

Come  
va  
scelto  
il fluido  
dielettrico

*Ripreso da*

COSTRUIRE

**stampi**



La giusta scelta del rapporto viscosimetrico di un fluido dielettrico, unitamente alla sua stabilità, contribuisce in misura rilevante a un valido risultato in esercizio e alla più alta economicità produttiva nell'EDM a tuffo. Anche il più idoneo fluido deve però essere costantemente e adeguatamente filtrato e termorefrigerato.

## Come va scelto il fluido dielettrico

di Gian Lorenzo Merlo

**P**er ottenere le migliori prestazioni operative ed esecutive nel processo elettroerosivo a tuffo, al fine di ottimizzare le prestazioni della macchina EDM utilizzata, è opportuno ricordare che il fluido dielettrico svolge un ruolo determinante, sia nel bene che nel male, a seconda del tipo che è utilizzato, in relazione al suo livello formulativo e alle sue caratteristiche chimico fisiche.

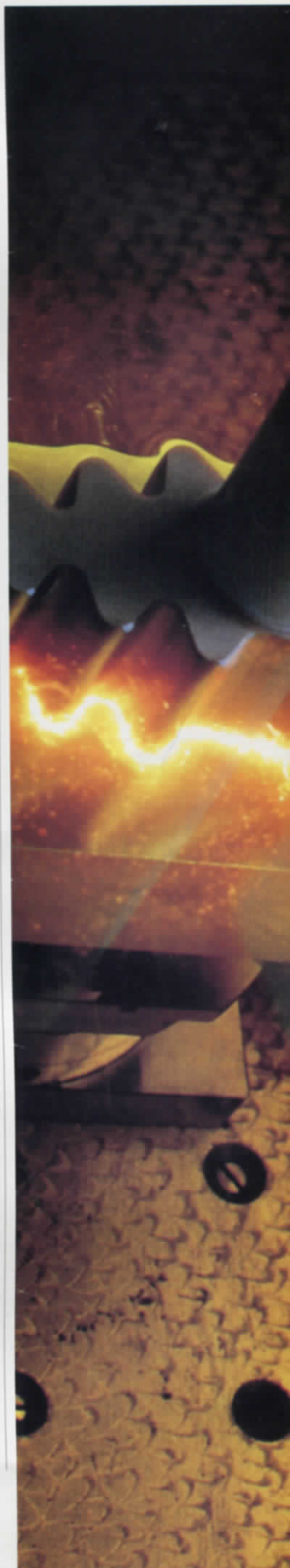
### Determina il diametro del canale di ionizzazione

Contrariamente a quanto è generalmente ritenuto dagli utilizzatori, il fluido EDM non svolge solo le funzioni di essere un dielettrico, di raffreddare e di fluire nell'area del gap, ma determina il diametro del canale di ionizzazione, a parità di amperaggio utilizzato. In conseguenza del diametro del canale di ionizzazione, si determinerà la superficie sulla quale verrà concentrata l'energia termica che provocherà lo stato di plasma del metallo e di conseguenza la microfusione locale dello stesso. Ricordiamo che il fluido svolge la funzione isolante, tra l'elettrodo utensile e

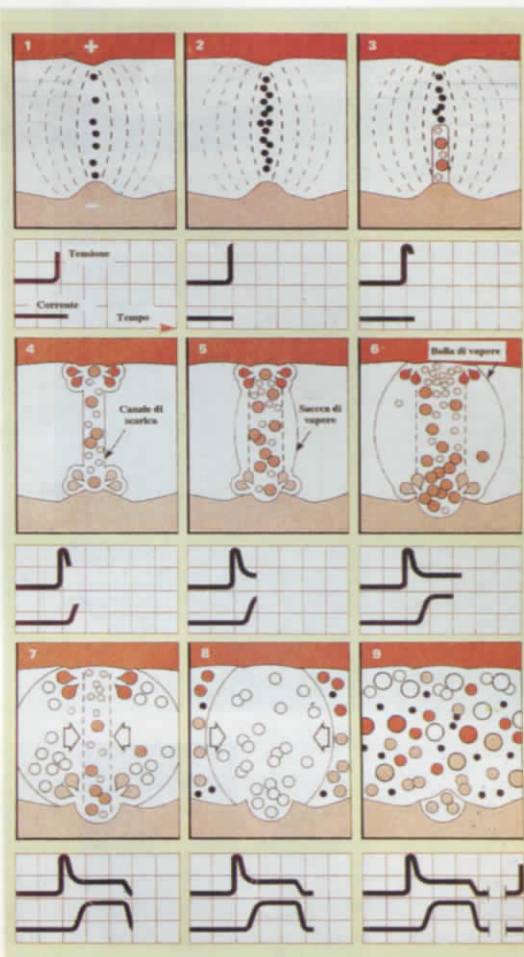
l'elettrodo pezzo, non appena il generatore ha chiuso il circuito elettrico tra i due elettrodi, per il tempo necessario (vedi il diagramma che riporta l'andamento di conduttività, amperaggio e tensione) ad assicurare il ritardo  $t_d$  di innesco della scintilla; periodo indispensabile a permettere la formazione del canale di ionizzazione e deionizzazione attraverso il quale si avrà il passaggio della scarica elettrica convogliando la quasi totalità dell'energia termica sul metallo da lavorare.

### Fattori che influenzano il canale di ionizzazione

La determinazione del diametro del canale di ionizzazione è conseguente all'amperaggio all'istante utilizzato, alla gradazione viscosimetrica del fluido in esercizio e alla temperatura del fluido nella zona del gap. Maggiore è l'amperaggio, a parità di gradazione viscosimetrica del fluido utilizzato, maggiore è la tendenza a crescere del diametro del canale di ionizzazione. Tale considerazione, in relazione alla viscosità, è valida sino a valori dell'ordine di 5,1 - 5,5 cSt a 20 °C. Oltre tali valori, pur aumentando la viscosità, in presenza di elevatissimi amperaggi (superiori a 90 A), non si ottengono



Il fluido dielettrico svolge la funzione di isolante tra l'elettrodo utensile e l'elettrodo pezzo, non appena il generatore ha chiuso il circuito elettrico tra questi due elettrodi, per il tempo necessario ad assicurare il ritardo di innesco della scintilla.



riduzioni significative dei tempi erosivi ma, viceversa, si hanno negatività sia in termini di capacità di flussaggio nell'area del gap (con inevitabili deterioramenti non dovuti degli elettrodi, in particolare se in grafite) sia per le superiori difficoltà a cui verrebbero sottoposti i sistemi filtranti nello svolgere la loro funzione.

#### Le principali condizioni operative da considerare

In relazione all'ampereaggio utilizzato, da cui come è noto dipendono sia la velocità di erosione che il livello di rugosità e lucidatura ottenibili, si dovrà scegliere il fluido EDM con una gradazione viscosimetrica a 20 °C il più ottimale possibile in relazione alle condizioni operative presunte.

Le condizioni operative principali che l'utilizzatore deve considerare, per ottimizzare la tecnologia operativa della macchina in relazione ai risultati finali auspicati, sono

le seguenti:

1. la geometria volumetrica da generare;
2. la rugosità e la lucidatura finale desiderata;
3. l'ampereaggio utilizzato durante la fase di sgrossatura, in particolare se si parte da pieno senza avere precedentemente scavato il metallo con fresatura e/o altro metodo convenzionale di lavorazione dei metalli con asportazione di truciolo.

#### La viscosità del fluido deve essere costante nel tempo

Sulla base di tali considerazioni e del fatto che il ruolo più qualificante di un fluido EDM inizia nel momento in cui scocca la scintilla (ovvero nel momento che non svolge più la funzione di fluido isolante, vedi fase 4 e successive dello schema del processo di erosione riportato in queste pagine) in quanto da quel preciso istante governa come e su quale superficie tale scintilla provocherà i propri effetti termici sul metallo in lavorazione, ci si dovrà assicurare che il modo di agire delle varie scintille, nell'area del gap, sia il più adeguato alle condizioni operative (geometrie volumetriche, rugosità e lucidatura finali desiderate, ampereaggio durante la fase di sgrossatura), scegliendo un fluido a una gradazione viscosimetrica non solo ottimale, ma altresì costante nel tempo.

#### Schema del processo di erosione.

**Il fluido EDM non svolge solo funzioni di dielettrico, raffreddamento e flussaggio nell'area del gap, ma determina il diametro del canale di ionizzazione, a parità di ampereaggio utilizzato.**

Il parametro chimico fisico di un fluido EDM che influisce sul dimensionamento del canale di ionizzazione e deionizzazione, a parità di amperaggio, è la sua viscosità cinematica nominale riferita a 20 °C. Caratteristica, che si deve sapere, non è costante ma si modifica al variare della temperatura del fluido secondo una legge esponenziale. L'esigenza di assicurarsi una viscosità del fluido utilizzato, costante nel tempo è una caratteristica frequentemente trascurata e sottovalutata ai fini delle prestazioni del fluido e quindi del processo EDM a tuffo. Alla sua stabilità sono legati i tempi di erosione, la qualità di erosione e infine i consumi per evaporazione di fluido, in altre parole i costi di esercizio.

Da ciò sono giustificate le moderne tendenze formulative dei fluidi EDM a tuffo che prevedono sino a sei gradazioni viscosimetriche a 20 °C, progressivamente crescenti, a partire da 1,78 cSt per finire a circa 5,5 cSt.

#### Intervalli di distillazione per i nuovi fluidi EDM

La condizione essenziale e necessaria per assicurarsi prestazioni costanti in termini di rugosità, di precisione dimensionale, di usura elettrodo e di velocità erosiva, è quella di optare per fluidi sintetici, ovvero formulati con sostanze idrocarburiche paraffiniche provenienti da uno o meglio due processi di idrogenazione, a cui corrispondono i più bassi livelli percentuali di idrocarburi aromatici (inferiori a 0,001%, *lo zero assoluto è un falso*), caratterizzati da ristretti intervalli di distillazione, sinonimo di stabilità viscosimetrica e riduzione drastica dei consumi per evaporazione.

Gli intervalli di distillazione per i fluidi di nuova generazione, dovrebbero essere compresi:

tra 6 e 10 °C per i fluidi con viscosità a 20 °C tra 1,78 e 2,2 cSt;



**Elettrodi per EDM a tuffo. Le moderne tendenze prevedono per i fluidi fino a sei gradazioni viscosimetriche a 20 °C, progressivamente crescenti, a partire da 1,78 cSt per finire a circa 5,5 cSt.**

tra 15 e 25 °C per quelli con viscosità tra 2,6 e 3 cSt a 20 °C; tra 25 e 40 °C per i fluidi con viscosità tra 3,3 e 5,5 cSt a 20 °C.

Con queste condizioni formulative saremo certi di utilizzare fluidi con Flash Point (PM)  $\geq 78$  °C, per i fluidi con viscosità a 20 °C di circa 1,8 cSt per arrivare a Flash point (PM) di  $\geq 115$  °C per quelli con viscosità  $\geq 5$  cSt a 20 °C. Va ricordato che il Flash Point (punto di infiammabilità) non rappresenta la temperatura di autoaccensione del fluido, che è generalmente già superiore a 200 °C per i fluidi a bassa viscosità, ma indica la temperatura alla quale i vapori sviluppatasi sulla superficie del fluido riscaldato e raccolti sotto una campana, se in presenza di una

**In base all'amperaggio utilizzato va scelto il fluido EDM con una gradazione viscosimetrica a 20 °C ottimale in rapporto alle presunte condizioni operative.**

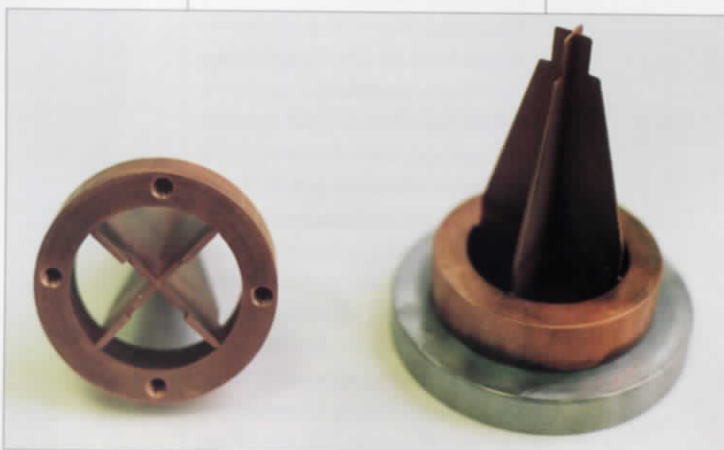
fiamma, si incendiano momentaneamente (Flash), per rispegnersi immediatamente.

#### Criterio di scelta della viscosità del fluido

In linea generale, la gradazione viscosimetrica del fluido che sarà adottato dovrà essere scelta in relazione alla geometria volumetrica da generare, alla rugosità finale desiderata e al livello di lucidatura, all'amperaggio utilizzato durante l'eventuale fase di sgrossatura (amperaggi inferiori o uguali a 35 A non possono classificare l'operazione come sgrossatura ai fini della scelta della gradazione viscosimetrica del fluido). Riepilogando si può riassumere il criterio di scelta della viscosità del fluido come segue:

1. gradazione viscosimetrica a 20 °C compresa tra 1, 7 e 1,85 cSt, per stampi a bassa impronta (esempio occhiali)

**Una viscosità del fluido costante nel tempo è una caratteristica frequentemente trascurata e sottovalutata ai fini delle prestazioni del fluido e quindi del processo EDM a tuffo.**



per i quali si richiede il più basso livello di rugosità in abbinamento a elevato e costante livello di lucidatura;

2. gradazione viscosimetrica a 20 °C tra 2,1 e 2,4 cSt, per stampi termoplastici tecnici (esempio elettronica) di piccole medie dimensioni, a geometria volumetrica complessa, scavati da pieno, per i quali si richiede precisione dimensionale, rugosità molto bassa ed eccellente lucidatura;

3. gradazione viscosimetrica a 20 °C tra 2,6 e 3 cSt, per stampi termoplastici (settore elettrodomestici, industria automobilistica, ecc.) scavati da pieno (amperaggio di sgrossatura superiore a 50 A) per i quali oltre all'esigenza di ridurre i tempi erosivi durante la fase di sgrossatura è richiesto un elevato livello di finitura superficiale finale;

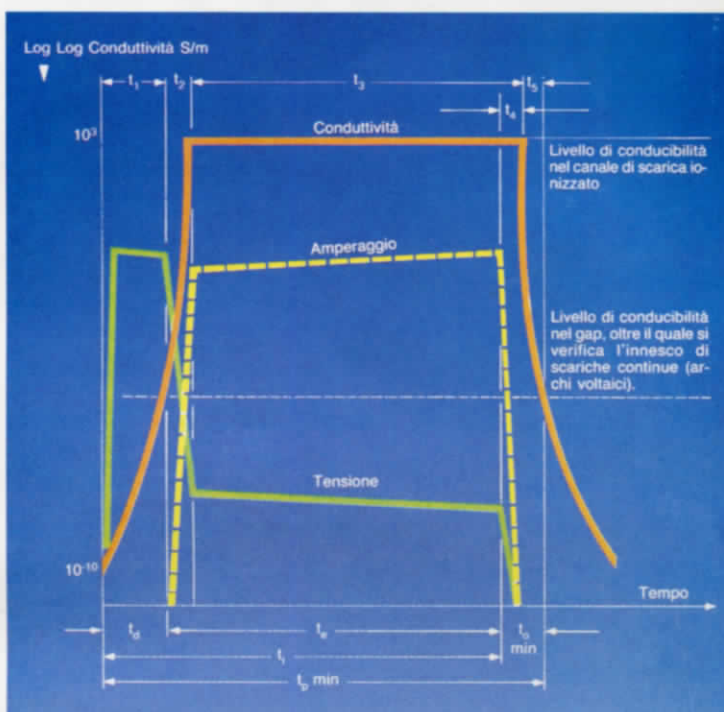
4. gradazione viscosimetrica a 20 °C di circa 3,3 cSt, per stampi prodotti scavando da pieno, destinati alla pressofusione di leghe leggere, con amperaggi superiori a 70 A durante la fase di sgrossatura;

5. gradazione viscosimetrica a 20 °C di circa 4,2 cSt, come per il punto 4, ma in presenza di geometrie volumetriche più semplici o amperaggi superiori a 100 A, durante la fase di sgrossatura. Inoltre per la produzione di stampi destinati allo stampaggio a caldo dei metalli, a geometrie volumetriche abbastanza complesse (esempio utensileria);

6. gradazione viscosimetrica a 20 °C tra 5 e 5,5 cSt, per la produzione di stampi da pieno destinati allo stampaggio a caldo dei metalli, impronte dei pneumatici, in presenza di elevatissimi amperaggi, geometrie volumetriche non complesse, per i quali la rugosità finale medio alta non è un problema.

### Considerare il dielettrico con maggiore attenzione

Da queste brevi considerazioni l'utilizzatore del processo elettroerosivo a tuffo dovrebbe iniziare a considerare il fluido dielettrico con maggiore attenzione, in quanto la giusta scelta del rapporto viscosimetrico (per confronto pratico si può comparare alla giusta scelta della marcia dell'autovettura in relazione al percorso al fine di ottimizzare il rendimento del motore), unitamente alla sua stabilità, e di conseguenza dal suo livello formulativo, contribuirà in misura rilevante all'ottenimento del risultato desiderato e alla migliore economicità produttiva.



**Andamento delle curve di: conducibilità del fluido dielettrico, tensione e amperaggio, durante un ciclo di impulso. Le sigle indicano:  $t_1$  e  $t_2$  formazione del canale di scarica (si noti come variano tensione e amperaggio);**

**$t_3$  periodo di permanenza del canale di scarica;**

**$t_4$  implosione del canale di scarica;  $t_5$  deionizzazione del canale di scarica;  $t_6$  ritardo iniziale prima che venga vinta la resistenza del fluido dielettrico;  $t_7$  periodo della scarica;**

**$t_8$  min minimo intervallo tra impulsi che consente una deionizzazione sufficiente a evitare la formazione di archi voltaici;  $t_9$  durata minima dell'impulso di energia;  $t_{10}$  min**

**durata minima del ciclo, vale a dire durata dell'impulso più durata della deionizzazione: se il circuito viene chiuso troppo presto, la conducibilità del fluido non fa in tempo a**

**diminuire sufficientemente per prevenire l'innesco di archi voltaici. Dal diagramma risulta evidente che la tensione deve rimanere al massimo livello per un attimo prima di riuscire a vincere la resistenza del fluido e innescare la**

**scarica; alla fine del ciclo, la conducibilità, per un breve periodo rimane elevata anche dopo l'apertura del ciclo.**

### L'importanza di filtrazione e termorefrigerazione

In aggiunta alle suddette considerazioni non si deve dimenticare che anche il migliore e più idoneo fluido EDM deve essere costantemente e adeguatamente filtrato e termorefrigerato.

Una inadeguata filtrazione del fluido è sinonimo di usure anomale degli elettrodi, di probabili inneschi di archi voltaici locali, che sono in antitesi al principio elettroerosivo basato su una serie di scintille controllate, a elevata frequenza, ma intermittenti, nonché di un preco-

invecchiamento del fluido.

Nella vasca di lavoro la temperatura di regime del fluido deve essere mantenuta costantemente tra 30 e 35 °C; nella vasca di recupero la temperatura è opportuno sia mantenuta tra 20 e 25 °C. Una non adeguata stabilità della temperatura di regime nella vasca di lavoro, ha come conseguenza una variazione della viscosità di esercizio del fluido e di conseguenza un incostante suo modo di governare e determinare l'area di impronta della scarica, a cui non va disgiunto l'effetto negativo che produce il superamento delle temperature ottimali, in precedenza segnalate, sulla stabilità del prodotto. La velocità di ossidazione di un fluido, in presenza di ossigeno e di sostanze catalizzanti come gli sfridi, cresce con legge esponenziale al crescere della temperatura del bagno del fluido.

### Consigliabili monitoraggi periodici delle cariche

Possiamo concludere queste brevi note, ricordando che la vita di esercizio di un fluido non può essere eterna e non si risolve il problema ripristinando i livelli. Rammentiamo che le temperature locali generate da ogni singola scintilla, anche se limitata a una area inferiore a quella della sezione di un capello, sono sempre comprese tra 4.000 e 12.000 °C. In tali condizioni operative, le strutture molecolari dei fluidi si decompongono dando origine a strutture molecolari di idrocarburi di tipo ciclico, a elevata instabilità, unitamente alla formazione di sostanze acide. Pertanto sono consigliabili monitoraggi periodici delle cariche in esercizio al fine di prevenire spiacevoli inconvenienti produttivi, da non imputarsi ad un calo di rendimento della macchina, ma a inadeguata qualità del fluido in esercizio, in conseguenza al suo degrado.

G. L. Merlo è il responsabile della Steelfluid.

# EDMFluid-S

**fluidi dielettrici sintetici speciali**

*quattro buone ragioni per essere scelti*

- **L'esperienza di oltre 25 anni di attività**
- **La conoscenza del processo EDM**
- **La collaborazione dei costruttori di macchine EDM**
- **La collaborazione dell'industria petrolchimica**

**EDMFluid 80-S**  
**EDMFluid 95-S**  
**EDMFluid 105 MP-S**  
**EDMFluid 110 MP-S**  
**EDMFluid 113-S**  
**EDMFluid 115-S**

**La gamma più innovativa di fluidi sintetici disponibile sul mercato Europeo, al servizio delle più avanzate e sofisticate esigenze del processo elettroerosivo a tuffo.**

La Steelfluid pone le proprie esperienze, conoscenze e organizzazione tecnico commerciale, al servizio degli utenti del processo elettroerosivo a tuffo al fine di ottimizzare le prestazioni delle macchine EDM.



Via Cecchi, 9/6 - 16129 GENOVA - Tel. 010/540691 - Fax 010/5451087

# EDMfluid-S

## Dati tecnici

La gamma dei fluidi dielettrici EDMfluid-S è articolata per rispondere nella misura più idonea alle varie esigenze e ai parametri applicativi più specifici:

Prodotto	Campi applicativi
EDMfluid 80-S	Superfinitura, finitura e lucidatura spinta di particolari medio piccoli, con macchine a CNC; idoneo per foratrici tipo AGEMA. Riduzione drastica dei consumi di fluido per evaporazione e minore usura dell'elettrodo. Costanza viscosimetrica.
EDMfluid 95-S	Superfinitura e lucidatura di stampi destinati alla termoplastica, in particolare di tipo tecnico, con grado di rugosità superficiale molto basso ed elevato livello di lucidatura. Minore usura dell'elettrodo e riduzione drastica dei consumi di fluido per evaporazione. Costanza viscosimetrica.
EDMfluid 105 MP-S	Fluido <i>MultiPurpose</i> , specifico per la produzione di stampi, da pieno, destinati al settore termoplastico. Elevato livello di finitura superficiale, anche in presenza di forme volumetriche complesse; incremento della velocità di erosione durante la fase di sgrossatura; riduzione drastica dei consumi per evaporazione. Costanza viscosimetrica.
EDMfluid 110 MP-S	Fluido <i>MultiPurpose</i> , specifico per la produzione di stampi destinati alla pressofusione di leghe leggere, manufatti in gomma, nonché per la produzione di palette delle turbine a gas. Elevato rendimento elettroerosivo durante la fase di sgrossatura a medio-elevato amperaggio, abbinato ad un eccellente potere di lavaggio nell'area del Gap. Riduzione dei consumi per evaporazione del fluido.
EDMfluid 113-S EDMfluid 115-S	Fluidi specifici ed innovativi per operazioni gravose di sgrossatura, per le quali è richiesto di ottimizzare al meglio il rendimento elettroerosivo, senza compromettere un adeguato lavaggio dell'area del Gap, anche in presenza di forme volumetriche complesse. Sono specifici per la produzione di stampi destinati allo stampaggio a caldo dei metalli; al settore dei pneumatici e per matrici destinate alla pressofusione di leghe leggere (113-S). Eccellente stabilità viscosimetrica.

Caratteristiche	Metodo di prova	Unità di misura	EDMfluid 80-S	EDMfluid 95-S	EDMfluid 105 MP-S	EDMfluid 110 MP-S	EDMfluid 113-S	EDMfluid 115-S
Densità	ASTM D1298	Kg/l	0.751	0.761	0.761	0.768	0.783	0.786
Visc. Cinem. a 20 °C	ASTM D445	cSt	1,83	2.36	2,70	3,30	4,2	5,1
Punto infiamm. (PM)	ASTM D93	°C	80	95	104	110	105	123
Inizio distillazione	ASTM D86	°C.	204	223	228	250	240	260
Fine distillazione	ASTM D86	°C.	210	230	245	280	300	305
Colore	ASTM D156		+30	+30	+30	+30	+30	+30
Contenuto % di idrocarburi aromatici	UV. Spettrogr.		<0,001%					
Odore			Inesistente					
Doctor test	DIN 51765		Negativo					

I dati sopra riportati sono quelli tipici di produzione e non costituiscono specifica

Distribuito da:



Via Cecchi, 9/6 - 16129 Genova - Tel. 010/540691 - Fax 010/5451087

**INGERSOLL HANSEN**



**CENTER 300**  
**GANTRY 500**  
**IG 1000**  
**IG 1000 E**  
**IG 1300 E**  
**IG 3000**



**Precisione in ogni forma**

Macchine a elettroerosione a CNC

**INGERSOLL ITALIANA srl**

Strada Anulare - Torre 10 San Felice - 20090 Segrate MI - tel. 02 - 70300270 (ra) - fax 02 - 7531031