

# **LINEE DI INDIRIZZO PER L'UTILIZZO DELLE MACCHINE TAGLIATRICI A FILO DIAMANTATO**

## **PREMESSA**

Questo documento è da intendersi come integrativo e a completamento delle linee di indirizzo per l'avanzamento al monte, il sezionamento e la riquadratura.

Il presente documento è stato redatto per delineare linee di indirizzo che indichino lo svolgimento in sicurezza di alcune fasi dell'attività estrattiva delle cave di marmo in cui sono utilizzate macchine tagliatrici a filo diamantato di tipo trasportabile.

**È rivolto agli operatori che svolgono attività primaria di estrazione del marmo ed è stato redatto per delineare le linee di indirizzo operative al fine di redigere le procedure di lavoro in cava e divulgare le misure di prevenzione in uso nei bacini estrattivi del comparto Apuo Versiliesi per alcuni rischi specifici derivanti dall'uso delle macchine per il taglio del marmo con il filo diamantato.**

**Il presente documento deriva dall'esigenza di prendere in considerazione il rischio grave riscontrato per tali attrezzature ovvero la proiezione di parti dell'utensile o di spezzoni dello stesso a seguito di rottura, non considerato all'interno della norma armonizzata EN15163:2008 pubblicata in gazzetta ufficiale il 22.08.2008.**

**Il campo di applicazione di queste procedure operative è quello delle attività estrattive nell'uso delle macchine tagliatrici a filo diamantato trasportabili che prevedono il solo utilizzo di utensili ricoperti e supportano un equipaggiamento di sicurezza per il controllo del carico di trazione esercitato dalla macchina durante le fasi di taglio in rapporto alla resistenza dell'utensile stesso.**

È opportuno puntualizzare che nell'uso del filo ricoperto con le macchine trasportabili, permane un tratto di filo libero in corrispondenza della giunzione di chiusura dell'anello .

L'estrema versatilità della macchina in termini di dimensioni dell'anello di filo diamantato, posizionamento del volano rispetto al piano di taglio, utilizzo di ruote folli che possono variare l'inclinazione del piano di taglio ("volanetti") rispetto a quella del volano, lasciano libertà all'utilizzatore di installare una libera geometria di taglio.

Quanto di seguito è quindi limitato all'uso della stessa a condizioni conosciute derivanti da prove e prassi di utilizzo presso i bacini estrattivi apuo-versiliesi e riferibili a taglio di una sezione di ammasso di altezza max 6,40 + 10% posto frontalmente rispetto al corpo macchina e geometrie di taglio semplici con unico piano di scorrimento del filo diamantato (es. taglio verticale con volano verticale, ecc)

Sono escluse analisi su geometrie di taglio articolate o date con filo a molle che dovranno essere eseguite attraverso istruzioni scritte (come previsto dalla normativa specifica di settore) ed effetti derivanti da possibili rimbalzi in quanto strettamente correlati a specifica valutazione dei rischi sito-dipendente.

Il presente documento dovrà essere oggetto di modifiche nel momento in cui la normativa tecnica dovesse essere modificata o nel caso di significative evoluzioni tecnologiche delle macchine attuali.

## **PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO**

La macchina tagliatrice a filo diamantato trasportabile, è un'attrezzatura elettro-meccanica mobile utilizzata in ambiente estrattivo per il taglio di materiali lapidei sia in fase di escavazione al monte che in fase di sezionamento e riquadratura dell'ammasso. Il taglio della porzione rocciosa è dovuta all'effetto del filo diamantato, che consiste in un'azione abrasiva dovuta sia alla rotazione dell'anello di filo che alla traslazione della macchina che permette il continuo "tensionamento" dell'utensile in modo da effettuare l'azione voluta.

L'utensile è montato su una puleggia motrice della macchina ("volano") e chiuso ad anello intorno alla porzione rocciosa da tagliare, con tubetti cilindrici detti "giunte" pressati alle due estremità del filo.

L'energia necessaria al taglio del lapideo è impartita alla tagliatrice a filo diamantato mediante il motore elettrico e viene trasformata, dal punto di vista meccanico, in due tipologie di moto differenti. Un moto rotativo della puleggia motrice che trasmette l'energia necessaria per il taglio al filo diamantato che su di esso scorre, ed un moto di traslazione della macchina che permette l'avanzamento del taglio rispetto all'ammasso in posizione fissa.

Il moto è caratterizzato da forze di attrito di diversa tipologia tra cui *attrito filo-puleggia*, il quale permette la trasmissione del moto dall'albero motore al filo, *attrito filo-blocco di lapideo*, dovuto allo scorrimento tra filo e roccia. Il fenomeno è caratterizzato dall'elasticità intrinseca del filo e dalla velocità di rotazione dello stesso.

La macchina tagliatrice è comandata manualmente, grazie alle dotazioni hardware e software, sotto la supervisione dei lavoratori addetti al suo controllo. Il gruppo rivoluzione e traslazione del corpo volano ha la funzione di far eseguire la rotazione e l'allineamento in diverse posizioni di lavoro per effettuare i vari tagli di materiale lapideo. Il corpo volano può traslare orizzontalmente e compiere una rivoluzione quasi completa sul suo asse.

## **UTILIZZO DELLA MACCHINA E PERICOLI NELL'USO DEL FILO DIAMANTATO**

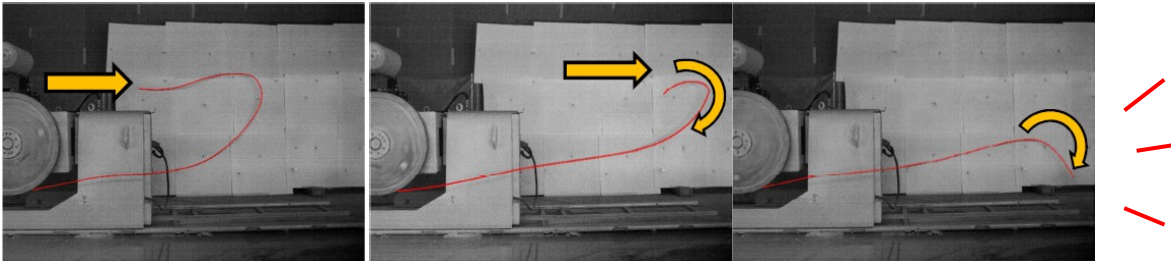
Il pericolo meccanico residuo nell'utilizzo della macchina tagliatrice a filo diamantato che ha provocato il maggior numero di infortuni è la proiezione di parti dell'utensile derivata dalla rottura del filo diamantato durante il taglio. Tale proiezione può interessare sia spezzoni di filo che elementi fissati su di esso (perline, molle, ecc).

La rottura può essere provocata da svariati motivi :mancanza di lubrificazione sull'utensile, surriscaldamenti e/o sfilamenti delle giunzioni, rotture causate dalla disarticolazione di porzioni marmoree che vanno a sollecitare il filo durante il taglio.

Nella fase iniziale del taglio un elemento di forte sollecitazione cui è sottoposto il filo diamantato è la presenza di spigoli vivi dell'ammasso sui quali le perline tendono ad incagliarsi sollecitando a trazione e tenso-flessione la giunzione che tende a sfilarsi, nonostante la pressatura.

Il maggior numero di rotture si verifica in corrispondenza del giunto a causa di sfilamento e/o rottura del filo in corrispondenza dello stesso.

Dopo la rottura il moto del filo diamantato all'estremità interna all'ammasso tende a fermarsi per le forze di attrito che tendono a smorzarne il moto, mentre il tratto di filo che costituisce il ritorno tra puleggia motrice ed ammasso prosegue a causa dell'energia cinetica posseduta prima dello strappo con rischio di proiezione di elementi di filo a velocità superiore di quella posseduta dal filo stesso prima della rottura.



Una mitigazione del rischio da proiezione la si ottiene evitando la possibilità che in caso di apertura dell'anello si generi il "colpo di frusta", con possibili velocità di lancio stimabili fino a 300 m/s.

Risulta quindi fondamentale adottare misure di corretto uso della macchina integrate con ripari fissi e dispositivi di protezione mobili appositamente studiati in dotazione della macchina.

## **MISURE E DISPOSITIVI DI PROTEZIONE PER IL RISCHIO DI COLPO DI FRUSTA E PROIEZIONI DI PARTI**

### ***SISTEMI DI TENSIONAMENTO DEL FILO***

La macchina prevede sistemi di controllo atti a diminuire/arrestare il traino, con trasduttori a cella di carico o dispositivi equivalenti. Il sistema di tensione del filo deve essere regolato durante la lavorazione da un sistema di controllo automatico che regola in base alla potenza fornita dal motore di azionamento della puleggia motrice del filo e rispetta il coefficiente di sicurezza previsto per il carico massimo dell'anello di filo.

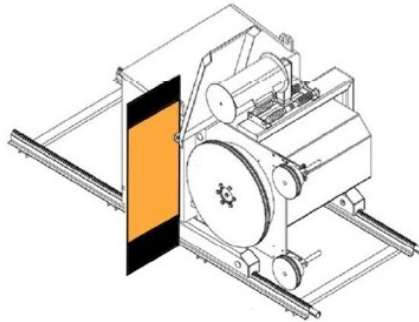
### ***RIPARI E DISPOSITIVI DI PROTEZIONE***

Le misure ed i dispositivi di protezione costituiscono elementi importanti per mitigare il rischio: questi devono essere definiti dal fabbricante e di dimensioni tali da seguire completamente lo sviluppo della parte di filo libera in ogni configurazione di installazione. I sistemi di protezione permettono di confinare il filo lungo la sua stesa e quindi la loro dimensione deve essere tale da intercettare il filo diamantato libero qualora si verifichi uno strappo.

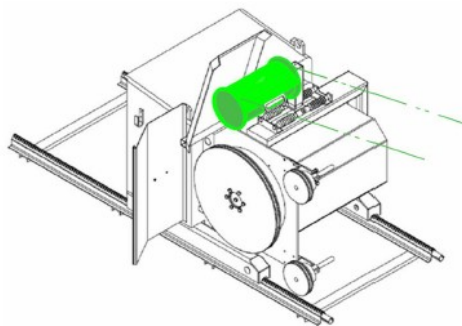
Il mancato utilizzo di dispositivi di protezione, in adiacenza al circuito di taglio rende possibile lo sviluppo del colpo di frusta, con conseguenti proiezioni di elementi a velocità elevatissima.

I dispositivi attualmente in uso a bordo macchina sono:

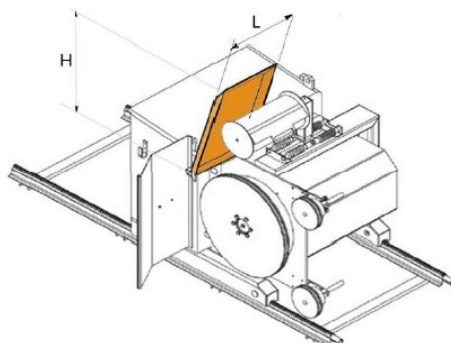
- una protezione rigida posta dietro la puleggia: tale protezione per essere efficace deve avere uno sviluppo verso l'alto fino a congiungersi con la protezione a nastro, limitando così il moto del filo in caso di strappo verso la parte retrostante la macchina; dovrà essere protetta in modo efficace e stabile anche la parte adiacente al piano di calpestio a compensazione di eventuali asperità del terreno;



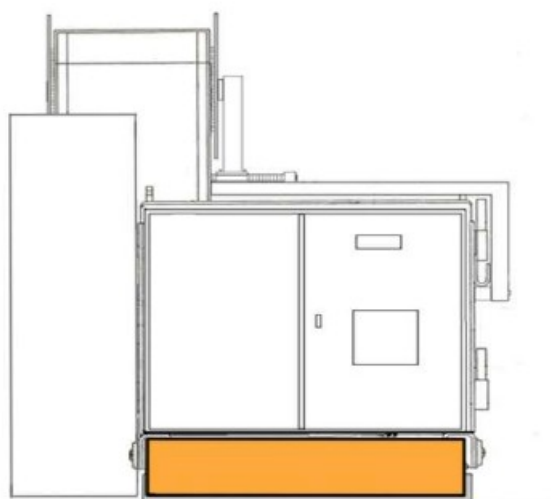
- la protezione superiore a nastro; tale protezione è necessaria per limitare i moti del filo verso la parte superiore del volano ed è necessario che circonda tutto l'ammasso, a ricoprire l'intero tratto libero del filo. La stessa sarà fissata stabilmente alla roccia nella sua estremità per limitarne la rotazione sul suo asse longitudinale in caso di urto. La protezione a nastro deve giacere sempre sul piano perpendicolare a quello di taglio nelle varie configurazioni consentite dalla macchina e deve arrivare fino al contatto con la roccia senza lasciare spazi scoperti.



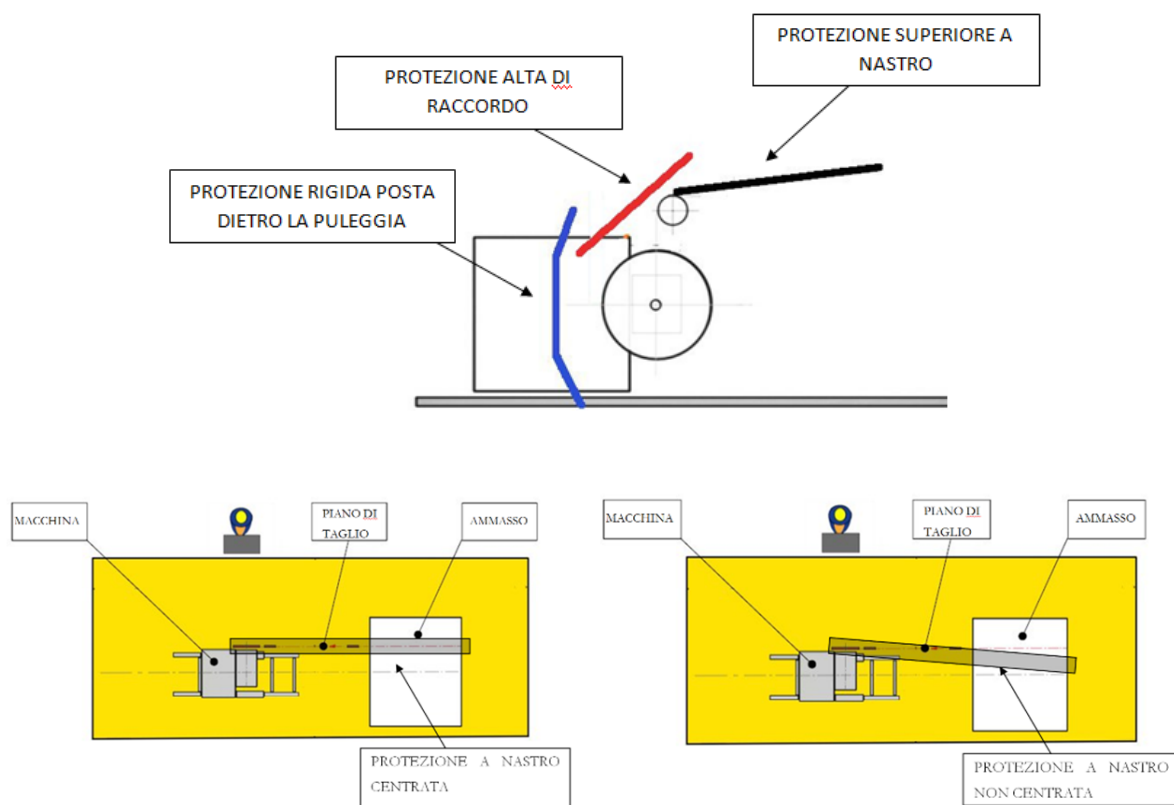
- protezione alta di raccordo; tale protezione è necessaria per permettere di avere una continuità dei dispositivi di protezione a nastro e posteriore.



- un riparo necessario per mettere in continuità il corpo macchina e il terreno in caso di volano orizzontale prossimo al terreno.



La funzionalità delle protezioni installate si basa sulla loro geometria e sulla loro corretta installazione e manutenzione e addestramento all'uso; l'operatore deve procedere alla verifica della corretta centratura delle protezioni rispetto al piano di taglio individuato dall'anello di filo diamantato. I ripari presentano una geometria e un posizionamento necessario a garantire la continuità tra un dispositivo di protezione e il suo adiacente.



La corretta installazione delle protezioni riduce quindi la possibilità che, in caso di guasto/rottura dell'anello di filo, lo stesso non interessi le protezioni e si sviluppi il colpo di frusta, e la possibile proiezione di elementi.

I ripari dovranno essere fissati alla macchina e, se di tipo mobile, inseriti nel sistema di comando della macchina.

Tutti i dispositivi di protezione atti a racchiudere **completamente il circuito di taglio** devono essere mantenuti in posto in tutte le fasi di rotazione del volano.

I dispositivi di protezione quindi non escludono la possibilità che si verifichi lo strappo del filo, ma se utilizzati correttamente (centratura delle protezioni, posizionamento lungo tutta la lunghezza di filo/lunghezza di taglio limitata alla lunghezza della protezione) **limitano la possibilità che il fenomeno del colpo di frusta possa svilupparsi.**

## MODALITÀ OPERATIVE DI PREVENZIONE

Prima di utilizzare la macchina accertarsi della presenza ed efficienza di tutti i sistemi di protezione di cui la stessa è dotata.

Posizionare la macchina a filo e segnalare le aree di pericolo. Procedere alla predisposizione del taglio mediante installazione completa delle protezioni e alla sistemazione se del caso, dell'alimentazione

dell'acqua di raffreddamento in maniera da evitare di dover intervenire sul suo riposizionamento. Se necessario predisporre più punti di alimentazione dell'acqua sul punto di taglio.

Procedere allo smussamento degli spigoli, sia esterni con attrezzature manuali o meccaniche, sia interni, mediante scorrimento del filo a mano prima di farlo passare sul volano della macchina.

Effettuare un attento controllo dei componenti della macchina e del filo maggiormente soggetti ad usura (es. dispositivi di protezione, gomme della ruota volano e dei volanetti folli, cavetto, matrici del sistema di crimpatura, ecc).

Installare tutti i dispositivi di protezione al circuito dell'utensile previsti per la geometria specifica compresi i cavalletti interposti tra blocco e nastro di protezione. Gli stessi potranno essere dotati di regolazioni che si adattano alle diverse geometrie dell'ammasso in taglio.

Identificare e segnalare adeguatamente le aree a rischio con dispositivi che limitino l'accesso fisico all'area.

Stendere il cavo di collegamento della centralina con la macchina in maniera da posizionare la stessa al di fuori dell'area a rischio, lateralmente e sul lato opposto a quello del volano e/o dalla parte opposta rispetto al tratto di filo maggiormente teso.

Prima di avviare il taglio verificare che le aree di pericolo siano completamente sgombre da personale e mezzi.

Prestare attenzione che nei pressi del filo non vi siano materiali che possono essere agganciati e trascinati dal movimento del filo stesso o che ne possano variare la direzioni in caso di apertura dell'anello.

L'avvio e il riavvio saranno possibili solo tramite azione volontaria dal quadro comandi e l'avvicinamento dell'operatore alla macchina per la verifica del filo diamantato o per la verifica delle fasi accessorie al taglio deve avvenire solo dopo un comando di arresto volontario.

Qualora si renda necessario avvicinarsi in prossimità della puleggia motrice della macchina con filo già teso, questo potrà essere fatto solo dopo che l'anello di filo non sia più in tensione. E' vietato aiutare manualmente l'avvio del taglio.

Se necessario per aumentare la superficie di contatto tra il filo e il volano utilizzare i volanetti folli in uso alla macchina in prossimità della puleggia motrice .

Prima di procedere al disarmo della macchina è necessario verificare che non vi siano porzioni instabili che possono movimentarsi e cadere spontaneamente. Rimuovere i perni di fissaggio dei dispositivi di protezione posti in prossimità dell'ammasso in fase di taglio con attrezzatura tale da non avvicinarsi nella zona di possibile distacco e con i DPI necessari all'operazione.

E' vietato dopo il comando di arresto frenare il moto della puleggia motrice: attendere l'arresto comandato dalla macchina.

Accertarsi della presenza sull'ultimo binario del fincorsa meccanico in accordo con il sistema di comando della macchina.

## **MANUTENZIONE E REGISTRO DI CONTROLLO DEL COMPLESSO FILO-GIUNZIONE**

**Dovranno essere osservate le indicazioni fornite dal costruttore del filo che ne deve indicare i limiti di sostituzione, le caratteristiche meccaniche dell'utensile in relazione alle prestazioni della macchina, le tipologie di chiusura dell'anello del filo diamantato (giunta) e le frequenze delle ispezioni e le manutenzioni necessarie a garantire il funzionamento nel tempo in sicurezza.**

In caso di rottura e danneggiamento dell'anello di filo, lo stesso dovrà essere sostituito.

Non devono essere collegati tra loro spezzoni di fili diamantati di differenti tipologie e/o usurati in maniera differente.

Dati tecnici inerenti le resistenze delle giunte utilizzate per chiudere l'anello di filo diamantato indicano che le giunte in acciaio resistono circa il doppio delle analoghe giunte in rame garantendo al contempo una deformazione massima a rottura simile.

La giunzione dovrà essere eseguita con strumenti a pressione controllata ponendo attenzione a scegliere giunzioni la cui geometria interna ed esterne sia idonea rispetto alla sezione del filo e ponendo attenzione all'uso corretto delle matrici utilizzate per la crimpatura. È necessario raggiungere il più possibile l'omogeneità di pressione circonferenziale, individuando quali siano i migliori accoppiamenti matrici-pinze e forza di crimpatura rispetto al tipo di cavo utilizzato.

L'anello di filo diamantato deve essere chiuso utilizzando il minor numero tecnicamente possibile di giunzioni.

Il danneggiamento superficiale del filo o la presenza di piegature nette di tipo permanente sul cavo sono in grado di diminuire sensibilmente la resistenza trazione dello stesso cavo mentre una riduzione di diametro del cavo di acciaio per usura visibile al momento della giunzione dei due capi del filo potrebbe comportare la difficoltà di crimpaggio e tenuta delle giunte. Tali aspetti sono dunque significativi per la resistenza complessiva dell'utensile e devono essere oggetto di controlli continui e specifici.

Quanto sopra dovrà essere evidenziato in un registro di controllo al fine di quantificare gli effetti dell'usura sulla resistenza del filo e delle giunte, in base ai vari fattori che più la influenzano e che dovranno essere evidenziati ( velocità e trazione del filo, lunghezza del filo-area di taglio, ore di lavoro effettuate con lo stesso filo, metri quadrati di taglio per metro lineare di filo utilizzato, raggi di curvatura del filo, ecc).

Restano importanti la cura dell'addestramento, il mantenimento dei limiti di utilizzo e la corretta condotta delle operazioni.