'intrecciatura.	X	c)	X	d)
12	L'anima interna è visibile attraverso la calza di protezione danneggiata.	X	c)	X	d)

13	L'anima interna si è danneggiata per stiramento, taglio, abrasione, presenza di polvere o presenza di filati fusi.			X	
14	Danno alla parte interna della gassa.	X	c)	X	d)
15	La sagola si è indurita e si è ridotta di diametro del 5% rispetto ad una nuova.			X	

Note:

- qualora si tratti di cavo non utilizzato per le operazioni di ormeggio – rimorchio – seggiovia – tientibene per le motobarche (qualora privi di redance).
- qualora si tratti di cavo utilizzato per le operazioni di ormeggio – rimorchio – seggiovia – tientibene per le motobarche (qualora privi di redance).
- sagola con diametro fino a 6 mm.
- sagola con diametro maggiore di 6 mm.

**Qualora risultino perplessità in merito ai controlli fin ora descritti è possibile fare eseguire test di verifica di resistenza presso un E.T. competente dell'A.D.**

**In ogni caso i test di verifica di resistenza dei cavi devono esser eseguiti se richiamati da eventuali prescrizioni del Costruttore in merito a specifiche tipologie di impiego e/o sulla base di disposizioni di legge per specifiche tipologie di impiego.**

Ai sensi dell'articolo 254 del D.P.R. 15 marzo 2010, n. 90 "Testo unico delle disposizioni regolamentari in materia di ordinamento militare" i controlli e le verifiche per l'idoneità all'impiego dei manufatti in questione, possono essere effettuati, oltre che da tecnici esperti dell'A.D., dagli Organismi accreditati, in caso di indisponibilità dei predetti tecnici esperti o in caso di urgenza o per ragioni operative.

Per i cavi portanti da 40 mm per seggiovia in filato misto di polipropilene e poliestere **prodotti da MILICORDERIA**, fatto salvo quanto disposto nella TAVOLA 2, l'impiego a bordo è limitato a un periodo di 24 mesi in condizioni di normale impiego, trascorsi i quali dovranno essere sottoposti a collaudo che, se superato, ne consentirà l'uso per un ulteriore anno. Il periodo di conservazione di tali cavi è di un massimo di cinque anni, trascorsi i quali è necessario sottoporli a collaudo che, se superato, ne consentirà l'impiego a bordo per due anni.

**Le disposizioni di cui sopra non sostituiscono quanto prescritto, in merito all'impiego e alla sostituzione, per le sistemazioni di sicurezza di bordo sotto l'egida delle norme SOLAS.**

### 1.3.1 Criteri generali di controllo sui cavi

Oltre ai controlli e alle successive azioni da intraprendere descritti al para 1.3 e nella TAVOLA 2 e, fatte salve eventuali prescrizioni del produttore del cavo più restrittive, il personale esperto e qualificato deve effettuare anche le verifiche dei cavi prima di ogni impiego soprattutto in funzione di:

- periodo di tempo in cui il cavo è stato impiegato;
- risultati delle verifiche periodiche precedenti.

Prima dell'impiego di un cavo il personale esperto e qualificato deve eseguire delle verifiche speditive dei punti più critici dei cavi soprattutto a quelli soggetti a sfregamento al fine di verificare che non vi siano deformazioni apprezzabili e usure anomale. Tale personale dovrà inoltre eseguire ispezioni periodiche, con frequenze almeno mensili, rivolte a verificare:

- bozzelli e rinvii anti scarrucolamento: controllo della funzionalità e del grado di usura (in particolare della gola);
- rulli guida cuscinetti e perni: controllo dell'assenza di rumorosità e del grado di lubrificazione, ingrassaggio;
- pulegge di rinvio e relativi perni: controllo dell'efficienza, del grado di usura e del grado di lubrificazione.

Si ribadisce che qualora sorgessero dubbi sul reale stato di efficienza del cavo per il suo corretto impiego in sicurezza è opportuno richiedere agli Enti preposti una verifica del carico di rottura residuo.

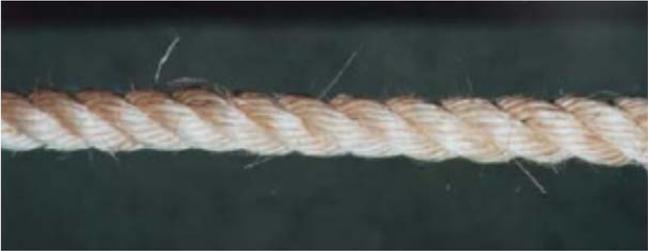
Si riporta di seguito una rappresentazione fotografica delle più comuni tipologie di problematiche cui possono essere soggetti i cavi.

FIGURA 20 – Le più comuni tipologie di problematiche cui possono essere soggetti i cavi

<p>Cavo in fibra soggetto ad attacco da idrocarburi</p>	
<p>Bobina da 200 metri con parte superiore bagnata ed inferiore asciutta</p>	
<p>Cavo da 28 mm sottoposto ad una forza di trazione pari al 50% della forza minima di rottura (con riduzione di sezione)</p>	
<p>Cavo da 28 mm al dinamometro</p>	
<p>Cavo da 64 mm con macchie di ruggine</p>	

<p>Cavo da 64 mm che presenta gli effetti dovuti a sfregamento con corpi solidi</p>	
<p>Cavo da 64 mm che presenta gli effetti dovuti a sfregamento su spigoli</p>	
<p>Cavo da 64 mm che presenta gli effetti dovuti a sfregamento tra cavi</p>	
<p>Cavo da 68 mm che presenta gli effetti dovuti a contaminazione da olio e idrocarburi</p>	

<p>Cavo da 68 mm che presenta gli effetti dovuti a contaminazione da olio e idrocarburi</p>	
<p>Cavo da 68 mm che presenta gli effetti dovuti a rottura a trazione durante un rimorchio</p>	
<p>Cavo da 68 mm che presenta gli effetti dovuti a sfregamento e appiattimento su bitta</p>	
<p>Cavo nuovo da 84 mm che presenta gli effetti di esposizione al sole per 1 anno</p>	

<p>Cavo di manila nuovo</p>	
<p>Cavo all'ormeggio</p>	
<p>Cavo di rafia con volte</p>	
<p>Cavo di manila che presenta gli effetti dovuti a lunga permanenza in acqua</p>	
<p>Cavo in manila con cocche</p>	

Cavo trecciato che presenta tracce di pittura



Cavo in manila che presenta gli effetti dovuti ad attacco da idrocarburi e rottura a trazione



## 1.4 MODALITA' DI APPROVVIGIONAMENTO DEI CAVI IN FIBRA - VERIFICA E COLLAUDI

### 1.4.1 Premessa

I cavi ed i cordami di nuova acquisizione dovranno essere costruiti nel pieno rispetto delle normative tecniche di settore vigenti e/o cogenti. Le ditte che approvvigionano i materiali dovranno essere in possesso di adeguata certificazione di qualità ISO 9001 (ultima disponibile) ed ogni prodotto di fornitura dovrà essere munito di Certificato di Conformità emesso da un Organismo Certificatore, completo di Dichiarazione di Conformità secondo la ISO/IEC 17050-1 e di Certificato di collaudo (prove tecnologiche del filato e del cavo) del prodotto fabbricato.

La Dichiarazione di Conformità del prodotto in forma scritta come minimo dovrà contenere le seguenti informazioni:

- identificazione univoca della Dichiarazione di Conformità;
- il nome e l'indirizzo di chi rilascia la dichiarazione di Conformità;
- identificazione dell'oggetto della dichiarazione di conformità (per esempio nome, tipo, data di produzione o numero di modello di un prodotto, descrizione di un processo, sistema di gestione, persona o organismo e/o altre informazioni supplementari pertinenti);
- l'attestazione di conformità;
- un elenco completo e chiaro delle norme e/o degli altri requisiti specificati, così come, le opzioni scelte, se presenti;
- ogni limitazione circa la validità della Dichiarazione di Conformità;
- firma (o equivalente contrassegno di validazione) nome e funzione della persona autorizzata che opera per conto di chi rilascia la Dichiarazione;
- data e luogo del rilascio della dichiarazione di conformità.

Sono altresì approvvigionabili i cavi ed i cordami prodotti dallo Stabilimento Militare Produzione Cordami della Difesa che fornirà il prodotto con emissione di apposita Dichiarazione di Conformità.

La Dichiarazione di Conformità del prodotto in forma scritta dovrà contenere le seguenti informazioni:

- nome dell'Ente;
- identificazione univoca della Dichiarazione di Conformità;
- i dati necessari all'identificazione del prodotto;
- l'attestazione di conformità;
- un elenco completo delle norme e/o degli altri requisiti specifici se presenti;
- ogni limitazione circa la validità della Dichiarazione di Conformità;
- firma (o equivalente contrassegno di validazione) nome e funzione della persona autorizzata che opera per conto di chi rilascia la Dichiarazione;
- data e luogo del rilascio della Dichiarazione.

La dichiarazione di conformità deve comprendere la documentazione di supporto, che deve contenere, per quanto applicabile, le seguenti informazioni, al fine di dimostrare la conformità ai requisiti dichiarati:

- descrizione dell'oggetto della dichiarazione;
- documentazione di progetto (per esempio descrizioni, diagrammi, disegni, identificazione dell'area di professionalità e competenza, specifiche...);
- risultati di valutazione della conformità;
- identificazione, qualificazione e competenza tecnica pertinenti degli organismi, valutazione di conformità di prima, seconda o terza parte coinvolti, e dettagli del loro stato di accreditamento (per esempio campo di applicazione e nome dell'organismo di accreditamento).

Per dimostrare la conformità ai requisiti dichiarati deve essere incluso, ove necessario, quanto segue:

- descrizione del sistema di gestione relativo all'oggetto della dichiarazione;
- altre informazioni pertinenti (per esempio analisi dei rischi, procedure e programmi di rivalutazione).

Ogni modifica nella documentazione di supporto descritta, che influenza la validità della dichiarazione di conformità, deve essere documentata.

Alla consegna della fune la stessa dovrà essere corredata oltre che dei documenti sopracitati, di una sintetica descrizione delle operazioni di manutenzione e conservazione del cavo.

In dettaglio oltre il Certificato di Conformità ed al Certificato di collaudo dovrà essere fornita la seguente documentazione riportante:

- fascicolo tecnico;
- gli elementi di informazione relativi alla manipolazione, all'immagazzinamento ed al taglio della fune.

Le dichiarazioni dello Stabilimento Militare Produzioni Cordami, sono emesse a seguito di prove tecnologiche, a partire dalla bontà del filato fino al prodotto finale, condotte sulla base della UNI EN ISO 1346. Con riferimento alla Norma UNI EN ISO 2307 (norma di riferimento nella stessa UNI EN ISO 1346) "Fibre ropes – Determination of certificain physical and mechanical properties", di seguito vengono indicati i criteri e gli accorgimenti da adottare per una corretta esecuzione dei collaudi. Tali procedure di collaudo si devono adottare anche qualora l'Amministrazione intenda provvedere ad effettuare controlli preventivamente all'acquisizione, pur richiedendo la documentazione a corredo attestante la conformità dei cavi stessi.

#### 1.4.2 Misura delle principali caratteristiche dei cavi in fibra

Di seguito vengono descritti, per i cavi in fibra, i metodi per la determinazione di ciascuna delle seguenti caratteristiche:

**Massa netta per metro** si ottiene misurando la massa e la lunghezza di una provetta ambientata quando è sottoposta ad una tensione specificata, denominata *tensione di riferimento* (Annesso "A" norma UNI EN ISO 2307). La conoscenza della massa netta per metro permette anche il calcolo della lunghezza netta (sotto la tensione di riferimento) di un cavo dividendo il valore della sua massa netta totale, senza legatura e imballaggi, per la massa per metro essendo queste due masse misurate dopo un identico ambientamento.

**Passo di commettitura**, si ottiene effettuando la misurazione al momento dell'applicazione della tensione di riferimento.

**Passo della treccia**, si ottiene effettuando la misurazione al momento dell'applicazione della tensione di riferimento.

**Allungamento**, si ottiene misurando l'aumento della lunghezza della provetta quando la forza di trazione alla quale è sottoposta passa dal valore iniziale della tensione di riferimento (lunghezza iniziale), al valore di tensione pari al 50% della forza di rottura minima specifica per il cavo in prova (lunghezza finale).

**Resistenza a trazione**, si ottiene rilevando il valore della forza massima registrata (o raggiunta) nel corso di una prova di rottura della provetta, sottoposta a trazione mediante un dinamometro con spostamento dell'elemento mobile a velocità costante previo un ciclo di trazione al 50% del carico di rottura previsto del cavo (da effettuarsi in numero di 3 onde per permettere l'assestamento delle fibre costituenti il cavo). I valori del carico di rottura che sono riportati nel prospetto delle caratteristiche delle corde, sono validi solo nel caso di impiego di dinamometri di tale tipo.

##### 1.4.2.1 Apparecchiature impiegate

Per la determinazione delle caratteristiche indicate al paragrafo 1.4.2.8, devono essere utilizzate le seguenti apparecchiature: **dinamometro e bilancia**.

Di seguito vengono riportate le principali caratteristiche di tali strumenti.

##### a) Dinamometro

I dinamometri da impiegare possono essere del tipo:

- dinamometro a **ganasce**;
- dinamometro con bloccaggio ad **avvolgimento autostringente**;
- dinamometro a **perni**, per provetta a gasse.

Il dinamometro deve avere la portata congruente con la forza di rottura presunta del cavo e deve permettere lo spostamento dell'elemento mobile a velocità costante (vds. para 9.6 - UNI EN ISO 2307) e la misurazione del carico di rottura con un errore massimo dell' 1%.

Nel caso dei dinamometri con bloccaggio ad avvolgimento autostringente, il diametro delle pulegge o dei fermi deve essere almeno uguale a 10 volte quello della corda da sottoporre a prova.

Nel caso, invece, di dinamometro a perni, il diametro dei perni passanti nelle gasse deve essere almeno il doppio del diametro della corda da sottoporre a prova.

b) Bilancia

La bilancia deve avere un'appropriata capacità che permetta la misurazione di masse con un errore massimo dell' 1%.

#### 1.4.2.2 Campionamento

Il campionamento deve essere fatto su un lotto omogeneo, costituito cioè da cavi della stessa natura, delle stesse dimensioni e che abbiano avuto lo stesso trattamento e lo stesso procedimento di prova nel corso delle operazioni di fabbricazione.

Il numero di campioni **S** deve essere prelevato in maniera casuale dal lotto in esame ed essere pari a:

$$S = 0.4 * \sqrt{N} \quad (\text{Eq. 2})$$

dove **N** è il numero di rotoli che compongono ciascun lotto.

Se il valore di **S** non è intero, esso deve essere arrotondato al numero intero più prossimo: per esempio 27,5 e 30,35 devono essere arrotondati, rispettivamente, a 28 e 30. Nel caso in cui sia **S** < 1, sarà prelevata una sola lunghezza campione.

La TABELLA 2 riporta il numero di campioni S da prelevare per alcuni valori del numero di rotoli N che compongono il lotto.

**TABELLA 2 – Numero dei campioni S da prelevare al variare del numero di rotoli N di cavo del lotto**

<b>N</b>	<b>S</b>
1-14	1
15-39	2
40-76	3
77-126	4
127-189	5
190-264	6
265-351	7

#### 1.4.2.3 Prelievo della provetta

La provetta deve essere prelevata all'estremità di ciascun campione, o dal corpo se è previsto il taglio del campione stesso.

Durante il prelievo occorre prendere tutte le precauzioni per evitare il distorcersi delle provette (cioè che si stacchino tra loro i legnoli) e, se necessario, le estremità distorte devono essere eliminate.

La provetta deve avere una lunghezza sufficiente per permettere di ottenere, dopo il montaggio sul dinamometro, una lunghezza utile  $L_u$ , funzione del tipo di cavo e del tipo di dinamometro impiegato, definita come lunghezza effettiva misurata senza tensione e con la provetta semplicemente distesa e diritta (vedasi il prospetto seguente).

TABELLA 3 – Lunghezza minima del cavo

Tipo di corda	Tipo di dinamometro	Lunghezza minima, $L_u$ mm
Fibre sintetiche numero di riferimento $\leq 10$	Tutti i tipi	400
Fibre sintetiche numero di riferimento $> 10$ e $< 20$	Ad avvolgimento autostringente	400
	Con gasse montate su perni	1 000
	A ganasce	—
Fibre sintetiche numero di riferimento $\geq 20$	Tipo a bitta	2 000
Fibre naturali	Tutti i tipi	2 000

#### 1.4.2.4 Esecuzione delle prove

Come precedentemente detto, per ogni lotto dovranno essere misurate le seguenti caratteristiche:

- massa netta per metro;
- passo di commettitura o passo della treccia;
- allungamento;
- resistenza a trazione.

Il risultato numerico finale di una prova, per quanto riguarda ciascuna delle suddette prime tre caratteristiche, è dato dalla media aritmetica dei singoli valori ottenuti con ciascuna provetta del lotto. Per quanto attiene la resistenza a trazione, invece, il valore è quello della forza di rottura di ciascuna delle provette del lotto, senza calcolare il valore medio. Allo scopo di eseguire un corretto collaudo è necessario preparare la provetta e la opportuna strumentazione secondo i criteri di seguito specificati.

#### 1.4.2.5 Ambientamento

Le prove sui cavi devono essere effettuate in atmosfere normali per l'ambientamento e per le prove (Umidità Relativa (RH)  $65 \% \pm 4 \%$  e Temperatura  $20 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ). In caso di controversie, prima della prova la provetta deve essere tenuta, per almeno 48 ore, in un'atmosfera rispondente ai requisiti fissati dalla norma UNI EN ISO 139 "Standard atmospheres for conditioning and testing". La norma infatti definisce le caratteristiche e l'impiego di atmosfere normali per l'ambientamento e per la determinazione delle proprietà fisiche e meccaniche dei tessili ed un'atmosfera normale alternativa che può essere impiegata tramite accordo tra le parti.

#### 1.4.2.6 Misurazioni iniziali

Prima di avviare l'esecuzione delle prove, è necessario definire la zona della provetta dove saranno effettuate le misurazioni per la determinazione delle caratteristiche.

Dopo aver disteso la provetta, senza tensioni apprezzabili o comunque non superiori al 20% della tensione di riferimento, su una superficie piana misurare la sua lunghezza iniziale  $L_0$  espressa in metri; determinare la massa della provetta  $m$ , espressa in grammi con un'approssimazione dello 0,5% circa.

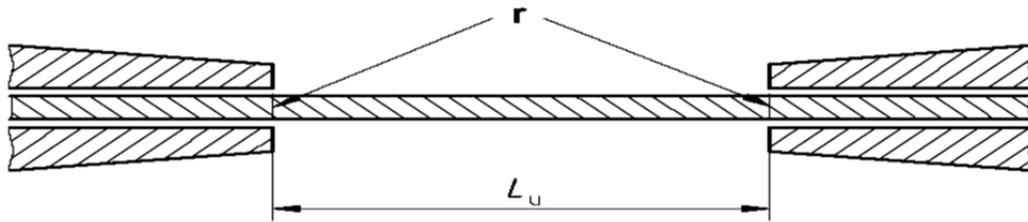
Tracciare, quindi, dei contrassegni iniziali  $r$  distanziati da una lunghezza  $l_0 \geq 400$  mm. e disposti simmetricamente rispetto alla mezzeria della provetta.

Nel caso di corde in fibra sintetica con numero di riferimento  $\leq 10$ , non avendo la provetta una lunghezza utile che permetta di riportare due contrassegni  $r$  distanti uno dall'altro  $l_0 \geq 400$  mm e di misurare, come indicato nel para 1.4.2.8, la distanza  $l_2$  tra due contrassegni, il valore  $l_0$  può essere ottenuto riportando, su un campione di corda disteso su una superficie piana senza tensione significativa, due contrassegni distanti almeno 400 mm. Il valore  $l_2$  si ottiene applicando la tensione di misura appropriata per mezzo di pesi e di una puleggia.

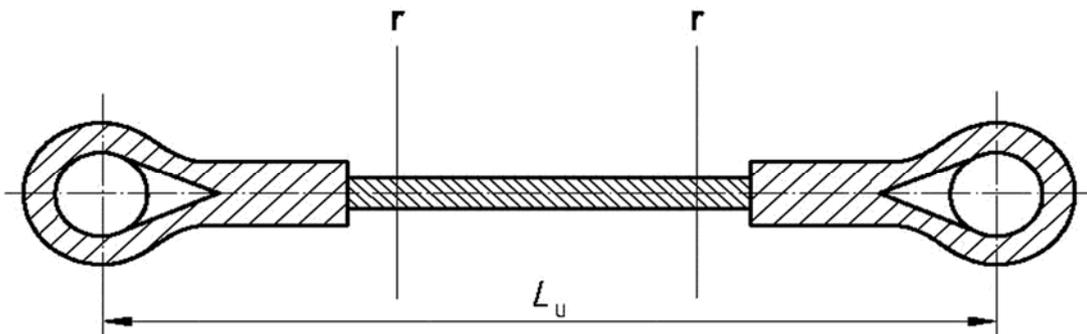
Un metodo alternativo, invece, per i cavi con un numero di riferimento superiore a 70 mm è descritto nell'ANNESSO B – PROCEDIMENTO SPECIALE PER LA DETERMINAZIONE DI FORZE DI ROTTURA ELEVATE.

In base al tipo di dinamometro varieranno le lunghezze utili effettive  $L_u$  (vds. TABELLA 3) e la posizione dei contrassegni  $r$  (zona utile di rottura).

Di seguito sono rappresentati i tre tipi di dinamometro, le relative posizioni dei contrassegni e le lunghezze utili effettive.

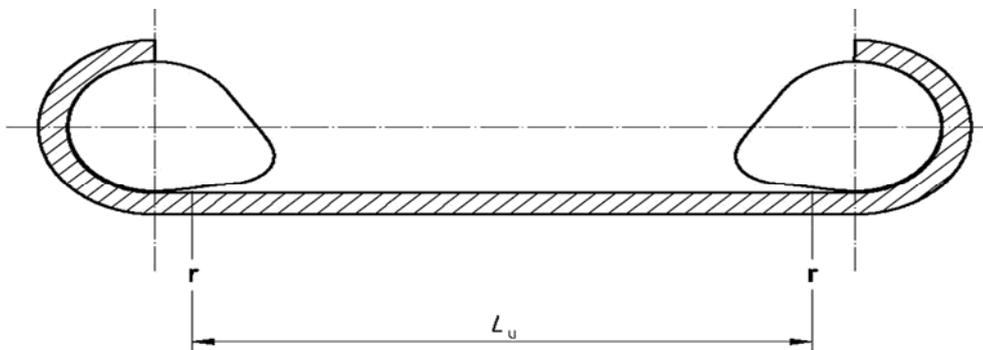


**FIGURA 21 – Dinamometro a ganasce**



*I contrassegni  $r$  devono essere posti ad una distanza, dall'estremità delle impiombature, compresa tra un minimo di due ed un massimo di tre volte il diametro del cavo.*

**FIGURA 22 – Dinamometro a perni per provette a gasse**



*La distanza  $r - r$ , in millimetri, è data da un minimo di 2 ed un massimo di 3 volte il diametro del cavo dal punto di tangenza di avvolgimento dello stesso sulla puleggia.*

**FIGURA 23 – Dinamometro ad avvolgimenti autostringenti**

#### 1.4.2.7 Montaggio della provetta sul dinamometro

Fissare le estremità della provetta sui dispositivi di attacco disponibili (ganasce, perni o bloccaggi ad avvolgimento autostringente), in modo da ottenere la lunghezza utile  $L_u$  della provetta.

Nel caso siano presenti impiombature, gli occhi delle gasse, quando chiusi, devono avere una lunghezza interna compresa fra 250 e 300 mm, mentre le gasse saranno prodotte secondo le modalità scelte dal fabbricante. Si raccomanda, per le corde in fibra sintetica, di finire con rastremazione le estremità delle gasse.

Dopo che la provetta è montata sul dinamometro, apporre i contrassegni  $r$  che limitano la porzione della provetta all'interno della quale si deve rompere il cavo nel corso della prova di trazione a rottura.

I contrassegni  $r$  che limitano la sezione della provetta nella quale la rottura è considerata normale devono essere posizionati come indicato nelle fig. 21-23.

### 1.4.2.8 Determinazioni delle caratteristiche delle fibre

Di seguito vengono indicate le modalità per definire le caratteristiche in base alle prove eseguite.

**Misurazione della massa lineare  $\rho_1$  (massa netta al metro).** La massa per unità di lunghezza (massa in grammi al metro), espressa in kilotex, è data dalla formula:

$$\rho_1 = \frac{m}{L_1} \quad (\text{Eq. 3})$$

dove:

$m$  è la massa in grammi della provetta;

$L_1$  è la lunghezza in metri della provetta sottoposta alla tensione di riferimento.

La lunghezza  $L_1$  è data dalla formula:

$$L_1 = \frac{I_2 * L_0}{I_0} \quad (\text{Eq. 4})$$

dove:

$l_0$  è la distanza tra i contrassegni iniziali (vedasi para 1.4.2.6);

$l_2$  è la distanza tra i contrassegni iniziali misurata sotto la tensione di riferimento;

$L_0$  è la lunghezza iniziale in metri (vedasi para 1.4.2.6).

**Misurazione del passo e distanza tra i contrassegni:** Applicare alla provetta la tensione di riferimento prevista per il tipo di corda da sottoporre a prova, così come previsto dalla tabella riportata in ANNESSO A, per misurare:

- la lunghezza compresa tra  $n$  passi (cavi piani) o tra  $n$  passi di trecciatura (cavi trecciati) quando la provetta è sottoposta al carico di misura. Vengono misurati  $n$  passi per ridurre l'errore che si avrebbe misurando una sola spira;
- la distanza  $l_2$  tra i due contrassegni, espressa in metri con approssimazione dello 0,5 %.

La lunghezza del passo per cavi commessi a 3 e 4 legnoli e per cavi trecciati a 8 e 12 legnoli, è indicata, rispettivamente, nelle sottostanti figure.

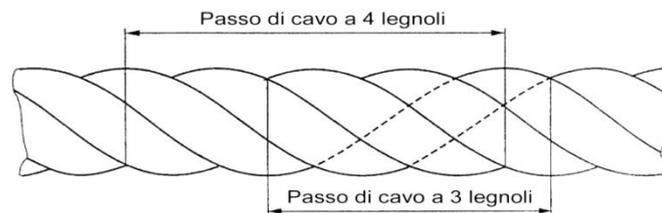


FIGURA 24 – lunghezza del passo del cavo a 3 legnoli



FIGURA 25 – lunghezza del passo del cavo a 8 legnoli



FIGURA 26 – lunghezza del passo del cavo a 12 legnoli

Il passo  $p$  espresso in metri, è dato dalla formula:

$$p = \frac{l_n}{n} \quad (\text{Eq. 5})$$

dove:

**Per cavo commesso:**  $l_n$  è la distanza tra i punti estremi di  $n$  spire complete del medesimo legno;

**Per cavo trecciato:**  $l_n$  è la distanza tra i punti estremi di  $n$  punti successivi di trecciatura.

**Misurazione dell'allungamento del cavo:** Dopo aver sistemato il campione sul dinamometro ed aver applicato la tensione di riferimento prevista per la misurazione del passo, viene applicata una tensione crescente muovendo l'elemento mobile del dinamometro ad una velocità costante e scelta in modo che lo spostamento al minuto abbia un valore compreso tra il 6% ed il 10% della lunghezza utile della provetta. Quando la forza di trazione raggiunge il 50% della forza minima di rottura, verrà misurata la distanza tra i contrassegni (il tempo di arresto necessario per la misurazione deve essere il più breve possibile). Tale distanza, espressa in metri, con l'approssimazione dello 0,5% è denominata con  $l_3$ . Previo accordo tra l'acquirente e il fornitore, potrà essere fornita una curva forza-allungamento, rilevata durante le prove di trazione fino al 50% della forza minima di rottura del cavo. Può essere richiesta, inoltre, la determinazione dell'allungamento su una provetta particolare; in questo caso, il procedimento da seguire per ottenere i dati forza-allungamento, deve essere quello indicato nell'ANNESSO D. Il valore dell'allungamento  $A$ , espresso in percentuale, è dato dalla formula:

$$A = \frac{(l_3 - l_2)}{l_2} * 100 \quad (\text{Eq. 6})$$

dove:

$l_2$  è la distanza tra i contrassegni, misurata sotto la tensione di riferimento;

$l_3$  è la distanza tra i contrassegni, misurata sotto una forza di trazione pari al 50% della forza di rottura minima specificata.

E' opportuno, comunque, richiedere sempre la misura dell'allungamento per ogni tipologia di cavo sottoposta a collaudo.

Nel caso di corda in fibra sintetica è necessario inoltre determinare l'allungamento percentuale del cavo sottoposto al carico di rottura; tale allungamento infatti viene utilizzato per determinare un carico di rottura equivalente, confrontabile con il carico di rottura di una corda in fibra naturale (vds par. 3.2 *Equivalenza dei carichi di rottura delle fibre sintetiche con fibre naturali o acciaio*).

**Misurazione della forza di rottura:** Una volta misurata la distanza tra i contrassegni, sotto una forza di trazione pari al 50% della forza di rottura minima specificata ( $l_3$ ) si continuerà ad aumentare la tensione alla stessa velocità, fino alla rottura di un legno, annotando:

- il valore della forza di rottura raggiunta;
- il punto della provetta in cui si è prodotta la rottura, in particolare se esso si è prodotto all'interno dei contrassegni o meno.

La resistenza alla trazione esprime la forza di rottura, in Newton o suoi multipli e sottomultipli. La rottura deve avvenire tra i due contrassegni della provetta. Tutte le provette che hanno il punto di rottura all'esterno dei contrassegni  $r$  sono considerate conformi alle specifiche se la forza registrata al momento della rottura è maggiore del 90% della forza minima di rottura prescritta per quel cavo; in questo caso la prova è considerata valida, ma verrà indicato come risultato della prova il valore effettivo registrato al momento della rottura (senza presupporre che la forza di rottura reale del campione sia rappresentata dal prodotto del valore rilevato per 10/9), specificando che essa è avvenuta fuori della zona delimitata dai contrassegni.

Qualora non sia possibile eseguire la prova di trazione sull'intera lunghezza della corsa si può usare il metodo indicato in ANNESSO B.

#### 1.4.2.9 Resoconto delle prove

Il resoconto delle prove deve contenere le seguenti indicazioni:

- 1) il riferimento alla presente norma;
- 2) i valori iniziali misurati prima delle prove;
- 3) i singoli risultati ottenuti, conformemente al para 1.4.2.4, utilizzati per il calcolo mediato delle caratteristiche ed i valori della forza di trazione misurati per ogni provetta;
- 4) le condizioni particolari di prova (ambientamento delle provette, tipo di dinamometro utilizzato, modalità per la determinazione dell'allungamento e se pertinente, l'impiego dei metodi descritti nell'ANNESSO B e nell'ANNESSO C);
- 5) gli elementi di dettaglio, non previsti dal metodo standard, e ogni causa accidentale che possono aver influito sui risultati.

#### 1.4.3 Resistenza all'assorbimento dell'acqua

Scopo della prova è quello di valutare l'aumento della massa della corda determinato dopo immersione in acqua per un dato periodo.

Il procedimento deve seguire le azioni sottoelencate e descritte nei sotto-paragrafi di seguito riportati:

- 1) preparazione delle provette;
- 2) taglio dei campioni;
- 3) sigillatura;
- 4) esecuzione della prova;
- 5) analisi dei risultati delle prove.

##### 1.4.3.1 Preparazione delle provette, taglio dei campioni e sigillatura

Posizionare due contrassegni distanti 450 mm sulla lunghezza della corda liberandone le estremità.

Provvedere ad una legatura stretta attorno a ciascun contrassegno. La lunghezza delle legature non deve superare i valori riportati nel prospetto in TABELLA 4.

Staccare i campioni di corda tagliando in senso trasversale la corda, con l'aiuto di un coltello affilato, ad angolo retto rispetto all'asse longitudinale in corrispondenza della legatura in modo tale da ottenere un campione legato in modo opportuno.

Onde evitare infiltrazioni d'acqua per capillarità, sigillare le estremità in maniera che la legatura sia ricoperta.

Un materiale idoneo per sigillare è la pece con un po' di catrame, per evitare frantumazioni. Può essere utilizzato qualsiasi altro materiale per sigillare.

**TABELLA 4 – Lunghezza della legatura**

Numero di riferimento della corda	Lunghezza massima della legatura [mm]
Uguale o minore a 24	15
Maggiore a 24 ma minore di 48	20
Uguale o maggiore di 48	25

##### 1.4.3.2 Esecuzione della prova

###### a) *Prima pesata*

Pesare accuratamente ciascuna provetta dopo averla legata e sigillata, quindi immergerla in acqua di rubinetto ad una temperatura di  $20 \pm 2$  °C, assicurandosi che il campione sia completamente sommerso in acqua ad una profondità di 150 mm, se necessario mediante un carico di appesantimento. Non aggiungere acqua dopo l'immersione della provetta. Per evitare variazioni della massa dovute alle condizioni atmosferiche, procedere alla pesata immediatamente prima dell'immersione. Non effettuare la prova prima che siano trascorse almeno 24 h dal completamento della fabbricazione della corda.

**b) Seconda pesata**

Dopo una immersione totale per il tempo di 1 h, ritirare le provette e farle asciugare nel modo seguente: scrollare ciascun campione 6 volte per togliere l'acqua superflua, dopodiché arrotolare il campione su della carta assorbente fino a quando non si intravede più l'umidità sulla carta. Infine, far passare i campioni attraverso un tessuto assorbente, per esempio un asciugamano. Poi pesare le provette.

**c) Terza pesata**

Immergere le provette in acqua per un periodo di 5 h, arrivando così ad un totale di 6 h, asciugare le provette e pesarle.

**d) Asciugamento delle provette**

Dopo la terza pesata, asciugare totalmente ciascuna provetta riscaldandola moderatamente, se necessario. Fare attenzione che la sigillatura apposta alle estremità non sia alterata dalla temperatura e questa non superi i 50 °C. Asciugare le provette ad una massa leggermente inferiore a quella ottenuta nella prima pesata in maniera tale che, dopo una esposizione di almeno 4 h in condizioni ambientali normali, le provette riprendano il più possibile la loro massa iniziale.

**e) Quarta, quinta e sesta pesata**

Ripetere la procedura sopra descritta con le stesse provette.

**1.4.3.3 Risultati delle prove**

Registrare l'aumento della massa di ciascuna provetta sotto forma di percentuale della massa iniziale (prima e quarta pesata) per 1 h di immersione (seconda e quinta pesata) e per 6 h di immersione (terza e sesta pesata).

**1.4.4 Determinazione del contenuto di lubrificanti e finissaggio**

Per questa prova è necessario che siano utilizzati reagenti puri, del tipo per analisi o equivalenti.

**1.4.4.1 Preparazione dei campioni**

Srotolare la corda nei suoi fili componenti. Formare una matassina, di peso compreso tra i 30 e 50 g, con una selezione rappresentativa di questi fili.

**1.4.4.2 Determinazione del contenuto d'acqua**

Pesare la matassina come sopra descritto con l'approssimazione ai 10 mg. Sia  $M_1$  questa massa. Aggiungere una sufficiente quantità di etere di petrolio, con punto di ebollizione minimo di 120°C e distillare l'acqua contenuta nel campione, condensandolo in un recipiente graduato. Continuare la distillazione fino a quando il condensato nel recipiente graduato diventa costante. Misurare il volume di acqua approssimando a 0,1 ml. Sia questo volume  $W$ .

**1.4.4.3 Esecuzione della prova**

Trasferire la matassina di filo in un apparecchio Soxhlet ed iniziare il reflusso con etere di petrolio (intervallo di ebollizione da 60°C a 80°C) finché il prodotto di estrazione rimane incolore oppure, se sono presenti agenti impregnanti incolori, fino a che la provetta prelevata dell'estratto evapori senza lasciare residuo.

Togliere la matassa dall'apparecchio Soxhlet e metterla in una stufa a una temperatura di 120 °C fino ad evaporazione del solvente. Trasferire, quindi, la matassa in un essiccatore fino a portarla a temperatura ambiente. Pesare nuovamente il campione approssimando ai 10 mg.: sia  $M_2$  questa massa.

Calcolare la percentuale di lubrificante o di finissaggio dalla formula:

$$L = \left[ (M_1 - W) - \frac{M_2}{M_1} - W \right] * 100 \quad (\text{Eq. 7})$$

Il risultato deve essere espresso approssimandolo all'1%.

## ANNESSO A – TENSIONE DI RIFERIMENTO DA APPLICARE ALLE CORDE PER LA MISURAZIONE DELLA MASSA LINEARE E DEL PASSO (in conformità alla UNI EN ISO 2307)

La tensione di riferimento da applicare alla provetta deve essere calcolata secondo la seguente relazione:

$$t = 0,01 \frac{d^2}{8} \quad (\text{Eq. 8})$$

dove

d è il numero di riferimento (diametro nominale) in millimetri

t è la tensione di riferimento espressa in kilo Newton

La tolleranza sulla tensione di riferimento deve essere del 5%.

La tabella successiva mostra i valori della tensione di riferimento e della relativa tolleranza per alcuni valori del numero di riferimento.

Numero di riferimento (diametro nominale) mm	Tensione di riferimento da applicare alle corde		Numero di riferimento (diametro nominale) mm	Tensione di riferimento da applicare alle corde	
	Valore nominale kN	Tolleranza %		Valore nominale kN	Tolleranza %
4	0,0200	±5%	44	2,42	±5%
4,5	0,0253		48	2,88	
6	0,0450		52	3,38	
8	0,0800		56	3,92	
9	0,101		60	4,50	
10	0,125		64	5,12	
12	0,180		72	6,48	
14	0,245		80	8,00	
16	0,320		88	9,68	
18	0,405		96	11,5	
20	0,500		104	13,5	
22	0,605		112	15,7	
24	0,720		120	18,0	
26	0,845		128	20,5	
28	0,980		136	23,1	
30	1,13		144	25,9	
32	1,28		152	28,9	
36	1,62		160	32,0	
40	2,00				

## ANNESSE B – PROCEDIMENTO SPECIALE PER LA DETERMINAZIONE DI FORZE DI ROTTURA ELEVATE

Su accordo tra le parti interessate, il carico di rottura dei cavi con diametro non inferiore a 44 mm a 3, 4, 8 e 12 legnoli, costituiti da un solo materiale e da fili con la medesima massa lineare, può essere calcolato sulla base della forza di rottura dei fili con il metodo di seguito indicato, a condizione che, preliminarmente alla determinazione della forza di rottura dei fili, la corda soddisfi le condizioni prescritte per tutti gli altri aspetti.

Per ottenere dalla corda i fili necessari per la prova, si deve disfare una lunghezza di corda sufficiente evitando ogni variazione della torsione dei componenti della corda (fili e legnoli). Per le corde a 3 o 4 legnoli, devono essere sottoposti a prova 15 fili, dei quali 3 devono essere scelti al centro dei legnoli. Per le corde trecciate a 8 e 12 legnoli devono essere sottoposti a prova almeno 16 fili: 8 con torsione Z e 8 con torsione S.

I fili prelevati devono essere singolarmente montati sul dinamometro.

Nel corso di queste operazioni devono essere prese le precauzioni necessarie per evitare la variazione nella torsione dei fili prima della prova.

La velocità di spostamento dell'elemento mobile, espressa in millimetri al minuto, per la prova di rottura dei fili, deve essere pari a  $250 \pm 50$  mm/min.

La media dei risultati così ottenuti deve essere utilizzata per determinare la forza di rottura della corda  $F_C$  da cui i fili sono stati prelevati, applicando la formula:

$$F_C = F_Y * n * fr \quad (\text{Eq. 9})$$

dove:

$F_C$  è il carico di rottura della corda, in decaNewton;

$F_Y$  è il carico di rottura medio dei fili, in decaNewton;

$n$  è il numero di fili della corda;

$fr$  è il fattore di calcolo (vedere ANNESSO C).

## ANNESSO C – FATTORE DI CALCOLO PER LA DETERMINAZIONE DI CARICHI DI ROTTURA ELEVATI (in conformità alla UNI EN ISO 2307)

Numero di riferimento	Fattori di calcolo, $f_r$ , per			
	Poliestere	Poliammide	Polipropilene	Manila (abaca), sisal o canapa
44	0,499	0,613	0,829	0,598
48	0,495	0,605	0,820	0,597
52	0,492	0,597	0,811	0,593
56	0,488	0,591	0,803	0,590
60	0,486	0,585	0,795	0,588
64	0,484	0,579	0,787	0,586
72	0,478	0,569	0,775	0,580
80	0,474	0,560	0,764	0,577
88	0,470	0,552	0,757	0,573
96	0,467	0,544	0,745	0,569
104	0,463	0,538	0,739	-
112	0,460	0,532	0,732	-
120	0,457	0,526	0,725	-
128	0,455	0,521	0,718	-
136	0,452	0,517	0,714	-
144	0,451	0,512	0,707	-
160	0,446	0,507	0,702	-

**Nota:**

I fattori di calcolo sono applicabili per cavi a 3, 8 e 12 legnoli;

Per i cavi a 4 legnoli gli stessi vanno ridotti del 10%

## **ANNESSE D – DETERMINAZIONE DEL DIAGRAMMA FORZA - ALLUNGAMENTO SU UNA “PARTICOLARE” PROVETTA**

Quando viene richiesta tale determinazione, deve essere seguito il procedimento di seguito descritto.

La provetta "particolare" destinata alla prova per la determinazione del diagramma forza-allungamento deve essere montata sul dinamometro e sottoposta per 10 volte ad un carico pari al 50% della forza di rottura minima prescritta. La velocità di applicazione del carico, sia in aumento che in diminuzione, deve essere quella definita in 1.4.2.8 e i tempi di permanenza, sia alla forza massima prevista sia a completo rilascio, devono essere più brevi possibili.

Terminata la decima fase, la provetta deve essere lasciata allo stato di quiete per un'ora onde ottenerne la distensione, dopo di che deve essere applicata la tensione di riferimento appropriata specificata nell'ANNESSE A.

Mentre la provetta è sottoposta a tale tensione, sulla corda deve essere segnata una distanza conveniente. Aumentare la tensione rilevando il diagramma forza-allungamento, fino al 50% della forza di rottura prescritta.

In nessun momento di questa prova, la provetta deve essere disturbata o tolta dal dinamometro.

## **ANNESSE E – METODO ALTERNATIVO PER LE MISURAZIONI INIZIALI DI GROSSE CORDE**

Per dimensioni di corde con numero di riferimento maggiore di 70, sfilarne da un rotolo o bobina una lunghezza sufficiente e adagiarla diritta sopra una superficie piana. Collegare un apparecchio di trazione a questa lunghezza tra il rotolo o bobina e l'estremità della corda, poi fissare il dinamometro al suolo. Collegare l'estremità della corda al dispositivo di trazione, per esempio un verricello. Applicare per 1 minuto la tensione di riferimento prevista per il tipo di corda presa in considerazione.

Tracciare sulla corda due contrassegni a 2 m di distanza poi togliere la tensione e staccare il campione tagliandolo in corrispondenza dei due contrassegni.

Questo processo può essere semplificato applicando un nastro adesivo nella posizione approssimativa dei contrassegni, poi tracciare questi ultimi sulla superficie del nastro nel momento in cui la corda è sotto tensione. Il nastro adesivo tiene insieme la corda mentre viene tagliata successivamente in corrispondenza di questi due contrassegni e permette di ottenere un campione ben tagliato.

Determinare la massa della provetta e calcolare la massa per metro.

## ANNESSE F – METODO DI CALCOLO PER DETERMINARE IN MANIERA SPEDITIVA IL CARICO DI ROTTURA E DI ESERCIZIO DI PRODOTTI IN FIBRE SINTETICHE

Il carico di rottura dipende dal materiale e dalla sua conformazione geometrica. Il carico di sicurezza in esercizio (massimo carico di lavoro) dipende, oltre che dal carico di rottura, anche dall'impiego del cavo stesso. Di seguito viene descritto il metodo per la determinazione, attraverso un procedimento speditivo, del carico di rottura e del carico di sicurezza in esercizio, ma le determinazioni che ne derivano risultano cautelative solo per quest'ultimo e pertanto se ne raccomanda l'utilizzo esclusivamente per il calcolo di del carico di sicurezza in esercizio.

Per prima cosa si calcola il carico di rottura (Cr) conoscendo il materiale e il diametro del cavo. Dividendo il quadrato del diametro (in millimetri) per un coefficiente che dipende dal materiale, si ottiene il carico di rottura in chilo Newton. La seguente tabella mostra tale metodo di calcolo riportando gli opportuni coefficienti per tipo di materiale.

TIPO DI MATERIA PRIMA	Carico di Rottura (Cr) (kN)
	Metodo di calcolo
HMPE (spectra/dyneema)	$d^2/1,8$
KEVLAR (fibra aramidica)	$d^2/4$
NYLON (poliammide > 32 mm)	$d^2/5$
NYLON (poliammide < 32 mm)	$d^2/6,4$
POLIESTERE (32 mm e sup.)	$d^2/6,6$
POLIPROPILENE (rafia) e MONOFILO	$d^2/7,7$
Note: Il diametro deve essere espresso in millimetri	

Il Carico di lavoro è il peso o la forza applicata al cavo in una data applicazione. Il carico di sicurezza in esercizio è il massimo valore del carico di lavoro consentito per un cavo e non deve essere superato. Carichi applicati superiori al Carico di sicurezza in esercizio possono sovraccaricare le fibre e generare un danno, con conseguente cedimento del manufatto. Si definisce coefficiente di sicurezza il rapporto tra il carico di rottura e il carico di sicurezza in esercizio. Per il nostro calcolo il valore da attribuire al coefficiente di sicurezza è un valore compreso tra 10 e 12.

La scelta del valore più appropriato tra 10 e 12, dipende dai seguenti fattori (in aderenza alla CI 1401/98 "Guideline Safe Use Guidelines" ed al DLGS 81 del 9.04.2008 e successivi emendamenti) che devono essere esaminati in maniera scrupolosa dal personale tecnico preposto:

- 1) I cavi piccoli risentono maggiormente di tagli, abrasioni ed esposizione ai raggi U.V.A.;
- 2) Il carico non è conosciuto con certezza;
- 3) Gli operatori non sono sufficientemente addestrati;
- 4) Le procedure di uso non sono ben definite e/o controllate;
- 5) I controlli sui cavi non sono frequenti;
- 6) Presenza sulla superficie di abrasioni e tagli;
- 7) Contatto del cavo con superfici ruvide o taglienti;
- 8) Il cavo spesso viene utilizzato in condizioni di sporco e/o in presenza di sabbia o ghiaia;
- 9) Nell'uso si potrebbe facilmente arrivare ai carichi di rottura del cavo;

- 10) Le condizioni di uso potrebbero consentire il raggiungimento di alte temperature prossime a quelle di fusione;
- 11) Possibilità di attacco e di contatto con agenti chimici;
- 12) I cavi sono in uso da tempo indefinito;
- 13) Il cavo è stato sottoposto a tensioni per lunghi periodi;
- 14) Il cavo è sottoposto a carichi ciclici;
- 15) Sono presenti nodi sul cavo, che possono ridurre il carico di rottura di circa il 50%;
- 16) L'eventuale rottura del cavo può arrecare danni a persone o cose;
- 17) I cavi utilizzati nelle stessa applicazione, o in applicazioni simili, hanno mostrato dei problemi.

Una volta definito il coefficiente di sicurezza si procede alla determinazione del carico di sicurezza in esercizio dividendo il carico di rottura per il coefficiente stesso.

Si abbia ad esempio un cavo di ormeggio in polipropilene del diametro di 36 mm.

La tabella indica che, per il cavo in poliestere  $CR[kN] = \frac{d[mm]^2}{6,6} = \frac{36^2}{6,6} = 196,36 \text{ kN}$

Per l'applicazione in esame, con riferimento all'elenco soprariportato, supponiamo che ricorrono le condizioni riportate ai punti 2, 5, 7 e 14 . Si sceglie quindi, per il Coefficiente di sicurezza, il valore di 11.

Si determina quindi il Carico di sicurezza in esercizio pari a  $\frac{196,36[kN]}{11} = 17,85 \text{ kN}$ . Il cavo considerato, nell'applicazione esaminata, per essere impiegato in sicurezza deve essere sottoposto a carichi inferiori a **17,85 kN**.

## PARTE SECONDA - CAVI IN ACCIAIO

### Premessa

Le prescrizioni contenute in questa seconda parte si applicano ai cavi in acciaio destinati a ormeggio, tonneggio, rimorchio, manovre del carico e simili applicazioni, manufatti di impiego marinaro.

Questa seconda parte della Normativa è stata redatta al fine di rendere disponibile un documento aggiornato e maggiormente rispondente alle esigenze tecnico/operative delle UU.NN e degli EE.TT. che ordinano ed eseguono il collaudo e l'accettazione dei cavi di acciaio nonché le prove per la certificazione di impiegabilità ed è stata redatta in conformità alla UNI ISO 4309. Inoltre vuole essere una guida per impiegare al meglio i cavi in acciaio preservandone nel tempo le prestazioni, individuando con tempestività la soluzione delle problematiche legate alla sicurezza per il loro impiego. Si ricorda che, oltre al rispetto della presente norma, per garantire l'impiego nella massima sicurezza dei manufatti in essa descritti, è necessario che vi sia abbinata un'adeguata formazione del personale unita al rispetto delle norme di sicurezza in generale.

## 2.1 TERMINOLOGIA USATA, CARATTERISTICHE DEI CAVI E DEI LORO COMPONENTI

### 2.1.1 Introduzione

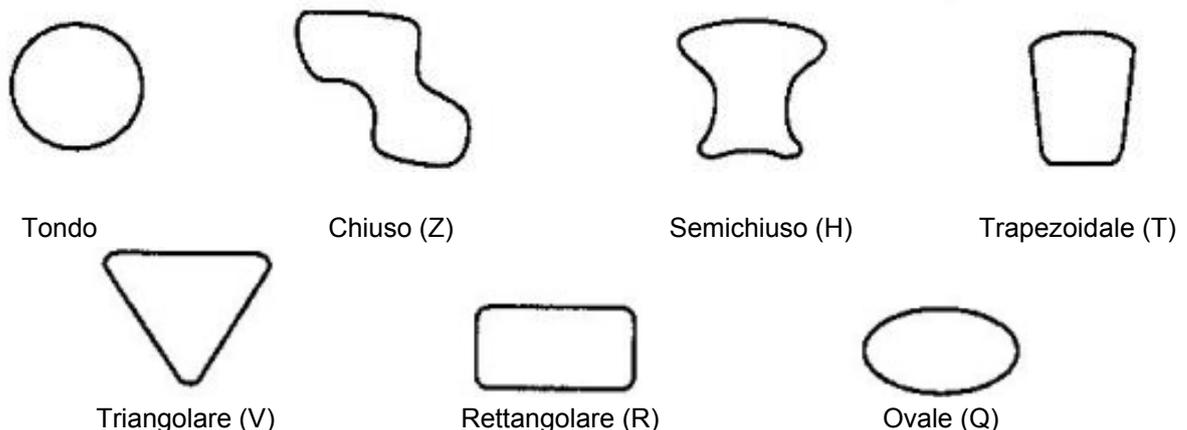
Le funi in acciaio sono componenti meccanici destinati alla trasmissione di forza e movimento.

In merito alle caratteristiche dei cavi in acciaio, questa seconda parte è stata redatta facendo riferimento alla Norma UNI EN 12385-2 "Funi di acciaio - Parte 2: Definizioni, designazione e classificazione" allo scopo di uniformare termini e caratteristiche dei materiali, oggetto della presente seconda parte alle norme internazionali a cui si rimanda per eventuali ulteriori approfondimenti e specificazioni.

### 2.1.2 Caratteristiche Generali - Definizioni

Di seguito vengono fornite le principali definizioni in merito ai cavi d'acciaio.

**Filo:** componente elementare costituente la fune ottenuto per trafilatura a freddo da vergella di acciaio (non legato o inossidabile) (vedasi figura successiva).



**FIGURA 27 – Esempi di forme di fili**  
(la lettera tra parentesi indica la designazione)

**Fili esterni:** fili posizionati sullo strato esterno di una fune spiroidale o sullo strato di fili esterni nei trefoli esterni di una fune a trefoli.

**Fili interni:** fili degli strati intermedi posizionati tra il filo centrale e lo strato di fili esterno in una fune spiroidale, ovvero tutti gli altri fili eccetto i fili centrali, di riempimento, i fili costituenti l'anima e i fili esterni di una fune a trefoli.

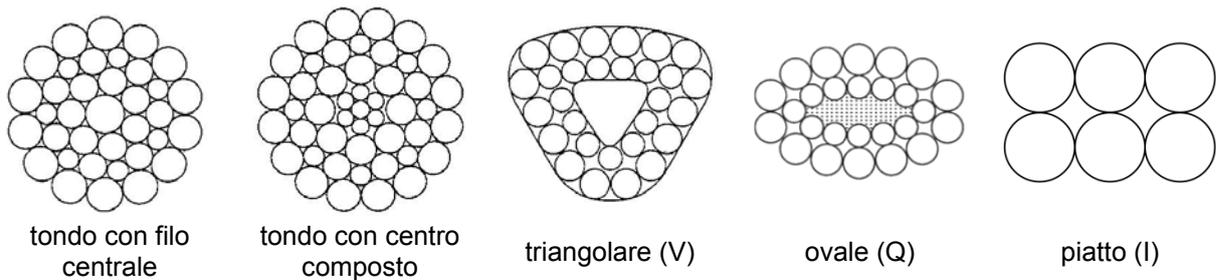
**Fili di riempimento:** fili utilizzati nelle formazioni di riempimento per riempire gli interstizi tra strati di fili.

**Fili centrali:** fili posizionati al centro della fune spiroidale o al centro dei trefoli di una fune a trefoli.

**Fili costituenti l'anima:** tutti i fili costituenti l'anima di una fune a trefoli.

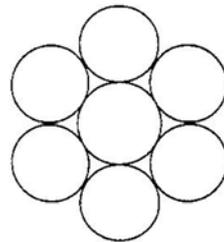
**Fili portanti il carico:** fili di una fune che si considerano contribuire al carico di rottura della fune.

**Trefolo:** Elemento della fune costituito da un assieme di fili, di forma e dimensioni appropriate, avvolti elicoidalmente nello stesso senso in uno o più strati intorno a un centro. A seconda della forma della sezione retta perpendicolare del trefolo si parla di: trefolo tondo, trefolo triangolare, trefolo ovale e trefolo piatto (vedi FIGURA 28).



**FIGURA 28 – Alcune forme di trefolo**  
(la lettera tra parentesi indica la designazione)

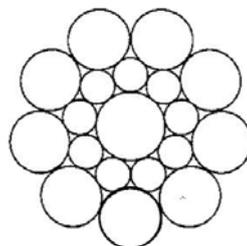
**Trefolo a singolo strato di fili:** Trefolo che contiene un solo strato di fili (FIGURA 29).



**FIGURA 29 – Trefolo a singolo strato di fili**

**Trefolo a strati paralleli:** Trefolo che contiene almeno due strati di fili, tutti avvolti in un'unica operazione (nello stesso senso).

**Trefolo "Seale":** Trefolo a strati paralleli aventi uno stesso numero di fili in entrambi gli strati; i fili dello strato più interno hanno però diametro inferiore a quelli dello strato più esterno; questa geometria determina una minore resistenza a fatica ma una maggiore resistenza allo sfregamento e all'abrasione (FIGURA 30).



**FIGURA 30 – Trefolo "Seale"**

**Trefolo "Warrington":** Trefolo a strati paralleli con uno strato esterno contenente fili alternati di grande e piccolo diametro, il cui numero totale è il doppio dei fili dello strato interno; rispetto al Seale mostra una flessibilità maggiore (FIGURA 31).

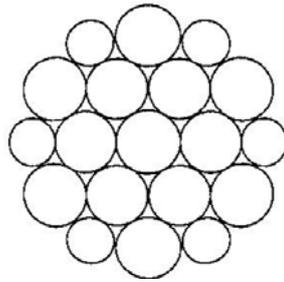


FIGURA 31 – Trefolo “Warrington”

**Trefolo “Filler”:** Trefolo a strati paralleli avente uno strato esterno contenente lo stesso numero di fili, dello stesso diametro, della corona interna; i fili della corona interna sono intervallati da fili di diametro inferiore, che supportano i fili della corona interna e di riempimento per la corona interna (FIGURA 32).

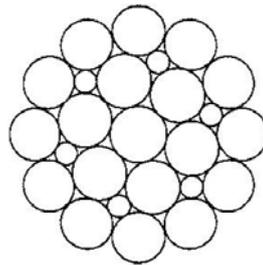


FIGURA 32 – Trefolo “Filler”

**Trefolo in combinazioni parallele:** Formazione del trefolo a strati paralleli avente tre o più strati avvolti in una sola operazione e formato da una combinazione dei tipi di trefolo del tipo Seale, Warrington o Filler (FIGURA 33).

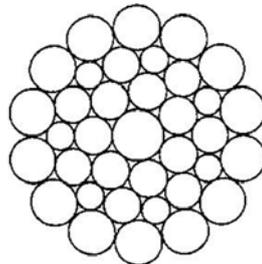


FIGURA 33 – Trefolo in combinazioni parallele

**Trefolo compattato:** Trefolo che è stato sottoposto a un processo di compattazione (quale ad esempio stiramento, compressione o martellatura) tale che la sezione retta nominale dei fili rimane inalterata mentre la forma dei fili e le dimensioni del trefolo sono modificate (FIGURA 34).

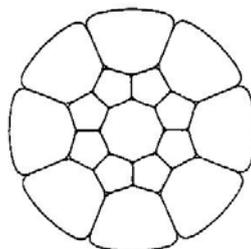


FIGURA 34 – Trefolo compattato

**Anima:** Elemento centrale di una fune tonda attorno al quale sono avvolti elicoidalmente i trefoli di una fune a trefoli o le funi elementari di una fune “gherlino”.

**Anima di fibra tessile (FC):** Anima costituita da fibre naturali (NFC) o sintetiche (SFC).

**Anima metallica (WC):** Anima costituita da fili di acciaio disposti come un trefolo (WSC) o come una fune indipendente (IWRC).

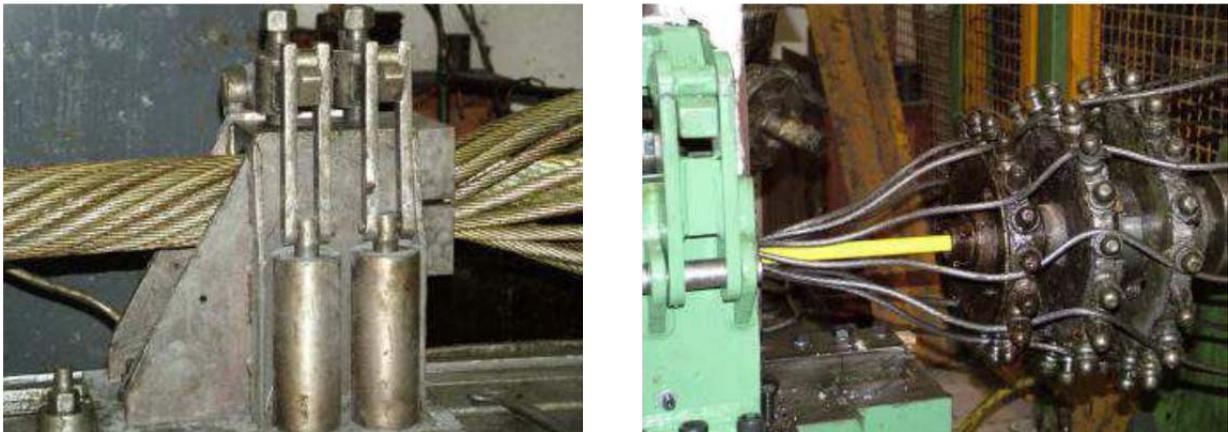
**Anima solida (SPC):** Anima composta da plastica avente forma tonda o forma tonda con incavi.



**FIGURA 35 – Anima tessile (a sinistra) e plastica (a destra)**

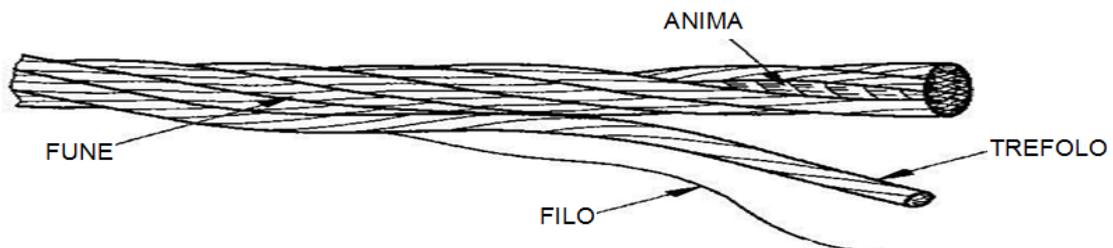
**Cavo:** Un cavo (o fune metallica) può essere costituita da un unico trefolo, oppure da uno o più strati di trefoli, oppure da uno o più strati di cavi a trefoli, avvolti ad elica attorno ad un'anima centrale metallica o vegetale.

**Cordatura:** Operazione di avvolgimento elicoidale dei fili elementari per formare un trefolo e dei trefoli per formare una fune.



**FIGURA 36 – Cordatura (a sinistra) e preformazione (a destra)**

**Funi:** La tipologia delle funi dipende dalla formazione, che è determinata dal numero e dalla quantità dei trefoli e delle anime, nonché dal numero dei fili elementari costituenti ciascun trefolo. In base alla formazione, i cavi d'acciaio, la cui designazione convenzionale è normata dalla Norma UNI EN 12385-2, vengono suddivisi in diverse categorie fondamentali, delle quali, per la M.M.I. interessano soltanto quelle di seguito descritte.



**FIGURA 37 – Fune in acciaio**

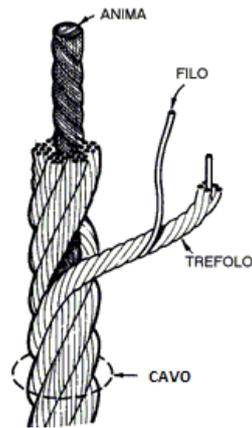


FIGURA 38 – Fune a trefoli

**Funi a trefoli:** Assieme di diversi trefoli avvolti elicoidalmente in uno o più strati attorno a un'anima (fune a strato singolo) o centro (fune antigirevole o fune con anima a cordatura simultanea) (FIGURA 38).

Se ne distinguono i tipi elencati di seguito:

- **Fune a strato singolo:** Fune a trefoli composta da un solo strato di trefoli avvolti in maniera elicoidale attorno a un'anima;
- **Fune Seale:** fune costituita da trefoli Seale;
- **Fune Warrington:** fune costituita da trefoli Warrington;
- **Fune Filler:** fune costituita da trefoli Filler;
- **Fune Antigirevole:** fune a trefoli progettata per generare livelli ridotti di torsione e rotazione quando soggetta a carico. Avvalendosi di funi resistenti alla rotazione che presentano la corona dei trefoli esterni avvolti in senso opposto rispetto a quelli dello strato di trefoli sottostanti, la quantità di torsione generata sotto carico sia con entrambe le estremità bloccate (momento torcente) che nel caso in cui una estremità è libera di ruotare è nettamente inferiore rispetto ad una fune girevole;
- **Fune con anima a cordatura simultanea:** fune a trefoli composta da almeno due strati avvolti in maniera elicoidale in un'unica operazione di cordatura attorno a un trefolo o a un centro di fibra;
- **Fune a trefoli compattati:** fune i cui trefoli, prima della cordatura, sono sottoposti a un processo di compattazione (stiramento, compressione o martellatura).

In una fune si può avere una combinazione di trefoli realizzati con diverse configurazioni. In una fune a 216 fili si possono avere le combinazioni Filler-Seale, Warrington-Seale, Seale-Filler, ecc., la combinazione più comune è la Warrington-Seale.

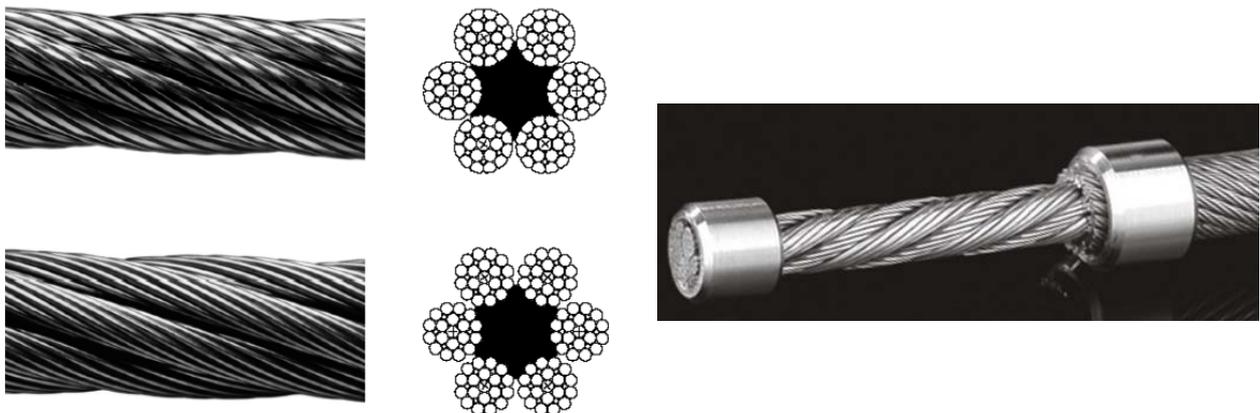
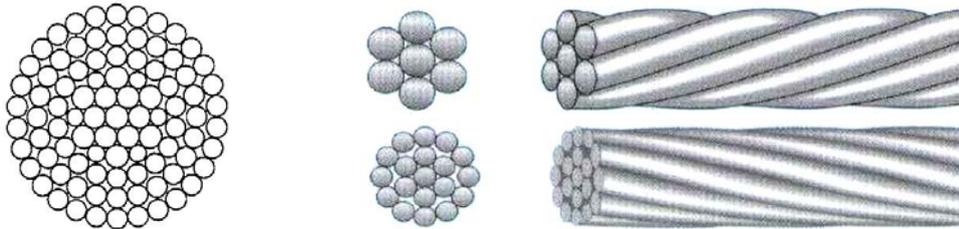


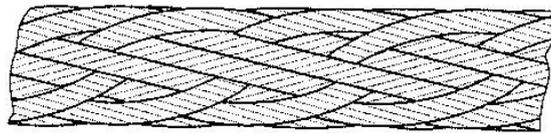
FIGURA 39 – Fune compattata (sinistra in alto), non compattata (sinistra in basso) e antigirevole (destra)

**Funi spiroidali:** Assieme di almeno due strati di fili avvolti in maniera elicoidale attorno a un filo tondo centrale, a un trefolo composto o a un trefolo a strati paralleli. Almeno uno strato di fili è avvolto nel senso opposto, vale a dire ad avvolgimento controverso, rispetto a quello degli altri strati per ottimizzare le caratteristiche rotazionali. La fune spiroidale può comprendere solo fili tondi (fune spiroidale, FIGURA 40), ovvero può avere uno strato esterno di fili semichiusi (ad H) alternati a fili tondi ovvero avere uno strato di fili chiusi (a Z).



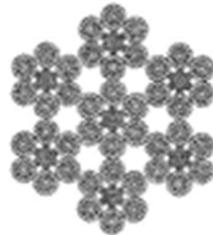
**FIGURA 40 – Fune spiroidale**

**Fune intrecciata:** Insieme di diversi trefoli tondi intrecciati a coppie (FIGURA 41).



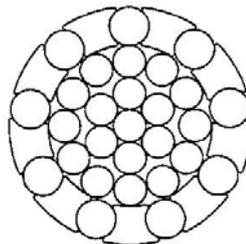
**FIGURA 41 – Fune intrecciata**

**Funi “gherlino”:** Insieme di funi (generalmente sei), a trefoli tondi (indicate come funi elementari), chiuso in maniera elicoidale attorno a un’anima (generalmente una settima fune) (FIGURA 42).



**FIGURA 42 – Fune “gherlino”**

**Fune semichiusa:** Fune spiroidale avente uno strato esterno di fili semichiusi (ad H) alternati a fili tondi (FIGURA 43).



**FIGURA 43 – Fune semichiusa**

**Fune chiusa:** Fune spiroidale avente uno strato esterno di fili chiusi (a Z) (FIGURA 44).

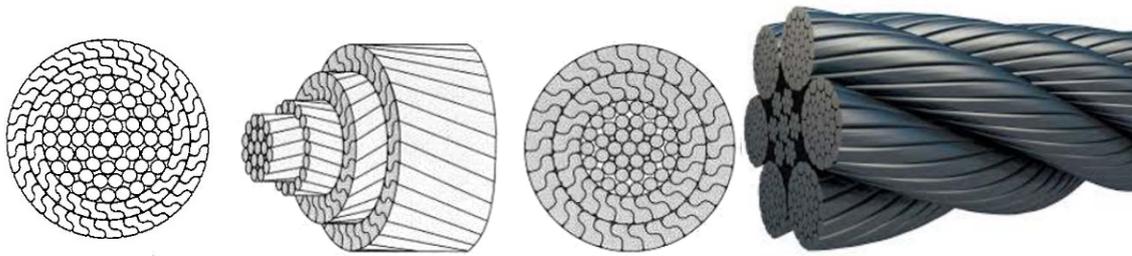


FIGURA 44 – Fune chiusa

### 2.1.3 Caratteristiche geometriche dei cavi e loro misura

I diametri dei fili, le loro sezioni utili e la loro resistenza, si riferiscono sempre ai fili come messi in opera e cioè compreso l'eventuale rivestimento protettivo.

I diametri dei fili, le relative tolleranze e le caratteristiche tecnologiche, sono riportate nella Norma UNI EN 10264-2.

Il diametro effettivo delle funi di acciaio deve essere rilevato (in base a quanto previsto dalla normativa UNI 7870) con una tensione sul cavo pari al 5% del carico di rottura minimo garantito. La misurazione del diametro della fune deve essere effettuata in modo tale da circoscrivere la sezione della fune stessa. I disegni seguenti indicano il modo corretto di effettuare tale misurazione.

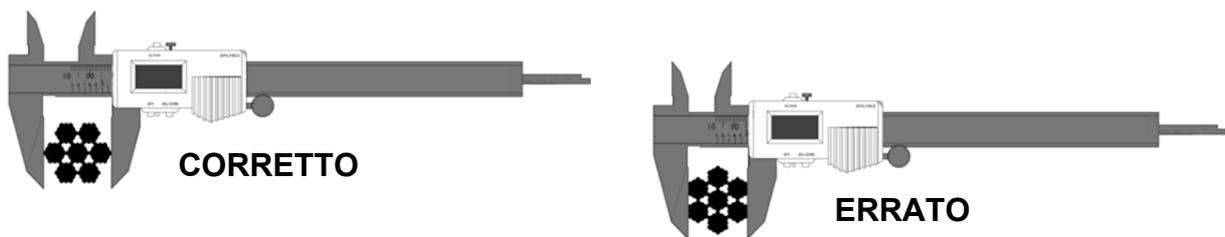


FIGURA 45 – Misurazione del diametro del cavo

**Dimensioni del filo tondo:** Diametro ( $\delta$ ) della sezione retta perpendicolare del filo.

**Dimensione del filo tondo esterno:** Diametro ( $\delta_a$ ) della sezione retta perpendicolare del filo esterno.

**Dimensione del filo sagomato:** Altezza del filo chiuso o l'altezza e la larghezza del filo semichiuso.

**Dimensione del trefolo tondo:** Diametro ( $d_s$ ) della sezione retta perpendicolare del trefolo.

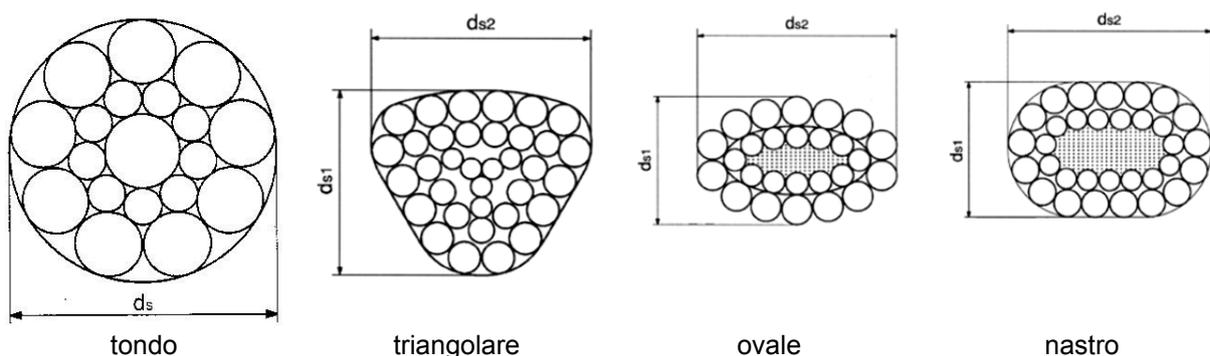


FIGURA 46 – Dimensione del trefolo

**Dimensione del trefolo sagomato:** Dimensioni dell'altezza e della relativa larghezza perpendicolare corrispondente.

**Dimensione delle fune tonda:** Diametro che circoscrive la sezione retta della fune.

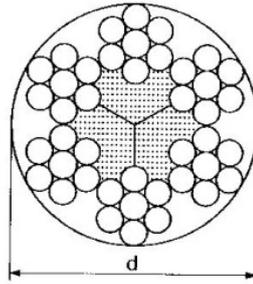
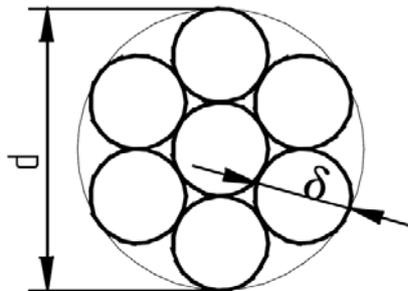


FIGURA 47 – Dimensione della fune tonda

**Sezione lorda:** La sezione lorda è la sezione della fune calcolata considerando l'area del cerchio circoscritto alla fune. Con riferimento alle notazioni riportate nella figura successiva, la sezione lorda può essere espressa come  $A_1 = \frac{\pi d^2}{4}$ .

**Sezione resistente:** La sezione resistente è la sezione della fune che resiste alla forza di trazione. Con riferimento alle notazioni riportate nella figura successiva, la sezione resistente può essere espressa come  $A_r = k \frac{\pi \delta^2}{4}$  dove  $k$  corrisponde al numero dei fili.



$d$ =diametro nominale della fune     $\delta$ =diametro del filo     $k$ =numero dei fili

FIGURA 48 – Diametro del trefolo e diametro del filo

**Diametro nominale:** Indicato anche come “*Numero di Riferimento*”, rappresenta il diametro del cerchio circoscritto alla sezione retta del cavo, espressa in mm; misurato quando il cavo è sottoposto al carico di misura (FIGURA 48). Le caratteristiche del cavo vengono riportate in funzione del diametro nominale e del materiale impiegato.

**Passo del trefolo (h):** Distanza (h) parallela all'asse longitudinale del trefolo in cui un filo esterno effettua un giro completo attorno all'asse del trefolo (FIGURA 49).

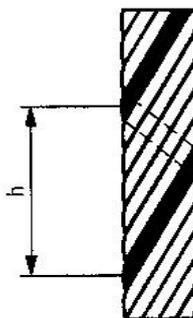


FIGURA 49 – Passo del trefolo

**Passo della fune (H):** Distanza (H) parallela all'asse longitudinale della fune, in cui i fili esterni di una fune spiroidale, i trefoli esterni di una fune a trefoli o le funi elementari di una fune gherlino, effettuano un giro completo (o elica) attorno all'asse della fune (FIGURA 50).

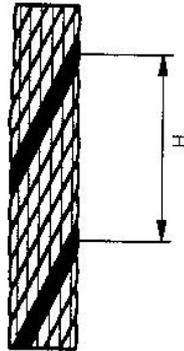


FIGURA 50 – Passo della fune

**Senso di avvolgimento del trefolo (z o s):** Senso di avvolgimento destro (z) o sinistro (s) corrispondente al senso di avvolgimento dei fili esterni in rapporto all'asse longitudinale del trefolo (FIGURA 51).



FIGURA 51 – Senso di avvolgimento del trefolo: S (a SX) e Z (a DX)

**Sensi di avvolgimento della fune (Z o S):** Senso di avvolgimento destro (Z) o sinistro (S) corrispondente al senso di avvolgimento dei fili esterni in una fune spiridale, dei trefoli esterni in una fune a trefoli o delle funi elementari in una fune gherlino in rapporto all'asse longitudinale della fune.

**Avvolgimento crociato (sZ o zS):** Fune a trefoli in cui il senso di avvolgimento dei fili dei trefoli esterni è opposto al senso di avvolgimento dei trefoli esterni nella fune (FIGURA 52).



FIGURA 52 – Avvolgimento crociato: Sinistro (zS) (a SX) e Destro (sZ) (a DX)

**Avvolgimento parallelo (zZ o sS):** Fune a trefoli in cui il senso di avvolgimento dei fili dei trefoli esterni è lo stesso del senso di avvolgimento dei trefoli esterni nella fune.



FIGURA 53 – Avvolgimento parallelo: Sinistro (sS) (a SX) e Destro (zZ) (a DX)

Nel caso di cavi gherlini si impiegano tre lettere, ognuna separata da una barra, di cui la prima si riferisce al senso dell'ultima cordatura (del gherlino), la seconda al senso di cordatura e la terza al senso di trefolatura. Nei cavi di acciaio amagnetico, tutti gli avvolgimenti devono essere del tipo crociato destro (UNI Z/S), cioè trefoli avvolti a destra rispetto al cavo, fili avvolti a sinistra rispetto al trefolo. Nei cavi seghettati, il senso di avvolgimento della coppia di fili formanti la seghettatura è identico a quello dei trefoli rispetto al cavo.

#### 2.1.4 Massa lineica

È la massa del cavo riferita all'unità di lunghezza, è generalmente espressa in ktex (1 Kilotex è la massa in kg per 1.000 metri o massa in grammi per metro); è misurata con il carico di misura relativo a ciascun tipo di cavo (Norma UNI 4783/1983 - Titolazioni in unità TEX– Direttive di applicazione).

#### 2.1.5 Caratteristiche di resistenza dei cavi e loro misura

Si riporta di seguito la terminologia di riferimento relativa alle caratteristiche di resistenza dei cavi.

**Carico di misura:** Forza applicata al cavo al momento della misura delle sue principali caratteristiche (massa lineica, diametro, ecc.); esso è definito per ciascun tipo di cavo e per ciascun diametro.

**Carico di rottura:** Forza massima che può sopportare il cavo sottoposto a trazione.

**Carico di rottura effettivo:** Forza massima che viene raggiunta con la prova di trazione, e condotta fino allo strappo parziale o totale del cavo.

**Carico di rottura minimo (calcolato):** Il valore del carico di rottura minimo, è quel valore al disotto del quale non può scendere il carico di rottura effettivo ed è dato dall'espressione:

$$F_0 = \frac{k \cdot d^2 \cdot R_0}{1000} \quad (\text{Eq. 10})$$

dove:

$F_0$  è il carico di rottura minimo (in kiloNewton);

$K$  è il coefficiente empirico, chiamato anche Fattore di Realizzazione, per il carico di rottura minimo per una data formazione di cavo. I valori di  $K$  sono riportati nella Norma ISO 2408 (il metodo di determinazione di  $K$  è riportato in TABELLA 5);

$d$  è il diametro del cavo in mm;

$R_0$  è la classe di resistenza del filo, in Newton per millimetro quadro (i valori sono riportati al para 2.1.5 nella TABELLA 6 – Classi di resistenza a trazione).

**Carico somma effettivo:** Si intende la somma dei carichi di rottura dei singoli fili che compongono il cavo, determinati mediante la prova a trazione a rottura di ciascun filo.

**Carico di sicurezza in esercizio:** Carico massimo al quale può essere sottoposto un cavo in esercizio e che è funzione del coefficiente di sicurezza fissato.

**Coefficiente di sicurezza:** Fattore per il quale bisogna dividere il carico di rottura di un cavo per determinare il suo carico di sicurezza in esercizio, funzione del servizio a cui esso è destinato.

TABELLA 5 – Coefficiente “K” per la determinazione del carico di rottura

Costruzione della fune (1)	Costruzione del trefolo (2)	Tipo di avvolgimento (3)	K (4)	
			Anima in fibra (5)	Anima in metallo (6)
6 x 7	1 + 6	O	0,90	0,870
6 x 19	1 + 6 + 12	O	0,87	0,835
6 x 19	1 + 9 + 9	S	0,87	0,835
6 x 19 F (7)	1 + (6 + 6 F) + 12	S - F	0,87	0,835
6 x 19	1 + 6 + (6 + 6)	W	0,87	0,835
6 x 24	fiber core + 9 + 15	O	0,87	-
6 x 25	1 + 6 + 9 + 9	S	0,86	0,825
6 x 26	1 + 5 + (5 + 5) + 10	W - S	0,85	0,815
6 x 30	fiber core + 12 + 18	O	0,87	-
6 x 31	1 + 6 + (6 + 6) + 12	W - S	0,85	0,815
6 x 36	1 + 7 + (7 + 7) + 14	W - S	0,85	0,815
6 x 37	1 + 6 + 12 + 18	O	0,85	0,815
6 x 37	1 + 6 + 15 + 15	S	0,85	0,815
6 x 41	1 + 8 + (8 + 8) + 16	W - S	0,85	0,815
6 x 52	1 + 6 + 9 + (9 + 9) + 18	W - S	0,81	0,775
6 x 61	1 + 6 + 12 + 18 + 24	O	0,81	0,775
8 x 19	1 + 9 + 9	S	0,83	-
8 x 19 F (7)	1 + (6 + 6 F) + 12	S - F	0,83	-
17 x 7	1 + 6	O	0,84	0,815
18 x 7	1 + 6	O	0,84	0,815
34 x 7	1 + 6	O	0,80	0,790
36 x 7	1 + 6	O	0,80	0,790

(1) Il primo numero indica il numero dei trefoli, il secondo, il numero dei fili costituenti ogni trefolo.  
(2) Il numero indica il numero di fili di ogni strato; I numeri tra parentesi indicano i fili di uno stesso strato ma di spessori diversi; La lettera F indica i fili di riempimento.  
(3) I tipi di avvolgimento sono indicate nel seguente modo:  
• O: Trefoli ordinari (fili non paralleli);  
• S, S-F, W e W-S (trefoli con fili paralleli): designati Seale, Seale-Filler, Warrington e Warrington-Seale, rispettivamente.  
(4) Il coefficiente K deve essere ridotto del 3% per corde preformate.  
(5) L'anima in fibra non è considerata nel carico di rottura della fune.  
(6) L'anima di metallo è costituita da una fune indipendente (generalmente 6x7 con trefolo centrale di 7 fili); può comunque essere realizzata con un singolo trefolo 6x7 e 6x19.  
(7) Funi 6x19 e 8x19 Filler sono a volte indicate 6x25 Filler e 8x25 Filler, rispettivamente.

### 2.1.6 Acciai utilizzati nella fabbricazione dei cavi

Per acciaio si intende quel materiale il cui tenore in massa di ferro è maggiore di quello di ciascuno degli altri elementi ed il cui tenore di carbonio è generalmente minore del 2 %. Tale valore è il tenore limite che separa l'acciaio dalla ghisa. In base alla composizione chimica gli acciai appartengono a tre classi: acciai non legati, acciai inossidabili e acciai legati.

Acciai non legati: sono quegli acciai per i quali nessuno dei valori limite imposti dal prospetto 1 della Norma UNI-EN 10020 è raggiunto dai rispettivi tenori definitivi.

Acciai inossidabili: sono quegli acciai che contengono almeno il 10,5% di cromo e al massimo l'1,2% di carbonio.

Acciai legati: sono tutti quegli acciai che non rispondono alle definizioni sopra riportate.

Nei cavi di acciaio per la M.M. vengono utilizzati fili zincati di cui alle Tabelle riportate nella Norma UNI EN 10264-2. La norma designa il filo in base alla classe di resistenza, al diametro nominale e al rivestimento superficiale. Le classi di resistenza a trazione dei fili sono riportate in TABELLA 6.

**TABELLA 6 – Classi di resistenza a trazione**

Classe di resistenza a trazione in MPa (1 MPa = 1 N/mm <sup>2</sup> )	Gamma di diametri nominali (mm)	
	Lucido e rivestito (con Zinco o lega di Zn 95/Al 5)	Rivestito (con Zinco o lega di Zn 95/Al 5)
	CLASSE B	CLASSE A
1180	Da 0,20 a 1,80	-
1370	Da 0,20 a 7,00	Da 0,70 a 7,00
1570	Da 0,20 a 7,00	Da 0,70 a 7,00
1770	Da 0,20 a 6,00	Da 0,70 a 6,20
1960	Da 0,20 a 5,00	Da 0,70 a 4,20
2160	Da 0,20 a 4,00	-

Devono, di regola, essere impiegati fili aventi carico di resistenza a rottura nel campo tra 1420 e 1960N/mm<sup>2</sup>; tutti i fili di un cavo devono avere la stessa resistenza.

Eccetto che per casi particolari, da valutare caso per caso, i fili devono essere protetti a mezzo di zincatura secondo le prescrizioni previste dalla Norma UNI EN 10244-2; la massa di zinco per unità dell'area superficiale (g/m<sup>2</sup>) è riportata nella suddetta norma in funzione del diametro del filo.

Il rivestimento protettivo deve essere continuo, di spessore uniforme, perfettamente aderente e con superficie esente da grumi, incrinature, vaiolature e qualsiasi altro difetto.

La finitura superficiale del filo (o dei fili esterni) deve essere designata utilizzando i seguenti simboli alfabetici:

- Non rivestito (o lucido) U
- Zincato di classe A (rivestimenti spessi) A
- Zincato di classe B (rivestimenti leggeri) B
- Rivestito di lega di zinco di classe A A (Zn/Al)
- Rivestito di lega di zinco di classe B B (Zn/Al)

Con altre finiture è necessario assicurare che sia identificato il significato di qualsiasi simbolo alfabetico utilizzato.

**TABELLA 7 – Classificazione delle funi**

Gruppo	Classe	Descrizione	Gamma dei diametri (mm)
1	42 (6 X 7)	Fino a 7 fili esterni per trefolo, uno strato di filo su un filo centrale.	da 2 a 9
2	154 (6 X 19)	Da 8 a 12 fili esterni per trefolo, due o tre strati di fili su un unico centrale, passo costante.	da 8 a 52
3	222 (6 X 37)	Da 14 a 18 fili esterni per trefolo, tre o più strati di fili su un filo centrale, passo costante.	da 9 a 60
4	152 (8 X 19)	Da 8 a 12 fili esterni per trefolo, due o tre strati di fili su un filo centrale, passo costante.	da 22 a 60
5	296 (8 X 37)	Da 14 a 18 fili esterni per trefolo, tre o più strati di filo su un filo centrale, passo costante.	da 22 a 60
6	119 (17 X 7)**	Fune a 17 o 18 trefoli. Due strati di trefoli su un anima tessile o di acciaio.	da 8 a 26
7	238 (34 X 7)**	Fune a 34 o 36 trefoli. Tre strati di trefoli su un anima tessile o di acciaio.	da 16 a 40
8	144 (6 X 24)*	Da 12 a 15 fili esterni per trefolo. Due strati di fili su anima tessile.	da 16 a 40

\* L'anima delle funi 6 x 24 deve essere unicamente tessile.  
\*\* Le anime delle funi 17 x 7 e 34 x 7 possono essere tessili o di acciaio a discrezione del fornitore.  
Le restanti funi devono essere disponibili con anima tessile o di acciaio.

La classificazione delle funi viene fatta dividendo i cavi in gruppi a seconda del numero di trefoli e del numero di fili elementari che costituiscono il trefolo stesso (classe). Concettualmente la classificazione viene fatta in base alle proprietà costruttive del cavo e cioè in base a quanti fili elementari compongono il trefolo e da quanti trefoli è composto il cavo.

Ad ogni classe e gruppo le norme assegnano una gamma di diametri, massimo e minimo, espressi in millimetri, che possono avere i cavi per quella determinata classe e gruppo, determinando così la classificazione dei cavi secondo il prospetto riportato in TABELLA 7.

La Norma ISO 2408 prescrive, in modo dettagliato, tutti i requisiti e le caratteristiche delle funi di acciaio per impieghi generali, di più comune utilizzo, in base al gruppo e la classe di appartenenza.

### 2.1.7 Designazione dei fili e cavi in acciaio

I fili in acciaio devono essere designati mediante i seguenti parametri:

- L'espressione "Filo per funi"
- La norma UNI EN ISO
- Il diametro nominale in mm
- La finitura superficiale
- La classe di resistenza a trazione



Di seguito sono riportati alcuni esempi di modalità di designazione dei fili.

Esempio 1      Filo per funi EN 10264-2 – 1,5 – U – 1770.

Tale designazione individua un filo per funi per applicazioni generali con diametro nominale  $d = 1,5$  mm, aspetto superficiale lucido (U), classe di resistenza a trazione 1770 MPa.

Esempio 2      Filo per funi EN 10264-2 – 2,5 – A – 1370.

Tale designazione individua un filo per funi per applicazioni generali con diametro  $d = 2,5$  mm, rivestimento di zinco classe A, classe di resistenza a trazione 1370 MPa.

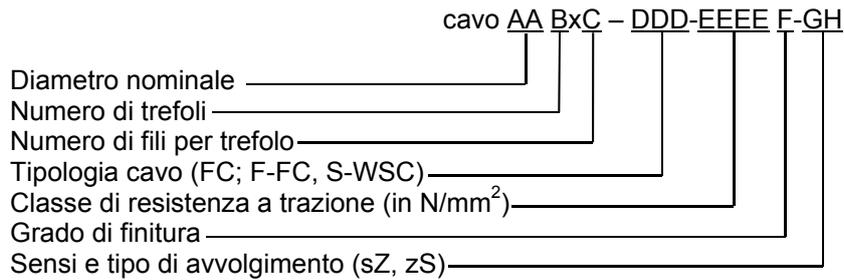
Esempio 3      Filo per funi EN 10264-2 – 1,8 – B (Zn/Al) – 1770

Tale designazione individua un filo per funi per applicazioni generali con diametro nominale  $d = 1,8$  mm, rivestimento di lega di zinco, classe B, classe di resistenza a trazione 1770MPa.

I cavi in acciaio, facendo riferimento alla relativa Norma UNI 12385-2, devono essere designati mediante i seguenti parametri:

- L'espressione "cavo";
- Dimensione/i (diametro del cavo in mm per funi tonde e intrecciate);
- Costruzione della fune, specificando la composizione del trefolo (vedi NOTA);
- Costruzione dell'anima;
- Grado della fune (livello di requisito del carico di rottura della fune);
- Finitura del filo;
- Senso e tipo di avvolgimento.

**NOTA:** Tutti i vari tipi di trefolo sono riportati nella norma UNI EN 12385-2.



Di seguito sono riportati alcuni esempi di modalità di designazione dei cavi.

Esempio 1 cavo 20 6x7-FC-1570 B – sZ

Tale designazione individua una fune di diametro nominale  $d = 20$  mm, costruita con 6 trefoli ognuno dei quali composto da 7 fili elementari disposti su 6 fili esterni ed uno centrale (6+1); l'anima della fune è in fibra tessile; la finitura del filo zincato di classe B, con classe di resistenza a trazione di 1570 MPa; l'avvolgimento è di tipo crociato sZ.

Esempio 2 cavo 32 6x19 F-FC –1570 A – zS

Tale designazione individua una fune di diametro nominale  $d = 32$  mm; costruita con 6 trefoli ognuno dei quali composto da 19 fili elementari disposti su 12 fili esterni 6 intermedi ed uno centrale (12+6+1); l'anima della fune è in fibra tessile; la finitura del filo di classe A con resistenza, a trazione di 1570 MPa; l'avvolgimento di tipo crociato zS.

Esempio 3 cavo 40 18X19 S-WSC-1960 U – sZ

Tale designazione individua una fune di diametro nominale  $d = 40$  mm; costruita con 18 trefoli ognuno dei quali composto da 19 fili elementari disposti su strati paralleli di 8 fili esterni, 8 intermedi ed uno centrale (8+8+1); l'anima della fune è in acciaio; la finitura del filo di classe U (non rivestito), con resistenza a trazione di 1960 MPa; l'avvolgimento di tipo crociato Sz.

Si riportano di seguito i più comuni tipi di trefolo in uso nella M.M.I.:

- **trefolo a un singolo strato di fili:** Trefolo che contiene un solo strato di fili + un'anima centrale (nessun simbolo);
- **trefolo a strati paralleli:** Trefolo che contiene almeno due strati di fili, che sono stati tutti avvolti in un'unica operazione + un'anima centrale (nessun simbolo);
- **trefolo "Seale":** Formazione del trefolo a strati paralleli con lo stesso numero di fili in entrambi gli strati + un'anima centrale (simbolo **S**);
- **trefolo "Warrington":** Formazione del trefolo a strati paralleli avente uno strato esterno contenente fili alternati di grande e piccolo diametro e il doppio dei fili dello strato interno + un'anima centrale (simbolo **W**);
- **trefolo "Filler":** Formazione del trefolo a strati paralleli avente uno strato esterno contenente il doppio dei fili dello strato interno, con fili di riempimento giacenti negli interstizi tra gli strati + un'anima centrale (simbolo **F**);
- **trefolo in combinazioni parallele:** Formazione del trefolo a strati paralleli avente tre o più strati avvolti in una sola operazione e formato da una combinazione dei tipi di trefolo Seale, Warrington o Filler + un'anima centrale (esempio Warrington-Seale simbolo **WS**);
- **avvolgimento crociato:** Trefolo che contiene più di uno strato di fili, tutti avvolti nello stesso senso. I fili degli strati di fili sovrapposti sono incrociati e creano un contatto punto a punto (simbolo **M**).
- **avvolgimento misto:** Trefolo che contiene un minimo di tre strati di fili, in cui lo strato esterno è avvolto in un'operazione separata, ma nello stesso senso degli altri, sopra una formazione a strati paralleli formante gli strati interni (simbolo **N**).

### 2.1.8 Forze applicate

Per la misurazione delle **forze applicate**, si adotta il Sistema Internazionale (S.I.) e l'unità di misura è il Newton "N" (9,8 N = 1 kgf) e relativi multipli/sottomultipli: **kN** (kiloNewton); **daN** (decaNewton) (la più usata); **cN** (centiNewton); **mN** (milliNewton).

### 2.1.9 Etichettatura dei cavi, marcatura e certificazione

Per i cavi di acciaio, ciascun rotolo deve avere un'etichetta durevole, ad esso solidamente fissata, che riporti chiaramente le informazioni mostrate in TABELLA 8 al para 2.1.9, a seconda se il filo è in acciaio non legato o inossidabile. A buon esito degli accertamenti e prove dovuti, i singoli cavi, nelle lunghezze e confezioni di fornitura specificate, devono essere piombati. I piombi devono essere stampigliati con il timbro della Società di classifica accompagnati dalle indicazioni di identificazione con i rispettivi certificati. Le certificazioni devono riportare gli elementi individuativi delle caratteristiche del cavo, i risultati delle prove e le marcature di cui sopra. Per le forniture di fabbricanti ammessi a procedure di collaudo particolari possono essere convenute apposite modalità di marcatura e di certificazione.

### 2.1.10 Imballaggio, fatturazione e lunghezza di consegna

Salvo il caso di prescrizione contraria da parte dell'acquirente, le funi devono essere consegnate su bobine, rocchetti o in rotoli a scelta del fabbricante.

La fune deve essere protetta, durante lo stoccaggio, contro l'umidità, la polvere e la sporcizia.

La lunghezza di fornitura della fune, espressa in metri, deve essere quella indicata nell'ordinazione con le seguenti tolleranze:

- $\leq 400$  m : dallo 0% al + 5%;
- $> 400$  m : da 0 + 20 m per ogni 1000 m di fune o parte di 1000 m supplementare.

Si precisa che la lunghezza della fune deve essere misurata sulla fune fuori tensione. Le funi richiedenti tolleranze più ristrette, per esempio quelle completate con attacchi di estremità ad ogni capo, devono essere oggetto di particolare accordo tra acquirente e fornitore.

**TABELLA 8 – Informazioni che devono essere riportate su ciascun rotolo di fune fornita**

Tipo di elemento	Materiale del filo	
	acciaio non legato	acciaio inossidabile
Designazione	+	+
Produttore	+	+
Indirizzo del produttore	+	+
Dimensioni nominali	+	+
Classe di resistenza a trazione	+	+
Condizioni superficiali	+	-
Tipo di acciaio	-	+
Numero di colata	-	+
Numero dell'ordine	+	+
Numero di identificazione	+	+
Massa o lunghezza per unità fornita	(+)	(+)
Significato dei simboli usati: + : indicazione obbligatoria; - : indicazione non obbligatoria; (+) : indicazione obbligatoria se richiesta Inoltre, se richiesto dal committente, la marcatura deve essere tale da assicurare la rintracciabilità e deve contenere il riferimento ai documenti di controllo descritti al para 2.1.8.		

## 2.2 IMPIEGO E MANUTENZIONE

### 2.2.1 Premessa

Di seguito vengono fornite alcune indicazioni in merito alle precauzioni da adottare per evitare anomali deterioramenti dei cavi durante il loro impiego e/o la loro conservazione. Sono inoltre indicati i criteri di valutazione da adottare per stabilire se un cavo debba essere retrocesso ovvero mantenuto per l'eventuale ulteriore impiego con prestazioni ridotte rispetto a quelle di un identico cavo nuovo.

**La periodicità delle manutenzioni è funzione del tipo d'impiego a cui è sottoposto un cavo e normalmente segue le prescrizioni del costruttore nonché le norme tecniche di legge.** Qualora un cavo debba essere conservato è comunque buona norma eseguire gli eventuali interventi di manutenzione sul manufatto indipendentemente da qualsiasi raccomandazione prima della sua conservazione, in maniera che sia pronto per il successivo impiego.

### 2.2.2 Messa in opera

Lo svolgimento di una fune dalla bobina o da un rotolo deve essere fatto in modo da non provocare torsioni o detorsioni pericolose. Con le torsioni i trefoli tendono a serrarsi e a comprimere l'anima; con le detorsioni i trefoli si allentano e tendono a distaccarsi dall'anima, compromettendo, in entrambi i casi, la sua durata.



FIGURA 54 – Modalità di svolgimento dei cavi

**Fune fornita in un rotolo:** Il rotolo di fune dovrebbe essere posizionato al suolo e svolto in linea retta assicurandosi che non venga contaminato da polvere, sabbia, materiale umido od altri prodotti dannosi.

**NOTA** La fune non deve mai essere svolta da un rotolo statico in quanto così facendo si creano torsioni nella fune e si formano occhielli (nodi). Se il rotolo è troppo grande per poter essere maneggiato è consigliabile posizionarlo su un girello che consentirà lo svolgimento regolare della fune che verrà tirata dalla sua estremità.

**Fune fornita su bobina:** Inserire un albero di adeguata resistenza all'interno della bobina e posizionare la stessa su un cavalletto che ne consenta la rotazione ed al contempo di essere frenata al fine di evitare la corsa eccessiva per inerzia durante l'installazione consentendo un corretto avvolgimento delle spire sul tamburo o sull'argano soprattutto nel caso di avvolgimenti multi-strato. È particolarmente importante che le spire della fune degli strati inferiori siano avvolte in modo serrato alla superficie del tamburo. È importante posizionare la bobina di fune in modo tale da ridurre al minimo l'angolo di deviazione (vds. 2.2.5) durante l'installazione. Se casualmente si formasse un'asola (occhiello) sulla fune è bene assicurarsi che non venga tirata fino a formare una deformazione permanente. Assicurarsi che la bobina sia montata in modo tale da non creare una curvatura contraria durante l'avvolgimento (da sopra a sopra

o da sotto a sotto). Quando si rilascia la parte terminale della fune della bobina "madre" controllare attentamente l'operazione per evitare un effetto "frusta" della parte terminale che potrebbe aver accumulato tensione durante le operazioni di avvolgimento/svolgimento.

Le caratteristiche costruttive della fune non devono essere modificate durante dette operazioni.

Se si decide di installare una nuova fune avvalendosi dell'aiuto della fune già in uso, un metodo consigliato prevede l'uso di una calza tira cavi di giunzione che viene posta come collegamento fra le due estremità ed assicurata per mezzo di una legatura o morsetto adatto allo scopo.

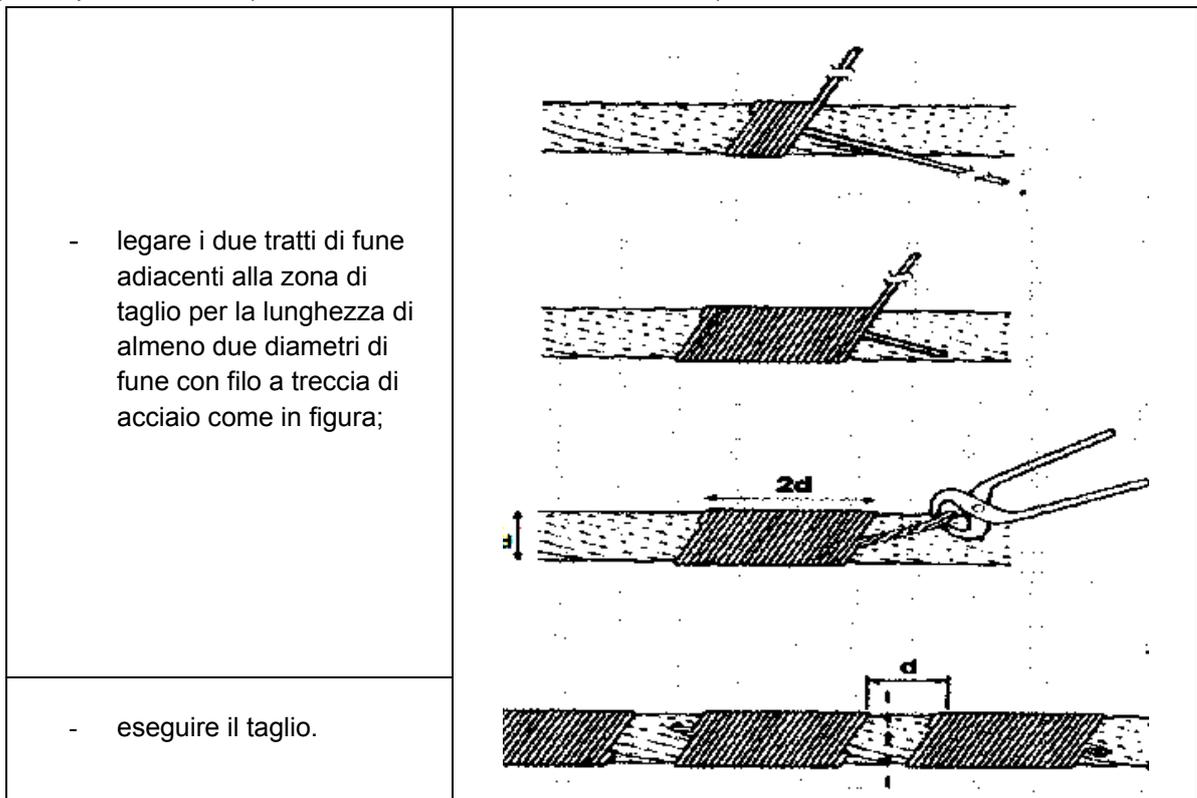
Inoltre le due estremità possono essere collegate per mezzo di una fune di fibra avente adeguata resistenza che funge da ammortizzatore delle torsioni che potrebbero trasmettersi dalla vecchia alla nuova fune. Un metodo alternativo prevede che venga utilizzata una lunghezza di fune in fibra od acciaio di adeguata resistenza che viene avvolta sul sistema come cavo pilota (messenger line). Si consiglia l'uso di un girevole durante le fasi di installazione di una fune. Controllare la fune attentamente mentre viene tirata all'interno del sistema ed assicurarsi che non sia ostacolata da nessuna parte della struttura o meccanismo che possa danneggiare la fune stessa e dare luogo ad una perdita di controllo dell'operazione.

**Metodo per tagliare la fune:** Se è necessario tagliare la fune è bene applicare una legatura ben stretta ed estesa per coprire l'area che verrà interessata dal taglio. L'estensione della legatura deve essere pari a 2 volte il diametro della fune. Una legatura è sufficiente nel caso di funi preformate, nel caso di funi non preformate od antigirevoli e parallele chiuse è raccomandato l'uso di due legature per parte.

Preferibilmente il taglio della fune dovrebbe essere effettuato avvalendosi di una taglierina a disco abrasivo ad alta velocità. Possono essere utilizzate altre taglierine sia meccaniche che idrauliche sebbene non consigliate quando l'estremità della fune deve essere saldata o rastremata.

Durante il taglio assicurarsi un'adeguata ventilazione per evitare la formazione di fumo dalla fune e dai suoi componenti.

Di seguito il procedimento (vds. anche note 1, 2 e 3 a fine schema):



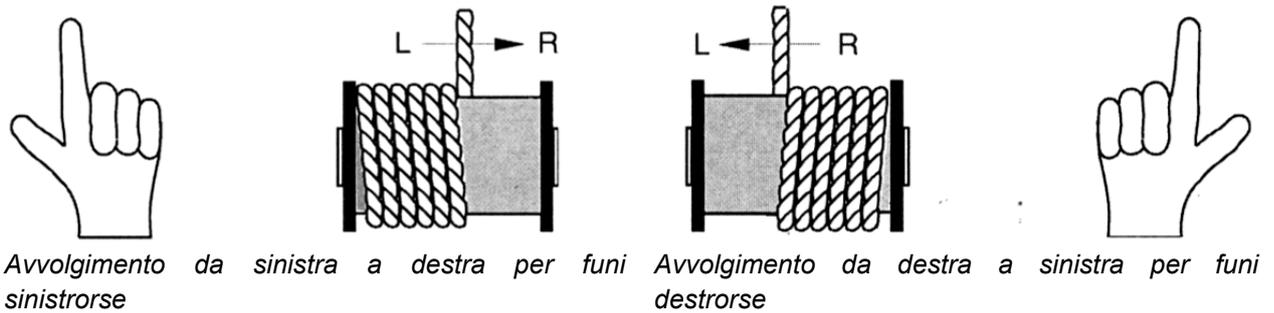
NOTA 1 Alcune funi speciali contengono materiale sintetico che, se portato a temperature superiori a quelle della normale produzione ed utilizzo, può rilasciare fumi tossici.

NOTA 2 E' bene che le attrezzature deputate al taglio delle funi a mezzo surriscaldamento od abrasione siano dotate di sistemi di aspirazione. A taglio avvenuto la sezione terminale di una fune antigirevole dovrebbe essere saldata o rastremata in modo tale da prevenire movimenti tendenti allo svolgimento sia dei fili che dei trefoli.

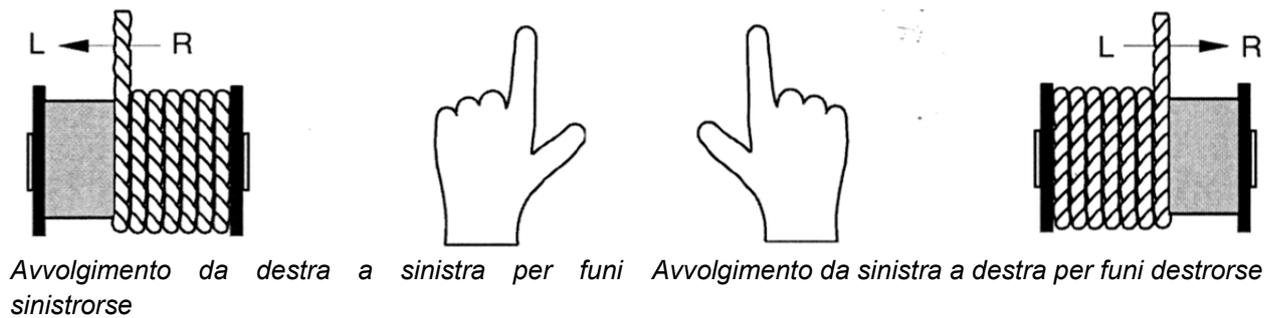
NOTA 3 Un errore commesso nel corretto bloccaggio della fune può comportare una perdita di compattezza costruttiva, distorsioni, una riduzione nella resistenza della fune ed una prematura sostituzione della fune stessa.

**2.2.3 Avvolgimento della fune sul tamburo e piegatura su raggio.**

Se non specificato diversamente, da parte del costruttore nel relativo manuale della fune, la direzione di avvolgimento, per tamburi sia lisci che scanalati, deve essere quella mostrata nelle figure FIGURA 55 e FIGURA 56.

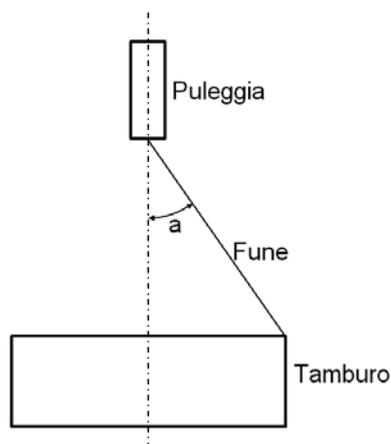


**FIGURA 55 – Avvolgimento inferiore per fune sinistrorse (a SX) e destrorse (a DX)**



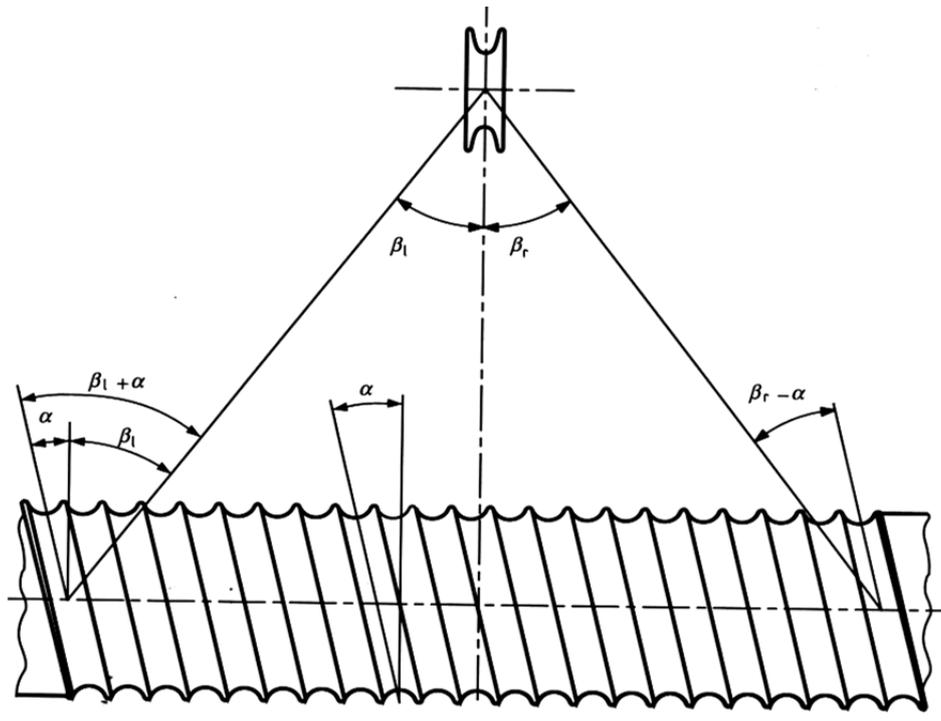
**FIGURA 56 – Avvolgimento superiore per fune sinistrorse (a SX) e destrorse (a DX)**

Si definisce **angolo di deviazione "a"** l'angolo formato dall'asse della fune con l'asse della puleggia.



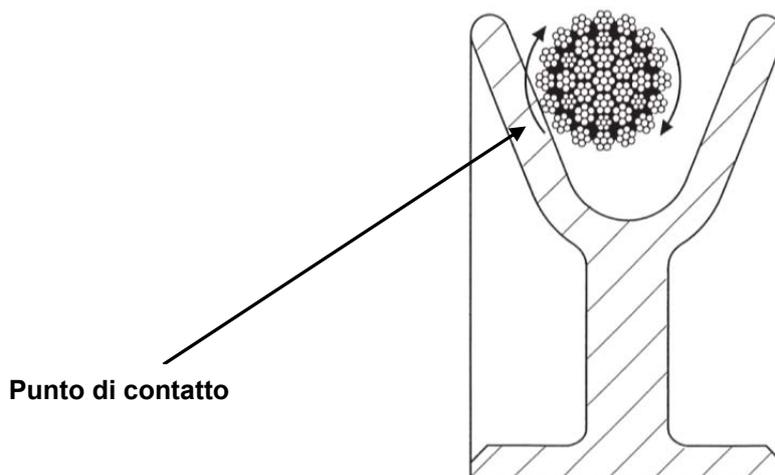
**FIGURA 57 – Angolo di deviazione**

Si consideri ora la FIGURA 58, mostra un tamburo scanalato con un angolo della scanalatura pari a  $\alpha$ .



**FIGURA 58 – Angolo di deflessione e angolo della scanalatura**

Durante l'avvolgimento, il cavo avrà un angolo di deviazione pari a  $\beta_l$  o  $\beta_r$ . Rispetto alla scanalatura però si avrà una deviazione pari a  $(\beta_l + \alpha)$  o  $(\beta_r - \alpha)$ . Questa deviazione determina un disallineamento che fa sì che il cavo scorra sul bordo della scanalatura. Ogniqualvolta esiste un angolo di deviazione, come la fune entra nella puleggia entrerà in contatto con le flange della puleggia. Nello svolgersi del movimento di passaggio continuo della fune nella puleggia, il cavo si sposta dalla flangia fino a raggiungere il fondo gola della puleggia. Durante tale spostamento la fune rotola e scivola allo stesso tempo (vds. FIGURA 59). Come risultato del rotolio, la fune ruoterà sul proprio asse causando un giro che può essere prodotto nella fune od al di fuori di essa. Tale movimento genera una torsione che tende ad accumularsi ad ogni ciclo provocando una variazione del passo dell'avvolgimento, sia in termini di accorciamento o di allungamento con conseguente riduzione della performance della fatica e, nel peggiore dei casi, in un danno strutturale della fune (che prende la forma di infiascature (bird cage)). Chiaramente all'aumentare dell'angolo di deviazione aumenta la rotazione indotta.



**FIGURA 59 – Movimento del cavo sulla gola**

Durante l'avvolgimento su un tamburo è generalmente raccomandato mantenere l'angolo di deviazione fra  $0,5$  e  $2,5^\circ$ . Se l'angolo è troppo piccolo (inferiore a  $0,5$ ) la fune tenderà ad impilarsi sullo strato inferiore ed appoggiarsi alla flangia del tamburo ed a non posizionarsi lungo il tamburo nella direzione

opposta. In questa situazione il problema può essere alleviato attraverso l'uso di un meccanismo di spinta oppure aumentando l'angolo di deviazione per mezzo dell'introduzione di una puleggia o di un meccanismo di avvolgimento.

Se si consente alla fune di impilarsi su se stessa essa eventualmente rotolerà giù dalla flangia creando uno shock da frizione.

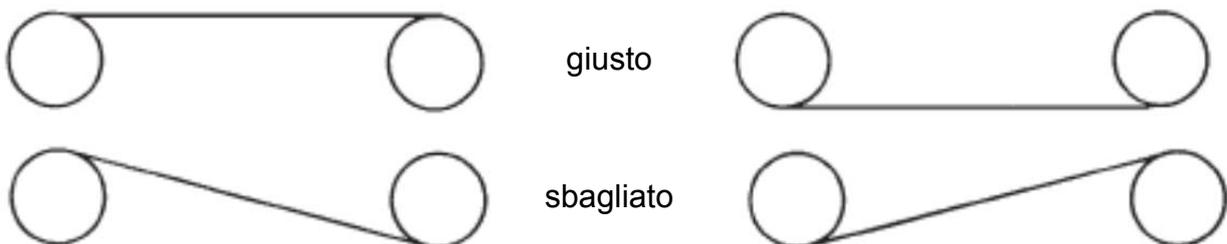
Angoli di deviazione eccessivi spingono la fune ad avvolgersi sul tamburo prematuramente, creando dei vuoti tra le diverse spire della fune posizionate vicino alla flangia del tamburo, aumentando così la pressione sulla fune nelle posizioni di incrocio.

Anche nei casi in cui il tamburo è provvisto di scanalature elicoidali, ampi angoli di deviazione daranno inevitabilmente luogo ad aree localizzate di danno meccanico in quanto i fili si strappano (pizzicano) vicendevolmente. Ci si riferisce solitamente a tale fenomeno definendolo "interferenza" ma l'ampiezza di quest'ultimo può essere ridotta selezionando una fune "parallela" se il sistema di avvolgimento lo consente o una fune compattata.

In generale quando una fune si avvolge su tamburi non scanalati o su più strati, l'angolo di deviazione viene gestito con un guidafune.

Quando una fune è avvolta su un tamburo si crea un momento torcente che può provocare l'intrecciamento o lo svolgimento della fune.

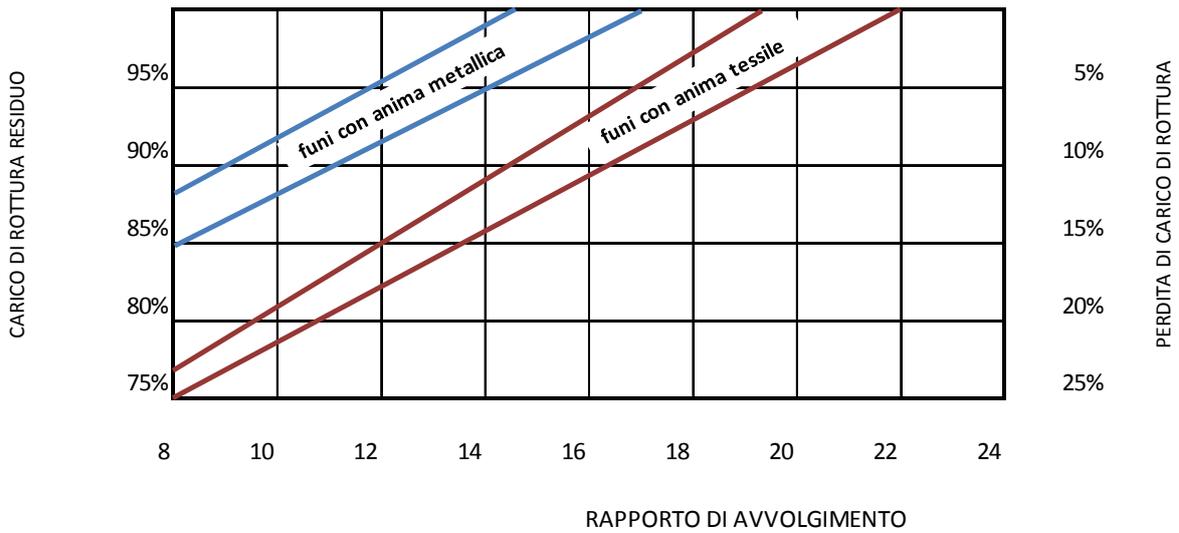
Una fune a torsione destra dovrebbe essere usata su un tamburo con rotazione verso sinistra e una fune a torsione sinistra su un tamburo a rotazione destra. Se si segue questa regola si noterà che ciascuna spira sarà strettamente unita alla successiva e si creerà così uno strato compatto che costituirà una base solida per lo strato successivo. Se la fune è avvolta sul tamburo in più di uno strato è spesso consigliabile aiutare il passaggio da uno strato all'altro mediante una guida fune. Questo eviterà il precoce deterioramento della fune. Se la fune viene avvolta dalla bobina sul tamburo, occorre fare attenzione non solo all'angolo di deviazione tra bobina e tamburo, ma anche al punto in cui viene avvolta la fune, se alla sommità o alla base del tamburo. Se la fune scorre sulla parte superiore del tamburo (avvolgimento da sopra), si dovrebbe anche svolgere dalla cima della bobina; una fune con avvolgimento da sotto dovrebbe essere svolta dalla base della bobina.



**FIGURA 60 – Avvolgimento sui tamburi**

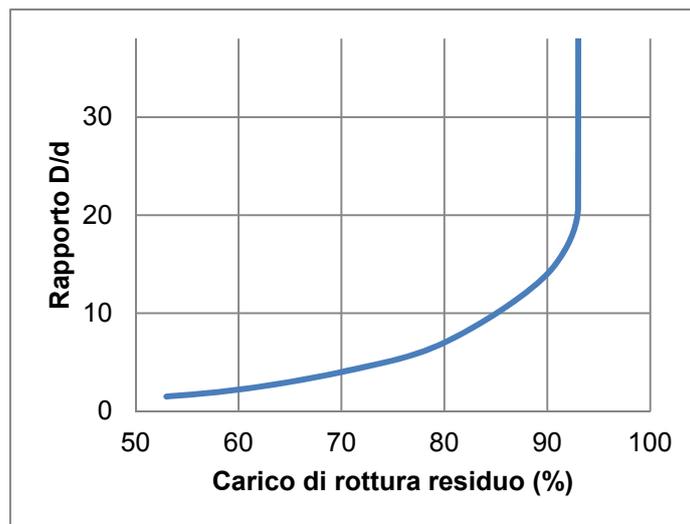
Per ridurre al minimo la tensione nel fissaggio della fune al tamburo dovrebbero rimanere preferibilmente 3 strati di fune sul tamburo quando il gancio si trova nella posizione più bassa.

Si richiama l'attenzione sulla notevole perdita di carico di rottura che la fune subisce quando viene flessa su piccoli diametri. Questa perdita aumenta naturalmente con il diminuire del rapporto di avvolgimento, cioè il rapporto tra il diametro primitivo di avvolgimento e il diametro della fune ed è più sensibile nelle funi con anima tessile. Il diagramma di FIGURA 61 mostra la perdita di carico in funzione del rapporto di avvolgimento per le funi a 216 fili ad anima metallica e ad anima tessile.



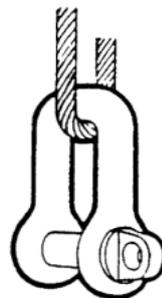
**FIGURA 61 – Riduzione del carico di rottura**

In FIGURA 62 è rappresentato il carico di rottura residuo di una fune al variare del rapporto tra il diametro di avvolgimento e il diametro della fune.



**FIGURA 62 – Perdita di resistenza della fune avvolta**

Nel caso tipico illustrato in figura sotto, la riduzione è dell'ordine del 50%.



**FIGURA 63 – Piegamento della fune su raggio molto piccolo**

## 2.2.4 Modalità di impiego dei cavi

I cavi devono essere impiegati secondo le modalità indicate di seguito.

- Al primo utilizzo del cavo, è consigliato effettuare un adeguato numero di cicli di funzionamento (5-10 sollevamenti) con un carico di circa il 10-15% del carico nominale.
- I cavi nuovi, con torsione a “Z” o destra, devono essere srotolati dal centro della bobina in senso antiorario; quando, invece, devono essere riavvolti, l’operazione deve avvenire in senso orario. Qualora il cavo fosse commesso con torsione a “S” o sinistra, le operazioni soprascritte devono essere effettuate al contrario.
- Qualora il cavo fosse avvolto su un apposito rullo portacavo, questo deve essere correttamente mantenuto per consentire la sua libera rotazione.
- Al fine di ristabilire l’equilibrio interno delle fibre, quando possibile, dopo aver utilizzato un cavo, attendere almeno un’ora prima di riavvolgerlo sul rullo.
- Non devono essere mai effettuate giunzioni tra cavi commessi con torsione a “S” (sinistra) con cavi commessi con torsione a “Z” (destra).
- I cavi non devono essere trascinati su superfici taglienti o rugose poiché potrebbero verificarsi tagli ed abrasioni anche profonde. Pertanto è opportuno, ove possibile, srotolare i cavi su rulli, in modo da ridurre i danni che si avrebbero per effetto dello sfregamento sulle superfici dei ponti trattate con vernici abrasive.
- Gli sfregamenti sui passacavi, sulle bocche di tonneggio e sulle banchine devono essere, possibilmente, sempre evitati proteggendo i cavi, in particolare intorno alle gasse, mediante dispositivi come camicie di cuoio o simili (es. spezzoni di manichette antincendio). Le doghe degli argani, i passacavi e le bitte devono essere, il più possibile, lisce e prive di rugosità. È preferibile impiegare passacavi a rulli la cui libera rotazione deve essere assicurata mediante una frequente ed accurata manutenzione degli stessi.
- Quando si recuperano i cavi dalle bitte o da ogni altro punto di ritenuta, deve essere prestata sempre estrema attenzione affinché siano evitati eccessivi sfregamenti del manufatto con parti metalliche spigolose o con altri cavi.
- Il danno causato da un’eccessiva temperatura di contatto si manifesta come una lunga striscia longitudinale, particolarmente rigida rispetto al resto del cavo, e riconoscibile dal suo colore più scuro. Tale inconveniente può essere contenuto proteggendo le parti più a rischio. Un fenomeno analogo è riscontrabile anche quando il cavo viene sottoposto a carichi prossimi a quello di rottura.
- Poiché i cavi soffrono la corrosione sia dei trefoli esterni che dell’anima interna, sia che essa sia metallica o in fibra tessile, è da evitare di lasciare i cavi a bagno nell’acqua o a contatto con qualsiasi altro agente corrosivo. Qualora il cavo, durante il suo regolare utilizzo, venisse a contatto diretto con sostanze chimiche (in particolare con acidi o con alcali) ovvero con i vapori da esse prodotti, deve essere lavato con acqua corrente, ed eventualmente, se il costruttore del cavo lo prevede, lubrificato con il lubrificante originale o uno equivalente.
- Cavi metallici e cavi in fibra non devono essere incappellati sulla stessa bitta o gancio d’ormeggio onde evitare lo sfregamento reciproco con conseguente danneggiamento di quelli in fibra.
- Quando si svolge una fune da un tamburo o da un rullo bisogna porre particolare attenzione ad evitare lo schiacciamento delle spire del cavo in quanto potrebbe essere causa di formazione di attorcigliamenti, nodi o piegature del cavo stesso, che potrebbero compromettere l’integrità del cavo e la sua impiegabilità nel futuro.
- Se la fune durante il suo funzionamento non è tesa e striscia su delle parti di contatto, deve essere accuratamente protetta per evitare sfregamenti che possano tagliare fili del trefolo o addirittura tagliare dei trefoli del cavo stesso.
- I cavi in acciaio soffrono gli schiacciamenti o gli appiattimenti generati da pesi o dallo sfregamento con altri cavi in tensione o da passaggi su pulegge o radance realizzati in maniera scorretta. Pertanto, nella sistemazione dei cavi, sia essa in via definitiva o per manovre, bisogna evitare assolutamente il posizionamento su punti di ancoraggio che provochino punti di forza su spigoli vivi o su altri cavi in tensione. È anche da evitare assolutamente il posizionamento, in

maniera permanente, su punti di passaggio di mezzi pesanti o appoggiare materiali pesanti sul cavo stesso.

- Si deve evitare di applicare ai cavi carichi improvvisi, tipo strattoni; questi potrebbero generare una distorsione dell'anima con relativo incremento del diametro, rendendo non ulteriormente impiegabile il cavo.
- Nel caso in cui necessiti il taglio del cavo, in entrambe le estremità tagliate bisognerà applicare dei sistemi di sicurezza che non rendano pericoloso il maneggio del cavo, in particolare, si devono assicurare i trefoli con legature in modo che il cavo non si srotoli e che i fili dei trefoli non si sfilaccino. Una alternativa al taglio convenzionale è il taglio con fiamma ossiacetilenica. Questo procedimento è indicato per la preservazione del cavo.
- Poiché i cavi metallici soffrono la corrosione sia dei trefoli esterni che dell'anima interna, sia che essa sia metallica o in fibra tessile, è da evitare di lasciare i cavi a bagno nell'acqua.
- Nel caso in cui necessiti l'uso del cavo con una o entrambe le estremità da fissare ad un punto di forza, questo potrà essere fatto tramite l'impalmatura meccanica, la cui descrizione dettagliata viene fatta nel successivo paragrafo 2.4.3.
- Ogni fune, deve essere corredata di un libretto di identificazione, dove saranno trascritti gli esiti di ciascun controllo della fune, secondo il facsimile riportato nella successiva TAVOLA 3.
- Inoltre per tutti i cavi in dotazione alle UU.NN., durante il periodo di utilizzo, ci si deve attenere a quanto indicato dalla check-list di uso e manutenzione riportata alla TAVOLA 8 del para 2.3.4 e qualora sorgessero dubbi sul reale stato di efficienza del cavo per il suo corretto impiego in sicurezza, si deve richiedere una verifica del carico di rottura residuo.

### 2.2.5 Lubrificazione della fune in servizio

La protezione garantita dal lubrificante utilizzato dal costruttore della fune è solitamente adeguata a prevenire il deterioramento dovuto alla corrosione durante le fasi di spedizione e stoccaggio e per i primi periodo di lavoro della fune; tuttavia al fine di ottenere le performance ottimali, la gran parte delle funi trarrà beneficio dall'applicazione di un lubrificante di servizio, il tipo consigliato varia in funzione dell'applicazione della fune e delle condizioni ambientali alle quali la fune risulta essere esposta. Il lubrificante di servizio deve essere compatibile con il lubrificante originale del costruttore e, nel caso di funi traenti, non deve inficiare le sue caratteristiche di attrito.

È opportuno però ispezionare periodicamente i cavi e, se necessario, o se indicato dal costruttore, si deve provvedere, compatibilmente con il tipo di cavo, ad applicare lo stesso lubrificante usato in sede di costruzione o comunque un lubrificante che non danneggi il lubrificante originale. Per la lubrificazione dei cavi potranno essere usati lubrificanti applicabili a mano sulla sua superficie esterna, a bagno, a spray o ad alta pressione. La mancata lubrificazione del cavo può causarne il deterioramento sia superficialmente che internamente, diminuendo le sue caratteristiche meccaniche. L'uso di lubrificanti inappropriati è molto dannoso in quanto può essere causa di accumuli di corpi estranei sulla superficie del cavo che, se abrasivi, possono essere deleteri per la durata del cavo e causare deterioramento precoce delle pulegge e tamburi di avvolgimento.

### 2.2.6 Modalità di conservazione dei cavi

I cavi devono essere conservati secondo le modalità indicate di seguito.

- I cavi devono essere conservati, sia a bordo che a terra, in locali possibilmente asciutti, ventilati, coperti ed esenti da sporcizia, polvere e vapori o sostanze chimiche.
- Devono essere messi in luoghi esenti da vapori chimici, o qualsiasi altro agente chimico.
- I cavi non devono essere posti direttamente sul piano di appoggio ma messi su spessori che ne evitino il contatto con il pavimento. Sarebbe preferibile richiedere al fornitore delle selle per le bobine del cavo in modo da tenerle raccolte e preservate.
- Ogni rivestimento bagnato o quant'altro contenente umidità, non deve essere posto a contatto con i cavi.

- I cavi non devono essere stipati in luoghi particolarmente caldi in quanto le alte temperature sono deleterie per il cavo stesso.
- Nel caso di stoccaggio in magazzino per lunghi periodi e l'ambiente è caldo, potrebbero esserci delle perdite di parte dell'olio lubrificante originario, dunque bisogna predisporre le dovute precauzioni per una eventuale perdita di olio. In caso di perdite di lubrificante, si deve provvedere, compatibilmente con il tipo di cavo, ad applicare ulteriore lubrificante.
- I cavi devono essere avvolti con raggi di curvatura quanto più ampi possibile onde evitare eccessive torsioni. L'eventuale torsione deve essere eliminata a mano prima di sottoporre il cavo a trazione.
- Devono essere conservati in maniera tale da non essere esposti a danni accidentali nelle fasi di conservazione e di carico e scarico (urti accidentali, schiacciamenti, ecc.).
- I cavi devono essere conservati in modo tale che le etichette siano sempre chiare e leggibili; devono inoltre essere disponibili i certificati di origine.
- Quando si preleva un pezzo di cavo bisogna mettere le targhette inizio e termine del cavo UNI EN 12385-3.

### TAVOLA 3 – LIBRETTO DI IDENTIFICAZIONE DEL CAVO

Foglio dati della fune (designazione):				Macchina: Impiego:		
<b>Costruzione</b> Senso di avvolgimento della fune: Tipo di avvolgimento della fune: Diametro nominale: Classe di resistenza: Qualità: senza zincatura - con zincatura Tipo di anima: metallica – tessile - sintetica Lunghezza della fune: Tipo di terminale:				Data di inizio del servizio: Data di sostituzione:		
				Carico minimo di rottura: Carico di servizio:		
				Diametro misurato: Sotto un carico di:		
Numero di fili rotti su una lunghezza di 6 d	Grado di deterioramento per abrasione	Grado di deterioramento per corrosione	Riduzione del diametro della fune (%)	Tratti misurati	Giudizio sul grado di deterioramento globale	Natura del danneggiamento o della deformazione
<b>Data:</b>				<b>Firma:</b>		
Fornitore della fune: Altre osservazioni				Numero di ore di lavoro: Motivo della sostituzione:		
Il grado di deterioramento va segnato con: leggero o medio (in caso di alto, molto alto o da scartare deve essere non impiegata e prontamente sostituita).						

## 2.3 VALUTAZIONE DELL'EFFICIENZA DEI CAVI METALLICI IN ESERCIZIO.

### 2.3.1 Premessa

La valutazione dello stato di efficienza di un cavo in uso (deterioramenti, rotture di fili, riduzione di diametro, ecc.) è un processo ispettivo non semplice che richiede frequenti controlli da parte di personale esperto. I cavi metallici sono elementi soggetti a usura e come tali devono essere sostituiti quando il controllo mostra che la loro resistenza è diminuita a un punto tale che il loro uso sarebbe imprudente.

Il personale Responsabile delle Sistemazioni dotate di funi metalliche (gru, barcarizzi, mezzi di sollevamento etc.), dovrà valutare la situazione con professionalità e buon senso, per evitare rischi a persone e cose, derivanti dall'impiego di materiale non idoneo, al contempo però evitando retrocessioni/ricambi di materiale ancora efficiente. In questo paragrafo verranno date le linee guida per effettuare corrette valutazioni circa l'efficienza dei cavi.

Per tutte le funi metalliche usate per operazioni di sollevamento, tonnageo/ormeggio e rimorchio, impiegate come cavi portanti ovvero come manovre fisse e correnti, deve essere effettuata un'ispezione trimestrale a cura del Responsabile della sistemazione (come previsto negli Annessi 1 degli Allegati della NAV-70-0000-0001-14-00B000) e comunque si dovrà considerare quanto segue:

- disposizioni di legge e dalle norme tecniche di settore per quanto non espressamente richiamata nella sopracitata norma tecnica di NAVARM;
- tipo di apparecchio e le condizioni ambientali in cui il cavo opera;
- periodo di tempo in cui il cavo è stato impiegato;
- risultati delle verifiche periodiche precedenti.

Si ricorda che i risultati delle ispezioni trimestrali e delle verifiche devono essere raccolti nel Registro dei cavi in acciaio e fibra da istituire a cura del comando di bordo (vds. INTRODUZIONE pag. 1).

Il cavo dovrà essere sottoposto comunque a verifica quando sia intervenuto un incidente, che potrebbe aver provocato un danno e in ogni caso in cui il cavo venga rimesso in servizio dopo un fermo per manutenzioni del meccanismo a cui appartiene.

Fermo restando che per poter effettuare una corretta valutazione il cavo deve essere esaminato per tutta la sua lunghezza, particolare attenzione deve essere riservata ai seguenti punti:

- punti di attacco di entrambe le estremità;
- le parti della fune che lavorano o che passano attraverso bozzelli, pulegge;
- tutte le parti della fune che possono essere soggette ad abrasione per strisciamento.

***Tutto il personale che opera nelle sistemazioni e impianti dotati di cavi metallici, anche se non responsabile della sistemazione, è tenuto comunque ad effettuare un controllo di tutte le parti visibili del manufatto prima del suo impiego ponendo particolare attenzione ai punti di connessione con altri elementi (redance, manicotti, etc...).***

### 2.3.2 Danni tipici di un cavo in acciaio

Per poter effettuare una corretta valutazione comunque si dovrà:

- svolgere completamente il cavo;
- ispezionarlo visivamente per tutta la sua lunghezza, verificandone accuratamente lo stato superficiale ed eventuali rotture dei fili esterni lungo il cavo o in prossimità dei dispositivi di collegamento, controllando la concentrazione di queste rotture;
- controllare meticolosamente il cavo per accertare il tipo di danno presente sui fili di un trefolo, sul trefolo stesso, sull'anima del cavo per quanto possibile, o sui dispositivi di collegamento e se sia possibile impiegarlo in condizioni declassate. Bisogna controllare, inoltre, se vi sia necessità di ricostruire i dispositivi di collegamento ovvero sia necessario sostituire il cavo poiché il danno è molto grave;
- accertare l'assenza di deformazioni quali ammaccature o piegature permanenti causate dall'azione di spigoli vivi;

- controllare che il cavo, in tensione, non presenti trefoli allentati o sporgenti;
- controllare il serraggio dei morsetti (ove presenti);
- controllare, ove possibile, l'anima del cavo per verificare eventuali deterioramento della stessa, sia essa in fibra tessile che in acciaio.

Il controllo del cavo deve essere meticoloso, poiché occorre accertare il tipo di danno presente sui fili di un trefolo, sul trefolo stesso, sull'anima della fune o sui dispositivi di collegamento e se sia possibile impiegarlo in condizioni declassate. Bisogna controllare, inoltre, se vi sia necessità di ricostruire i dispositivi di collegamento ovvero sia necessario sostituire il cavo poiché il danno è molto grave.

I danni tipici di un cavo in acciaio sono quelli indicati di seguito.

**Deformazione permanente:** distorsione visibile del cavo rispetto alla sua normale formazione con rilassamento delle strutture. Le cause di queste deformazioni possono ricondursi a fenomeni di fatica o a danni permanenti causati da elementi meccanici su cui lavora il cavo. Questo è il caso, ad esempio, di appiattimenti, pieghe o attorcigliamenti provocati da parti del macchinario su cui lavora.

**Abrasioni locali:** grossi sfregamenti possono causare sensibili abrasioni. Se questi fenomeni sono localizzati in particolari sezioni del cavo queste possono essere rimosse ed il cavo impiombato secondo le indicazioni del costruttore o ricollegato mediante morsetti.

**Aumento del diametro della fune:** un aumento del diametro della fune, se l'anima è di fibra tessile, indica che la fune è stata lasciata in ambienti umidi, con conseguente rigonfiamento dell'anima e deterioramento della stessa, oppure rigonfiamento della fune in conseguenza a fenomeni di corrosione interni o esterni.

**Riduzione del diametro:** generalmente legato al deterioramento dell'anima interna o dell'anima dei trefoli in conseguenza ad un carico applicato troppo elevato. Per verificare se il problema è causato dal deterioramento dell'anima bisogna cercare di visionare l'anima aprendo i trefoli e controllando visivamente l'anima. Se il controllo conferma il deterioramento dell'anima bisogna sostituire la fune.

**Corrosione:** l'avvenuto contatto con agenti chimici e l'uso di funi in acciaio in ambienti umidi, o addirittura a bagno, può essere indicato dalla presenza di corrosione diffusa, sia superficialmente che internamente. La corrosione produce, come già descritto in precedenza, un aumento del diametro della fune con perdita di elasticità e con la conseguente necessità di sostituzione della fune stessa. La corrosione esterna può essere facilmente rilevata da una patina bianca.

**Rottura di fili:** la causa della rottura dei fili è generalmente legato a fenomeni di fatica. In genere si verificano sulla superficie esterna del cavo ed è quindi un fenomeno visibile. Queste rotture sono di solito concentrate sul punto di attacco del cavo e sono correlate ad eccessivi carichi sulla fune o ad una cattiva costruzione del punto di aggancio.

Un filo rotto fuoriuscito dalla sua posizione nella fune può danneggiare i fili vicini per schiacciamento quando la fune passa sulle pulegge provocando un nido di rotture. Si raccomanda di eliminare il filo alla base con delle pinze. In caso di presenza di fili rotti in prossimità dell'attacco, si raccomanda di accorciare la fune in modo da scartare la parte deteriorata sempre che il resto della fune sia in buone condizioni e che sia sufficiente per l'impiego.

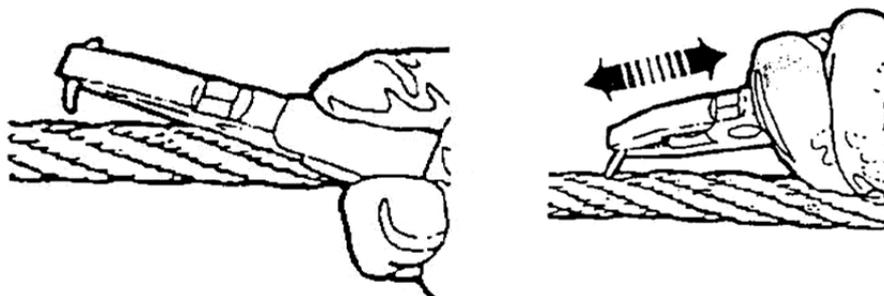
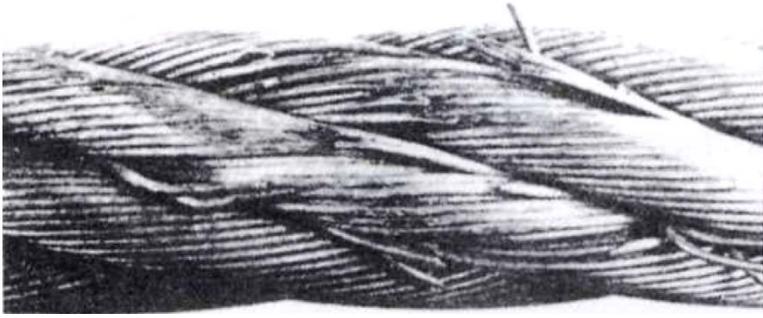
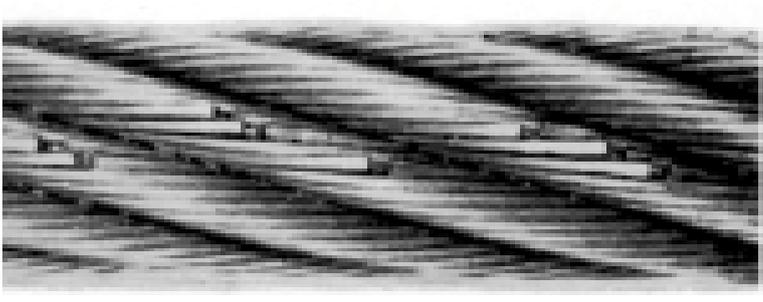
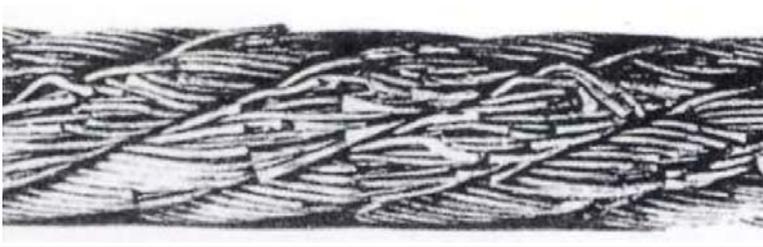
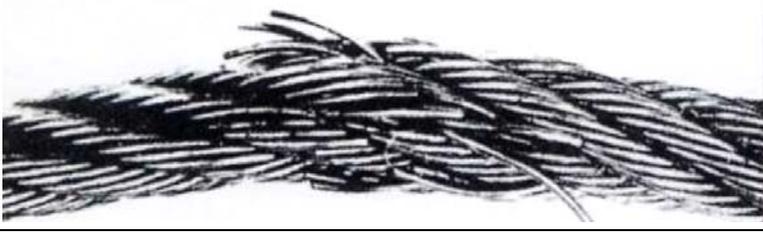
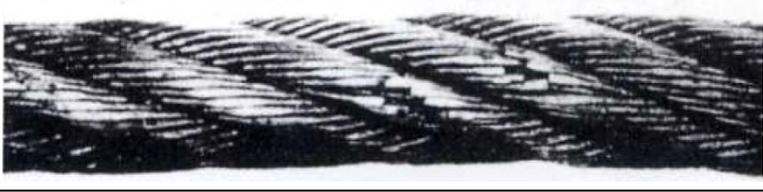
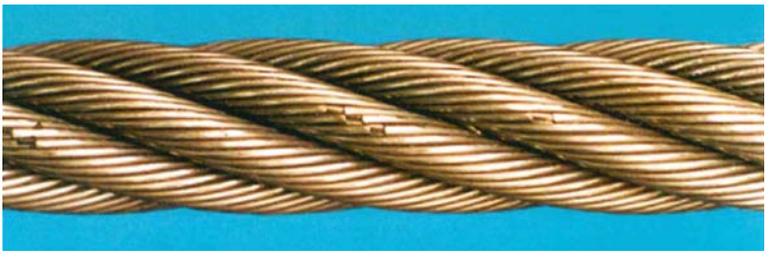
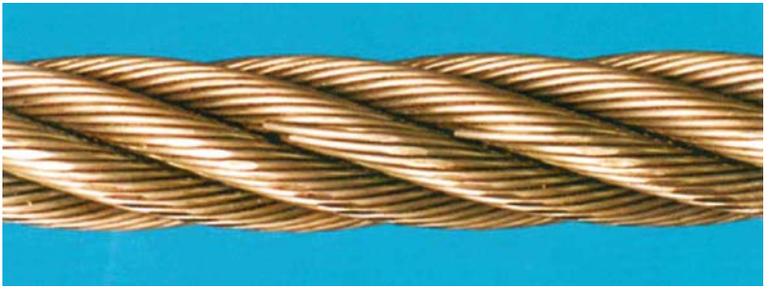
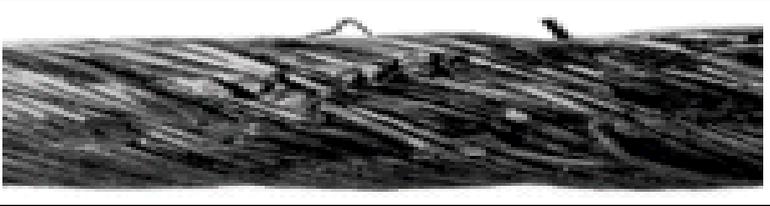
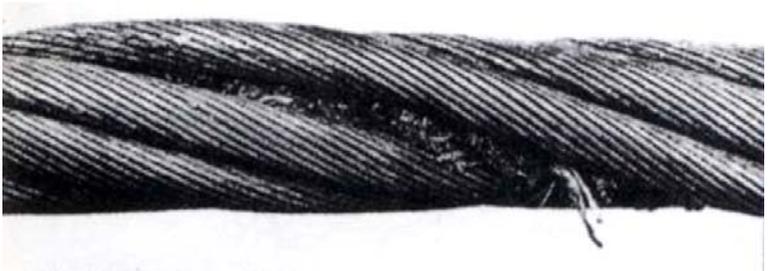
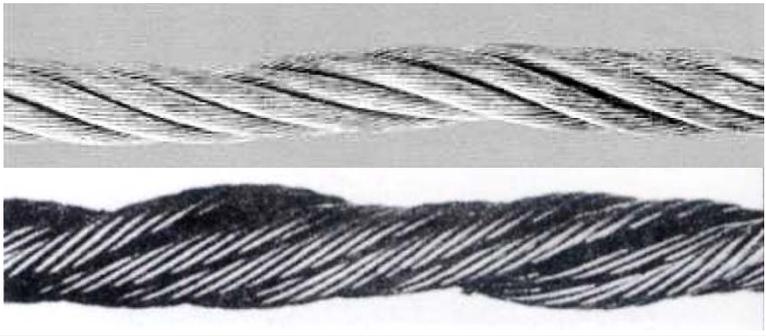
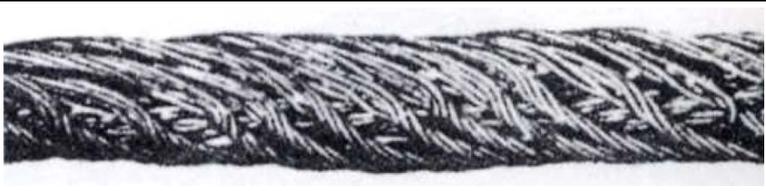
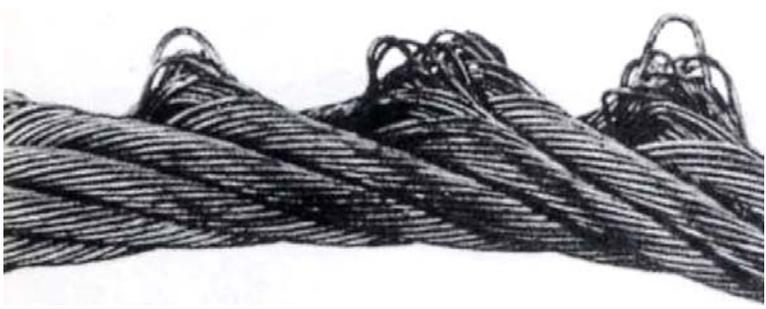
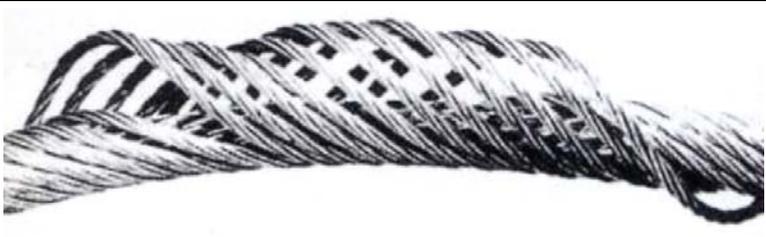


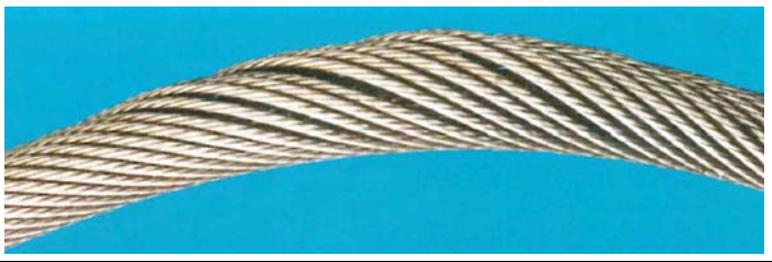
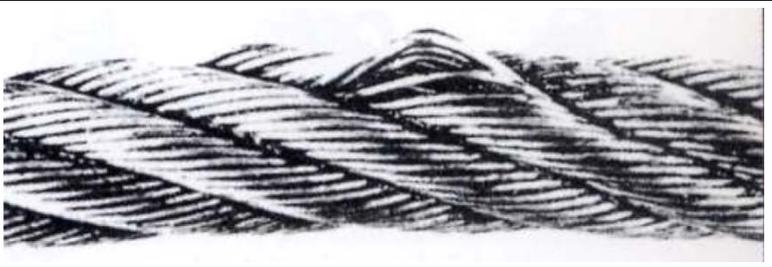
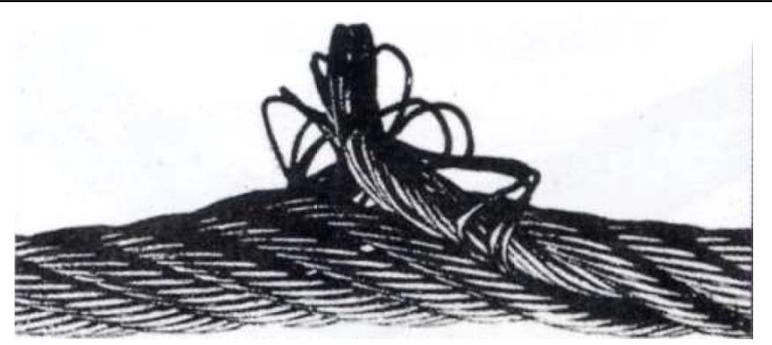
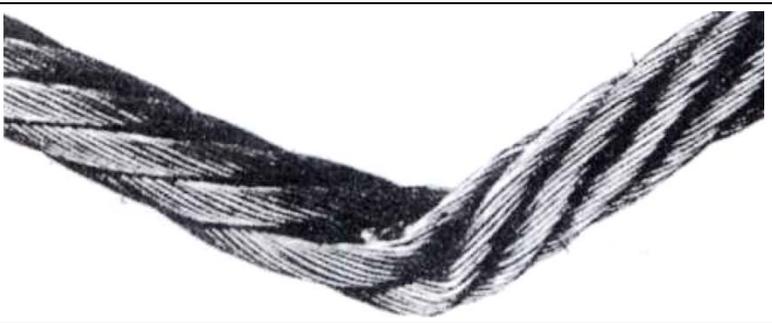
FIGURA 64 – Eliminazione del filo rotto

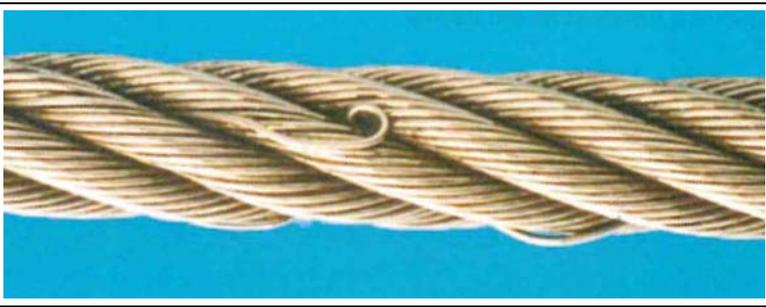
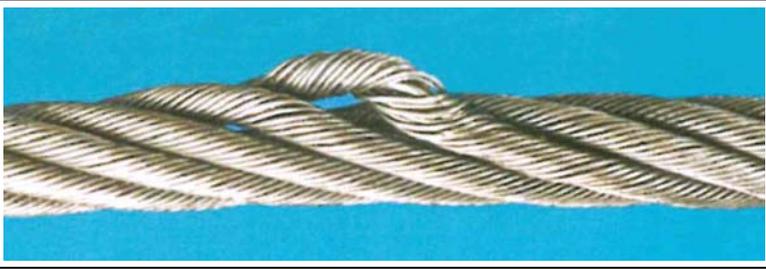
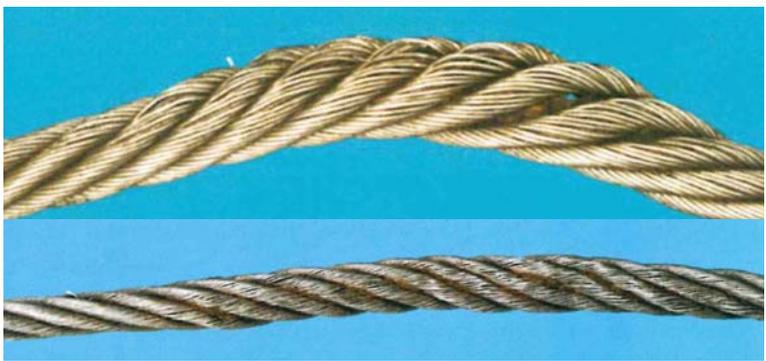
FIGURA 65 – Alcune delle tipologie di problematiche cui possono essere soggetti i cavi

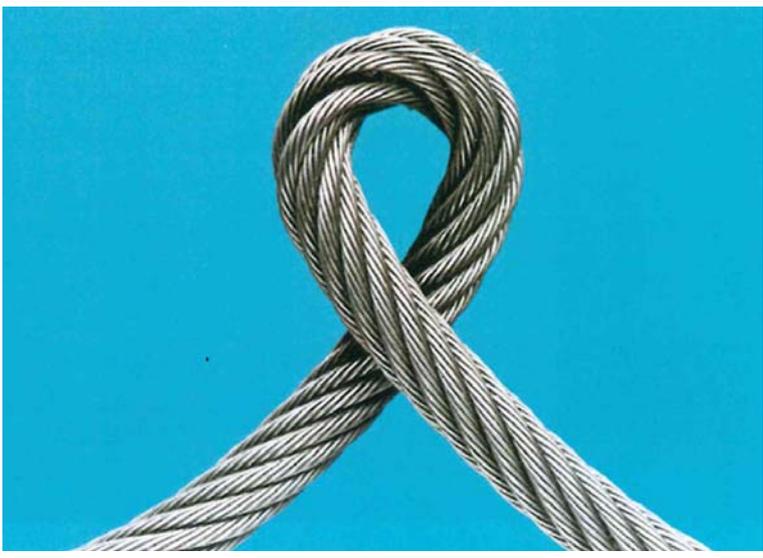
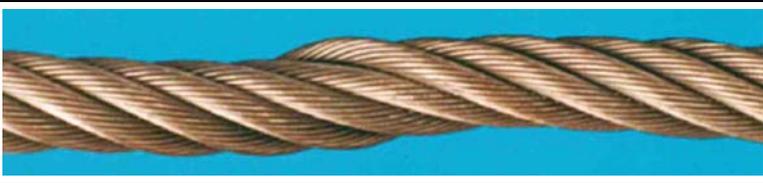
<p>Fune attorcigliata durante l'installazione ma ugualmente montata, evidenzia un'usura localizzata con allentamento dei trefoli</p>	
<p>Espulsione di fili da un trefolo, normalmente questa anomalia avviene sullo stesso trefolo nella lunghezza pari ad un avvolgimento</p>	
<p>Abrasioni a fatica lungo una linea dovute al contatto con un rullo guida troppo piccolo</p>	
<p>Notevole numero di fili rotti, unitamente a una grave usura</p>	
<p>Fili rotti in un trefolo unitamente ad una lieve usura, in una fune ad avvolgimento parallelo</p>	
<p>Fili rotti in numerosi trefoli, vicino ad una puleggia di rinvio</p>	
<p>Fili rotti in due trefoli, vicino ad una puleggia di compensazione e associati ad una grave sura locale causata da un blocco della puleggia</p>	

<p>Rottura dei fili a corona</p>	
<p>Rottura dei fili negli avvallamenti</p>	
<p>Fune incastrata fuoriuscita dalla gola di una puleggia, ne risulta un appiattimento ed una deformazione con usura e fili rotti</p>	
<p>Rotture dei fili nei punti di contatto tra i trefoli</p>	
<p>Sfregamento su spigolo vivo con fune in tensione</p>	
<p>Deformazione a elica. L'asse della fune assume l'aspetto di un'elica</p>	
<p>Aumento localizzato del diametro, che spesso comporta una distorsione dell'anima</p>	

<p>Fuoriuscita dell'anima metallica, in genere dovuta ad una distorsione derivante da un carico improvviso</p>	
<p>Riduzione localizzata del diametro della fune, dovuta alla rottura dell'anima (i trefoli esterni occupano il posto dell'anima)</p>	
<p>Schiacciamento locale con presenza di fili rotti</p>	
<p>Fune multitrefolo appiattita a causa di un non corretto avvolgimento sul tamburo</p>	
<p>Fuoriuscita dei fili dei trefoli a causa di sollecitazioni a strappo</p>	
<p>Deformazione a canestro di una fune multitrefoli</p>	

<p>Infiascatura</p>	
<p>Fili rotti e spostamento di fili in due trefoli adiacenti in una fune ad avvolgimento crociato</p>	
<p>Grave attorcigliamento della fune che provoca la fuoriuscita dell'anima tessile</p>	
<p>Espulsione dell'anima metallica, generalmente associata ad una deformazione a canestro nella zona adiacente</p>	
<p>Grave piegamento, che deriva da cause esterne</p>	
<p>Modifica del passo (visibile dal confronto tra le due funi)</p>	

<p>Deformazione meccanica</p>	
<p>Deformazione per fulminazione</p>	
<p>Fuoriuscita dei fili</p>	
<p>Fuoriuscita o distorsione del trefolo</p>	
<p>Parte appiattita</p>	

Cocca	
Cocca positiva	
Cocca negativa	
Usura esterna	
Corrosione esterna	

### 2.3.3 Corrosione – determinazione indice di gravità

I criteri di scarto e gli indici di gravità intermedi per la corrosione sono forniti nel prospetto seguente. Quando si valuta l'estensione della corrosione, è importante riconoscere la differenza tra corrosione dei fili e ogni corrosione della superficie della fune associata all'ossidazione di particelle estranee. Pertanto, prima di eseguire una valutazione, le sezioni di fune sottoposte a ispezione devono essere strofinate o spazzolate fino ad essere pulite. Dovrebbe essere evitato l'uso di solventi per la pulizia.

**TAVOLA 4 – VALUTAZIONE DELLA CORROSIONE**

Tipo di corrosione	Condizioni	Indice di gravità
Corrosione esterna	Segni di ossidazione superficiale ma che possono essere puliti	Superficiale – 0%
	Superficie dei fili ruvida al tatto <sup>b)</sup>	Basso – 20% Medio – 40%
	Superficie dei fili gravemente camolata e fili allentati <sup>a)</sup>	Da scartare – compreso tra 60% e 100%
Corrosione interna	Evidenti segni di corrosione interna – per esempio residui di corrosione fuori uscenti dagli avvallamenti tra i trefoli esterni <sup>c)</sup>	Da scartare – compreso tra 60% e 100% oppure Se ritenuta praticabile da una persona esperta e qualificata, procedere a un'ispezione interna
Corrosione da sfregamento	Il processo di sfregamento comporta la rimozione di minuscole particelle di acciaio dai fili, i quali, a causa della secchezza dei fili e dei trefoli, strofinano costantemente l'uno sull'altro e poi ossidandosi e creando residui interni di corrosione, che si manifestano come una polvere asciutta simile a ossido ferrico rosso	La prova di tale situazione dovrebbe essere ulteriormente investigata, e, in presenza del minimo dubbio sulla sua gravità, la fune deve essere scartata (100%)
<p>a) Per ogni altra condizione intermedia, dovrebbe essere eseguita una valutazione sull'indice di gravità (per esempio apporti verso l'effetto combinato)</p> <p>b) L'ossidazione dei fili zincati può manifestarsi come ruvidezza al tatto della superficie dei fili, ma le condizioni generali potrebbero non essere gravi quanto quelle delle funi non zincate. In questi casi, l'ispettore può considerare di applicare un apporto inferiore sull'effetto combinato rispetto a quello fornito in questo prospetto</p> <p>c) La valutazione della corrosione interna è soggettiva; tuttavia, in caso di dubbio riguardante la sua gravità, la fune dovrebbe essere scartata</p>		

<p>Inizio di ossidazione della superficie, che può essere pulita, lieve Indice: 0% a favore dello scarto</p>	
<p>Fili ruvidi al tatto, ossidazione superficiale generica Indice: 20% a favore dello scarto</p>	
<p>Superficie dei fili grandemente affetta da ossidazione Indice: 60% a favore dello scarto</p>	
<p>Superficie gravemente camolata e fili piuttosto allentati, spazi tra i fili Scartare immediatamente</p>	

**FIGURA 66 – Accertamento e valutazione della corrosione esterna**

#### 2.3.4 Numero di rotture possibili dei fili

In base al tipo di cavo ed al suo possibile impiego, in linea di massima, i produttori dei cavi forniscono delle tabelle in cui sono riportati il numero di fili rotti visibili limite per l'impiegabilità del cavo stesso. Nel caso in cui non si disponesse di tali tabelle, si può ricorrere alla TAVOLA 5 sotto riportata, estratta dalla UNI ISO 4309 Ed. 2011. La tavola è infatti stata attagliata per le funi di impiego navale con le classi di meccanismo associate e prende in considerazione anche funi aventi più strati di trefoli nelle quali le rotture dei fili avvengono in maggiore misura nella parte interna e sono pertanto non visibili.

La tavola determina il massimo numero di fili rotti considerando:

- sia la lunghezza pari a 6 volte il diametro che pari a 30 volte il diametro;
- il tipo di avvolgimento (crociato o parallelo);
- il numero di fili della fune.

**TAVOLA 5 – NUMERO DI ROTTURE VISIBILI DEI FILI, RAGGIUNTE O SUPERATE, PRESENTI IN FUNI A STRATO SINGOLO E AD AVVOLGIMENTO PARALLELO AVVOLTE IN TAMBURO CON AVVOLGIMENTO MULTISTRATO, CHE RICHIEDONO LO SCARTO DELLA FUNE**

N° di fili portanti nei trefoli esterni	Esempi tipici di formazione della fune	Numero di rotture di fili visibili, relativi alla fatica della fune che comporta la sostituzione obbligatoria			
		Ad avvolgimento crociato		Ad avvolgimento parallelo	
		Numero massimo di fili rotti ** su una lunghezza di ( $d$ = diametro della fune)			
		$6 d$	$30 d$	$6 d$	$30 d$
Fino a 50	6x7 (6/1)	4	8	2	4
Da 51 a 75	6x19 (9/9/1) * 12x6 / 3x24	6	12	3	6
Da 76 a 100	—	—	—	—	—
Da 101 a 120	8x19 (9/9/1) * 6x19 (12/6/1) 6x19 (12/6 + 6F/1) 6x25FS (12/12/1) * 34x7 (17trefoli esterni)	10	19	5	10
Da 121 a 140	—	11	22	6	11
Da 141 a 160	8x19 (12/6 + 6F/1)	13	26	6	13
Da 161 a 180	6x36 (14-7-7-1) *	14	29	7	14
Da 181 a 200	—	16	32	8	16
Da 201 a 220	6x41(16/8+8-8-1) *	18	38	9	18
Da 221 a 240	6x37 (18/1/12/6/1)	19	38	10	19
Da 241 a 260	—	21	42	10	21
Da 261 a 280	—	22	45	11	22
Da 281 a 300	—	24	48	12	24

## NOTE:

(\*) I fili di riempimento non sono da considerarsi come fili portanti e sono pertanto esclusi dalla verifica. Nelle funi aventi più strati di trefoli, si considera solo lo strato esterno visibile. Nelle funi con anima metallica, questa è considerata come trefolo interno e non è presa in considerazione.

(\*\*) Per la sostituzione delle funi a sei trefoli il numero massimo dei fili rotti deve essere determinato seguendo le seguenti prescrizioni:

- su un tratto di fune lungo 6 volte il diametro, il numero dei fili rotti deve essere non inferiore all'8% del numero totale dei fili costituenti i trefoli esterni (funi crociate) ovvero non inferiore al 4% del numero totale dei fili costituenti i trefoli esterni (funi parallele);
- un trefolo sia completamente rotto ovvero si sia rotto un numero di fili superiore al 40% di quelli costituenti il trefolo stesso.

**TAVOLA 6 – NUMERO DI ROTTURE VISIBILI DEI FILI, RAGGIUNTE O SUPERATE, PRESENTI IN FUNI A STRATO SINGOLO E AD AVVOLGIMENTO PARALLELO, CHE RICHIEDONO LO SCARTO DELLA FUNE**

Numero totale di fili che reggono il carico nello strato esterno di trefoli della fune <sup>a)</sup> <i>n</i>	Formazione della fune <sup>b)</sup>	Numero di rotture visibili dei fili esterni <sup>c)</sup>			
		Sezioni di fune che lavorano su pulegge metalliche e/o avvolte in un tamburo con avvolgimento a strato singolo (rotture dei fili distribuite casualmente)			
		Avvolgimento crociato su una lunghezza di <sup>e)</sup>		Avvolgimento parallelo su una lunghezza di <sup>e)</sup>	
		6 d	30 d	6 d	30 d
$n \leq 50$	6x7-FC ss	2	4	1	2
$51 \leq n \leq 75$	6x19S-IWRC ss	3	6	2	3
$76 \leq n \leq 100$		4	8	2	4
$101 \leq n \leq 120$	6x19M-WSC ss 6x25F-IWRC ss 6x25TS-IWRC ss 8x19S-IWRC ss 8x19S-PWRC Avvolgimento parallelo	5	10	2	5
$121 \leq n \leq 140$		6	11	3	6
$141 \leq n \leq 160$	8x25F-IWRC ss 6xK26WS-IWRC ss con trefoli compattati	6	13	3	6
$161 \leq n \leq 180$		7	14	4	7
$181 \leq n \leq 200$		8	16	4	8
$201 \leq n \leq 220$	6x36WS-IWRC ss 8xK26WS-IWRC ss con trefoli compattati 6xK36WS-IWRC ss con trefoli compattati 8xK26WS-PWRC avvolgimento parallelo con trefoli compattati	9	18	4	9
$221 \leq n \leq 240$	6x37M-IWRC ss	10	19	5	10
$241 \leq n \leq 260$	6x41WS-IWRC ss	10	21	5	10
$261 \leq n \leq 280$		11	22	6	11
$281 \leq n \leq 300$		12	24	6	12
$301 \leq n$		0,04 x n	0,08 x n	0,02 x n	0,04 x n

Nota Le funi che hanno i trefoli esterni tipo "Seale" e dove il numero di fili in ogni trefolo è 19 o inferiore (per esempio 6x19 "Seale") sono presenti in questo prospetto due righe più in alto rispetto alla riga dove dovrebbe generalmente trovarsi la formazione basata sul numero di fili nello strato esterno di trefoli

- a) I fili filler non sono ritenuti portatori del carico e non sono inclusi nel conteggio di n  
b) ss = strato singolo  
c) Un filo rotto ha due estremità (contate come un filo solo)  
d) I valori si applicano al deterioramento avvenuto nelle zone di inversione e nei punti di interferenza fra gli avvolgimenti a causa degli effetti dell'angolo di deflessione (e non a quelle sezioni di fune che lavorano solo sulle pulegge e non si avvolgono sul tamburo)  
e) d=diametro nominale della fune

**TAVOLA 7 – NUMERO DI ROTTURE VISIBILI DEI FILI, RAGGIUNTE O SUPERATE, PRESENTI IN FUNI ANTIGIREVOLI, CHE RICHIEDONO LO SCARTO DELLA FUNE**

Numero totale dei trefoli esterni e dei fili che reggono il carico nello strato esterno dei trefoli della fune <sup>a)</sup> <i>n</i>	Formazione della fune <sup>b)</sup>	Numero di rotture visibili dei fili esterni <sup>c)</sup>			
		Sezioni di fune che lavorano su pulegge metalliche e/o avvolte in un tamburo con avvolgimento a strato singolo (rotture dei fili distribuite casualmente)		Sezioni di fune avvolte in un tamburo multi-strato <sup>d)</sup>	
		su una lunghezza di <sup>e)</sup>		su una lunghezza di <sup>e)</sup>	
		6 d	30 d	6 d	30 d
4 trefoli $n \leq 100$	4x29F	2	4	2	4
3 o 4 trefoli $n \geq 100$	4xK26WS ss con trefoli compattati K3x40 ss compattata K4x40 ss compattata K3x48 ss compattata K4x48 ss compattata	2	4	4	8
Almeno 11 trefoli esterni					
$71 \leq n \leq 100$	17x7-FC 18x7-WSC oppure 19x7 antigirevole 12xP6:3xQ24 (tipo Paragon)	2	4	4	8
$101 \leq n \leq 120$	34(W)x7-WSC oppure 35(W)x7 antigirevole 34(W)xK7-WSC compattata	3	5	5	10
$121 \leq n \leq 140$	39(W)x7-WSC 39(W)xK7-KWSC trefoli compattati	3	5	6	11
$141 \leq n \leq 160$		3	6	6	13
$161 \leq n \leq 180$		4	7	7	14
$181 \leq n \leq 200$	18xK19S-WSC oppure 19xK19S	4	8	8	16
$201 \leq n \leq 220$		4	9	9	18
$221 \leq n \leq 240$		5	10	10	19
$241 \leq n \leq 260$		5	10	10	21
$261 \leq n \leq 280$		6	11	11	22
$281 \leq n \leq 300$		6	12	12	24
$n > 300$		6	12	12	24

Nota Le funi che hanno i trefoli esterni tipo "Seale" e dove il numero di fili in ogni trefolo è 19 o inferiore (per esempio 18x19 "Seale"-WSC) sono presenti nel presente prospetto due righe più in alto rispetto alla riga dove dovrebbe generalmente trovarsi la formazione basata sul numero di fili nello strato esterno di trefoli

a) I fili filler non sono ritenuti portatori del carico e non sono inclusi nel conteggio di n  
b) ss = strato singolo  
c) Un filo rotto ha due estremità (contate come un filo solo)  
d) I valori si applicano al deterioramento avvenuto nelle zone di inversione e nei punti di interferenza fra gli avvolgimenti a causa degli effetti dell'angolo di deflessione (e non a quelle sezioni di fune che lavorano solo sulle pulegge e non si avvolgono sul tamburo)  
e) d=diametro nominale della fune

**ATTENZIONE** Il controllo dei fili deve essere eseguito su tutta la fune, analizzando sempre entrambe le lunghezze (6 e 30 volte il diametro). Deve essere posta particolare cura nella verifica dei punti dove la fune manifesta maggiori danneggiamenti. Tali punti, ovvero tali verifiche possono essere rilevati/effettuate ricorrendo a esami magneto-induttivi o radiografici.

Per approfondimento e completezza di trattazione, in **ANNESSE G**, viene descritto il procedimento che permette di determinare il massimo numero limite di fili rotti visibili considerando tutti i casi possibili di impiego.

### 2.3.5 Modalità di controllo interno dei cavi

Un normale controllo visivo esterno, può non bastare per rilevare il danneggiamento interno di una fune. La UNI ISO 4309 prevede controlli interni del cavo. Tale tipologia di controllo, particolarmente invasiva per il cavo stesso, deve essere effettuata qualora si verificano delle condizioni di ragionevole sospetto di indebolimento del cavo come una variazione, anche se minima del diametro, comparsa di polvere metallica o anche di sabbia all'interno dei trefoli, zone di corrosione, diminuzione di spazio tra i trefoli nello strato esterno della fune frequentemente associato a rottura di fili.

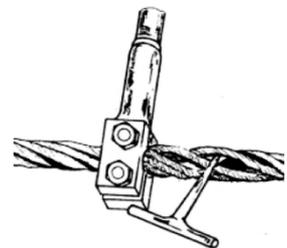
Solo da parte del responsabile all'impiego può essere eseguita la procedura di seguito riportata che può essere effettuata solo se il cavo è completamente libero da qualsiasi carico.

1. Fissare saldamente alla fune due morsetti di dimensioni opportune e posti ad una distanza conveniente l'uno dall'altro, come mostrato nella figura a destra.



2. Applicando una forza sui morsetti, in senso opposto all'avvolgimento dei trefoli, i trefoli esterni si separano e si allontanano dall'anima della fune. Bisogna fare attenzione che i morsetti non slittino sull'esterno della fune e che i trefoli non vengano scostati eccessivamente.

3. Quando si è ottenuta una modesta apertura, si può utilizzare una sonda per rimuovere il grasso o frammenti che potrebbero ostacolare l'esame della fune, come mostrato nella figura a destra.



4. I punti essenziali da controllare sono:
  - a. lo stato di lubrificazione interna;
  - b. il grado di corrosione;
  - c. l'intacco dei fili causato da pressione o da usura;
  - d. la presenza di fili rotti.
5. Una volta finito il controllo interno, lubrificare la parte interna della sezione aperta. Esercitare una rotazione dei morsetti, assicurandosi che il riposizionamento dei trefoli intorno all'anima della fune sia avvenuto in modo corretto.
6. Dopo la rimozione dei morsetti, la superficie esterna della fune deve essere normalmente ingrassata.

### 2.3.6 Esito dei controlli sui cavi

Alla fine del paragrafo è riportata una tabella schematica (TAVOLA 8) dove sono indicate le azioni da intraprendere a seguito dei risultati di una visita periodica effettuata dal Responsabile della sistemazione, ovvero ogni qualvolta il cavo sia stato sottoposto a particolari sollecitazioni.

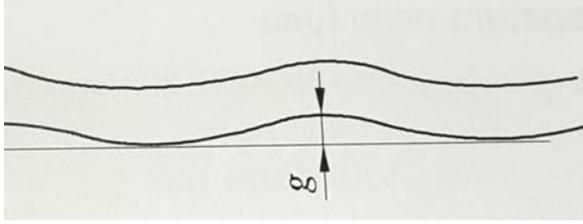
È da tenere presente che il difetto che determina la sostituzione di un cavo non è in genere dovuto ad un'unica causa, ma quasi sempre è stato generato da concause che, se individuate ed eliminate, eviteranno il ripetersi del problema su altri cavi.

Gli elementi da verificare su di una fune per determinarne la causa o le concause della sostituzione del cavo, sono i seguenti:

- natura e numero di rotture dei fili;
- rottura dei fili metallici in prossimità dei terminali;
- raggruppamento localizzati di rotture di fili;
- ritmo di incremento di rotture di fili;
- rottura di trefoli;
- fuoriuscita/distorsione del trefolo;
- fuoriuscita dei fili;
- fuoriuscita dell'anima – funi a strato singolo;
- fuoriuscita della parte interna nelle funi antigirevoli;
- riduzione del diametro della fune;
- riduzione localizzata del diametro della fune (trefolo affogato);
- incremento localizzato del diametro dovuto alla distorsione dell'anima;
- diminuzione di elasticità;
- usura interna ed esterna;
- corrosione interna o esterna;
- deformazione;
- parte appiattita;
- infiascatura;
- cocca (positiva o negativa);
- deterioramento dovuto a calore o arco voltaico;
- ritmo di allungamento costante.

TAVOLA 8 – CHECK LIST DI USO E MANUTENZIONE

N°	ESITO DEL CONTROLLO	SOSTITUZIONE	NOTE
1	Rotture dei fili distribuite	Non necessariamente	Vedere TAVOLA 5, TAVOLA 6 TAVOLA 7.
1	Rottura dei fili esterni nel punto di attacco	Non necessariamente	Rifare l'attacco se la lunghezza della fune lo consente altrimenti sostituire.
2	Raggruppamento localizzato di rotture di fili	Non necessariamente	Sostituire se il raggruppamento di tali rotture è concentrato su una lunghezza minore di <b>6 d</b> o dovesse interessare anche un solo trefolo.
3	Aumento repentino delle rotture di fili	Si	La sostituzione è necessaria poiché la rottura dei fili aumenta drasticamente fino alla rottura improvvisa della fune.
4	Rotture di fili nell'avvallamento	Non necessariamente	Due o più rotture di fili sulla lunghezza di un passo della fune (approssimativamente equivalente a 6d).
5	Rottura di un trefolo	Si	//
6	Riduzione del diametro della fune localizzato	Si	Se si verifica una evidente riduzione localizzata del diametro come quella causata dalla rottura dell'anima (o centro della luce), la fune stessa deve essere sostituita (vds figura riduzione localizzata del diametro).
	Riduzione del diametro in maniera uniforme lungo la fune	Non necessariamente	Vedasi para 2.3.7 Decremento uniforme lungo la fune Le valutazioni dei criteri di scarto per il decremento uniforme del diametro di una fune utilizza i seguenti parametri: <b>Diametro di riferimento</b> cioè il diametro di una sezione di fune che non scorre (pulegge, tamburi ecc.), misurata immediatamente dopo che la fune è stata fermata; <b>Diametro misurato</b> è la media di due misurazioni di diametro effettivo della fune prese ad angolo retto una rispetto all'altra; <b>Diametro nominale</b> è il diametro con il quale viene designata una fune. Il decremento reale uniforme del diametro espresso come percentuale del diametro nominale, si calcola usando l'equazione: $\text{Percentuale di decremento} = \frac{d_{ref} - d_m}{d} \times 100(\%)$ dove d <sub>ref</sub> è il diametro di riferimento d <sub>m</sub> è il diametro misurato d è il diametro nominale
7	Diminuzione di elasticità della fune	Si	Difficilmente determinabile con metodi visivi. Richiedere l'ausilio di laboratori. Fattori di sospetto del fenomeno sono la riduzione del diametro con allungamento permanente della fune legato a mancanza di spazio tra trefoli e fili del trefolo, con presenza di polvere scura tra i fili.
8	Usura interna	Non necessariamente	Sostituire se il diametro esterno si è ridotto più del 7%.
9	Usura esterna	Non necessariamente	Sostituire se il diametro esterno si è ridotto più del 7%.
10	Corrosione esterna	Non necessariamente	Richiedere l'ausilio di laboratori per determinare l'ulteriore impiego della fune, il suo declassamento o il fuori uso.
11	Corrosione interna	Si	//
12	Deformazioni rilevanti:		

a)	Ondulazione	Non necessariamente	<p>Sostituire se:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- in una parte dritta di fune (che non corre mai su una puleggia o viene avvolta su un tamburo) la distanza "g" è pari ad 1/3 del diametro o maggiore;</li> <li>- in una parte di fune che corre su una puleggia o viene avvolta su un tamburo la distanza "g" è pari ad 1/10 del diametro o maggiore.</li> </ul> 
b)	Infiascatura	Si	Oppure eliminare la parte infiascata posto che la parte restante sia idonea all'uso.
c)	Fuoriuscita o distorsione dell'anima o del trefolo	Si	Oppure eliminare la parte infiascata posto che la parte restante sia idonea all'uso.
d)	Fuoriuscita dei fili ad asola	Si	Per fuoriuscita dei fili ad asola si intende le funi con fili che fuoriescono, generalmente in gruppi sul lato opposto della fune rispetto a quella in contatto con la gola della puleggia.
e)	Incremento localizzato del diametro della fune	Non necessariamente	<p>Da sostituire se:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- fune con anima metallica aumento del diametro del 5% o più;</li> <li>- Fune con anima tessile aumento del diametro del 10% o più.</li> </ul>
f)	Parti della fune appiattite	Non necessariamente	<p>Da sostituire in funzione dell'estensione e dell'eventuale numero dei fili rotti. In particolare tali zone, in presenza di fili rotti sono maggiormente soggette all'usura per ossidazione e pertanto qualora ritenute impiegabili devono essere ispezionate più frequentemente. Qualora la fune con appiattimenti corra su puleggia deve essere sostituita.</p>
g)	Cocca o asola schiacciata	Si	//
h)	Piegatura nella fune	Non necessariamente	<p>La piegatura è una deformazione angolare della fune causata da influenze esterne. La decisione riguardo la gravità o meno della piegatura è limitata al personale esperto e qualificato. Se è presente un'increspatura nella fune sul lato inferiore della piegatura deve essere considerata comunque grave e deve essere sostituita. Se la piegatura interessa parte di fune che corre su una puleggia la stessa deve essere sostituita.</p>

### 2.3.7 Decremento uniforme lungo la fune

Le valutazioni dei criteri di scarto per il decremento uniforme del diametro di una fune utilizza i seguenti parametri:

**Diametro di riferimento** cioè il diametro di una sezione di fune che non scorre (pulegge, tamburi ecc.), misurata immediatamente dopo che la fune è stata fermata;

**Diametro misurato** è la media di due misurazioni di diametro effettivo della fune prese ad angolo retto una rispetto all'altra;

**Diametro nominale** è il diametro con il quale viene designata una fune.

Il decremento reale uniforme del diametro espresso come percentuale del diametro nominale, si calcola usando l'equazione:

$$\text{Percentuale di decremento} = \frac{d_{ref} - d_m}{d} \times 100(\%)$$

dove

- $d_{ref}$  è il diametro di riferimento  
 $d_m$  è il diametro misurato  
 $d$  è il diametro nominale

**TAVOLA 9 – VALUTAZIONE DEL DECREMENTO UNIFORME DEL DIAMETRO DELLA FUNE**

Tipo di fune	Decremento uniforme del diametro (espresso come percentuale del diametro nominale)	Indice di gravità	
		Descrizione	%
Fune a strato singolo con anima tessile	Minore del 6%	-	0
	6% e più ma minore del 7%	Basso	20
	7% e più ma minore del 8%	Medio	40
	8% e più ma minore del 9%	Alto – Da scartare	60
	9% e più ma minore del 10%	Molto alto – Da scartare	80
	10% e oltre	Da scartare	100
Fune a strato singolo con anima metallica o ad avvolgimento parallelo	Minore del 3,5%	-	0
	3,5% e più ma minore del 4,5%	Basso	20
	4,5% e più ma minore del 5,5%	Medio	40
	5,5% e più ma minore del 6,5%	Alto – Da scartare	60
	6,5% e più ma minore del 7,5%	Molto alto – Da scartare	80
	7,5% e oltre	Da scartare	100
Funi antigirevoli	Minore del 1%	-	0
	1% e più ma minore del 2%	Basso	20
	2% e più ma minore del 3%	Medio	40
	3% e più ma minore del 4%	Alto – Da scartare	60
	4% e più ma minore del 5%	Molto alto – Da scartare	80
	5% e oltre	Da scartare	100

**Calcolo per determinare il decremento uniforme effettivo del diametro espresso come percentuale del diametro nominale della fune**

Esempio

Per una fune 6x36-IWRC diametro 40mm, avente un diametro di riferimento di 41,2mm e misurante all'ispezione 39,5mm, la percentuale di decremento equivale a

$$\text{Percentuale di decremento} = \frac{d_{ref} - d_m}{d} \times 100(\%) = \frac{41,2 - 39,5}{40} \times 100(\%) = 4,25\%$$

Secondo il prospetto riportato, l'indice di gravità per il decremento uniforme del diametro è del 20% a favore dello scarto (basso).

**ATTENZIONE: Si ricorda (Vedasi p.to 6 TAVOLA 8 – Checklist di uso e manutenzione) che in caso di riduzione localizzata del diametro, la fune deve essere sostituita.**

### 2.3.8 Valutazione della fune per l'effetto combinato delle condizioni e dell'indice di gravità

Sebbene le rotture dei fili siano una ragione comune per lo scarto, il deterioramento deriva spesso da una combinazione di fattori. Per esempio, una fune può presentare rotture dei fili e logoramento uniforme dovuti alle ripetute corse su una puleggia, e allo stesso tempo deterioramento da corrosione causato dal lavoro in ambiente marino. In questi casi personale esperto e qualificato deve:

- tener conto delle diverse cause di deterioramento, particolarmente quando si presentano nello stesso punto della fune;
- eseguire una valutazione generale degli "effetti combinati" dei differenti modi di deterioramento;
- decidere se la fune può essere utilizzata in sicurezza, e, se è possibile, stabilire se è necessario che sia soggetta a provvedimenti di modifica delle modalità di ispezione/scarto.

Di seguito viene descritto il procedimento per determinare gli effetti combinati salvo eventuali prescrizioni del costruttore:

- a) ispezionare la fune e registrare il tipo e la quantità di ogni singolo modo di deterioramento per rispettivo tratto, cioè il numero di rotture dei fili, il decremento del diametro e la corrosione in una lunghezza pari a 6d;
- b) per ognuno di questi metodi di deterioramento, valutarne la gravità ed esprimerla come percentuale del relativo criterio di scarto. Nel caso in cui uno qualsiasi dei criteri di scarto risulti soddisfatto, non vi sono dubbi, la fune va sostituita senza ulteriori analisi;
- c) se i singoli criteri di deterioramento sono nel campo di accettabilità, si devono sommare gli indici individuali, punto per punto, nelle rispettive sezioni scelte. Se tale somma è uguale o maggiore del 100% in almeno un punto la fune è da sostituire.

#### Esempio

Fune 6x19S-IWRC sZ di diametro nominale 20mm e operante su un paranco di sollevamento e avvolta su un tamburo a strato singolo. Secondo la TAVOLA 6, il numero di rotture dei fili esterni che segnalano lo sostituzione è 3 in 6d. Pertanto, se viene scoperta 1 rottura di filo in 6d, questo equivale a un indice di gravità di  $1/3 = 33\%$ . Contemporaneamente, la fune presenta un decremento uniforme del diametro rispetto a quello di riferimento pari al 7.5 % che corrisponde in TAVOLA 9 ad un indice di gravità del 40% (medio). Nella fune considerata non vi sono segni di ossidazione e quindi per la quota corrosione l'indice di gravità è 0%. Quindi, se le quantità di deterioramento menzionate nell'esempio si verificano nella stessa porzione di fune, possono essere combinate con un indice di gravità del 73%, (cioè pari alla somma  $33\% + 40\% + 0\%$ ) che essendo inferiore al 100% determina l'impiegabilità della fune, sebbene, essendo molto elevato rende opportuno eseguire controlli più frequenti.

**ATTENZIONE** Qualora risultino perplessità in merito ai controlli fin ora descritti è possibile fare eseguire test di verifica di resistenza presso un E.T. competenti dell'A.D.. In ogni caso i test di verifica di resistenza dei cavi devono esser eseguiti se richiamati da eventuali prescrizioni del Costruttore in merito a specifiche tipologie di impiego e/o sulla base di disposizioni di legge per specifiche tipologie di impiego.

Ai sensi dell'articolo 254 del D.P.R. 15 marzo 2010, n. 90 "Testo unico delle disposizioni regolamentari in materia di ordinamento militare" i controlli e le verifiche per l'idoneità all'impiego dei manufatti in questione, possono essere effettuati, oltre che da tecnici esperti dell'A.D., dagli Organismi accreditati, in caso di indisponibilità dei predetti tecnici esperti o in caso di urgenza o per ragioni operative.

**Le disposizioni di cui sopra non sostituiscono quanto prescritto, in merito all'impiego e alla sostituzione, per le sistemazioni di sicurezza di bordo sotto l'egida delle norme SOLAS.**

### **2.3.9 Controlli periodici e di pre-impiego dei cavi in acciaio**

Come già detto al para 2.3.1 tutte le funi metalliche usate per operazioni di sollevamento, tonnellaggio/ormeggio e rimorchio, impiegate come cavi portanti ovvero come manovre fisse e correnti, devono essere sottoposte ad un'ispezione **trimestrale** a cura del Responsabile della sistemazione (come previsto negli Annessi 1 degli Allegati della NAV-70-0000-0001-14-00B000) e comunque dovranno essere considerate ispezioni aggiuntive in funzione di:

- disposizioni di legge e norme tecniche di settore (ad esempio: SOLAS, D.Lgs 27 gennaio 2010, n. 17, ecc.);
- prescrizioni del costruttore per tipo di impiego e condizioni ambientali particolari in cui il cavo opera.

Fatte salve le prescrizioni del produttore del cavo, o del costruttore dell'impianto, sul quale è installato il cavo, dovranno comunque essere effettuati anche i seguenti controlli prima di ogni impiego da parte del personale esperto e qualificato, soprattutto in funzione di:

- periodo di tempo in cui il cavo è stato impiegato;
- risultati delle verifiche periodiche precedenti.

- Controlli da effettuarsi prima di ogni utilizzo:

- Segnali, pittogrammi, cartelli e targhe	Controllo dell'integrità e della leggibilità
- Ganci di sollevamento	Controllo dell'efficienza dei dispositivi contro lo sganciamento accidentale o di ritenuta del carico in assenza di forza motrice
- Organi di presa (ganci, magneti, pinze, ecc...)	Esame visivo e test funzionale
- Cavi da ormeggio e rimorchio, tiranti	Controllo dell'assenza di deformazioni apprezzabili
- Elementi di fissaggio fune (manicotti, capofissi, morsetti, spine e perni)	Controllo dell'assenza di deformazioni apprezzabili
- Elementi di giunzione (campanelle, capicorda, grilli, perni, funi, bretelle, ecc.)	Controllo dell'assenza di deformazioni apprezzabili

- Controlli da effettuarsi frequentemente, comunque almeno con cadenza mensile:

- Organi di presa (Ganci, golfari, magneti, pinze, ecc...)	Verifica dell'assenza di usura, deformazioni, cricche ed altri difetti superficiali. Controllo dei dispositivi di sicurezza per ritenuta del carico in assenza di forza motrice
- Cavi da ormeggio e rimorchio, tiranti	Controllo dell'usura e dello stato di efficienza
- Elementi di fissaggio fune (manicotti, capofissi, morsetti, spine e perni)	Controllo delle deformazioni, schiacciamenti, usura, tagli, incisioni, corrosioni e della tenuta dei collegamenti
- Tamburi e guidafune	Controllo del grado di usura, dell'efficienza del tamburo, della coppia di serraggio delle viti blocca fune e del grado di lubrificazione dei supporti
- Bozzello - rinvii anti scarrucolamento	Controllo della funzionalità e del grado di usura (in particolare della gola)
- Elementi di giunzione (campanelle, capicorda, grilli, perni, funi, bretelle, ecc.)	Controllo assenza di deformazioni, allungamenti, incisioni, abrasioni, cricche
- Rulli guida cuscinetti e perni	Controllo dell'assenza di rumorosità e del grado di lubrificazione/ingrassaggio
- Pulegge di rinvio e relativi perni	Controllo dell'efficienza, del grado di usura e del grado di lubrificazione

## 2.4 CONNESSIONE TRA CAVI IN ACCIAIO

### 2.4.1 Premessa

Per i cavi in acciaio, a differenza di quanto succede per i cavi in fibra, non è possibile effettuare impiombature tra cavi. Anche se le norme sconsigliano la giunzione di due cavi, là dove si presenti la necessità di unire due cavi è essenziale che siano dello stesso tipo (stesso diametro, stessa formazione, uguale senso di avvolgimento, stesso passo di avvolgimento del cavo e trefolo e stesso carico di rottura). Per creare punti di attacco alle estremità dei cavi generalmente si utilizzano le impalmature delle asole, realizzata sia a mano che meccanicamente a mezzo di manicotti, oppure si provvede all'applicazione di capicorda. Per impalmatura delle asole si intende un nodo o asola, ottenuta facendo passare l'estremità dei trefoli all'interno del corpo principale del cavo, così da creare un anello dove poter collegare il cavo stesso a ganci o mezzi di collegamento.

### 2.4.2 Impalmatura a mano

Di seguito viene illustrato un metodo per effettuare l'impalmatura di brache a fune o di funi con o senza redancia, partendo da una fune in acciaio a sei strati con anima in fibra o di acciaio. L'impalmatura deve essere fatta in senso opposto al senso di avvolgimento del cavo; per funi con anima di acciaio, l'anima deve essere disfatta all'estremità dell'anello dove inizia l'impalmatura e dovrà essere impalmata con i trefoli esterni per tre passaggi. Eventuali fili sporgenti dall'impalmatura devono esser rimossi, fasciati o inseriti nella fune in modo da non essere fonte di pericolo per chi andrà a maneggiare il cavo stesso (vedi FIGURA 67).

- **Metodo di impalmatura:** Nel seguito viene descritto come effettuare impalmature, con o senza redancia. Il metodo descritto prevede l'utilizzazione di una redancia nell'asola di impalmatura, ma il metodo è lo stesso anche quando l'impalmatura è fatta senza redancia.
  1. Le impalmature devono essere effettuate con i passaggi descritti in Tabella 11 di cui tre con tutto l'insieme dei fili dei trefoli e due con la parte dei fili dei trefoli non tagliati. Tutte le impalmature devono essere fatte in senso inverso alla configurazione della fune, e ciò deve essere fatto, ad esclusione della prima serie di passaggi, facendo passare tutti i trefoli svolti.
  2. Se la fune ha un'anima tessile, l'anima deve essere fatta passare completamente con i trefoli svolti nella prima serie di passaggi e quindi tagliata via nel punto in cui emerge dalla fune. Se i trefoli hanno un'anima tessile, questa deve essere lasciata all'interno dei trefoli.
  3. Se la fune ha un'anima metallica, deve essere separata in tre parti, cioè: due trefoli; due trefoli; due trefoli più l'anima. Queste tre parti devono essere inserite in tre gruppi di fili e fatti passare in tre passaggi completi.
  4. Se la fune ha anima metallica, questa deve essere sistemata nel primo passaggio e quindi essere disposta al centro dell'impalmatura per tutta la lunghezza dell'impalmatura.
  5. Tutti i passaggi devono essere saldamente stretti, in linea con l'asse della fune che deve essere impalmata. Per fare passaggi solidi e corti, può essere necessario effettuarli in posizione, usando una caviglia per impiombare o un martello.
- **Preparazione:** La redancia deve essere posizionata nella morsa e la fune sistemata intorno ad essa in modo che la parte principale della fune sia sulla destra e l'estremità della fune sulla sinistra. La redancia deve essere saldamente stretta nella parte superiore e su entrambi i fianchi o assicurata con una ganascia. I trefoli della fune devono essere svolti. Le estremità dei trefoli di funi non preformate devono avere un'accurata legatura. La disposizione della fune e della redancia deve essere come illustrato nella FIGURA 68.
- **Riduzione dei trefoli per la quarta e quinta serie di passaggi:** Dopo la terza serie di passaggi, i capi devono essere ridotti, tagliando via circa il 50% dei fili estratti dall'interno di ciascun trefolo. I fili rimanenti devono essere ritortati per costituire un trefolo, con i fili accorciati all'interno del trefolo. La quarta e quinta serie di passaggi devono essere fatte come descritto al punto 2 o 3 usando i

trefoli con un numero ridotto di fili. Per fare i passaggi stretti e corti può essere necessario effettuarli in posizione, usando una caviglia per impiombare o un martello.

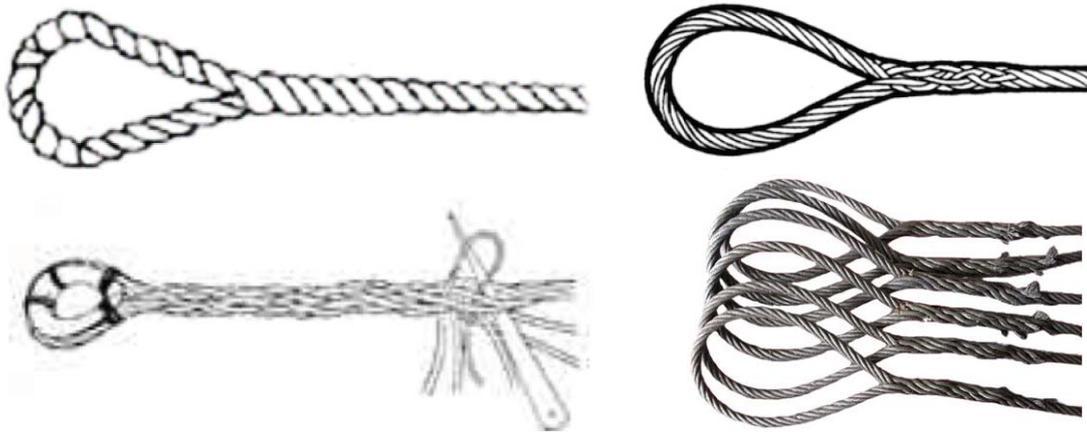


FIGURA 67 – Fune impalmata a mano

TABELLA 9 – Prospetto – Prima seconda e terza serie di passaggi

Prima serie di passaggi			Seconda serie di passaggi			Terza serie di passaggi		
Filo n°	Dentro	Fuori	Filo n°	Dentro	Fuori	Filo n°	Dentro	Fuori
1	B	D	1	E	F	1	A	B
2	B	E	2	F	A	2	B	C
3	B	F	3	A	B	3	C	D
4	B	A	4	B	C	4	D	E
5	C	B	5	C	D	5	E	F
6	D	C	6	D	E	6	F	A

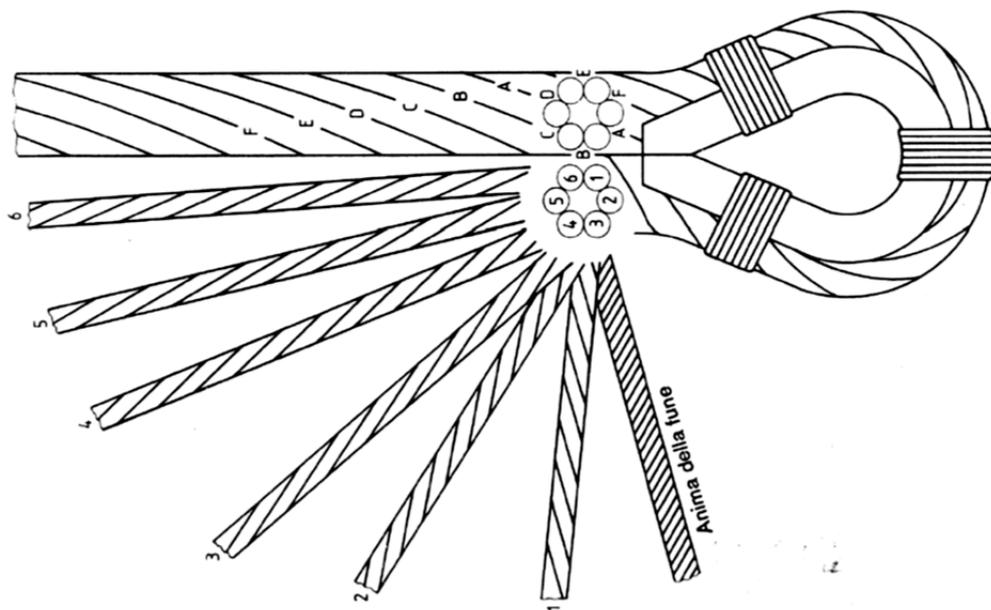


FIGURA 68 – Disposizione della fune e della redancia

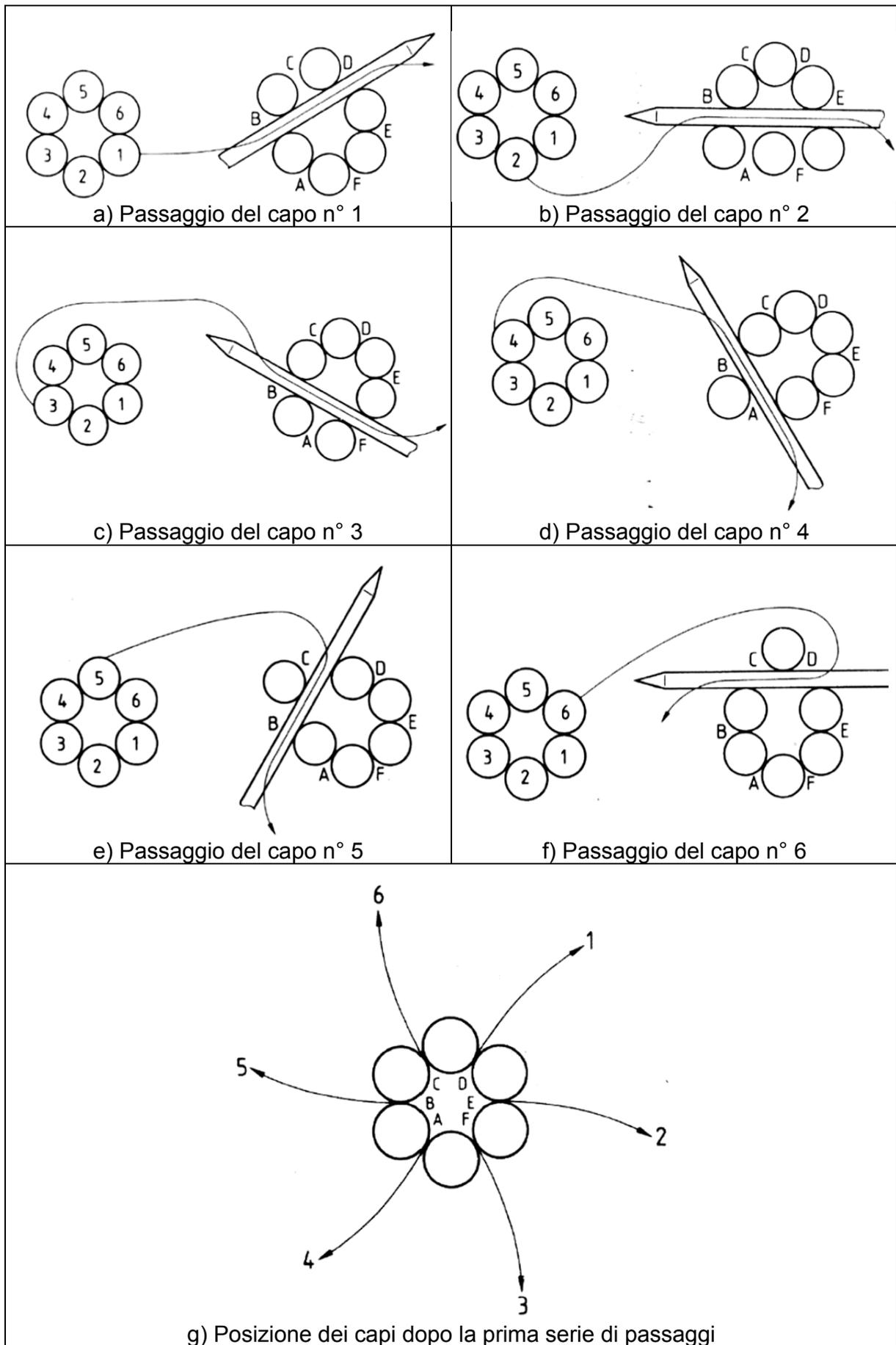


FIGURA 69 – Metodo classico per avviare un'impalmatura a mano

### 2.4.3 Impalmatura meccanica (o con manicotto):

Si ottiene formando un'asola assicurata con un manicotto pressato sulla fune che unisce l'estremità della fune con la fune stessa. Di impalmatura meccanica se ne possono avere di due tipi: fiamminga e con cappio di ritorno.

- *L'impalmatura fiamminga* viene creata dividendo l'estremità della fune in due parti, ognuna delle quali composta da tre o quattro trefoli ciascuna, rivolte in senso opposto alla fune in modo da creare un'asola simmetrica rispetto l'asse della fune. Le estremità dei trefoli sono disposte in modo uniforme intorno al corpo della fune e vengono fissate alla fune stessa tramite un manicotto (vedi FIGURA 70).

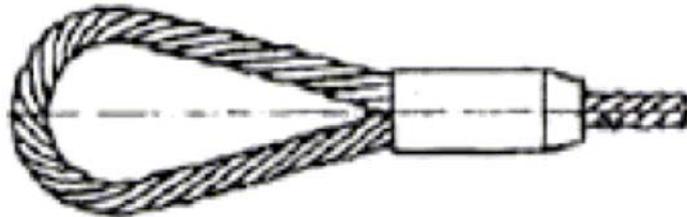


FIGURA 70 – Impalmatura fiamminga

- *L'impalmatura a cappio di ritorno* la si ottiene semplicemente curvando la fune su se stessa e fissando l'estremità della fune sempre con un manicotto. Il manicotto trova una notevole importanza in quanto garantisce l'unione dei trefoli alla fune per creare l'asola e dunque deve avere dei requisiti quali un carico di rottura almeno uguale al 90 % del carico minimo di rottura del cavo (vedi FIGURA 71).

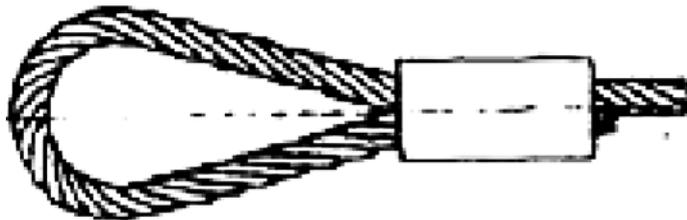


FIGURA 71 – Impalmatura a cappio di ritorno

I requisiti minimi ai quali devono rispondere le estremità con manicotti sulle funi di acciaio, sono fissati dalla Norma UNI 8793. La citata Norma riporta anche le prove per l'accettazione dei sistemi a manicotto ed i documenti che il fabbricante del manicotto deve fornire per ciascun lotto di manicotti.

### 2.4.4 Capicorda

Servono per poter collegare le funi in acciaio a sistemi di tiro o fissaggio della fune stessa. Sono dei cilindri troncoconici alla cui estremità c'è un foro entro il quale un perno passante rende possibile l'aggancio e il fissaggio della fune al capicorda stesso. Il cavo viene messo nell'estremità conica (capocorda) dopo essere stato aperto (in modo da creare un fascio di fili elementari aperti) e sgrassato; infine viene inserito nel capocorda e fissato con metallo fuso o resine (vedi FIGURA 72). I requisiti minimi ai quali devono rispondere i capicorda, sono fissati dalla Norma UNI EN 13411-4.

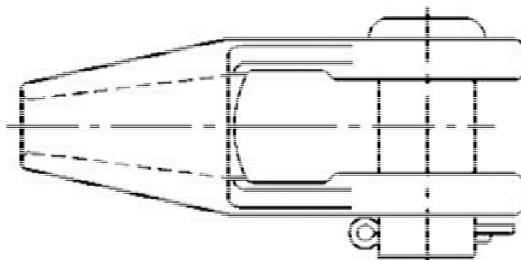


FIGURA 72 – Capicorda

## 2.5 COLLAUDI – MODALITA' DI APPROVVIGIONAMENTO DEI CAVI

### 2.5.1 Collaudo - Certificazione - documenti a corredo del cavo

L'idoneità all'impiego dei cavi metallici è subordinata al rispetto delle prescrizioni del costruttore o alle norme di buona tecnica o al codice di buona prassi e comunque alle disposizioni di legge, che dipendono dall'uso, cioè dalla sistemazione/impianto che impiegano tali cavi (es. gru, ascensori, manovre di forza, etc...). Per quanto sopra le ditte che forniscono i materiali dovranno essere in possesso di adeguata certificazione di qualità ISO 9001 (ultima disponibile) ed ogni prodotto di fornitura dovrà essere munito di Certificato di Conformità e di Certificato di Collaudo (esempio di prospetto in APPENDICE A e B) emessi da un Organismo Certificatore.

In particolare si precisa che il Certificato di Conformità del prodotto in forma scritta come minimo dovrà contenere le seguenti informazioni:

- il nome e l'indirizzo di chi rilascia la Dichiarazione di Conformità;
- identificazione univoca della Dichiarazione di Conformità;
- l'identificazione dell'oggetto della dichiarazione di conformità (per esempio nome, tipo, data di produzione o numero di modello di un prodotto, processo, sistema di gestione, persona o organismo e/o altre informazioni supplementari pertinenti);
- l'attestazione di conformità;
- un elenco completo e chiaro delle norme e/o degli altri requisiti specifici se presenti;
- ogni limitazione circa la validità della Dichiarazione di Conformità;
- firma nome e funzione della persona autorizzata che opera per conto di chi rilascia la Dichiarazione;
- data e luogo del rilascio della dichiarazione di conformità.

La dichiarazione di conformità deve comprendere la documentazione di supporto, che deve contenere, per quanto applicabile, le seguenti informazioni, al fine di dimostrare la conformità ai requisiti dichiarati:

- descrizione dell'oggetto della dichiarazione;
- documentazione di progetto (per esempio descrizioni, diagrammi, disegni, identificazione dell'area di professionalità e competenza, specifiche...);
- risultati di valutazione della conformità, come:
  - descrizione dei metodi utilizzati (per esempio audit, procedure di audit, prove su lotti, riesame del progetto, verifica e validazione, ispezione, piano di campionamento, prove in serie, metodi di prova, prove di tipo) e ragioni della loro scelta,
  - risultati (per esempio rapporto di audit e rapporti di prova),
  - risultati della valutazione comprendenti deviazioni e concessioni;
- identificazione, qualificazione e competenza tecnica pertinenti degli organismi, valutazione di conformità di prima, seconda o terza parte coinvolti, e dettagli del loro stato di accreditamento (per esempio campo di applicazione e nome dell'organismo di accreditamento).

Per dimostrare la conformità ai requisiti dichiarati dovrebbe essere incluso, ove necessario, quanto segue:

- descrizione del sistema di gestione relativo all'oggetto della dichiarazione;
- altre informazioni pertinenti (per esempio analisi dei rischi, procedure e programmi di rivalutazione).

Ogni modifica nella documentazione di supporto descritta, che influenza la validità della dichiarazione di conformità, deve essere documentata.

Alla consegna della fune la stessa dovrà essere corredata dei documenti che ne dimostrino la conformità all'ordine emesso e di una sintetica descrizione delle operazioni di manutenzione e conservazione del cavo.

In dettaglio, oltre al Certificato di Conformità ed al Certificato di collaudo dovrà essere fornito il manuale del Costruttore cioè il documento e/o la raccolta dei documenti che riportano gli elementi di informazione relativi alla manipolazione, all'impiego e all'immagazzinamento ed al taglio della fune.

In particolari casi e, comunque, su espressa richiesta del Committente al momento dell'ordinazione, può richiesto l'attestato di controllo a cura del fornitore dei fili costituenti il cavo.

Qualora la MMI commissioni la fornitura di cavi in acciaio secondo le presenti norme è importante prevedere nelle condizioni contrattuali di fornitura la consegna all'A.D. non solo dei sopraccitati certificati completi di manuali di uso e manutenzione, ma prevedere di accordare con il fabbricante, tutte le facilitazioni per effettuare eventuali prove sul cavo, al fine di accertare che la fune ed i suoi componenti siano conformi alla presente norma e alle norme a cui la stessa si riferisce.

Se il collaudo della fornitura di cui sopra è effettuato da parte di un E.T. della MMI preposto, rimane a quest'ultimo la responsabilità della completezza della prevista documentazione di corredo per l'impiego (compresi i manuali di impiego e manutenzione) e di eventuali targhe e/o fascette e piastrine identificative.

Si ricorda che, ai sensi dell'articolo 254 del D.P.R. 15 marzo 2010, n. 90 "Testo unico delle disposizioni regolamentari in materia di ordinamento militare", i controlli e le verifiche per l'idoneità all'impiego dei manufatti in questione, possono essere effettuati, oltre che da tecnici esperti dell'A.D., dagli Organismi accreditati, in caso di indisponibilità dei predetti tecnici esperti o in caso di urgenza o per ragioni operative.

**Le disposizioni di cui sopra non sostituiscono quanto prescritto, in merito all'impiego e alla sostituzione, per le sistemazioni di sicurezza di bordo sotto l'egida delle norme SOLAS.**

### 2.5.2 Norme per l'acquisizione di un cavo.

In ciascuna ordinazione di fornitura deve essere precisato il tipo di cavo, la sua lunghezza ed il tipo di imballo con il quale deve essere fornito. Ogni lotto deve essere costituito da un gruppo di non oltre 5 bobine o matasse di cavo delle medesime dimensioni e caratteristiche.

Nella richiesta o nell'invito per la fornitura di cavi deve essere sempre fatto esplicito riferimento alle relative norme UNI, precisando oltre alle dimensioni fondamentali:

- il numero della Tabella UNI relativa alla formazione del cavo richiesto;
- la resistenza minima e la classe dei fili (Es. filo per funi EN 10264-2 – 2,5- A 1370 indica un filo per funi per applicazioni generali con diametro nominale di 2,5 mm, rivestimento di zinco classe A, classe di resistenza a trazione 1370 MPa), notificando inoltre che i cavi devono corrispondere alle prescrizioni della M.M.I., nonché a quelle particolari delle Tabelle UNI in esse specificate;
- quantità e lunghezza;
- Diametro nominale;
- classe o costruzione della fune;
- tipo di anima;
- grado della fune;
- senso e tipo di avvolgimento;
- lubrificazione;
- tipo di documenti richiesti;
- carico di rottura minimo richiesto.

Occorre anche specificare nell'ordine, se la lunghezza di cavo richiesta deve essere fornita in un sol pezzo, oppure se possono fornirsi più bobine o matasse, nel qual caso deve precisarsi la lunghezza di ciascuna di esse.

Nel caso in cui l'A.D. acquisisca, direttamente o indirettamente, manufatti/attrezzature da paesi extra UE, è necessario che tali manufatti/attrezzature siano munite della adeguata certificazione secondo le direttive comunitarie ad esse applicabili nonché del manuale d'uso e manutenzione, questi ultimi redatti preferibilmente anche in lingua italiana, o comunque in lingua inglese. Gli obblighi di cui sopra ricadono sul mandatario del costruttore stabilito nel territorio della UE o, in mancanza di questi, sull'importatore.

### 2.5.3 Verifiche alla ricezione dei cavi – Campionamento

Questi controlli vengono effettuati alla ricezione del cavo e consistono nella verifica della rispondenza del Certificato di Conformità e di Collaudo a quanto di ricezione e all'ordine emesso.

La M.M.I. può eseguire, a sua discrezione, una verifica dei manufatti acquisiti attenendosi a quanto

disciplinato nelle presenti norme e per quanto di competenza nella NAV 70-0000-0001-14-00B000 con la determinazione e misura dei requisiti di sicurezza attraverso:

- ispezioni visive del cavo stesso ed in particolare verificando che i fili che compongono la fune rispondano ai Certificati documenti di ispezione relativi al filo, forniti dal costruttore della fune;
- controllo della conformità del materiale, dell'anima accertando che il tipo ed il materiale costituente l'anima sia conforme ai documenti forniti dal costruttore;
- verifica della conformità di eventuali giunte di fili;
- controllo della finitura del filo, dell'estremità e delle dimensioni delle funi (con riferimento alle tolleranze riportate nel paragrafo 2.5.5.11), siano conformi.

La correttezza e l'efficacia di tale verifica e/o del collaudo dipende dal modo in cui viene eseguito il campionamento; tali modalità sono stabilite dalla Norma UNI ISO 3178. Il numero di campioni **n** in funzione dell'effettivo numero di pezzi del lotto **N** deve essere determinato per mezzo del prospetto seguente. Se il numero dei campioni scelto in tal modo è minore del numero delle lunghezze di fabbricazione, il numero di saggi deve corrispondere al numero delle lunghezze di fabbricazione.

**TABELLA 10 – Numero di campioni per le prove al variare dell'effettivo del lotto**

<b>Effettivo del lotto N</b>	<b>Numero di campioni n</b>	Numero di campioni per le prove supplementari
1	1	-
2	2	-
3	3	-
4	3	1
5	3	2
da 6 a 15	3	3
da 16 a 25	4	4
da 26 a 40	5	5
da 41 a 65	7	7
da 66 a 110	10	10
da 111 a 180	15	15
da 181 a 300	20	20

### **2.5.3.1 Prelievo dei campioni dei cavi**

Da ciascun lotto devono essere prelevati due spezzoni campioni di cavo, di cui uno dal capo esterno di una ruota costituente il lotto e l'altro dal capo interno di un'altra bobina o matassa dello stesso lotto.

Il primo campione deve essere sottoposto alla prova di trazione previa preparazione delle teste fuse che possono essere:

- tronco-coniche per i cavi di acciaio normale;
- ad occhiello con redancia, impiombando il cavo mediante manicotti di lega di alluminio sistema TALURIT o equivalente, per i cavi in acciaio inossidabile, in quanto su questi cavi non è possibile applicare le teste fuse di piombo, come per i cavi normali.

Il secondo campione viene utilizzato per le prove sui fili elementari.

### **2.5.3.2 Prelievo dei campioni dei fili**

Le provette di fili da sottoporre a prove vengono ottenute tagliando delle lunghezze di fune, appropriata per le prove, prelevando poi da queste i fili campione. Per funi aventi sei o otto trefoli, il numero di fili da sottoporre a prove, deve essere pari al numero di fili dello stesso diametro nominale che costituiscono il singolo trefolo.

Per esempio, per un cavo avente otto trefoli, ogni trefolo composto da 19 fili a strati paralleli, di cui 9 fili esterni di un certo diametro nominale, 9 intermedi di un altro diametro nominale e un filo centrale dello stesso diametro nominale dei fili esterni, il numero di campioni da sottoporre a prove deve essere di 10 campioni per il diametro dei fili esterni prelevati a caso dagli otto trefoli e altri 9 campioni per i fili di diametro dei fili intermedi prelevati sempre a caso dagli otto trefoli. Per cavi la cui designazione sia diversa di quella sopra esposta si applica il criterio del prospetto di seguito riportato.

**TABELLA 11 – Numero di fili per le prove**

Designazione della fune	Numero di fili per le prove		
	Trefoli esterni	Trefoli intermedi	Trefoli interni
17 x 7	11		6
18 x 7	12		6
34 x 7	17	11	6
36 x 7	18	12	6

Per quanto riguarda i fili comprendenti l'anima principale del cavo in acciaio, non sono soggetti a prove tranne per i cavi a sei o otto trefoli dove si possono prelevare campioni anche dall'anima del cavo.

#### 2.5.4 Modalità di esecuzione delle verifiche - Prove tecnologiche

In relazione al tipo di impiego del manufatto da verificare, e sempre che ciò sia reso possibile dalla configurazione della sistemazione di cui detto manufatto fa parte, possono essere eseguite le prove elencate di seguito.

- **Prove sui fili:** I fili vengono sottoposti alle prove descritte di seguito.

**Controllo dimensionale:** I campioni di fili, prelevati dal cavo, vengono sottoposti al controllo dimensionale controllandone la rispondenza alle tolleranze dimensionali prescritte dalla Norma UNI EN 10264-2.

**Piegamenti alterni a 90°:** Il filo viene piegato alternativamente a 90°, seguendo le modalità riportate nella norma UNI EN 10002-1, verificando che i risultati ottenuti rientrino tra quelli previsti dalla norma UNI EN 10264-2. Tale prova viene effettuata solo su fili il cui diametro è maggiore o uguale a 0,5mm.

**Prova di torsione:** Il filo viene sottoposto a torsione, seguendo le modalità riportate nella norma UNI EN 10002-1, verificando che i risultati ottenuti rientrino tra quelli previsti dalla norma UNI EN 10264-2. Tale prova viene effettuata solo su fili il cui diametro è maggiore o uguale a 0,5mm.

**Prova di resistenza a trazione:** Il filo viene sottoposto a trazione, seguendo le modalità riportate nella norma UNI EN 10002-1, verificando che i risultati ottenuti rientrino tra quelli previsti dalla norma UNI EN 10264-2. Tale prova, per i fili il cui diametro è minore di 0,5mm, viene effettuata anche con il filo annodato.

**Rivestimento protettivo:** Tale prova viene effettuata solo per cavi di acciaio normale, e viene verificata l'aderenza, il peso del rivestimento per unità di superficie e l'uniformità del rivestimento.

- **Prove sui cavi:** I cavi vengono sottoposti alle prove descritte di seguito.

**Controllo dimensionale:** Viene misurata la lunghezza e il diametro nominale della fune senza carico, verificando che le misure rientrino nelle tolleranze previste.

**Resistenza a trazione:** il cavo, viene trazioneato in modo graduale fino a produrne la rottura, verificando che il carico di rottura così misurato sia pari o superiore a quello corrispondente al tipo e diametro del cavo in collaudo, riportate nella Norma UNI EN 12385-4.

**Misura della permeabilità magnetica:** Deve essere misurata con adatto indicatore di permeabilità  $\mu$  e risultare non superiore a 1,05 H/m.

Cavi e/o manufatti che per la loro configurazione nella sistemazione/impiego richiedono prove non distruttive, su valutazione dei Tecnici Esperti dell'A.D. possono essere sottoposti alle seguenti prove:

**Magneto-induttiva:** è un metodo di controllo sia interno che esterno delle funi basato sulla magnetizzazione della fune e la misura del campo magnetico intorno alla fune;

**Raggi X e raggi gamma:** L'esame radiografico permette di rilevare fili rotti internamente alla fune a condizione che la superficie di frattura abbia un andamento perpendicolare rispetto all'asse dei fili.

#### 2.5.4.1 Prove sui fili elementari

Consistono nel controllo dimensionale, in prove meccaniche e, solo per i cavi di acciaio normale, in prove del rivestimento protettivo.

Dopo aver effettuato il prelievo secondo il criterio esposto nel paragrafo precedente, i fili vengono raddrizzati sopra un ceppo di legno duro con un martello di rame e da ciascuno di essi si taglia un tratto lungo 60 cm per la prova di trazione ed uno lungo 30 cm per quella di torsione; la rimanente parte viene sottoposta alla prova di piegamenti alterni.

Per i cavi di acciaio normale, vengono prelevati almeno altri due fili per trefolo, della lunghezza di circa 30cm ciascuno, per le prove sul rivestimento protettivo.

#### 2.5.4.2 Controllo dimensionale dei fili

I campioni di fili, prelevati dal cavo con la procedura sopra indicata, si sottopongono al controllo dimensionale; in particolare deve essere controllata la rispondenza alle tolleranze dimensionali prescritte dalla Norma UNI EN 10264-2.

#### 2.5.4.3 Prove meccaniche sui fili

Saranno effettuate prove di:

- trazione;
- torsione;
- piegamenti alterni a 90°.

Le modalità esecutive sono quelle riportate nella Norma UNI EN 10002-1 ed i valori ottenuti devono rientrare fra quelli previsti dalla Norma UNI EN 10264-2.

Sui fili di diametro minore di 0,50 mm, per i quali non si effettua la prova di trazione e di piegamenti alternati, dovrà essere determinata la resistenza a trazione del filo annodato.

La determinazione deve essere eseguita secondo le modalità indicate nella Norma UNI EN ISO 6892-1, su una provetta costituita da un tratto di filo provvisto di un nodo semplice.

I fili dovranno sopportare, senza rompersi, un carico pari al 50% del loro carico nominale di rottura a trazione.

**NOTA:** per i cavi *merlini* (cavi spiroidali composti da fili elementari, di piccolo diametro, usati in genere per legature) non sono richieste prove meccaniche sui fili elementari.

#### 2.5.4.4 Prove sul rivestimento protettivo (solo per cavi in acciaio normale)

Devono essere effettuate prove di:

- aderenza;
- determinazione del peso del rivestimento per unità di superficie;
- uniformità del rivestimento.

Le modalità esecutive sono quelle descritte nelle Norme UNI EN 10244-1 e UNI EN 10264-2; i risultati devono corrispondere a quelli indicati nelle stesse Norme.

#### 2.5.4.5 Fallimento e Ripetizione delle prove

Fallendo una qualsiasi delle prove da 2.5.5.4 a 2.5.5.7, la prova deve essere ripetuta sopra un uguale numero di fili scelti con lo stesso metodo. Fallendo una qualsiasi di queste seconde prove, il lotto del cavo deve essere rifiutato.

#### 2.5.4.6 Resoconto delle prove sui fili

Il resoconto delle prove deve essere inserito tra i documenti di controllo dei fili ed esibito su richiesta del committente. Deve contenere le seguenti indicazioni:

- a) i valori iniziali misurati prima delle prove;
- b) i singoli risultati delle prove ed i valori della forza di trazione misurata per ogni provetta;
- c) le condizioni particolari di prova (ambientamento delle provette, tipo di dinamometro utilizzato, modalità per la determinazione dell'allungamento, ecc.);
- d) gli elementi di dettaglio, non previsti dal metodo standard e qualsiasi causa accidentale che può aver influito sui risultati.

#### 2.5.4.7 Prove sui cavi

I cavi devono risultare per tutta la loro lunghezza esenti da difetti che possono menomarne l'efficienza, quali alterazioni dell'avvolgimento, deterioramento, danneggiamenti e per i cavi in acciaio normale ossidazione e corrosione.

#### 2.5.4.8 Controllo dimensionale

Il controllo dimensionale deve essere fatto misurando la lunghezza ed il diametro nominale della fune senza tensione. In particolare la lunghezza nominale della fune deve rispondere alle seguenti tolleranze:

- a) Fino a 400 metri compresi, una tolleranza da 0 % a + 5 %;
- b) Oltre i 400 m e fino a 1000 m compresi, una tolleranza da 0 a + 20 m;
- c) Oltre i 1000 m, una tolleranza da 0 % a + 2 %.

Per quanto riguarda il diametro nominale, la misura deve essere effettuata, in base a quanto riportato dalle Norme UNI EN 12385-1, su una porzione dritta della fune senza tensione, o al massimo del 5 % del carico minimo di rottura, in due posizioni, ad una distanza tra loro di un metro. Per ogni posizione devono essere effettuate due misurazioni perpendicolarmente all'asse longitudinale della fune rilevando il diametro circolare circoscritto, facendo in modo che lo strumento di misura copra almeno due trefoli. La media delle quattro misurazioni deve rientrare nelle tolleranze riportate nel seguente prospetto.

**TABELLA 12 – Tolleranze sul diametro nominale della fune**

Diametro nominale della fune (mm)	Tolleranza del diametro nominale della fune (%)	
	Funi con anima in fibra	Funi con anima in metallo
$d < 8$	da -1% a + 7%	da -1% a + 5%
$d \geq 8$	da -1% a + 6%	da -1% a + 4%

#### 2.5.4.9 Resistenza alla trazione

Lo spezzone di cavo, coi terminali opportunamente preparati per assicurarne la presa alle testate della macchina di trazione, deve essere traziato in modo graduale e continuo fino a produrne la rottura.

Le modalità di esecuzione della prova di trazione, sono stabilite nella Norma UNI EN 12385-1.

Il carico di rottura deve risultare uguale o superiore a quello indicato nella Tavola corrispondente al tipo e diametro del cavo in collaudo, riportate nella Norma UNI EN 12385-4.

Fino al carico di rottura minimo prescritto non deve prodursi la rottura di nessun filo fuori degli attacchi.

Qualora la rottura del cavo si producesse in prossimità degli attacchi, ad un carico inferiore a quello minimo prescritto, la prova non deve essere considerata regolare e deve essere ripetuta.

#### 2.5.4.10 Misura della permeabilità magnetica relativa all'aria (cavi in acciaio inossidabile)

Deve essere misurata con adatto indicatore di permeabilità  $\mu$  e risultare non superiore a 1,05 H/m = Henry su metro.

**2.5.4.11 Prova magneto induttiva**

È un metodo di controllo sia interno che esterno delle funi. Il metodo si basa sul principio di magnetizzazione della fune, grazie all'impiego di campi magnetici continui o alternati a cui fanno riscontro, in corrispondenza di discontinuità o variazioni delle caratteristiche magnetiche della fune, distorsioni del campo e del flusso di intensità sufficiente per essere rilevate. Quando il difetto è causato dalla singola rottura di uno dei fili appartenenti alla fune, il segnale rilevato è caratterizzato da un picco del segnale del display. L'ampiezza del segnale è in funzione della distanza presente tra i due estremi della rottura. Maggiore è la distanza, più l'ampiezza del segnale sarà accentuata.

**2.5.4.12 Prova raggi X e raggi gamma**

È un tipo di controllo adatto all'analisi di tutte quelle zone in cui l'esame magneto-induttivo, per il suo principio di funzionamento, non è in grado di rilevare l'entità del danno o dove, per la geometria degli elementi, il detector non può essere fatto scorrere sulla fune. L'esame radiografico permette di rilevare fili rotti internamente alla fune a condizione che la superficie di frattura abbia un andamento perpendicolare rispetto all'asse dei fili. I raggi gamma sono emessi da materiali radioattivi, quindi non necessitano di elettricità per essere emessi ma sono più difficilmente modulabili rispetto ai raggi X.

## ANNESSE G – DEFINIZIONE DELLA CLASSE DEL MECCANISMO PER LA DETERMINAZIONE DEL MASSIMO NUMERO DI FILI ROTTI

Come richiamato al para 2.3.4, di seguito viene descritto l'approfondimento del procedimento per la verifica dell'impiegabilità di un cavo in acciaio in presenza di fili rotti, in conformità alla UNI ISO 4309.

La TAVOLA 6 al para 2.3.4 mostra il numero di rotture visibili dei fili, raggiunte o superate, presenti in funi ad avvolgimento crociato e parallelo, che richiedono lo scarto della fune. La tavola si riferisce a classi di fune o meccanismo da M1 a M4 o classe sconosciuta presenti in ambito MMI. Per funi la cui classificazione è tra M5 e M8 possono essere applicati valori doppi rispetto quelli elencati nella tavola citata.

Nel presente annesso si vuole quindi determinare il massimo numero di fili rotti determinando le sollecitazioni a cui sono sottoposte le funi, ovvero la classe del meccanismo e successivamente, per i cavi, il massimo numero di fili rotti.

Il procedimento, dettagliato nelle pagine successive, prevede le fasi di seguito riportate:

- determinare le caratteristiche della fune (numero di fili, trefoli, tipo di avvolgimento);
- definire le condizioni di impiego (ore di funzionamento totali della fune);
- definire la distribuzione temporale del carico, ovvero dividere la totalità dei diversi carichi sollevati in classi, e per, ogni classe, le ore di funzionamento presunte con quel carico;
- calcolare il fattore di spettro di carico, come diffusamente esposto in seguito;
- determinare la classificazione del meccanismo;
- determinare il numero massimo di fili rotti per le due lunghezze considerate (6 e 30 volte il diametro).

Di seguito viene dettagliato quanto sopra brevemente accennato.

Le **caratteristiche del cavo (fune)** devono essere reperite facendo riferimento al certificato di conformità/collaudo e/o libretto d'identificazione del cavo e controllando visivamente che tali caratteristiche corrispondano. I dati essenziali sono: il numero di fili; la sua formazione; il tipo di avvolgimento (crociato o parallelo).

Le **condizioni di impiego** dipendono dalle ore di lavoro della fune, o del meccanismo a cui appartiene la fune e sono divise in 9 possibili classi, indicate con:  $T_0, T_1, \dots, T_9$ . Le condizioni di impiego sono identificate dal numero presunto di ore di funzionamento (uso irregolare  $T_0$  ÷ uso intensivo  $T_9$ ) del cavo, o del meccanismo a cui il cavo appartiene. Si dovrà valutare un certo periodo di impiego del cavo tenendo conto della relativa obsolescenza utilizzando la TABELLA 13.

**TABELLA 13 – Condizioni di impiego dei meccanismi**

Condizioni di impiego	Durata totale d'uso [ore]	Osservazioni
$T_0$	200	Uso irregolare
$T_1$	400	
$T_2$	800	
$T_3$	1 600	
$T_4$	3 200	Uso regolare leggero
$T_5$	6 300	Uso regolare intermittente
$T_6$	12 500	Uso irregolare intenso
$T_7$	25 000	Uso intensivo
$T_8$	50 000	
$T_9$	100 000	

La durata totale di uso della seconda colonna sono da considerarsi solo come valori teorici convenzionali, dettati dalla UNI ISO 4301, e non possono essere considerati come garanzia.

La **distribuzione temporale del carico** può essere determinata considerando i diversi carichi a cui il cavo/meccanismo è sottoposto, e dividendoli in classi, ad esempio: P1=carichi tra 0 e il 10% della portata massima; P2= carichi tra il 10% e il 20% della portata massima; ... .Tale divisione può e deve essere adattata al particolare cavo/meccanismo in esame. Successivamente, per ogni classe di carico P1, P2 ... si stimano le ore di funzionamento che si indicheranno con t<sub>1</sub>, t<sub>2</sub>, ... . Per tale calcolo non è necessario tener conto di come i diversi carichi si susseguono nella vita del cavo/meccanismo. Nel seguito, per i carichi P1, P2, ... si considera il valore massimo del range (Es. Portata massima=80kN, P2= classe 10-20% della portata massima (8-16kN), nel seguito, ai fini del calcolo del fattore di spettro, si considera P2= 16kN.

Il **fattore di spettro di carico** è il fattore che tiene conto della diversa, ipotetica composizione dei carichi di lavoro durante l'utilizzo di un cavo.

Il fattore di spettro del carico nominale viene determinato, conoscendo o ipotizzando il regime di carico a cui verrà sottoposto il cavo/meccanismo a cui il cavo appartiene e utilizzando poi la seguente equazione:

$$K_m = \sum \left[ \frac{t_i}{t_T} \left( \frac{P_i}{P_{max}} \right)^3 \right] = \frac{t_1}{t_T} \left( \frac{P_1}{P_{max}} \right)^3 + \frac{t_2}{t_T} \left( \frac{P_2}{P_{max}} \right)^3 + \frac{t_3}{t_T} \left( \frac{P_3}{P_{max}} \right)^3 + \dots + \frac{t_n}{t_T} \left( \frac{P_n}{P_{max}} \right)^3 \quad (\text{Eq. 11})$$

Dove:

- t<sub>i</sub> rappresenta la durata media in ore di lavoro di uso del cavo o del meccanismo a cui il cavo appartiene al livello di carico di lavoro considerato;
- t<sub>T</sub> rappresenta la durata totale delle ore di lavoro;
- P<sub>i</sub> rappresenta la grandezza del carico singolo (livello di carico) caratteristica del servizio del meccanismo;
- P<sub>max</sub> è la grandezza di carico massima del meccanismo.

ESEMPIO: Si consideri un meccanismo la cui durata totale presunta delle ore di lavoro (t<sub>T</sub>) sia di 12000 ore e il carico massimo sia di 80kN (P<sub>max</sub>). Si supponga che venga utilizzato 2000 ore (t<sub>1</sub>) per sollevare 60kN (P<sub>1</sub>), 4000 ore (t<sub>2</sub>) per sollevare 40 kN (P<sub>2</sub>) e le rimanenti 6000 ore (t<sub>3</sub>) per sollevare 20kN (P<sub>3</sub>). Il fattore di spettro è pari a:

$$K_m = \frac{2000}{12000} \left( \frac{60}{80} \right)^3 + \frac{4000}{12000} \left( \frac{40}{80} \right)^3 + \frac{6000}{12000} \left( \frac{20}{80} \right)^3 \cong 0,12 \quad (\text{Eq. 12})$$

La TAVOLA 10 permette di calcolare il fattore di spettro; per renderla maggiormente esplicativa è stata parzialmente compilata, in corsivo, facendo riferimento all'esempio precedentemente riportato.

**TAVOLA 10 – PROSPETTO PER IL CALCOLO DEL FATTORE DI SPETTRO**

Carico massimo (P <sub>max</sub> ) [kN]	80			Totale ore di lavoro (t <sub>T</sub> ) [h]	12 000		
Classe di carico 1 (P <sub>1</sub> ) [kN]	60	<i>P<sub>1</sub>/P<sub>max</sub></i> <i>60/80=0,75</i>	<i>(P<sub>1</sub>/P<sub>max</sub>)<sup>3</sup></i> <i>(0,75)<sup>3</sup>=0,4219</i>	Ore di lavoro al carico 1 (t <sub>1</sub> ) [h]	2 000	<i>(t<sub>1</sub>/t<sub>T</sub>)</i> <i>2000/12000=0,1667</i>	<i>(t<sub>1</sub>/t<sub>T</sub>)(P<sub>1</sub>/P<sub>max</sub>)<sup>3</sup></i> <i>0,1667·0,4219=0,0703</i>
Classe di carico 2 (P <sub>2</sub> ) [kN]	40	<i>P<sub>2</sub>/P<sub>max</sub></i> <i>40/80=0,50</i>	<i>(P<sub>2</sub>/P<sub>max</sub>)<sup>3</sup></i> <i>(0,50)<sup>3</sup>=0,125</i>	Ore di lavoro al carico 2 (t <sub>2</sub> ) [h]	4 000	<i>(t<sub>2</sub>/t<sub>T</sub>)</i> <i>4000/12000=0,3333</i>	<i>(t<sub>2</sub>/t<sub>T</sub>)(P<sub>2</sub>/P<sub>max</sub>)<sup>3</sup></i> <i>0,3333·0,125=0,0417</i>
Classe di carico 3 (P <sub>3</sub> ) [kN]	20	<i>P<sub>3</sub>/P<sub>max</sub></i> <i>20/80=0,25</i>	<i>(P<sub>3</sub>/P<sub>max</sub>)<sup>3</sup></i> <i>(0,25)<sup>3</sup>=0,0156</i>	Ore di lavoro al carico 3 (t <sub>3</sub> ) [h]	6 000	<i>(t<sub>3</sub>/t<sub>T</sub>)</i> <i>6000/12000=0,5000</i>	<i>(t<sub>3</sub>/t<sub>T</sub>)(P<sub>3</sub>/P<sub>max</sub>)<sup>3</sup></i> <i>0,5000·0,0156=0,0078</i>
Classe di carico 4 (P <sub>4</sub> ) [kN]	0	<i>P<sub>4</sub>/P<sub>max</sub></i> <i>0</i>	<i>(P<sub>4</sub>/P<sub>max</sub>)<sup>3</sup></i> <i>0</i>	Ore di lavoro al carico 4 (t <sub>4</sub> ) [h]	0	<i>(t<sub>4</sub>/t<sub>T</sub>)</i> <i>0</i>	<i>(t<sub>4</sub>/t<sub>T</sub>)(P<sub>4</sub>/P<sub>max</sub>)<sup>3</sup></i> <i>0</i>
Classe di carico 5 (P <sub>5</sub> ) [kN]	0	<i>P<sub>5</sub>/P<sub>max</sub></i> <i>0</i>	<i>(P<sub>5</sub>/P<sub>max</sub>)<sup>3</sup></i> <i>0</i>	Ore di lavoro al carico 5 (t <sub>5</sub> ) [h]	0	<i>(t<sub>5</sub>/t<sub>T</sub>)</i> <i>0</i>	<i>(t<sub>5</sub>/t<sub>T</sub>)(P<sub>5</sub>/P<sub>max</sub>)<sup>3</sup></i> <i>0</i>
<b>TOTALE</b>							<i>0,0703+0,0417+0,0078</i> <b>= 0,1198</b>

Dall'equazione 12 si può quindi comprendere come il regime di carico specifica in quale misura il cavo ed il meccanismo a cui il cavo appartiene è impiegato, cioè se soggetto al carico massimo di lavoro previsto o solamente ad un carico ridotto. Per gli impianti di sollevamento si considerano quattro differenti regimi di carico nominale, come mostra il prospetto di seguito riportato.

Regime di carico	Fattore di spettro del carico nominale $K_m$	Osservazioni
L1 (leggero)	0,125	Meccanismo soggetto raramente al massimo carico e solitamente lavora a basso carico.
L2 (moderato)	0,25	Meccanismo soggetto di frequente al massimo carico, ma solitamente a carico moderato.
L3 (pesante)	0,50	Meccanismo soggetto frequentemente al massimo carico e normalmente a carichi pesanti.
L4 (molto pesante)	1,00	Meccanismi soggetti regolarmente al massimo carico

La FIGURA 73 che segue, mostra, nella prima colonna, 4 casi di possibili distribuzioni del carico in funzione del tempo di impiego, mentre nella colonna di destra mostra, la corrispondente distribuzione del rapporto, al cubo, tra il carico e il carico massimo in funzione del tempo di impiego, per la rappresentazione del fattore di spettro. Il fattore di spettro  $K_m$ , con riferimento ai grafici nella seconda colonna, è rappresentato graficamente dalla percentuale di copertura del rettangolo delimitato dagli assi e dalla linea orizzontale per il 100% del carico e dalla linea verticale con il 100% del tempo.

La **classe del meccanismo**  $M_1, M_2, \dots, M_8$  può essere determinata mediante la TABELLA 14 di seguito riportata. Si tenga presente che nella determinazione della classe, il fattore "condizioni di impiego" è riferito sia al numero presunto di ore di funzionamento (uso irregolare  $T_0$  ÷ uso intensivo  $T_9$ ) che ai cicli sempre con unità di misura in ore (UNI ISO 4301).

**TABELLA 14 – Classificazione dei meccanismi**

Regime di carico	Fattore di spettro del carico nominale $K_m$	Condizioni di impiego dei meccanismi									
		$T_0$ (200 ore)	$T_1$ (400 ore)	$T_2$ (800 ore)	$T_3$ (1600 ore)	$T_4$ (3200 ore)	$T_5$ (6300 ore)	$T_6$ (12500 ore)	$T_7$ (25000 ore)	$T_8$ (50000 ore)	$T_9$ (100000 ore)
L1 (leggero)	0,125			M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
L2 (moderato)	0,25		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	
L3 (pesante)	0,50	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8		
L4 (molto pesante)	1,00	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8			

La **determinazione del numero massimo dei fili rotti**, sia per tratti di fune lunghi 6 volte il diametro che 30 volte il diametro, può essere compiuta, con le grandezze precedentemente calcolate, utilizzando la TAVOLA 6 al para 2.3.4 e ricordando che la tavola si riferisce a classi di fune o meccanismo da M1 a M4 o classe sconosciuta presenti in ambito MMI. Per funi la cui classificazione è tra M5 e M8 possono essere applicati valori doppi rispetto quelli elencati nella tavola citata.

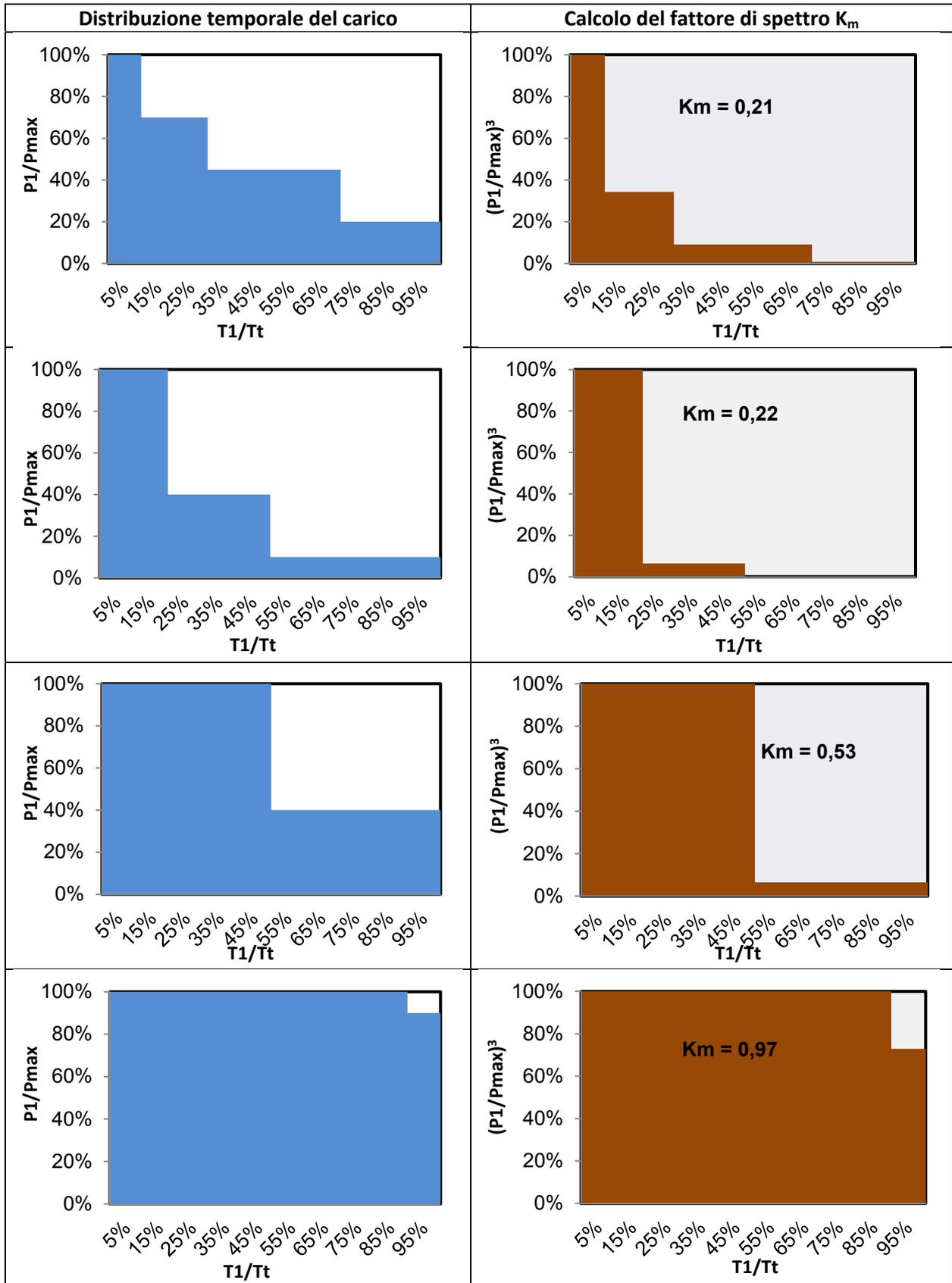


FIGURA 73 – Distribuzione temporale del carico e fattore di spettro

## APPENDICE A

## ESEMPIO DI CERTIFICATO DI CONFORMITÀ

Certificato di prova n° _____
Ordinazione n° _____
Bobina n° _____
Cliente Nome _____
Indirizzo _____
Fornitore della fune Nome _____
Indirizzo _____
Fabbricante della fune Nome _____
Indirizzo _____
Norma e/o regola applicata _____
Caratteristiche: Lunghezza nominale della fune _____ m Diametro nominale della fune _____ mm Massa approssimativa _____ kg Massa nominale _____ kg/m Composizione: Classe o costruzione della fune _____ Numero di trefoli _____ Numero di fili per trefolo _____ Avvolgimento: Tipo _____ Senso _____ Classe di resistenza dei fili _____ N/mm <sup>2</sup> Finitura del filo _____ Tipo di anima _____ Lubrificazione _____ SI/NO Carico di rottura massimo calcolato della fune _____ kN Carico minimo di rottura garantito, della fune _____ kN Il carico minimo di rottura del cavo è stato determinato mediante prova _____ SI/NO Norma/e _____ [se essa/e si applica/no]
Informazioni complementari _____ _____

## APPENDICE B

## ESEMPIO DI ATTESTATO DI CONTROLLO

Fabbricante.....							
Documento n° .....Luogo, data .....							
Riferimento fornitura.....							
Norma e/o regola applicata .....							
Acquirente.....							
Numero dell'ordinazione.....							
Diametro nominale del cavo .....mm							
Diametro reale del cavo.....mm							
Lunghezza del cavo.....m							
Composizione.....							
Tipo di avvolgimento.....							
Senso di avvolgimento.....							
Forza di rottura del cavo misurata.....kN							
Massa nominale del cavo .....kg/m							
Bobina/rotolo n°.....							
Classe di resistenza del filo.....N/mm <sup>2</sup>							
Protezione superficiale del filo.....							
Altri elementi significativi non specificati.....							
.....							
Numero di fili	Diametro nominale del filo (mm) 1)	Diametro misurato del filo (mm)	Forza di rottura (kN) 2)	Resistenza alla trazione (N/mm <sup>2</sup> )	N° di piegamenti 3)	N° di torsioni 4)	
<b>MATERIALE CAVO</b>							
C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu
NOTE:							
1) Specificato dal fabbricante.							
2) Prova di trazione conforme alla norma UNI EN 12385-1							
3) Prova di piegamento alternato in conformità alla norma UNI EN ISO 6892-1							
4) Prova di torsione in conformità alla norma UNI EN ISO 6892-1.							

Si certifica che la fune suddetta è conforme alle norme competenti le funi in acciaio.

Luogo....., data.....

Timbro e firma.....

## PARTE TERZA - DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI CAVI DI ORMEGGIO E RIMORCHIO

### 3.1 Premessa

In ambito internazionale, le caratteristiche delle attrezzature dell'armamento marinaro delle navi mercantili seguono le prescrizioni dei Registri Navali emanate sulla base della Circolare IMO - MSC\1175 (International Maritime Organization - Maritime Safety Committee \ n. 1175). Tali caratteristiche, qualora non specificato diversamente in notazioni di classe addizionali, dipendono dal Modulo di Armamento, parametro quindi essenziale per il dimensionamento dei macchinari e delle attrezzature finalizzate all'ormeggio ed al rimorchio di una nave. Tali prescrizioni sono però riferite all'ancoraggio temporaneo della nave in acque portuali o limitrofe, o in un'area riparata, al massimo si riferiscono a zone in rada per attesa di un ormeggio e non si applicano a ormeggi temporanei in zone costiere esposte con tempo burrascoso oppure per fermare una nave in movimento o alla deriva.

In considerazione della diversa tipologia di operazioni, sia in termini di ancoraggio temporaneo che di operazioni legate al rimorchio, la scelta delle caratteristiche dei cavi di ormeggio, tonneggio e rimorchio delle UU.NN. della M.M.I. il cui dislocamento è compreso fra i valori (estremi inclusi) di 400 e 30.000 tonnellate, è effettuata sulla base di specifici criteri di dimensionamento descritti al para 3.4.1.

Per i cavi di ormeggio, tonneggio e rimorchio delle UU.NN. il cui dislocamento è inferiore alle 400 tonnellate (esempio i Rimorchiatori di Porto ad uso locale) o per le UU.NN. il cui dislocamento è superiore alle 30.000 tonnellate, devono essere seguiti i criteri prescritti dai Registri Navali.

I cavi di rimorchio e di ormeggio possono essere in acciaio o in fibra vegetale o sintetica. Sebbene il principale parametro di dimensionamento del cavo, ovvero il Carico di rottura, sia univocamente definito, un altro parametro, l'elongazione percentuale a rottura, influenza fortemente il comportamento dinamico del cavo; i cavi in acciaio e in fibra naturale mostrano una bassa elongazione a rottura mentre i cavi in fibra sintetica mostrano spesso un'elongazione maggiore. Pertanto, i Registri Navali, prescrivono un coefficiente di equivalenza per determinare il carico di rottura prescritto per un cavo in fibra sintetica, noto il carico di rottura prescritto per un cavo in acciaio o in fibra naturale.

### 3.2 Equivalenza dei carichi di rottura delle fibre sintetiche con fibre naturali o acciaio

Come accennato, i cavi di rimorchio e di ormeggio possono essere in diversi materiali, che mostrano caratteristiche diverse, in particolare l'allungamento a rottura dei cavi in fibra sintetica è assai superiore ai cavi di acciaio e ai cavi in fibra naturale. È doveroso sottolineare che i carichi di rottura specificati nelle tabelle dei Regolamenti dei Registri Navali che a loro volta sono emanati sulla base della circolare IMO - MSC\1175, salvo specifica prescrizione sono riferiti ai cavi in acciaio e in fibra naturale.

Per tener conto del maggior allungamento dei cavi in fibra sintetica i Registri Navali ne dispongono il sovradimensionamento, ovvero regolano, con idonee formule, l'equivalenza tra i carichi di rottura dei cavi in fibra sintetica e dei cavi in fibra naturale o metallici. Ad esempio, nel Regolamento RINA 2015 l'equivalenza è ottenuta con la formula mostrata di seguito, dove sono state adottate le notazioni utilizzate nella presente norma.

$$CR_{FS} = 7,4 * \delta * CR_{FN}^{8/9} \quad (\text{Eq. 13})$$

Con:

$CR_{FS}$  Resistenza a rottura dei cavi in fibra sintetica [kN]

$CR_{FN}$  Resistenza a rottura dei cavi in fibra naturale [kN]

$\delta$  Allungamento percentuale a rottura del cavo in fibra sintetica, da assumere non minore del 30%, in ambito cantieristico, per le UU.NN. non si scende sotto al valore di 40%.

La formula di passaggio dal carico di rottura del cavo in acciaio o fibra naturale al carico di rottura del cavo in sintetico è in uso da molti anni ed abbondantemente sperimentata in ambito mercantile. Essa è

strutturata in modo da avere delle differenze tra i due carichi, decrescenti al crescere del carico tabellare (si passa da un incremento del 40-50% per bassi EN ad un incremento del 10% per EN elevati). Ciò allo scopo di evitare di avere cavi sintetici troppo elastici e un allungamento percentuale del cavo che non può essere inferiore a 30%.

La FIGURA 74 mostra, al variare del carico di rottura dei cavi in fibra naturale ( $CR_{FN}$ ), il carico di rottura dei cavi in fibra sintetica ( $CR_{FS}$ ), con le linee nere riferite all'asse di sinistra, e il loro rapporto, con le linee grigie, riferite all'asse di destra. Le diverse linee rappresentano i diversi valori dell'allungamento percentuale a rottura del cavo in fibra sintetica, per percentuali che vanno dal 30% (valore minimo assumibile) al 70%.

Il grafico mostra come il carico di rottura dei cavi in fibra sintetica sia quasi sempre maggiore rispetto al carico di rottura dei cavi in fibra naturale; il rapporto tra i due carichi di rottura ( $CR_{FS}/CR_{FN}$ ) diminuisce all'aumentare del carico di rottura, considerevolmente per bassi valori del carico di rottura e limitatamente per alti valori, e aumenta all'aumentare dell'allungamento percentuale a rottura del cavo in fibra sintetica.

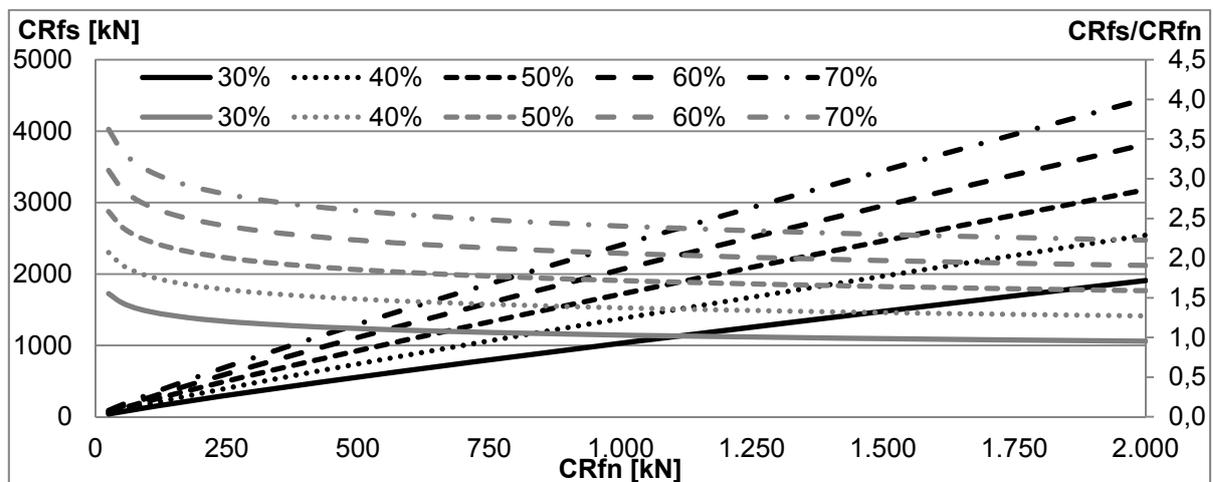


FIGURA 74 – Grafico carico rottura

### 3.3 Definizioni di Modulo di Armamento (Equipment Number (EN))

Come anticipato al para 3.1 della premessa, sulla base del modulo di armamento sono definiti i parametri essenziali per la scelta dell'ancora (peso), della catena (calibro e lunghezza), dei cavi per l'ormeggio il tonneggio ed il rimorchio (dotazioni, lunghezze e carichi di rottura) e le relative dotazioni delle navi mercantili e delle UU.NN. della MMI con dislocamento inferiore a 400 o superiore a 30.000 tonnellate.

Il Modulo di Armamento viene ottenuto dalla seguente formula:

$$EN = \Delta^{2/3} + 2HB + 0,1A \quad (\text{Eq. 14})$$

Con:

- Δ Dislocamento fuori ossatura, in tonnellate, al galleggiamento estivo a pieno carico
- B Larghezza fuori ossatura in metri
- H Altezza efficace, in metri, misurata tra il galleggiamento estivo di pieno carico e il cielo della più alta sovrastruttura o tuga, ottenuta dalla seguente formula:  $H = a + \sum h_n$ . Nel calcolo di H, devono essere trascurate insellature e differenze di immersione. In particolare:
  - a Distanza al mezzo nave, in metri, dal galleggiamento estivo di pieno carico al ponte di coperta
  - $h_n$  Altezza, in metri, sul piano di simmetria di ciascun ordine "n" di sovrastrutture o tughe aventi larghezza maggiore di B/4. Se una tuga avente larghezza maggiore di B/4 è sovrapposta ad altra tuga avente larghezza uguale o minore di B/4, deve essere considerata la tuga sovrapposta e trascurata la tuga sottostante
- A Area, in metri quadri ( $m^2$ ), della superficie proiettata sul piano longitudinale delle parti dello scafo, delle sovrastrutture e delle tughe al di sopra della linea di galleggiamento estivo di pieno carico, comprese entro la lunghezza  $L_E$  e aventi larghezza maggiore di B/4. In particolare viene definita con  $L_E$  la lunghezza di armamento della nave, in metri (essa non deve essere assunta minore del 96% né superiore al 97% della larghezza totale al galleggiamento estivo di pieno carico).

Per navi aventi sovrastrutture con paratie frontali inclinate verso poppa, il modulo di armamento deve essere ottenuto dalla seguente formula:

$$EN = \Delta^{2/3} + 2(aB + \sum b_N h_N \sin \theta_N) + 0,1A \quad (\text{Eq. 15})$$

Con:

- $\Delta$  Dislocamento fuori ossatura, in tonnellate, al galleggiamento estivo a pieno carico
- a Distanza al mezzo nave, in metri, dal galleggiamento estivo di pieno carico al ponte di coperta
- B Larghezza fuori ossatura
- $b_N$  Larghezza massima, in metri, di ciascun ordine "n" di sovrastrutture o tughe aventi larghezza maggiore di B/4
- $h_N$  Altezza, in metri, sul piano di simmetria di ciascun ordine "N" di sovrastrutture o tughe aventi larghezza maggiore di B/4. Se una tuga avente larghezza maggiore di B/4 è sovrapposta ad altra tuga avente larghezza uguale o minore di B/4, deve essere considerata la tuga sovrapposta e trascurata la tuga sottostante
- $\theta_N$  Angolo di inclinazione verso poppa di ciascuna paratia frontale
- A Area, in metri quadrati, della superficie proiettata sul piano longitudinale delle parti dello scafo, delle sovrastrutture e delle tughe al di sopra della linea di galleggiamento estivo di pieno carico, comprese entro la lunghezza  $L_E$  e aventi larghezza maggiore di B/4. Dove  $L_E$  è la lunghezza di armamento della nave, in metri (essa non deve essere assunta minore del 96% né superiore al 97% della larghezza totale al galleggiamento estivo di pieno carico).

NOTE: Schermi o parapetti di altezza uguale o maggiore di 1,5 m devono essere considerati come parti di tughe nel calcolo di h e A. L'altezza delle mastre delle boccaporte e quelle di qualsiasi carico sul ponte, quale ad esempio contenitori, può essere trascurata nel calcolo di h e A.

Come mostrato nelle equazioni 15 e 16, il Modulo di Armamento dipende quindi da tre termini: il dislocamento, la sezione frontale resistente al vento, la superficie laterale della nave.

### 3.4 Criteri di dimensionamento dei cavi per l'ormeggio e per il rimorchio

#### 3.4.1 UU.NN. il cui dislocamento è compreso (estremi inclusi) fra 400 tonnellate e 30.000 tonnellate

Per le Navi militari il dimensionamento dei cavi per l'ormeggio e per il rimorchio è funzione del dislocamento. Le navi militari richiedono cavi di ormeggio come specificato in Tabella 15, cavi da rimorchio come specificato in Tabella 16. I cavi in esse riportati possono essere, in fibra vegetale o in fibra sintetica, oppure misti e la loro lunghezza in esercizio può essere ridotta di non più del 7%, inoltre devono essere tutti **almeno** semi-galleggianti, cioè devono tutti essere a proiezione attiva ed almeno affioranti rispetto la superficie dell'acqua (cioè il cavo rimane a fior d'acqua e non è completamente emerso come il galleggiante). Quelli in acciaio sono riportati in Tabella 17.

**TABELLA 15 – Caratteristiche dei cavi per Ormeggio**

$\Delta$ Dislocamento (t)	Lunghezza (m) <sup>(3)</sup>	Carico di rottura (kN)
25.000 - 30.000	200	689
20.000 - 25.000	200	630
13.000 - 20.000	200	569
9.000 - 13.000	200	569
5.500 - 9.000	200	453
2.000 - 5.500	200	406
1.050 - 2.000	200 <sup>(1)</sup>	272 <sup>(2)</sup>
400 - 1.050	200	195

NOTE

<sup>(1)</sup> Per le Unità subacquee attualmente in linea la lunghezza del cavo è pari a 100m e il diametro è 36mm. Per le UU.NN. Cacciamine attualmente in linea la lunghezza dei cavi può essere ridotta fino a 100m.

<sup>(2)</sup> Per Nave Palinuro CR = 328 kN.

<sup>(3)</sup> Per le UU.NN. Classe Esploratore attualmente in linea la lunghezza dei cavi può essere ridotta fino a 100m.

TABELLA 16 – Caratteristiche dei cavi per Rimorchio

$\Delta$ Dislocamento (t)	Lunghezza cavi (m)	Carico di Rottura (kN) <sup>(2)</sup>
20.000 - 30.000	280	1.513
13.000 - 20.000	240	918
9.000 - 13.000	200	884
5.500 - 9.000	200	884
2.000 - 5.500	200	658 <sup>(1)</sup>
1.000 - 2.000	200	414
400 - 1.000	200	207

NOTE

<sup>(1)</sup> Per Nave Vespucci CR = 884kN.<sup>(2)</sup> Per i cavi da rimorchio portuale è consentito l'impiego di cavi con lunghezza standard di 200 m e carico di rottura pari a 800 kN per UU.NN. con dislocamento a pieno carico compreso tra 15000 e 30000 t e carico di rottura pari a 689 kN per UU.NN. con dislocamento a pieno carico compreso tra 7000 e 15000 t.

TABELLA 17 – Verrine in acciaio per uso marinaresco.

VERRINE IN ACCIAIO PER USO MARINARESCO TIPO 6X37(18-12-6-1)-FC-160 A-S/Z				
Dislocamento a pieno carico (ton)	Numero cavi * (n)	Lunghezza cavi (m)	Impiego	Carico di Rottura (kN)
20.000 – 30.000	2	200	Presa di boa	600
	1	100	Traffico corpo morto	474
	1	100	Lavori vari	741
	1	100	Lavori vari	313
12.000 – 20.000	1	150	Presa di boa	600
	1	100	Traffico corpo morto	363
	1	100	Lavori vari	741
	1	100	Lavori vari	267
7.000 – 12.000	1	150	Presa di boa	474
	1	70	Traffico corpo morto	313
	1	100	Lavori vari	267
3.500 – 7.000	1	150	Presa di boa	363
	1	70	Traffico corpo morto	267
	1	100	Lavori vari	267
2.000 – 3.500	1	100	Presa di boa	267
	1	50	Traffico corpo morto	267
1.000 – 2.000	1	100	Presa di boa	150
	1	50	Traffico corpo morto	150
400 – 1.000	1	100	Presa di boa	118
	1	50	Traffico corpo morto	118

Nota \* Numero orientativo

### 3.4.2 UU.NN. il cui dislocamento è inferiore alle 400 tonnellate o maggiore delle 30.000 tonnellate.

I cavi di ormeggio e rimorchio devono essere dimensionati in base al modulo di armamento, così come prescritto dai Registri Navali accreditati.

A titolo di esempio si consideri una U.N. di cui sono note le caratteristiche geometriche e il dislocamento:

Lunghezza tra le pp. L (m) 43,84

Larghezza B (m) 9

Altezza di costruzione D (m) 7,99

Immersione T (m) 1,66

Dislocamento  $\Delta$  (ton) 100

$$\Delta^{2/3} = 21,54$$

$$H = D - T = 7,99 - 1,66 = 6,33 \text{ (m)}$$

$$2 \times H \times B = 113,98 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\text{Area opera morta} = 59,23 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\text{Area 1}^{\text{a}} \text{ Tuga (l1 X h1)} = 68,25 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\text{Area 2}^{\text{a}} \text{ Tuga (l2 X h2)} = 6,34 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\Sigma A = 59,23 + 68,25 + 6,34 = 133,82 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\text{Dall'eq. 14 si ha: } EN = \Delta^{2/3} + 2HB + 0,1A = 21,54 + 113,98 + (133,82 \times 0,1) = 148,90$$

Andiamo a determinare il carico di rottura (breaking load ( $B_L$ )), con la tabella sotto riportata, estratta dalle Rules 2015 del RINA S.p.A.

Equipment number EN A < EN ≤ B		Towline (1)		Mooring lines		
A	B	Minimum length, in m	Breaking load, in kN	N	Length of each line, in m	Breaking load, in kN
50	70	180	98,1	3	80	34
70	90	180	98,1	3	100	37
90	110	180	98,1	3	110	39
110	130	180	98,1	3	110	44
130	150	180	98,1	3	120	49
150	175	180	98,1	3	120	54
175	205	180	112	3	120	59
205	240	180	129	4	120	64
240	280	180	150	4	120	69

#### Per la scelta del cavo di ormeggio:

Con la tabella soprariportata, per il Modulo di Armamento pari a 148,9, si ricava  $B_L = 49\text{kN}$ .

Qualora si intenda invece utilizzare cavi in fibra sintetica, il valore testé calcolato deve essere incrementato per tener conto delle caratteristiche di tali materiali, seguendo quanto descritto al para 3.2, ovvero, considerando un coefficiente di elongazione pari a 0,4:

$$CR_{FS} = 7,4 * \delta * CR_{FN}^{8/9} = 7,4 * 0,4 * (49)^{8/9} = 94,13 \text{ kN}$$

Il Carico di Rottura per i cavi di ormeggio, per l'U.N. considerata dovrà quindi essere almeno pari a 49kN, se si utilizzano cavi in acciaio o fibra naturale, o 94,13kN se si utilizzano cavi in fibra sintetica.

#### Per la scelta del cavo di rimorchio:

Calcolato il modulo d'armamento, pari a 148,9, mediante la tabella soprariportata, si determina il (breaking load ( $B_L$ )) relativo al cavo da rimorchio pari a 98,1kN.

Per i cavi in fibra sintetica, considerando un coefficiente di elongazione sempre pari a 0,4:

$$CR_{FS} = 7,4 * \delta * CR_{FN}^{8/9} = 7,4 * 0,4 * (98,1)^{8/9} = 174,44 \text{ kN}$$

Il Carico di Rottura per i cavi di ormeggio, per l'U.N. considerata dovrà quindi essere almeno pari a 98,1kN, se si utilizzano cavi in acciaio o fibra naturale, o 174,44kN se si utilizzano cavi in fibra sintetica.

### 3.5 Altre caratteristiche fisiche dei cavi di ormeggio e rimorchio. Cenni sulle tecno fibre

**La scelta di un cavo di ormeggio oltre alle caratteristiche di resistenza sopra dettate, deve essere stabilita in funzione di valutazioni in merito alle principali caratteristiche descritte di seguito.**

**Diametro:** Si deve valutare se il diametro del cavo è compatibile con le altre sistemazioni (pasticche, carrucole, tamburo...) per evitare, ad esempio, che il diametro del cavo sia sufficientemente basso da poterlo avvolgere correttamente nei tamburi e al contempo sufficientemente elevato da non consentirne l'inserimento tra parte fissa e mobile delle pasticche. In considerazione delle nuove fibre impiegate in ambito navale si possono impiegare cavi con carichi di rottura superiori a quanto sopra determinato per garantire un diametro che consenta le corrette operazioni di manovra sulle attrezzature/sistemazioni di manovra di ormeggio e rimorchio.

**Peso:** In alcune applicazioni è opportuno prestare particolare attenzione al peso del cavo perché influisce sulla maneggevolezza dello stesso, sul carico pagante etc...

**Galleggiabilità:** Nelle applicazioni in cui il cavo può venire a contatto con l'acqua, la galleggiabilità assume un ruolo particolarmente importante, sia perché favorisce il recupero del cavo, sia perché evita il possibile contatto dello stesso con le eliche.

**Maneggevolezza:** Tale parametro influenza il quantitativo di personale e le attrezzature necessarie per trasportare/sistemare il cavo.

**Attrezzatura necessaria:** Deve essere verificata l'attrezzatura necessaria per impiegare e mantenere il cavo.

**Elongazione sotto sforzo:** Deve essere valutata sia l'elongazione massima del cavo (a rottura) che il diagramma di elongazione sotto carico. Materiali diversi mostrano allungamenti diversi, in alcuni casi molto limitati (Dyneema, Spectra...) in altri molto elevati (rafia); diversi impieghi mostrano l'opportunità di utilizzare cavi con diverse caratteristiche (vedasi para 3.9).

**Affidabilità:** Alcune caratteristiche del cavo, quali ad esempio il tipo di avvolgimento, determinano una diversa affidabilità del cavo. Sebbene sia sempre preferibile scegliere un cavo che mostri una maggiore affidabilità, ciò risulta necessario quando il cavo viene impiegato per applicazioni connesse con la sicurezza.

**Caratteristiche del cavo asciutto/bagnato:** Le caratteristiche del cavo asciutto e bagnato possono essere diverse, a volte sensibilmente. È quindi necessario valutarle entrambe.

**Facilità di impiombatura e dell'applicazione di terminali:** Deve essere valutata attentamente la facilità con la quale si possono eseguire impiombature sul cavo e/o si possono installare terminali e redance.

**Resistenza:** La resistenza alle abrasioni, a fatica, ai raggi UV, al logoramento, sia interno che esterno, determina la durata operativa del cavo e la sua affidabilità. Per le cime d'ormeggio, in ambito mercantile, il materiale che più si è imposto negli ultimi anni è il poliestere ad alta tenacità. Il poliestere associa a un elevato carico di rottura caratteristiche di elasticità, morbidezza e maneggevolezza, assicurando il buono stato della cima anche dopo un uso prolungato. Le performance di questi cavi d'ormeggio sono state costantemente innalzate, migliorando l'assorbimento degli strappi, la resistenza agli acidi, ai raggi UV, all'acqua salata e alle abrasioni. Se si parla di grandi navi in particolare, in ambito mercantile, viene soprattutto impiegato il polietilene che oltre ad essere molto resistente all'usura, leggero e galleggiante (il polietilene non assorbe l'acqua) garantisce anche una buona resistenza agli agenti atmosferici. Ad oggi, l'introduzione di materiali hi-tech e trattamenti innovativi riguarda soprattutto le attrezzature sportive ma non necessariamente deve rimanere tale. I materiali presentano le caratteristiche di seguito descritte.

#### IL KEVLAR

Il kevlar combina una resistenza impressionante (sia all'allungamento che al carico di lavoro) a un peso contenuto. A parità di dimensioni, una cima prodotta con questo materiale è cinque volte più resistente dell'acciaio. Il kevlar, introdotto nel mondo velico all'inizio degli anni Ottanta, è un materiale aramidico,

ovvero una fibra polimerica ad altissime prestazioni meccaniche e si ottiene dalla lavorazione di poliammidi aromatiche. Dopo essere stato impiegato in campo militare (specialmente per i giubbotti antiproiettile), è divenuta una delle fibre "nobili" maggiormente utilizzate in ambito nautico. La notevole rigidità e la sua leggerezza ne hanno imposto l'impiego nella stratificazione degli scafi più performanti e nella costruzione di gran parte delle vele da regata. Questa fibra, una volta intrecciata per formare l'anima di una cima, risulta però sensibile all'usura da sfregamento e non sopporta le pieghe acute che possono ridurre la resistenza anche del 70 per cento. Inoltre, ha altri due grandi nemici: i cristalli di sale, presenti nell'acqua di mare, e i raggi ultravioletti, che ne pregiudicano fortemente la durata. Il kevlar viene comunque utilizzato per la creazione di cime ad alte prestazioni, anche se il suo uso è limitato a poche manovre. Diverse barche sportive, per esempio, montano il Kevlar49 per i sistemi di sartie volanti. La sua ottima resistenza al calore (prossima ai 350°C) e all'abrasione ha indotto i produttori ad impiegarlo per la tessitura delle calze (la guaina esterna della cima). Infatti ci si è accorti che la normale calza in poliestere, sulle barche di grandi dimensioni, tendeva a fondersi sulle campane dei winch a causa dello sfregamento.

#### IL DYNEEMA

Il Dyneema è una fibra dalle eccellenti caratteristiche meccaniche che viene utilizzata su gran parte delle imbarcazioni più recenti. Nato verso la fine degli anni Ottanta, viene prodotto da un fuso di polietilene e ha una composizione chimica molto simile a quella delle buste utilizzate nei supermercati. A fare la differenza tra i due prodotti è solo una questione di cristallizzazione delle molecole che, nel caso del Dyneema, si ottiene grazie ad un particolare procedimento noto con il nome di "filatura a gel". L'eccezionale tenacità, l'estrema leggerezza, l'idrorepellenza e la possibilità di utilizzare cime di diametro più contenuto sono solo alcune delle ragioni che inducono a scegliere questa fibra. In campo velico la sua totale indifferenza agli agenti atmosferici permette di usare drizze "scalzate" (la calza viene lasciata solo in corrispondenza dei winch nel momento in cui la vela è a riva) permettendo così, in assetto di navigazione, un notevole risparmio di peso lungo l'albero. Il Dyneema però tende a cedere sotto carichi importanti e prolungati.

#### IL PBO

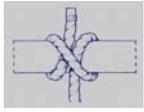
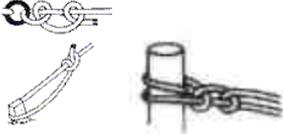
Il PBO è entrato in uso silenziosamente, ma il suo utilizzo è ormai universale e interessa un'infinità di settori: dalle racchette da tennis alle manichette antincendio, dalle mazze da golf ai jeans. Il PBO, nome commerciale della fibra chiamata zylon, ha caratteristiche meccaniche superiori a qualsiasi altra fibra disponibile sul mercato e nasce grazie ad un rigidissimo legame tra molecole di phenylene e benzobisoxazole. Può resistere a temperature prossime ai 650°C, agli sfregamenti più intensi e ha un fattore di allungamento praticamente nullo. Il suo impiego in ambito nautico è riservato alle imbarcazioni estreme. Quasi tutte le barche di Coppa America hanno utilizzato cime con calze intrecciate in PBO, vista la sua resistenza al calore e alle abrasioni. Nessuna calza è in grado di resistere così a lungo quando i carichi si fanno particolarmente esasperati.

#### IL VECTRAN

Il Vectran nasce nel 1985 da un'idea degli scienziati Hoechst-Celanese. Inizialmente, il Vectra LCP (Liquid Crystal Polymer, questo era il suo nome originario) era solo una resina termoplastica, destinata a essere utilizzata nel settore dell'ingegneria industriale ed elettronica. Fu creata nel 1989, quando si capì che avrebbe potuto colmare le lacune lasciate dalle fibre aramidiche e polietileniche. Chimicamente il Vectran è l'unica fibra poliestere completamente aromatica. La differenza sta nel fatto che nei poliestere convenzionali le catene molecolari sono flessibili ed hanno una disposizione casuale. Nel Vectran invece le molecole sono perfettamente disposte lungo l'asse della fibra: fattore che ne determina la grande resistenza. Le sue caratteristiche meccaniche sono molto simili a quelle del Kevlar e i carichi di rottura sono spesso inferiori a quelli del Dyneema, cui viene preferito quando si necessita di cime con un "creep" praticamente nullo: è il caso dei VOR 60 che utilizzano drizze intrecciate con questa fibra.

### 3.6 Perdita della resistenza alla rottura dovuta ai nodi ed impiombature per ormeggio.

La resistenza dei cavi diminuisce in presenza di impiombature, nodi, gasse, etc.... La tabella successiva mostra la diminuzione di resistenza determinata da alcuni dei citati elementi.

FIGURA	NODO	% rimanente della resistenza alla rottura
	Nodo semplice	45
	Nodo piano	45
	Gassa d'amante	60
	Nodo Parlato	60
	Due giri morti e due mezze chiavi	70
	Impiombatura	85
	Gasse impiombate	90

### 3.7 Dotazione cavi

Di seguito vengono mostrate le tabelle che danno un'indicazione di massima in merito alle dotazioni dei cavi per rimorchio, tonneggio ed ormeggio.

**TABELLA 18 – Dotazione indicativa di massima dei cavi per Ormeggio, Rimorchio d'Altura e Rimorchio Portuale.**

Ormeggio		Rimorchio d'Altura		Rimorchio Portuale	
Dislocamento a pieno carico (Tonnellate)	Numero cavi <sup>(1) (4)</sup>	Dislocamento a pieno carico (Tonnellate)	Numero cavi	Dislocamento a pieno carico (Tonnellate)	Numero cavi
25.000 - 30.000	16	400-30.000	1	7.000 – 30.000	4
2.000 - 25.000	9				
1.000 - 2.000 <sup>(2) (3)</sup>	8			400 - 7.000	NON PREVISTO
400 - 1.000	6				

NOTE:

(1) In considerazione della conformazione delle zone dinamiche di ormeggio e dell'altezza tra passacavi e linea di galleggiamento, la dotazione dei cavi di ormeggio, per le nuove costruzioni, può ridursi, previa approvazione M.M.I.:

- per dislocamenti da 30.000 a 25.000 t fino a 12;
- per dislocamenti da 25.000 a 2.000 t fino a 8;
- per dislocamenti da 2.000 a 1.000 t fino a 6.

(2) Per Nave Palinuro il numero dei cavi è 5.

(3) Per le unità subacquee il numero dei cavi è 4.

(4) Per le UU.NN. Classe Esploratore il numero dei cavi è 4.

### 3.8 Colpo di frusta

Ai fini della sicurezza del personale che opera nelle zone dinamiche relative alle operazioni di ormeggio e rimorchio, il fattore preponderante da prendere in considerazione è il colpo di frusta o effetto frusta (“snap back”). Il colpo di frusta è dovuto al rilascio istantaneo dell’energia, incamerata dal cavo durante la fase di trazione, quando esso si rompe. In generale i cavi sintetici sono maggiormente assoggettati a questo effetto e quindi devono essere adoperati con più attenzione, valutando sempre le condizioni in cui essi dovranno lavorare. L’esperienza ed il buon senso non sono sufficienti per valutare eventuali rischi a persone o cose derivanti dalla rottura di un cavo con una manovra in corso. Non è possibile, infatti, prevedere quale direzione possa prendere il cavo al momento della rottura. I cavi sintetici, a meno dei cavi di nylon che subiscono prima un notevole allungamento ed una sensibile riduzione di diametro, normalmente si rompono senza alcun preavviso (i suoni tipici emessi da un cavo sottoposto a forte trazione derivano dall’assestamento e dallo stiramento delle fibre sia interne che esterne, ma non danno indicazioni particolari circa una sua possibile rottura).

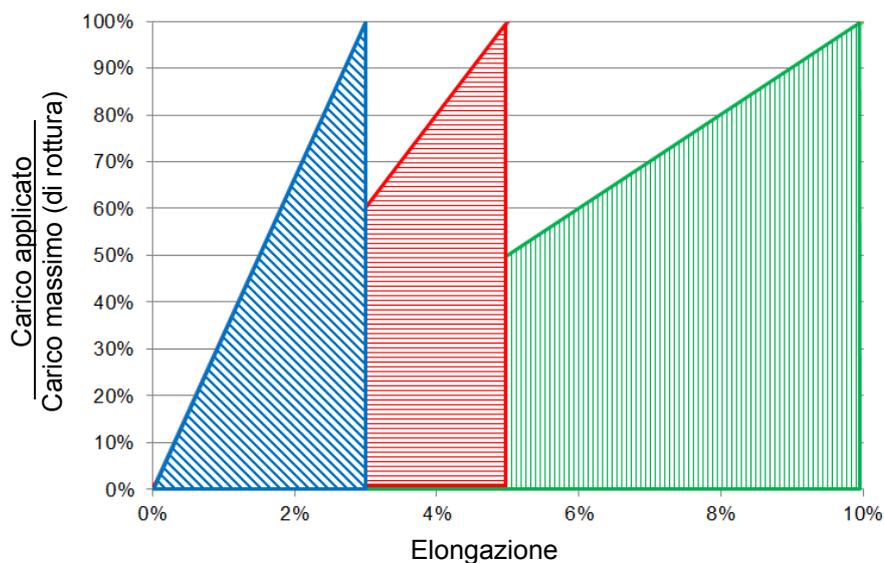
L’effetto frusta è determinato dall’improvvisa rottura del cavo che, non sottoposto più a forze di trazione, rilascia repentinamente l’energia elastica accumulata trasformandola in energia cinetica, incrementando quindi la velocità del cavo stesso. Si possono quindi rudemente stimare gli effetti della rottura di un cavo sottoposto a trazione considerando la trasformazione, nel cavo, dell’energia potenziale elastica in energia cinetica (non consideriamo la diversità di distribuzione della velocità lungo il cavo stesso). Si può pertanto scrivere:

$$E_{\text{potenziale elastica}} = \int f ds = E_{\text{cinetica}} = \frac{1}{2} mv^2$$

dove

- f è la forza di tiro applicata al cavo
- s è l’allungamento
- m è la massa del cavo
- v è la velocità

La figura successiva mostra il diagramma di allungamento del cavo in termini specifici, ovvero percentuale di elongazione in funzione del carico, espresso come percentuale rispetto al carico massimo, o di rottura. Le tre linee rappresentano tre diversi cavi che mostrano una diversa elongazione percentuale al carico massimo (di rottura).



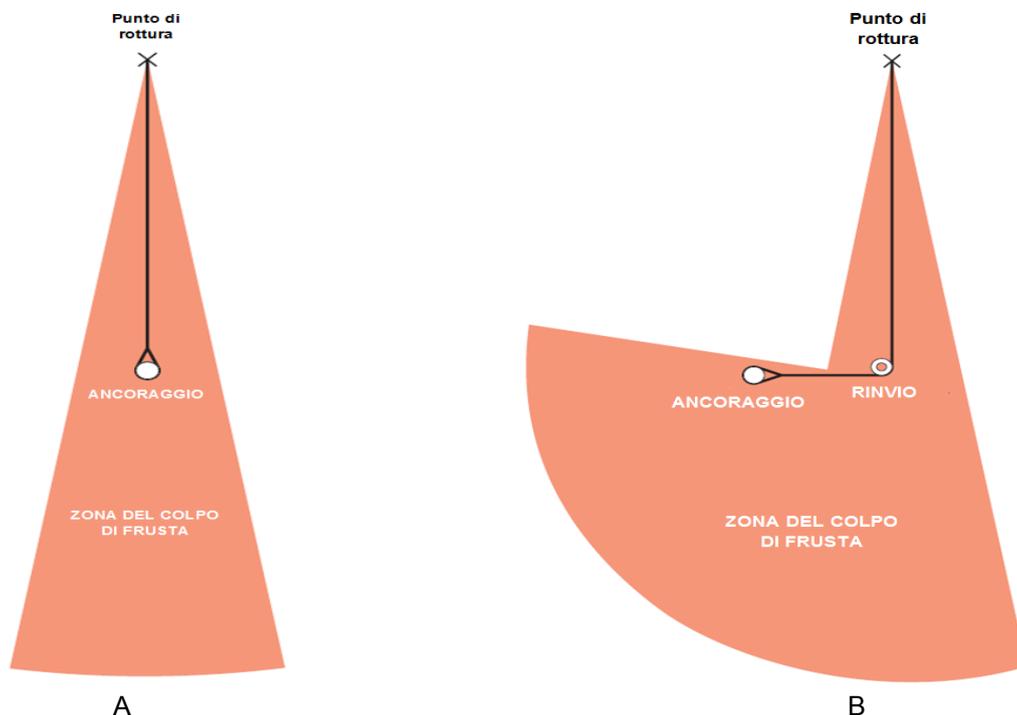
Supponendo che il carico massimo (di rottura) sia lo stesso per i tre cavi, e quindi l’asse verticale rappresenti sia il carico specifico che il carico assoluto, si evidenzia come l’area sottesa alla linea rappresenti l’energia potenziale elastica, e quindi il cavo rappresentato dalla linea verde (area tratteggiata verticale) accumuli più energia elastica rispetto al cavo rappresentato dalla linea rossa (area tratteggiata

orizzontale), che accumula più energia rispetto al cavo rappresentato con la linea blu (area tratteggiata obliqua). Dall'equazione precedente si evince quindi come, alla rottura del cavo, l'energia cinetica media acquisita dal cavo verde sia maggiore di quella acquisita dal cavo rosso, a sua volta maggiore di quella acquisita dal cavo blu.

La velocità acquisita dal cavo quando si rompe, e quindi l'energia cinetica, varia lungo il cavo stesso e risulta maggiore vicino al punto di rottura e minore vicino al punto di ancoraggio, dove però la distribuzione della velocità lungo il cavo non è determinabile; per tale motivo si può determinare solamente l'energia cinetica media. Il cavo si muoverà quindi verso il punto di ancoraggio, lungo una traiettoria non prevedibile, con un movimento simile alla corda di una frusta.

I parametri maggiormente rappresentativi del colpo di frusta sono quindi l'elongazione al carico di rottura (caratteristica fornita dal costruttore e a catalogo) e il coefficiente di sicurezza, ovvero il rapporto tra il carico di rottura e il carico di lavoro. Come mostrato in precedenza, minore è l'elongazione, minore risulta l'energia accumulata dal cavo, successivamente rilasciata; maggiore il coefficiente di sicurezza, minore probabilità che il cavo si rompa, e, nel caso in cui, per danneggiamenti localizzati, il cavo si rompa, il basso carico di lavoro in percentuale al carico di rottura determina una bassa elongazione e quindi una bassa energia accumulata. La FIGURA 75-A mostra, in arancione, la zona potenzialmente interessata dal colpo di frusta nel caso di un ancoraggio semplice, rappresentata da un settore circolare centrato sul punto di rottura, il cui angolo al centro non è quantificabile mentre il suo raggio è circa il doppio della lunghezza della corda dopo la rottura.

La FIGURA 75-B mostra, in arancione, la zona potenzialmente interessata dal colpo di frusta nel caso di un ancoraggio con un rinvio. La zona potenzialmente interessata è composta da due settori circolari: il primo settore è centrato sul punto di rottura e ha un raggio circa doppio della distanza tra il punto di rottura e il punto di rinvio e l'angolo al centro è piuttosto piccolo; il secondo settore è centrato sul punto di rinvio e ha un angolo al centro molto ampio perché la traiettoria della corda nel suo svolgersi intorno al rinvio dipende dalle caratteristiche flessionali del cavo, che normalmente non sono note.



**FIGURA 75 – Grafico zona colpo di frusta**

In conclusione la scelta del materiale del cavo deve essere volta alla minimizzazione del rischio sul personale del colpo di frusta. L'elongazione sotto sforzo del cavo deve essere tale da limitare l'energia immagazzinata dal cavo e quindi ridurre le zone interessate dal fenomeno del colpo di frusta ma al contempo il cavo deve poter essere manovrato con la massima sicurezza e quindi deve essere maneggevole e presentare un buon attrito dei colli sulle bitte per evitarne lo sfilamento. Infatti il grande

vantaggio legato all'elevata resistenza a rottura, alla quasi assenza di elasticità e alla maneggevolezza di alcune fibre sintetiche non compensa l'insorgere di alcune problematiche legate all'attrito. Il coefficiente d'attrito delle fibre sintetiche è notevolmente inferiore al coefficiente di attrito delle fibre naturali. Studi svolti in un recente passato hanno mostrato che le fibre sintetiche, in particolare il polietilene (p.es.: DYNEEMA o SPECTRA), pur avendo i grandi vantaggi legati all'elevata resistenza a rottura, alla maneggevolezza e alla quasi assenza di elasticità (che comporta la riduzione della zona interessata dal colpo di frusta nell'area dinamica di manovra) hanno un coefficiente d'attrito fortemente basso che ne costituisce un grosso punto di forza in merito alla resistenza all'abrasione, ma che comporta una scivolosità che si traduce a volte in mancanza di grip facendo scivolare in maniera imprevedibile i colli sulle bitte o sull'argano, riducendo così la sicurezza nelle operazioni del personale marittimo. In particolare, nell'ormeggio:

- in fase di recupero per avvicinare la nave in banchina la mancanza di grip fa sì che nel caso di unità i cui argani non possano gestire in maniera corretta la velocità di recupero dell'argano rispetto la velocità di accosto creano dei veri e propri strattoni che potrebbero rivelarsi pericolosi per gli operatori delle manovre;
- l'inesistenza di elasticità fa sì che in presenza di vento il cavo non si allunghi per poi ritornare nella posizione iniziale, ma tende a sfilarsi dalle bitte nonostante abbondanti colli.

Il ridotto diametro di tali cavi rispetto quelli in fibra vegetale; soprattutto per le UU.NN. già in linea li rende soggetti a scivolamento nell'intercapedine tra cilindro rotante verticale e struttura di supporto dei rulli passacavi, generando così un'usura anomala del cavo stesso.

# ALLEGATO 1 – Modello per Processo verbale

(a cura del Comando UU.NN.)



## Marina Militare

### Nave \_\_\_\_\_

Processo Verbale n° \_\_\_\_\_ in data \_\_\_\_\_

OGGETTO: Ispezioni ai cavi in acciaio ed in fibra

Il giorno \_\_\_\_\_ la Sottonotata Commissione nominata con Ordine del Giorno n° \_\_\_\_\_ in data \_\_\_\_\_ del Comando di Nave \_\_\_\_\_, si è riunita per procedere alla ispezione annuale delle seguenti attrezzature:

- cavo da rimorchio
- cavi portanti seggiovia
- cavi tiranti seggiovia
- verrina presa di boa
- cavi armamento aste di posta
- cavo pescante gru
- cavo pescante imbarcazioni
- verrina maneggio corpo morto
- cavo imbarco viveri e munizioni
- cavo barcarizzi
- cavi di ormeggio e di tonneggio
- attrezzatura “pendant recovery”.

\* Cancellare le voci che non interessano, aggiungere eventualmente altre voci

La Commissione, eseguita l'ispezione, verificando per ciascuna attrezzatura quanto indicato nei rispettivi allegati, esprime il seguente giudizio:

---



---



---



---

LA COMMISSIONE

IL PRESIDENTE

MEMBRO

MEMBRO E SEGRETARIO

VISTO:

## ALLEGATO 2 – Modello Certificato di Prova ed Esami (a cura dell'Ente Tecnico competente)



### Marina Militare

Certificato n° \_\_\_\_\_ in data \_\_\_\_\_

### Certificato di Prova ed Esami di Cavi in Acciaio ed in Fibra Vegetale

Nome dell'Unità Navale \_\_\_\_\_

Numero di nomenclatura del cavo \_\_\_\_\_

Circonferenza / diametro (\*) del cavo \_\_\_\_\_

Numero dei legnoli/e delle anime \_\_\_\_\_

Numero dei fili per legnolo \_\_\_\_\_

Senso di torsione del legnolo \_\_\_\_\_

Senso di torsione del cavo \_\_\_\_\_

Carico di rottura dei fili elementari \_\_\_\_\_

Data della prova del campione del cavo \_\_\_\_\_

Carico al quale il campione si è rotto \_\_\_\_\_

Carico di lavoro ammissibile secondo le condizioni prestabilite in relazione all'impiego, quali: diametro minimo della puleggia, trazione diretta, ecc... \_\_\_\_\_

LA COMMISSIONE

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\* Cancellare la dizione che non interessa

# ALLEGATO 3 – Modello Scheda Monografica



## Marina Militare

### SCHEDA MONOGRAFICA CAVO \_\_\_\_\_

Composizione	_____
Colore	_____
Diametro	_____
Numero di legnoli	_____
Senso di avvolgimento	_____
Rivestimento superficiale protettivo dei fili elementari	_____
Carico di rottura minimo	_____
Massa lineica	_____
Lunghezza	_____
Attacchi delle funi	_____
	_____
Produttore	_____

Osservazioni

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_