

Lubrorefrigeranti ad alto rendimento per il taglio e la rettifica degli ingranaggi

La Blaser Swissslube è una società con sede in Svizzera (Hasle-Ruegeau) e con stabilimenti di produzione in USA (Goshen-NY), in India ed in Cina.

Occupava complessivamente 350 dipendenti ed ha uffici di rappresentanza nei principali paesi industrializzati del mondo. In Italia i suoi prodotti sono distribuiti dalla Ridix.

La Blaser Swissslube è stata la prima azienda in Svizzera, nel settore della produzione dei lubrificanti, ad ottenere, nel dicembre del 1997, la certificazione ISO 14001.

Detto questo entriamo nella parte più propriamente tecnica che si articola in tre parti: una panoramica generale sugli oli da taglio, una descrizione del nuovo prodotto idoneo al taglio degli ingranaggi, ed infine un nuovo prodotto indicato per la rettifica degli ingranaggi.

Generalità sugli oli da taglio

Gli oli interi a tutti gli effetti sono dei lubrorefrigeranti (LR), ma la loro funzione primaria non è quella di asportare calore, bensì di evitare che questo si formi.

Nelle varie lavorazioni le esigenze sono diverse, così nelle lavorazioni ad asportazione di truciolo è richiesta la riduzione dell'attrito tra truciolo ed utensile e quindi sono importanti le proprietà lubrificanti del liquido. Nelle operazioni di rettifica invece è importante che la mola sia sempre priva di trucioli, con gli interstizi sgombri e quindi sono richieste elevate proprietà lavanti del LR, infine in quasi tutte le lavorazioni è richiesta una buona dissipazione del calore e quindi diventa importante una giusta viscosità del liquido lubrorefrigerante.

Le proprietà di un LR sono determinate dall'olio base impiegato e dagli additivi aggiunti.

L'olio base influisce sulle seguenti proprietà del LR:

- *Viscosità*
- *Effetto lubrificante*
- *Punto di infiammabilità*
- *Evaporazione*
- *Nebbia*
- *Fumosità*

Mentre gli additivi influenzano

- *Detergenza*
- *Prestazione al taglio*
- *Antischiuma*
- *Antinebbia*
- *Antiossidanti*
- *Protezione alla corrosione*

Gli oli base che si possono utilizzare nella formulazione di un LR adatto alle lavorazioni di taglio o di rettifica sono:

- *Olio minerale*
- *Oli bianchi (alimentare e medicale)*
- *Oli minerali raffinati (hydrothreated – hydrocrack)*

- Oli sintetici PAO (polialfaolefine)
- Esteri naturali ricavati da colza, girasole o grassi animali
- Esteri sintetici a base vegetale
- Esteri sintetici

La scelta degli additivi modifica la proprietà degli oli ed in particolare influisce nel comportamento nei processi (additivi polari ed EP), nel comportamento sulla macchina (schiuma, filtrazione, compatibilità), nel comportamento nell'ambiente (salute, sicurezza, stabilità) .

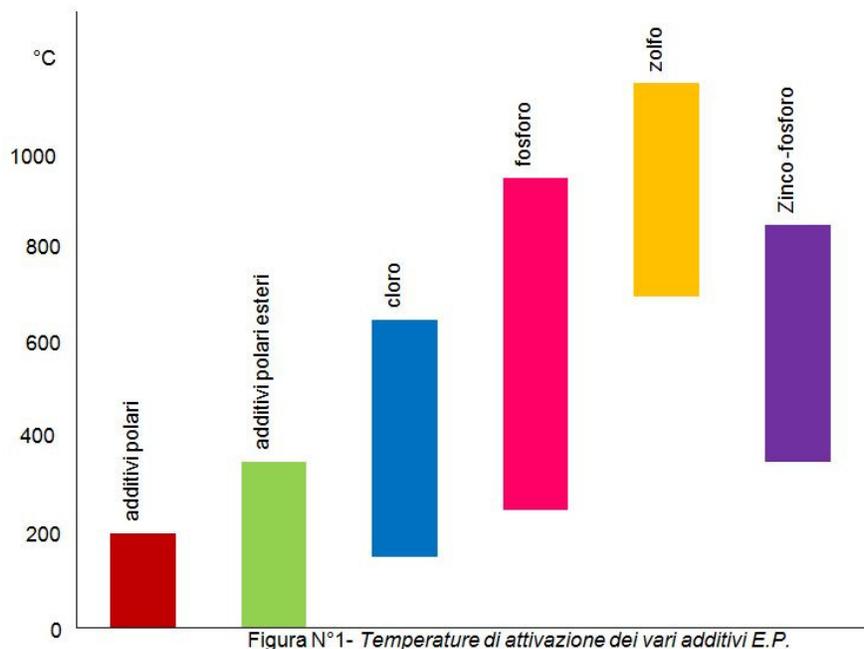
Bisogna dire almeno due parole su quello che significa additivo polare ed additivo EP.

La sigla EP sta per Extreme Pressure, cioè un additivo che conferisce all'olio la proprietà di resistere alle alte pressioni, in altre parole il film di olio che si forma tra le due superfici in contatto ha la proprietà di non rompersi anche in presenza di pressioni rilevanti.

Ciò evidentemente è una caratteristica fondamentale nelle lavorazioni ad asportazione di truciolo.

Gli additivi polari sono caratterizzati dalla presenza di molecole che hanno affinità con quelle del materiale da lavorare da cui vengono attratte con un meccanismo paragonabile all'attrazione tra un polo negativo ed uno positivo di due magneti. Sulle superfici dell'utensile e del pezzo si forma quindi uno strato di molecole fortemente aderenti che impediscono il contatto diretto metallo-metallo e riducendo quindi drasticamente l'attrito ed il calore prodotto.

Come si è detto, agli oli interi vengono aggiunti questi additivi che sono di vari tipi e che sono attivi in una ben determinata gamma di temperature. Nella figura N°1 sono indicati alcuni tipi di additivi EP con i campi di temperatura in cui sono attivi.



E' evidente che la presenza nel liquido LR di elementi quali il cloro, il fosforo, lo zolfo, e lo zinco, rendono il liquido stesso potenzialmente dannoso per gli operatori (dermatiti,

problemi respiratori ed altro), ed inoltre richiedono maggiori cure e costi per lo smaltimento.

A questo proposito bisogna precisare subito che gli esteri a base vegetale sono già dotati di *molecole polari* e quindi non necessitano di additivi avendo già un forte potere lubrificante.

Esistono due grandi famiglie di oli di base: quelli di origine vegetale e quelli di origine minerale. Le due famiglie hanno proprietà molto diverse sotto molti punti di vista, come è indicato nella tabella N°1.

Tabella N°1- Due grandi macrofamiglie di oli base

BASE VEGETALE		BASE MINERALE
Colza, Ricino, Girasole	Origine della base	Distillato di Oli minerali
Rinnovabile	Risorsa	Limitata
Esteri naturali - Esteri sintetici	Composizione chimica	Idrocarburi Naftenici - Paraffinici
Polare	Polarità	Non polare
	CONFRONTO TECNICO	
Alta	Adesività /Film	Bassa
Ottimo	Potere bagnante	Scarso
Ottimo	Taglio	Buono
	CONFRONTO ECOLOGICO	
Eccellente	Sicurezza	Accettabile
28 giorni 98%	Biodegradabilità	Anni
Innocuo	Uomo	Rischioso (IPA)
Positivo	Bilancio CO₂	Negativo

Uno degli aspetti negativi delle basi minerali è il contenuto di sostanze potenzialmente cancerogene (benzene, butadine, benzopirene ecc.), che entrano nella categoria degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA). Anche se esistono delle norme che escludono la pericolosità di questi elementi se le loro concentrazioni sono minori di certi livelli, pure non è nemmeno accertata la loro completa innocuità.

A questo punto bisogna dare alcune definizioni di termini che saranno usati in seguito.

Hydrothreated : è il trattamento (quasi) standard con idrogeno con cui si separano le impurità.

Vengono eliminati alcuni componenti indesiderati, come gli aromatici, gli olefini, gli atomi di Zolfo, Azoto e Ossigeno.

Hydrocrak: è il trattamento di separazione termica o catalitica in atmosfera idrogenata, dove si raggiunge una purezza più elevata nei confronti di oli "hydrothreated".

Gli oli hydrocrak hanno: una stabilità termica maggiore, un miglior comportamento della viscosità al variare della temperatura e una ridotta evaporazione.

Indice di viscosità: la viscosità di un olio varia al variare della temperatura. L'entità della variazione non è uguale per tutti gli oli con stessa viscosità ISO a 40°C, ma varia in funzione della natura dell'olio (naftenico, paraffinico, sintetico, esteri, ecc.....).

L'indice di viscosità indica la maggiore o minore resistenza di un olio a variare la viscosità al variare della temperatura. Tanto è più alto questo numero tanto è minore la variazione di viscosità. Quindi l'indice di viscosità non va confuso con la viscosità.

Nella figura N°2 è rappresentata la variazione della viscosità al variare della temperatura di due oli: uno a base minerale ed uno a base vegetale.

La viscosità si misura normalmente in "centistok" che è equivalente a mm^2/s .

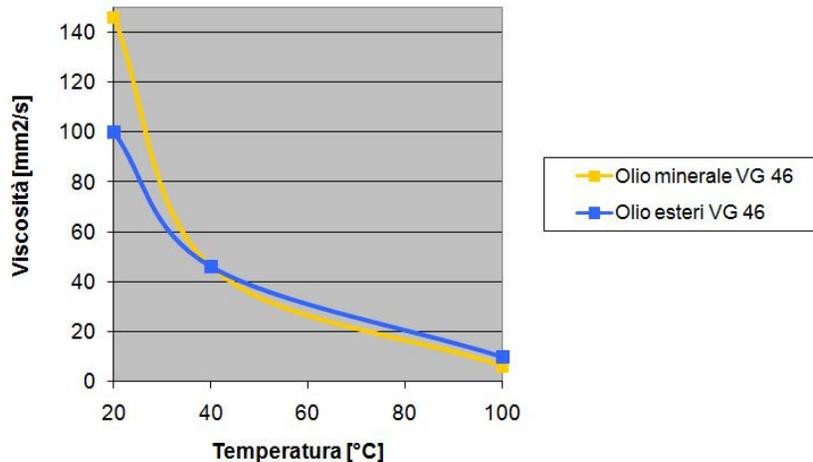


Figura N°2- *Variazione della viscosità al variare della temperatura di due oli di base diversa*

Punto di infiammabilità (Flash Point) ASTM D 93 Infiammabilità in vaso chiuso

Rappresenta la temperatura alla quale l'olio riscaldato emette un quantitativo di vapori tale da formare con l'aria una miscela che si accende in presenza di una fiamma e si spegne non appena questa viene allontanata. La determinazione viene effettuata con l'apparecchio Pensky-Martens, per cui l'infiammabilità in vaso chiuso viene indicata anche con le lettere PM

Punto di infiammabilità (Flash Point) ASTM D 92. Infiammabilità in vaso aperto rappresenta la temperatura alla quale l'olio, riscaldato nell'apparecchio aperto Mercusson (oppure Cleveland), emette un quantitativo di vapori tale da formare con l'aria una miscela che si accende in presenza di una fiamma e si spegne non appena questa viene allontanata. L'infiammabilità in vaso aperto viene indicata anche con le lettere VA ed è circa 15/20°C più elevata dell'infiammabilità in vaso chiuso a parità di prodotto. L'infiammabilità determinata per il medesimo olio in vaso aperto è più elevata, perché essendo aperto l'apparecchio di misura, una parte dei vapori si disperde.

Temperatura di combustione. Rappresenta la temperatura alla quale l'olio, riscaldato in particolari condizioni nell'apparecchio aperto Mercusson, emette un quantitativo di vapori tale da formare con l'aria una miscela che si accende in presenza di una fiamma e continua a bruciare per un tempo superiore ai 5 secondi anche dopo l'allontanamento di questa. Per lo stesso olio si può affermare che la temperatura di combustione è superiore al punto di infiammabilità vaso aperto di circa 20-40 °C.

L'evaporazione dell'olio alle temperature di esercizio oltre a generare un maggior consumo, inquina l'ambiente di lavoro ed aumenta la possibilità di incendio e quindi un

olio è tanto migliore, sotto questo punto di vista, quanto minore è la sua tendenza all'evaporazione.

Gli esteri a base vegetale sono quelli più vantaggiosi sotto molti punti di vista come si può vedere nella figura N°3.

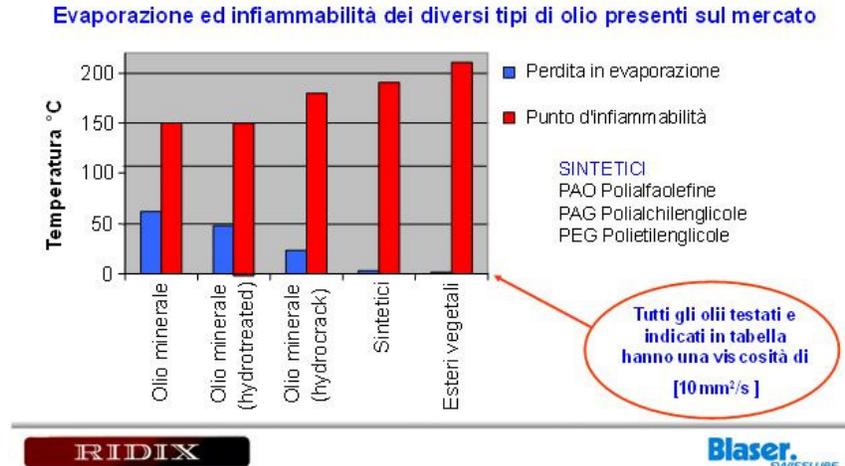


Figura N°3- Evaporazione ed infiammabilità dei diversi tipi di olio presenti sul mercato

Olio ad alto rendimento per il taglio degli ingranaggi

La Blaser Swisslube ha lanciato sul mercato un olio denominato *Vascomill CSF 35*, che è un estere vegetale con caratteristiche ottimali per le operazioni ad asportazione di truciolo, quali per esempio il taglio degli ingranaggi con creatore, con coltello stozzatore e nella finitura con il coltello rasatore ed anche in operazioni come la brocciatura (specie di scanalati) e, naturalmente in tornitura.

Le caratteristiche tecniche principali sono:

- *Elevatissimo punto di infiammabilità (333 °C)*
- *Eccellente potere lubrificante*
- *Esente da olio minerale*
- *Inodore (anche il lavorazione)*
- *Esente da additivi E.P.*
- *Esente da IPA (potenzialmente cancerogeni per l'uomo)*
- *Facilmente biodegradabile*

Le caratteristiche di cui sopra producono i seguenti vantaggi:

- *Aumento vita utensile*
- *Abbattimento della fumosità*
- *Ridotte distorsioni dimensionali dei pezzi lavorati*
- *Aumento dei parametri di taglio*
- *Ottime finiture*
- *Esente da additivi E.P e IPA*
- *Facilmente biodegradabile (98% in 100 giorni).*

Da numerose prove presso grandi utilizzatori è risultato che in comparazione con gli oli minerali si ha un aumento di rendimento degli utensili che può arrivare fino al 50% con un

più elevato rispetto dell'ambiente, un'apprezzabile riduzione del consumo di olio e minori difficoltà nello smaltimento degli oli esausti, dei trucioli e dei reflui di lavaggio.

Si pensi solo alla veloce biodegradabilità di questo LR comparata con quella degli oli minerali che richiedono molti anni.

L'elevato punto di infiammabilità (333°C) è un altro grande vantaggio di questo tipo di olio in quanto durante l'operazione di taglio in pratica non si sviluppa fumo, con un evidente vantaggio per l'ambiente e per i consumi.

La tabella N°2 riepiloga le caratteristiche tecniche dell'olio Vascomill CSF35.

Tabella N°2 – Caratteristiche tecniche dell'olio Vascomill CSF35

Descrizione	Fluido da taglio a base di olio di estere
Applicazioni	<p><u>Lavorazioni:</u> fresatura, tornitura, alesatura, maschiatura, dentatura, rasatura, stozzatura, taglio con segatrici, stampaggio.</p> <p><u>Materiali:</u> leghe di acciaio, acciaio inox, titanio, leghe di titanio, alluminio, leghe di alluminio, ghisa, metalli non ferrosi.</p>
Dati fisico-chimici	
Viscosità a 40C °	35 mm ² /s
Densità a 20 °C	0,90 g/cm ³
Punto di infiammabilità	333 °C
Tenore di estere	> 90 %
Contenuto di olio minerale	0 %
Contenuto di zinco	0 %
Contenuto di cloro	0 %
Contenuto di zolfo	0 %
Corrosione del rame	1a (3h a 60 °C)
Colore	giallo

Gli elevati rendimenti degli utensili (creatori, coltelli stozzatori, brocche ecc.) sono una conseguenza diretta del maggior effetto lubrificante di questo olio. Infatti si ha un minore attrito con minore generazione di calore.

E' noto che l'usura dell'utensile ha origine da un contatto diretto del materiale dell'utensile con il truciolo il quale ad elevate temperature si salda sul petto dell'utensile ed asporta particelle di materiale creando il cratere di usura. Già da molti anni questo fenomeno è rallentato dall'introduzione dei ricoprimenti (TiN, TiAlN ecc.), ma l'impiego di un olio con una forte azione lubrificante esalta ulteriormente la vita dell'utensile e questo è dimostrato da numerose prove di cui la Blaser dispone la documentazione.

Olio ad alto rendimento per la rettifica degli ingranaggi

Nell'operazione di rettifica le caratteristiche degli oli da taglio devono essere completamente differenti.

Infatti, mentre nelle operazioni ad asportazione di truciolo è necessario contrastare gli effetti del forte attrito tra utensile e truciolo, nelle operazioni di rettifica è importante che la mola sia sempre pulita, cioè che gli interstizi tra i grani taglienti siano liberi.

Quindi gli oli da rettifica devono avere un elevato potere detergente e non richiedono che il LR abbia un forte potere lubrificante, anche se questo non deve essere del tutto assente.

La potenza assorbita in un'operazione di rettifica si trasforma per oltre il 90% in calore e il 75% di questo calore viene trasferito ai trucioli. Più il materiale è duro maggiore sarà il calore generato.

La figura N°4 illustra la partizione della potenza in una tipica operazione di rettifica, ma è evidente che questa suddivisione dipende molto dal tipo di materiale lavorato, dal tipo di mola impiegato e dalle condizioni di lavoro adottate, nonché evidentemente dal tipo di olio impiegato.

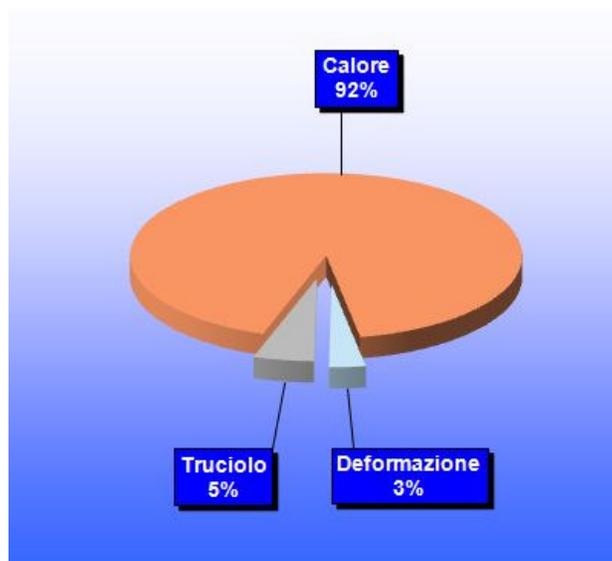


Figura N°4- Partizione della potenza in una tipica operazione di rettifica

La figura N°5 illustra in modo schematico le funzioni di un liquido LR e indica la rispettiva importanza di ogni funzione.



Figura N°5- *Necessità di usare il lubrorefrigerante*

Nell'operazione di rettifica i parametri da ottimizzare sono essenzialmente:

- *Ridurre il numero di diamantature*
- *Aumento degli avanzamenti, compatibilmente con le caratteristiche del pezzo e della macchina*
- *Evitare possibili bruciature sui pezzi.*
- *Evitare fumo e/o nebbie*

Da quanto detto finora si può intuire che gli oli di origine vegetale non sono adatti alle operazioni di rettifica, infatti sono caratterizzati da un elevato potere lubrificante (molecole polari) ma di un scarso potere detergente. Al contrario gli oli di origine minerale possono avere un forte potere detergente con un minor potere lubrificante.

La Blaser ha introdotto un olio di origine minerale che consente un elevato rendimento nelle operazioni di rettifica, si tratta dell'olio *Blasogrind HC*.

Questa categoria di oli è ottenuta con il trattamento Hydrocrak di cui si è parlato sopra che permette di eliminare i componenti indesiderati ed ottenere una purezza molto elevata. Questi oli inoltre hanno una stabilità termica elevata, con minore evaporazione e un maggiore indice di viscosità (minor variazione della viscosità al variare della temperatura)

Le migliori prestazioni dell'olio sintetico Hydrocrak serie Blasogrind HC possono essere riassunte in:

- *Alto punto di infiammabilità*
- *Bassa tendenza all'evaporazione*
- *Elevate proprietà detergenti (mola pulita – pezzi puliti)*
- *Elevato rendimento*
- *Riduzione assorbimento Kw mandrino portamola*
- *Stabilità fisico-chimica*
- *Minima variazione della viscosità al variare della temperatura*
- *Ottima compatibilità con gomme e elastomeri*
- *Assenza di schiuma*

Le principali caratteristiche tecniche dei vari tipi sono riportati nella tabella N°3.

Tab. N°3- Caratteristiche tecniche degli oli minerali per operazioni di rettifica

Descrizione	Fluido da taglio a base di olio di estere	
Applicazioni	<p><u>Lavorazioni:</u> rettifica di ruote dentate a denti dritti ed elicoidali, rettifica di profili, rettifica in profondità e levigatura. Anche adatto per lavori di Asportazione di truciolo leggero.</p> <p><u>Materiali:</u> acciaio da costruzione, acciaio bonificato</p>	
Dati fisico-chimici		
<i>Tipo di olio</i>	<i>Blasogring HC 10 RZ</i>	<i>Blasogrind HC 20 RZ</i>
<i>Viscosità a 40C °</i>	<i>10 mm²/s</i>	<i>20 mm²/s</i>
<i>Densità a 20 °C</i>	<i>0,85 g/cm³</i>	<i>0,85 g/cm³</i>
<i>Punto di infiammabilità</i>	<i>168 °C</i>	<i>177 °C</i>
<i>Contenuto di estere</i>	<i>7 %</i>	<i>7 %</i>
<i>Contenuto di zinco</i>	<i>0 %</i>	<i>0 %</i>
<i>Contenuto di cloro</i>	<i>0 %</i>	<i>0 %</i>
<i>Contenuto totale di zolfo</i>	<i>2,2 %</i>	<i>2,2 %</i>
<i>Corrosione del rame</i>	<i>1a (3h a 60 °C)</i>	<i>1a (3h a 60 °C)</i>
<i>Colore</i>	<i>giallo</i>	<i>giallo chiaro</i>

Gli oli di cui sopra contengono un pacchetto di additivi EP che migliorano le caratteristiche tecniche della base.

Per gli oli HC 10 RZ ed HC 20 RZ i pacchetti di additivi sono stati studiati per migliorare le prestazioni nelle operazioni di rettifica degli ingranaggi, sia per rettifiche di forma che per quelle a generazione.

Come si può osservare la viscosità di questi oli è molto più bassa degli oli usati nelle operazioni di taglio e questo evidentemente serve per esaltare la capacità di detergenza.

Una migliore detergenza della mola ha i seguenti riflessi sull'operazione:

- *Riduzione dell'assorbimento in Kw del mandrino porta mola*
- *Assenza di bruciature*
- *Migliori rugosità e tolleranze*
- *Minori diamantature e/o ravnivature*
- *Minor consumo di mole*
- *Maggiori avanzamenti*

➤ *Riduzione tempo ciclo pezzo*

Gli additivi aggiunti ed il particolare processo di raffinazione consentono inoltre di ridurre la generazione di nebbie, fumi e vapori e quindi di migliorare l'ambiente di lavoro, di ridurre i consumi, di ridurre la manutenzione degli impianti di aspirazione, di mantenere costante la viscosità e di ridurre i possibili rischi di incendio.

Nelle operazioni di rettifica assume sempre più importanza la rettifica dei profili nella costruzione di creatori in Metallo Duro (*carbide*) ed anche la riaffilatura ad umido di questi utensili.

Il Metallo Duro è un insieme di carburi sinterizzati su una matrice di cobalto. Quando si rettifica questo materiale il cobalto si scioglie nel liquido lubrorefrigerante facendo assumere allo stesso una colorazione che passa dal rosa al violetto.

Il cobalto è un elemento molto diffuso in natura ed in piccole dosi è utile alla salute, ma se dall'organismo umano vengono assorbite dosi elevate può provocare danni a livello polmonare ed essere cancerogeno.

La dispersione del cobalto nel liquido refrigerante proviene essenzialmente dai trucioli asportati e in molto minor misura dal corpo dell'utensile che quindi subisce danni molto limitati.

La Blaser Swissslube aggiunge agli oli destinati alla rettifica del Metallo Duro un additivo inibitore del cobalto e gli effetti sono schematizzati nella figura N°6.

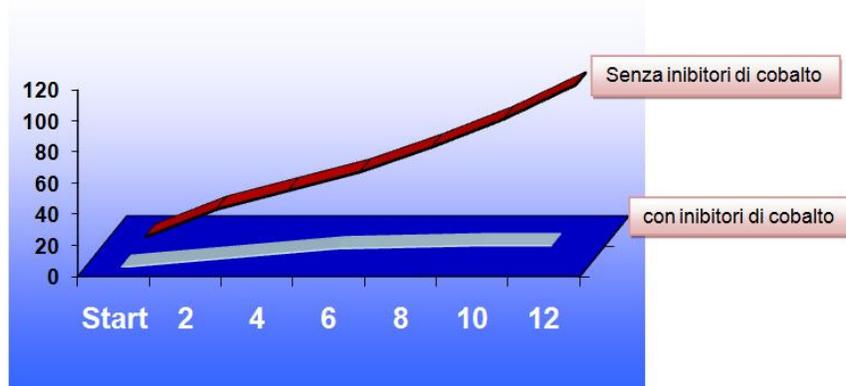


Figura N°6- *Il cobalto e la presenza di inibitori*

L'importanza della filtrazione

Quando un olio è carico di particelle metalliche si accelerano tutti i processi ossidativi dell'olio che innescano i seguenti processi:

- Produzione di fanghi: Questa reazione chimica dà luogo a composti insolubili, saponi metallici e polimeri, che aumentano il volume dei fanghi prodotti.
- Perdita di additivi: Le reazioni chimiche che si producono deteriorano gli additivi (anti usura, antiossidanti) questo rende necessario una riadditivazione.
- Aumento della acidità: L'effetto catalizzatore delle particelle metalliche in sospensione dà luogo ad una accelerazione dell'ossidazione dell'olio, aumentandone l'acidità e rendendo necessario il cambio periodico dello stesso.

La norma ISO 4406 classifica il contenuto di particelle non solubili negli oli da taglio.

- Ottimo: inferiore a 15 mg/l- Mantiene inalterate le caratteristiche dell'olio.
- Buono: tra 15 e 50 mg/l- Non idoneo per operazioni di rettifica con rugosità inferiore ad Rz 1 micrometro.
- Tollerabile: tra 50 e 100 mg/l- Hanno inizio le reazioni chimiche deleterie per la stabilità degli additivi. L'olio inizia a perdere le proprie caratteristiche specifiche di rendimento ed è richiesta una nuova additivazione.
- Inadeguato: tra 100 e 200 mg/l- Formazione di saponi, le particelle in sospensione si comportano come abrasivi danneggiando le superfici dei pezzi lavorati e le parti esposte delle macchine (guide, slitte cavi ecc.). Se questa impurità si combina con l'acqua in percentuali superiori allo 0,1% si favoriscono molte reazioni di idrolisi e polimerizzazione che provocano l'aumento dell'acidità. E' necessario procedere alla sostituzione.
- Eccessivo: più di 200 mg/l- Si ha un deterioramento rapido dell'olio con perdita di rendimento ed aumento dell'acidità con conseguente maggior usura degli utensili, pessime finiture superficiali, formazione di strati collosi sulle macchine e sui pezzi. Consumo eccessivo di olio.