



ROMA 1957  
PARIS 1963  
LUZERN 1969  
WIEN 1975  
MÜNCHEN 1981  
GRENOBLE 1987  
BARCELONA 1993  
SAN FRANCISCO 1999  
INNSBRUCK 2005  
RIO DE JANEIRO 2011

ORGANIZZAZIONE INTERNAZIONALE TRASPORTI A FUNE  
INTERNATIONALE ORGANISATION FÜR DAS SEILBAHNWESEN  
ORGANISATION INTERNATIONALE DES TRANSPORTS A CABLES  
INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR TRANSPORTATION BY ROPE  
ORGANISACION INTERNACIONAL DES TRANSPORTES POR CABLE

Sede : I-00188 ROMA – Via Suzzara, 19  
Segreteria: Ufficio trasporti funiviari  
I-39100 BOLZANO Piazza Silvius Magnago 3  
Email: info@oitaf.org

**O. I. T. A. F.**

## **QUADERNO 28**

**Publicato nel maggio 2014**

# **RACCOMANDAZIONI GENERALI PER LA LUBRIFICAZIONE DURANTE LA PRODUZIONE E LA RI-LUBRIFICAZIONE IN OPERA DELLE FUNI IN ACCIAIO UTILIZZATE NEGLI IMPIANTI A FUNE PER IL TRASPORTO PERSONE**

**Redatto tra settembre 2011 e ottobre 2013  
dal comitato di studio n°. II dell' O.I.T.A.F.**

## **INDICE**

<b>PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>INTRODUZIONE</b>	<b>4</b>
<b>1. CONSIDERAZIONI TECNICHE</b>	<b>5</b>
1.1 Concetti di base per la lubrificazione delle funi in acciaio.	5
1.2 Vincoli riguardanti la fune	8
1.3 Vincoli nei riguardi dell'impianto a fune	9
1.4 Limitazioni operative	9
1.5 Ulteriori requisiti	10
<b>2. RI-LUBRIFICAZIONE (RL)</b>	<b>11</b>
2.1 Introduzione	11
2.2 Come ri-lubrificare	11
2.3 Frequenza	13
2.4 Indicazioni generali	13
<b>3. PERICOLI POTENZIALI</b>	<b>14</b>
<b>4. NOTE FINALI</b>	<b>15</b>
<b>5. TERMINOLOGIA</b>	<b>15</b>

## PREMESSA

In considerazione degli anni trascorsi dall'ultima pubblicazione delle raccomandazioni per la lubrificazione iniziale e la ri-lubrificazione delle funi impiegate negli impianti a fune" (quaderni 4 e 21), nel 2010 l'Organizzazione Internazionale Trasporti a Fune O.I.T.A.F. ha deciso di riscrivere i quaderni. La proposta del comitato di lavoro di riunire entrambi i quaderni nel presente documento (nuovo quaderno N. 28) è stata approvata dal Comitato Direttivo.

La versione finale di queste raccomandazioni è il risultato del lavoro di gruppo, di discussioni e del contributo dei membri rappresentanti i costruttori di funi e impianti a fune, gli operatori, includendo i risultati di un'indagine tra 176 tra operatori di Austria, Francia, Germania, Italia e Svizzera, autorità di sorveglianza, enti notificati, università e consulenti indipendenti di Austria, Francia, Germania, Italia, Svizzera e USA.

I seguenti membri hanno partecipato al gruppo di lavoro:

Amiet Urs	BAV, Bern (CH)
Baldinger Peter (Chairman)	Teufelberger Seil GmbH, Wels (AT)
Baron Pierre-François	Arcelor Mittal Wire France, Bourg en Bresse (FR)
Beha Rudolf	Leitner AG, Sterzing (IT)
Boyden George	Sandia Peak Tram Co, Albuquerque (US)
Collina Andrea	Politecnico di Milano, Milano (IT)
Contardo Stéphane	STRMTG, St. Martin d'Herès (FR)
Hinterndorfer Bernhard	TVFA / TU Wien, Wien (AT)
Huber Peter	VDS / Zugspitzbahn AG, Garmisch (DE)
Kopanakis Georg	Consultant, Koblenz (CH)
Kühner Konstantin	Universität Stuttgart, Stuttgart (DE)
Longatti Bruno	Fatzer AG, Romanshorn (CH)
Machalik Hans	BMVIT, Wien (AT)
Martinet Christophe	Régie des remontées mécaniques, St. Hilaire du Touvet (FR)
Paglia Federico	Redaelli Tecna S.p.A., Brescia (IT)
Pernot Stéphane	STRMTG, St. Martin d'Herès (FR)
Pesciallo Renzo	SBS, Bern (CH)
Sutter Josef	Doppelmayr Seilbahnen GmbH, Wolfurt (AT)
Winter Sven	Universität Stuttgart, Stuttgart (DE)

## INTRODUZIONE

Queste raccomandazioni sono relative alla lubrificazione durante la produzione delle funi in acciaio utilizzate negli impianti a fune per trasporto persone e alla loro ri-lubrificazione durante l'esercizio.

Esse sono indirizzate agli operatori, ai costruttori di funi e di impianti a fune così come ai produttori di lubrificanti per funi.

Le raccomandazioni si basano sulle seguenti assunzioni.

- Il costruttore della fune deve assicurare che il lubrificante utilizzato sia concepito e dichiarato idoneo per l'utilizzo in funi di impianti a fune dal suo produttore.
- Il costruttore della fune deve assicurare che il lubrificante utilizzato consenta di definirne la quantità applicata.
- Il costruttore della fune deve assicurare che il lubrificante sia distribuito in modo omogeneo per tutta la lunghezza della fune.
- L'operatore dell'impianto deve assicurare che il lubrificante utilizzato per la ri-lubrificazione sia conforme alle raccomandazioni del costruttore della fune, assicurando in tal modo la compatibilità del lubrificante originale con quello utilizzato per la ri-lubrificazione.
- Il produttore del lubrificante originale e/o del lubrificante utilizzato per la ri-lubrificazione deve assicurare che il lubrificante non influenzi negativamente i fili (es. corrosione) o i materiali plastici utilizzati.
- Il produttore del lubrificante deve condurre i test necessari richiesti dalle istituzioni preposte, al fine di comprovare che il prodotto soddisfa le specifiche richieste per l'utilizzo nel campo del trasporto a fune in particolare per il trasporto persone. (vedi capitolo 3 rischi potenziali).

# 1. CONSIDERAZIONI TECNICHE

## 1.1 Concetti di base per la lubrificazione delle funi in acciaio.

Una fune in acciaio richiede di essere lubrificata al fine di prolungare la sua vita in esercizio riducendo la progressione del numero di fili rotti (importante al fine di evitare interruzioni impreviste dell'esercizio).

Questo obiettivo può essere raggiunto sia incrementando la protezione alla corrosione, sia riducendo il coefficiente di attrito tra i fili e i trefoli.

E' importante sottolineare che benché non ci siano limiti per la protezione alla corrosione, non si deve concludere anche che non ci siano limiti alla riduzione dell'attrito.

Occorre ricordare che una fune in cui il coefficiente di attrito sia teoricamente nullo perde una delle sue più importanti proprietà, ossia la capacità di un filo rotto di assicurare il suo intero carico ad una certa distanza dalla rottura.

E' evidente che l'importanza e la necessità della protezione alla corrosione diventa più rilevante più l'ambiente è corrosivo, ad es:

- atmosfera salina
- alta temperature e/o umidità
- inquinamento industriale corrosivo

Pertanto l'importanza di un lubrificante aumenta all'aumentare del numero di cicli di fatica, ad esempio:

- velocità più elevate
- più elevato numero di ore di esercizio al giorno
- più elevato numero di giorni di esercizio all'anno
- ridotte lunghezze

dell'impianto carichi più elevati.

E' quindi evidente che ogni generalizzazione riguardo il lubrificante applicato per la produzione della fune, così come relativamente all'utilizzo di qualsiasi ri-lubrificante durante l'esercizio che non tenga in considerazione le condizioni specifiche dell'ambiente in cui opera l'impianto, come ad esempio:

- condizioni climatiche
- condizioni ambientali
- condizioni operative
- la durata in esercizio attesa della fune

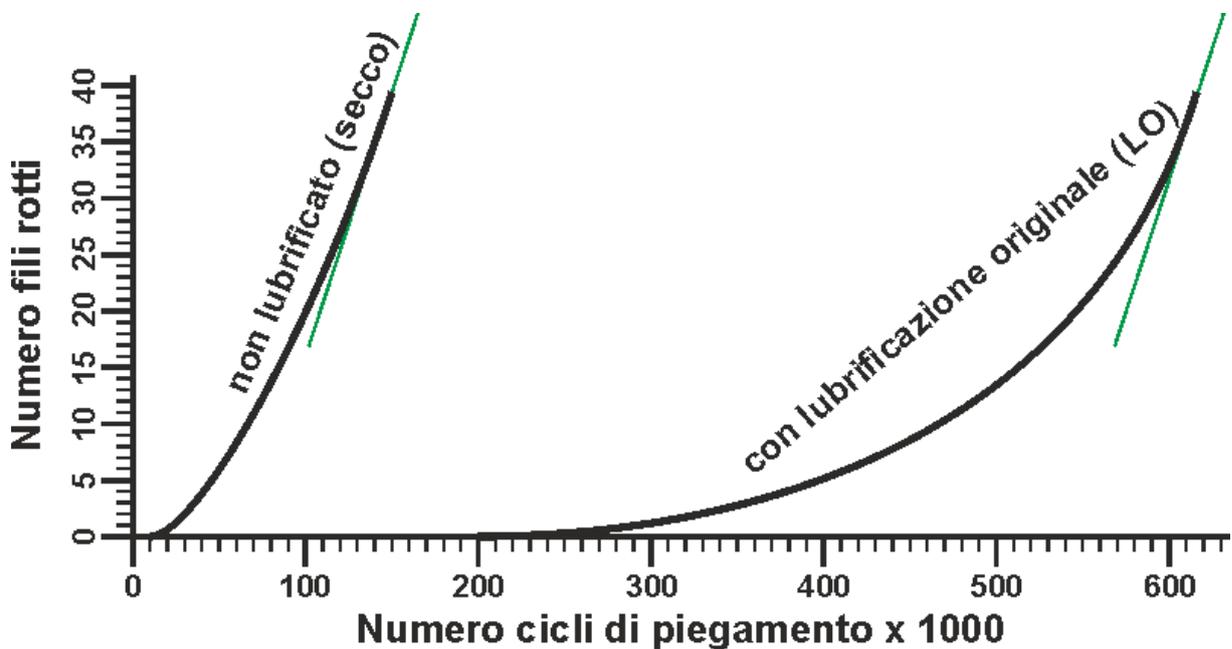
può potenzialmente portare a problemi sia di esercizio sia economici. In certe condizioni tale mancanza può creare anche problemi di sicurezza!

Indagini condotte in passato hanno evidenziato quanto segue:

- La flessione di una fune d'acciaio attorno ad una puleggia (flessione indotta / elevata pressione localizzata tra i fili) origina fretting che è causa di innesco di cricche che progrediscono fino alla rottura completa del filo.
- La presenza di un lubrificante agente come "terzo elemento" tra due superfici metalliche in contatto riduce il fenomeno del fretting, riducendo quindi il manifestarsi di rotture dei fili dovute a fatica.

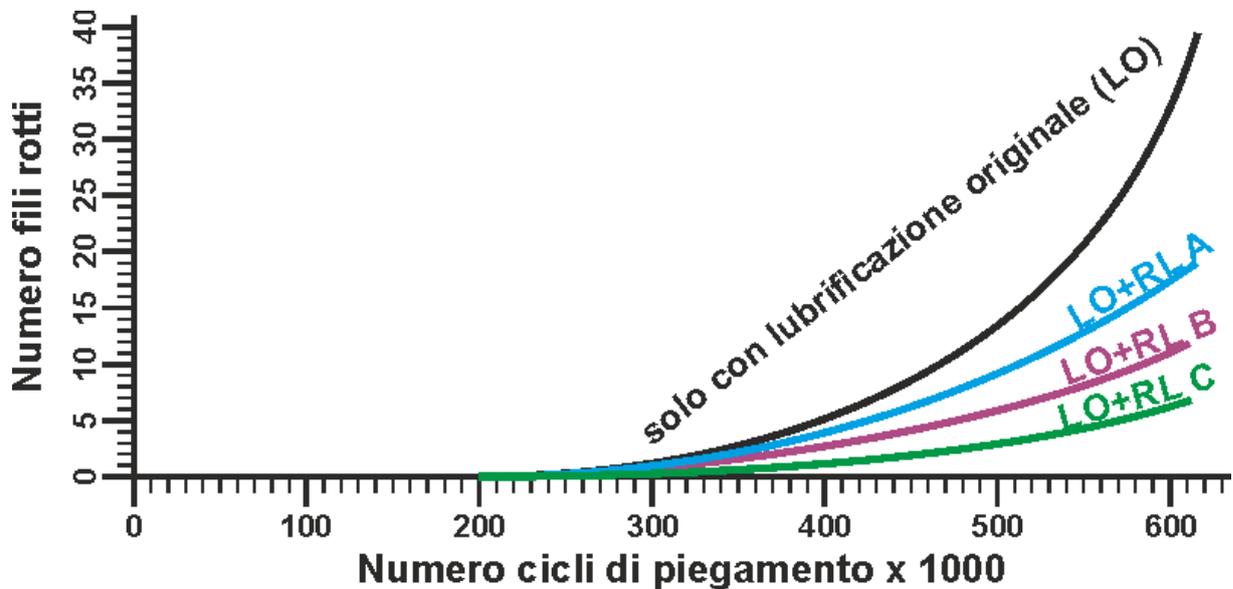
I risultati di numerose indagini che sono state effettuate sia in laboratorio sia in esercizio possono riassunte come segue:

- Di regola i lubrificanti utilizzati durante la produzione della fune non sono in grado di sopportare continui cicli a pressione elevate tra fili per l'intera durata della sua vita in esercizio, in particolare quando la fune è soggetta a continui flessioni, in quanto il lubrificante perde gradualmente la sua capacità di lubrificare effettivamente e continuamente gli elementi della fune quali i fili, i trefoli e l'anima. (Figura 1)



**Figura 1:** Confronto tra una fune "non lubrificata" e "lubrificata" quando sottoposta a fatica flessionale in condizioni di lavoro gravose. Il numero di rotture di fili è riferito a una lunghezza di riferimento della fune. Risulta evidente che:

- Il numero di rotture di fili aumenta in modo significativamente più rapido nel caso di fune senza lubrificazione, rispetto ad una fune correttamente lubrificata in fase di produzione.
- L'andamento finale dello sviluppo del numero di rotture di fili è lo stesso sia per la fune non lubrificata sia per la fune lubrificata durante la produzione senza successive ri-lubrificazione (RL). Questo evidenzia che la sola lubrificazione durante la produzione in molti casi non garantisce la sua corretta azione come "terzo elemento" durante l'intera vita in esercizio della fune.



**Figura 2:** Confronto tra una fune con la sola lubrificazione in fase di produzione e una fune che è stata ri-lubrificata durante l'esercizio. Risulta evidente che:

- di norma la ri-lubrificazione incrementa la vita in esercizio di una fune
- In base all'effettivo ri-lubrificante utilizzato il miglioramento della vita in esercizio può evidenziare importanti differenze.

I risultati sopra esposti sono stati ottenuti mediante numerosi test condotti su campioni prelevati dalla stessa fune, che sono stati lubrificati con differenti lubrificanti. Per maggiori dettagli si veda "Effects of fretting fatigue on flexed locked coil ropes, Fretting Fatigue" ESIS 18 (Edited by R.B. Water) 1994, Mechanical Engineering publications, London, pp. 283-294.

Come risultato dei fatti sopra citati si deve affermare che:

- Un importante requisito per il lubrificante utilizzato in fase di produzione della fune è la sua capacità di ripenetrare tra le superfici dei fili a valle di una riduzione del carico durante il ciclo di lavoro (ad es. quando la fune è nuovamente raddrizzata dopo la flessione)
- La ri-lubrificazione in esercizio dovrebbe essere applicata ad un punto di inflessione in modo da assicurare che i fili si muovano relativamente l'uno rispetto all'altro e conseguentemente di aiutare a penetrare all'interno della fune o del trefolo (Si veda il capitolo 3. Istruzioni su come ri-lubrificare)

I requisiti per un lubrificante così come la protezione dalla corrosione sono determinate dai vincoli esistenti rispetto a:

- la fune stessa
- l'impianto
- le modalità operative dell'impianto

## 1.2 Vincoli riguardanti la fune

I seguenti criteri devono essere soddisfatti dal lubrificante per quanto riguarda la fune:

- *Applicabilità*

Il lubrificante e la protezione alla corrosione devono essere entrambi applicabili durante il processo di produzione della fune. Punto di transizione, l'infiammabilità, la viscosità e la resistenza alla pressione nelle condizioni di produzione della fune sono i criteri più importanti durante la lubrificazione iniziale.

Per quanto riguarda la ri-lubrificazione il lubrificante e la protezione alla corrosione dovrebbero essere facilmente applicabili e non dovrebbero causare nessuna emissione tossica o narcotica, e la sua disponibilità dovrebbe essere garantita per tutti i siti. (Trasportabilità, parola chiave: trasporto e stoccaggio di sostanza pericolose)

- *Capacità di aderire alle superfici*

Una volta applicato, il lubrificante dovrebbe continuare ad aderire alla superficie ma allo stesso tempo è anche desiderabile che possa essere asportato durante la fabbricazione della fune al fine di consentire una facile rimozione del lubrificante in eccesso. Dato che questi requisiti sono in contraddizione l'uno con l'altro, è necessario trovare un compromesso.

- *Resistenza alla pressione*

La resistenza alle alte pressioni è una proprietà essenziale per svolgere il ruolo di terzo corpo tra superfici d'attrito (fili, trefoli and anima d'acciaio ove presente, come per i cavi di trazione), il lubrificante dovrebbe essere in grado di sostenere le pressioni di esercizio.

- *Capacità di ritornare tra le superfici a contatto*

Se il lubrificante viene spostato come risultato di una pressione troppo elevata, dovrebbe essere in grado di ritornare tra le superfici a contatto dopo che la pressione si è ridotta e durante il moto relativo tra i fili. Ciò è particolarmente importante in quanto è provato che è possibile solo in minima parte sviluppare un lubrificante per gli spazi all'interno di una fune sottoposta a pressione intensa, che sia capace di sopportare la pressione durante l'intera vita di servizio.

- *Prevenzione delle cricche per corrosione da stress*

Occorre porre attenzione a che il lubrificante utilizzato prevenga l'insorgenza di corrosione da stress (cricche sviluppate da processi chimici)

- *Protezione dalla corrosione*

La protezione dalla corrosione di un lubrificante dipende, da un lato, dal tipo di materiale usato per i fili (zincato o lucido) e, dall'altro lato, dall'ambiente. Mentre si può assumere che il materiale utilizzato per il filo sia ben noto, l'ambiente (umidità, inquinamento, salinità dell'aria etc.) deve essere verificato per ogni specifico caso.

- *Compatibilità con i polimeri utilizzati*

Poiché molti tipi di polimeri vengono utilizzati come componenti chiave nelle funi, è necessario assicurare la compatibilità del lubrificanti con i polimeri utilizzati.

- *Alcuni commenti riguardanti la quantità di lubrificante per differenti tipi di funi.*
  - Tutte le funi chiuse devono essere completamente lubrificate durante la produzione.
  - La quantità di lubrificante introdotto in un trefolo deve essere controllata durante la formatura.
  - Le funi a trefoli non dovrebbero essere lubrificate durante il procedimento di chiusura della funi.
  - L'anima può essere lubrificata.

### 1.3 Vincoli nei riguardi dell'impianto a fune

I seguenti criteri sono di significativa importanza nei riguardi dell'impianto a fune

- *Il coefficiente d'attrito*

La principale funzione della maggior parte degli impianti a fune si basa sull'attrito tra la fune e la puleggia motrice (così come la fune e il morsetto)

Per questa ragione il coefficiente d'attrito è il primo e più importante requisito limitante che il lubrificante deve soddisfare; non solo per la funzionalità, ma anche la sicurezza dell'impianto durante l'esercizio dipende da questo parametro. (Si veda il capitolo 3, Pericoli potenziali).

Nel caso di sistemi che utilizzano freni sulla fune portante, è necessario fare attenzione che né il lubrificante iniziale, né il ri-lubrificante influenzino negativamente la frenatura. (Si veda il capitolo 3, Pericoli potenziali)

Nel caso di sistemi che utilizzano lo "Chapeau de Gendarme" bisogna prendere una particolare attenzione durante la ri-lubrificazione: il costruttore del sistema o una persona competente dovrebbe essere consultata.

- *Compatibilità con i polimeri utilizzati*

La compatibilità del lubrificante con le gole delle pulegge e con le rulliere dovrebbe essere assicurata, ed in special modo la compatibilità con il ri-lubrificante, che consiste essenzialmente di una sostanza base dispersa in un solvente, è importante che la sostanza base non solo soddisfi i requisiti di compatibilità (stabilità chimica, swelling, aderenza, ecc.), ma anche ed in particolare, il solvente deve soddisfare questi requisiti. (Si veda il capitolo 3, Pericoli potenziali)

### 1.4 Limitazioni operative

Le seguenti indicazioni devono essere considerate in rispetto dell'esercizio dell'impianto

- *Viscosità & aderenza*

Sia la viscosità che l'aderenza del lubrificante devono essere scelte al fine di evitare che il lubrificante non aderisca alla fune, come anche evitare di imbrattare l'impianto e la sua struttura con il lubrificante al modificarsi della temperatura ambientale e al variare della velocità di esercizio (vedere anche capitolo 3 – Potenziali problemi)

- *Resistenza agli Ultra Violetti (UV)*

Per l'utilizzo in funi destinate agli impianti di risalita, la resistenza UV del lubrificante riveste particolare importanza poiché queste funi sono utilizzate in montagna (altitudine elevata) dove le radiazioni ultraviolette sono più intense rispetto alla pianura (base quote)

- *Resistenza al "tecno – clima"*

La resistenza alle sostanze presenti nell'atmosfera dello specifico ambiente dove la fune lavora riveste sempre più importanza. Soprattutto per gli Impianti che operano vicino a zone industriali o abitate con forte inquinamento atmosferico.

- *Stabilità nel tempo e alla temperature*

Funi utilizzate negli Impianti di risalita rimangono in esercizio per un periodo piuttosto lungo. Per questa ragione il lubrificante applicato non deve evidenziare problemi di modificazione delle sue caratteristiche durante tale periodo oltre che per la continua variazione di temperatura (all'interno del range ammesso) che ha effetto negativo sulla stabilità e qualità del lubrificante stesso.

- *Riduzione della viscosità a causa della temperatura e dell'umidità*

*Certe condizioni climatiche, come l'improvviso aumento della temperatura, evidenziano anche un aumento dell'umidità; questo fenomeno non deve provocare una eccessiva riduzione della viscosità del lubrificante (vedere capitolo 3 – potenziali problemi)*

## **1.5 Ulteriori requisiti**

Due ulteriori punti devono essere evidenziati:

- *Compatibilità tra il lubrificante base e il ri-lubrificante*

Il lubrificante utilizzato per l'anima, per i trefoli e la fune durante la loro fabbricazione nonché il lubrificante utilizzato per la ri-lubrificazione devono essere compatibili tra loro.

- *Consistenza del prodotto*

La complessità delle richieste tecniche sul lubrificante, e non per ultimo il fatto che molte di queste richieste sono in contraddizione, rende la loro completa soddisfazione difficile da trovare. Per questa ragione, una volta trovata una soluzione ottimale deve essere trattata come valore aggiunto, ma dal delicato equilibrio. Ogni variazione nella formulazione del lubrificante può modificare questo equilibrio e di conseguenza la qualità e azione del risultato finale. In questo contesto sia il produttore della fune (in merito al lubrificante originale) che l'operatore dell'impianto (in merito al lubrificante utilizzato per la ri-lubrificazione) devono assicurarsi che il produttore dello specifico lubrificante non ne modifichi le caratteristiche e formulazione. Eventuali modifiche della formulazione del lubrificante necessarie per motivi legali, tecnici e non ultimi economici, devono essere effettuate con attenzione e solo dopo aver consultato il produttore della fune e l'operatore dell'impianto.

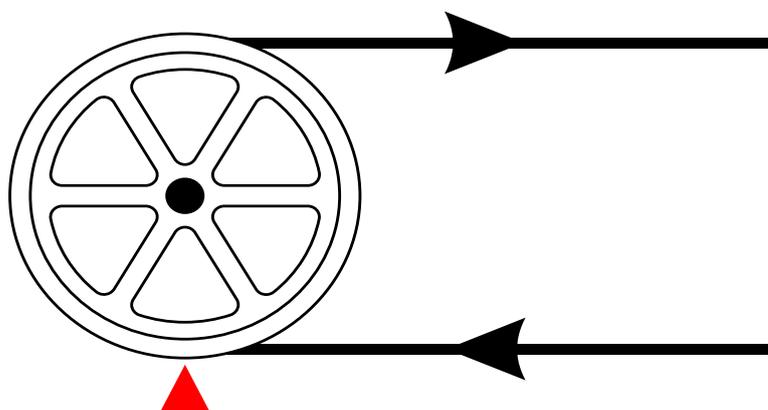
## 2. RI-LUBRIFICAZIONE (RL)

### 2.1 Introduzione

- Seguire le indicazioni del produttore della fune contenute nel manuale di manutenzione.
- Solo funi pulite devono essere lubrificate
  - Si raccomanda di pulire ad intervalli regolari la fune, in particolare durante il primo anno di esercizio poiché si può verificare la fuoriuscita di una quantità importante di lubrificante a seguito dell'assestamento della fune. In base alla tipologia della fune (fune chiusa o a trefoli) e del tipo di lubrificante applicato in fase di produzione, spazzole, panni tessili o di polimero, etc. possono essere utilizzati.
  - La pulizia della fune deve essere effettuata in condizioni ambientali asciutte e bassa temperatura.
  - Durante le operazioni di pulizia fare attenzione ad evitare danneggiamenti meccanici alla superficie della fune. In particolare, quando sono utilizzate spazzole metalliche attenzione deve essere fatta per evitare che la rotazione delle spazzole sia perpendicolare alla direzione dei trefoli.
  - In generale l'utilizzo di solventi o altri liquidi chimici non è raccomandato.
  - Se la fune non è stata pulita per molto tempo l'efficacia dei sistemi di pulizia può risultare inefficace. In questo caso è raccomandabile consultare il produttore della fune.

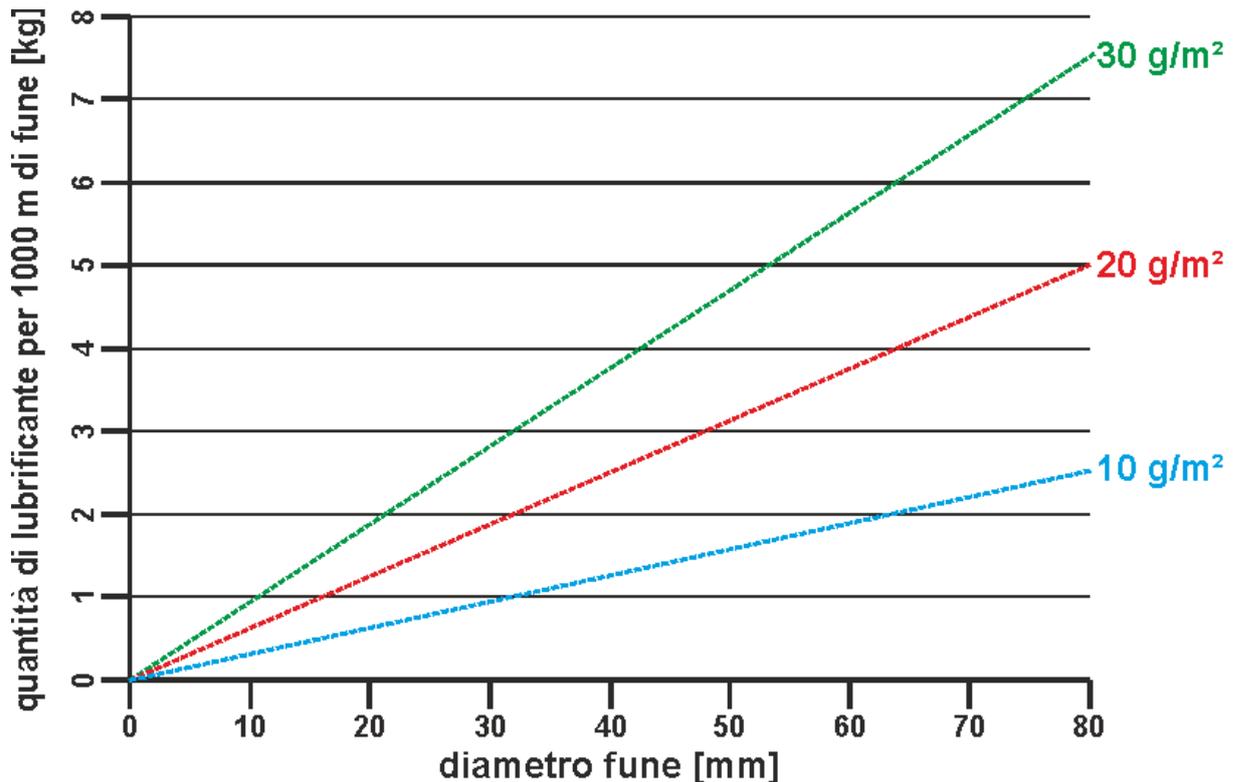
### 2.2 Come ri-lubrificare

- Deve essere ri-lubrificata l'intera lunghezza della fune.
- Il ri-lubrificante deve penetrare all'interno della fune (dei trefoli) per ridurre l'attrito tra i fili.
- Il ri-lubrificante deve essere applicato in un punto dove la fune viene successivamente piegata al fine di garantire la sua penetrazione all'interno della fune. È necessario assicurarsi che la superficie della fune sia "bagnata" con il lubrificante al punto di piegamento (vedere figura 3). Deve essere posta attenzione in modo da non lubrificare la fune in prossimità della puleggia motrice al fine di evitare possibili problemi di riduzione del coefficiente di attrito



**Figura 3:** La ri-lubrificazione deve essere effettuata in un punto dove la fune si piega

- Quando una fune fissa (es. fune portante) deve essere ri-lubrificata è preferibile applicare il re-lubrificante appena in ingresso delle carrelliere (in direzione del senso di marcia).
- Se una quantità in eccesso di ri-lubrificante è applicato, bisogna porre attenzione a che tale eccesso deve essere rimosso in modo che la superficie della fune sia visibile ed ispezionabile.
- La quantità di ri-lubrificante da applicare è determinate anche dall'esperienza. Per indicazioni generali sulla quantità da applicare ci si può riferire al grafico in figura 4. In caso di mancanza di informazioni specifiche o esperienza è sempre bene iniziare con una quantità ridotta di ri-lubrificante.



**Figura 4:** Il grafico indica la quantità di ri-lubrificante in kg/1000 m di fune in base al diametro della fune ed alla quantità g/m<sup>2</sup> da applicare sulla superficie esterna

- La ri-lubrificazione deve essere effettuata in condizioni di asciutto e dopo aver pulito la fune. La temperatura minima a cui applicare il ri-lubrificante deve essere scelta in relazione al ri-lubrificante utilizzato, con lo scopo di ridurre anche il tempo di evaporazione dell'eventuale solvente presente nello stesso.
- Al fine di ottimizzare il risultato specifici sistemi (spray, a goccia etc.) e procedure (applicazione manuale, sistemi automatici ecc.) possono essere utilizzati.
- La scelta del metodo di applicazione deve assicurare che la superficie della fune al punto di piegamento sia ricoperta di un leggero strato di lubrificante; ciò può essere assicurato con l'utilizzo di sistemi a spruzzo, a goccia o con pennelli ecc. E' raccomandabile che il lubrificante applicato in eccedenza sia rimosso per mezzo di stracci o simili dopo il punto di piegamento e dove la fune sia rettilinea.

## 2.3 Frequenza

- Per l'intera lunghezza della fune: l'intervallo di ri-lubrificazione deve essere scelto tenendo in considerazione la tipologia di lavoro, frequenza e numero dei cicli di piegamento, condizioni ambientali.
- In generale questo intervallo non deve essere più lungo di un (1) anno.
- Una volta che il processo di ri-lubrificazione è stato effettuato per la prima volta è raccomandabile che lo stesso sia mantenuto costante anche per gli anni successivi.
- Parti specifiche della fune:
  - Impalmatura: Solo i nodi e di fine / inizio codini dell'impalmatura devono essere costantemente ri-lubrificati almeno mensilmente dopo ogni controllo visivo periodico.
  - Fune portante (FP) / Carrelliera: E' raccomandabile ri-lubrificare frequentemente e costantemente la sezione di fune che insiste sulle carrelliere. Se un sistema di lubrificazione automatico non è installato o non è possibile installarlo è raccomandabile lubrificare queste aree almeno mensilmente e a margine dei controlli visivi periodici.
  - FP / Tamburi di ancoraggio: Attenzione deve essere presa per assicurare che la sezione di fune avvolta sui tamburi sia ispezionabile e sempre opportunamente ri-lubrificata al fine di evitare fenomeni di corrosione.
  - FP / Sella: Si raccomanda che la zona di fune soggetta a flessione a cavallo di una sella venga ri-lubrificata frequentemente. In particolare le due zone a entrambe le estremità della sella, soggette a flessione alternata, dovrebbero essere ri-lub approximate, ad esempio, mensilmente.
  - Funi tenditrici: E' raccomandabile ri-lubrificare le sezioni di fune soggette a flessione continua almeno mensilmente dopo il controllo visivo periodico.

## 2.4 Indicazioni generali

- Le selle / scarpe di appoggio delle funi portanti devono essere ri-lub approximate con specifico lubrificante in modo da evitare l'incremento della frizione tra la fune e le selle / scarpe. Il prodotto applicato e l'intervallo di ri-lubrificazione devono rispettare le indicazioni e raccomandazioni del costruttore dell'impianto.
- E' fortemente raccomandabile tenere un registro aggiornato degli interventi di ri-lubrificazione. Tale registro deve contenere almeno la data di esecuzione dell'intervento, nome della persona che ha in carico la ri-lubrificazione, tipo e quantità del lubrificante utilizzato, condizioni metereologiche, metodo di applicazione e tempo di fermo prima della nuova messa in servizio dell'impianto.

- L'operatore deve controllare ogni possibile problema che si può verificare a seguito della ri-lubrificazione prima di riprendere il servizio con l'impianto. È raccomandabile effettuare la verifica dei rulli, delle pulegge ecc. al fine di rilevare eventuali danneggiamenti dei vari elementi a contatto con la fune che possono determinare successivi problemi in esercizio (es. riduzione aderenza fune – puleggia motrice) e se necessario attuare le necessarie misure correttive, anche per le successive operazioni di ri-lubrificazione periodica.
- Le istruzioni sulla sicurezza e ambientali contenute nelle rispettive tabelle dei dati tecnici dei lubrificanti utilizzati devono essere seguite e assicurate.
- E' raccomandabile effettuare il controllo visivo periodico della fune dopo la sua pulizia e prima di effettuare l'operazione di ri-lubrificazione.

### 3. PERICOLI POTENZIALI

**Attenzione!** Se per qualsiasi ragione il lubrificante utilizzato (in produzione o per la ri-lubrificazione) non è scelto o applicato in modo non corretto possono evidenziarsi le seguenti problematiche:

- *Coefficiente di aderenza*

La ri-lubrificazione può ridurre il coefficiente di attrito e quindi dare origine a problemi anche importanti e pericolosi durante il normale esercizio dell'impianto.

La ri-lubrificazione delle funi traenti e portanti-traenti deve avvenire senza influenzare il coefficiente di attrito e deve comunque assicurare i valori minimi indicati dalla norma attuale (Vedi EN12385-8 Annex A.2.1: "*Coefficiente di attrito*: Il valore del coefficiente d'attrito dovrà essere maggiore di 0,22 a 20 °C; esso dovrà essere determinato in accordo con la norma DIN 21258")

Anche quando si utilizza un ri-lubrificante conforme alla norma precedentemente indicate è importante assicurarsi che la quantità applicata non sia superiore a quanto necessario. E' comprovato che un eccesso di lubrificante riduce anche in modo importante il coefficiente di aderenza.

Il ri-lubrificante utilizzato sulle funi portanti non deve ridurre l'azione dei freni. Ad esempio non deve contenere alcun lubrificante solido.

- *Non compatibilità con i polimeri (gomme) in uso*

L'utilizzo di un ri-lubrificante non compatibile con i polimeri e / o gomme di rivestimento in uso (sia quanto contenuto all'interno della fune che quelle sull'impianto) può dare origine ad un loro rapido degrado e danneggiamento.

Possono essere utilizzati solo lubrificanti che hanno passato il test di compatibilità (Vedi EN 12385-8 annesso A.2.2: "Rigonfiamento del materiale di rivestimento delle gole delle pulegge. Quando completamente immerso nel lubrificante della fune per un periodo di 14 giorni ad una temperatura equivalente alla minima temperatura sopra i 20°C alla quale l'immersione può verificarsi, la variazione di volume del provino di materiale non dovrà eccedere il 20%. The reduction in hardness shall not exceed 10° Shore A. The method used shall be in accordance with DIN 53521").

- *Viscosità & aderenza e/o quantità eccessiva*

Quando un ri-lubrificante cambia la sua viscosità o caratteristiche durante le normali condizioni operative (temperatura, umidità) ciò può dare origine a:

- percolamento del lubrificante con caduta lungo l'impianto, o sui passeggeri oltre che imbrattamento dei rulli di linea e delle pulegge.
- Perdita di flessibilità o blocco delle cosiddette "paperelle" delle morse sui rulli con loro possibile successive rottura.

Attenzione deve essere presa al fine di applicare un lubrificante che sia idoneo al campo di temperature e umidità ove la fune è impiegata.

## 4. NOTE FINALI

- Utilizzare un corretto lubrificante sia in fase di produzione sia durante la ri-lubrificazione periodica incrementa in modo significativo la vita in esercizio della fune.
- Il presente quaderno fornisce informazioni di base e generali per le varie procedure per una corretta ri-lubrificazione (pulizia, ri-lubrificazione etc.). Esso indica anche potenziali problematiche derivanti da un non corretto processo di ri-lubrificazione.
- E' importante evidenziare che ove ci siano incertezze o dubbi è bene contattare il produttore della fune.

## 5. TERMINOLOGIA

### **Lubrificazione di produzione**

Lubrificazione effettuata durante la produzione della fune.

### **Ri-lubrificazione**

Lubrificazione effettuata durante l'esercizio della fune. In dipendenza dalla tipologia della fune, sua funzione o sezione che deve essere ri-lubrificata, la ri-lubrificazione può anche essere continua in alcuni casi specifici.

### **Vita utile in esercizio di una fune**

Il periodo di tempo durante il quale la fune svolge il suo esercizio conformemente agli standard applicabili.

### **Fretting**

Il termine fretting si riferisce al danneggiamento per usura, talvolta per corrosione, che avviene al contatto tra superfici metalliche. Questa tipologia di danneggiamento è tipicamente indotto da alti carichi su superfici localizzate e in presenza di cicli ripetuti di movimenti relativi, come ad esempio I movimenti relative tra I fili ed I trefoli durante il piegamento (flessione) della fune sulle pulegge.

### **Cricche da Stress Corrosion**

L'insacco di criccate da stress corrosion è un fenomeno di sviluppo e crescita accelerata delle cricche medesime in presenza di un processo / ambiente corrosivo (chimico).