

Lavorazioni non convenzionali

# Lavorazioni non convenzionali

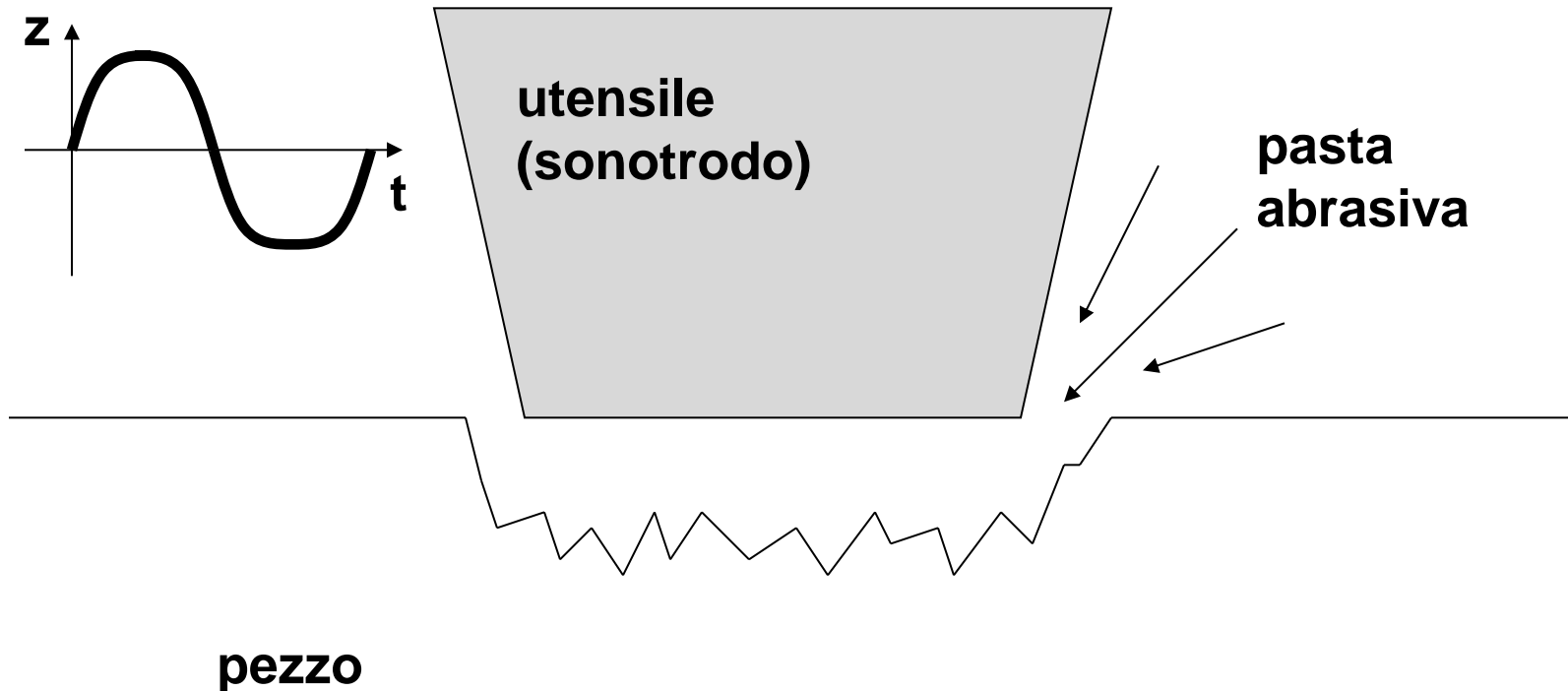
- Le lavorazioni non convenzionali sono quei processi che utilizzano tecniche di rimozione del materiale per via meccanica, elettrica, termica e chimica, differenti da quelle «tradizionalmente» adottate (tornitura, fresatura, tranciatura, etc.)
  - Nuove conoscenze chimico-fisiche della materia
  - Esigenza di parametri di lavorazione più spinti
  - Introduzione di nuovi materiali

# Classificazione

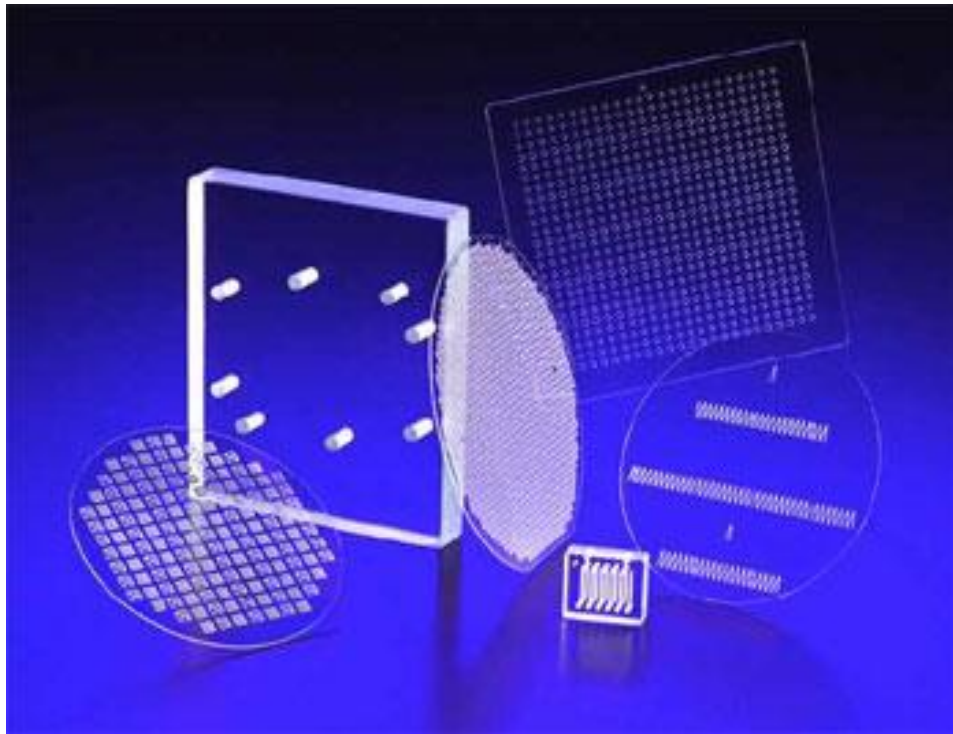
- Tipo di energia impiegata
  - Meccanica
  - Chimica
  - Elettrochimica
  - Termica

# Lavorazioni tramite energia meccanica

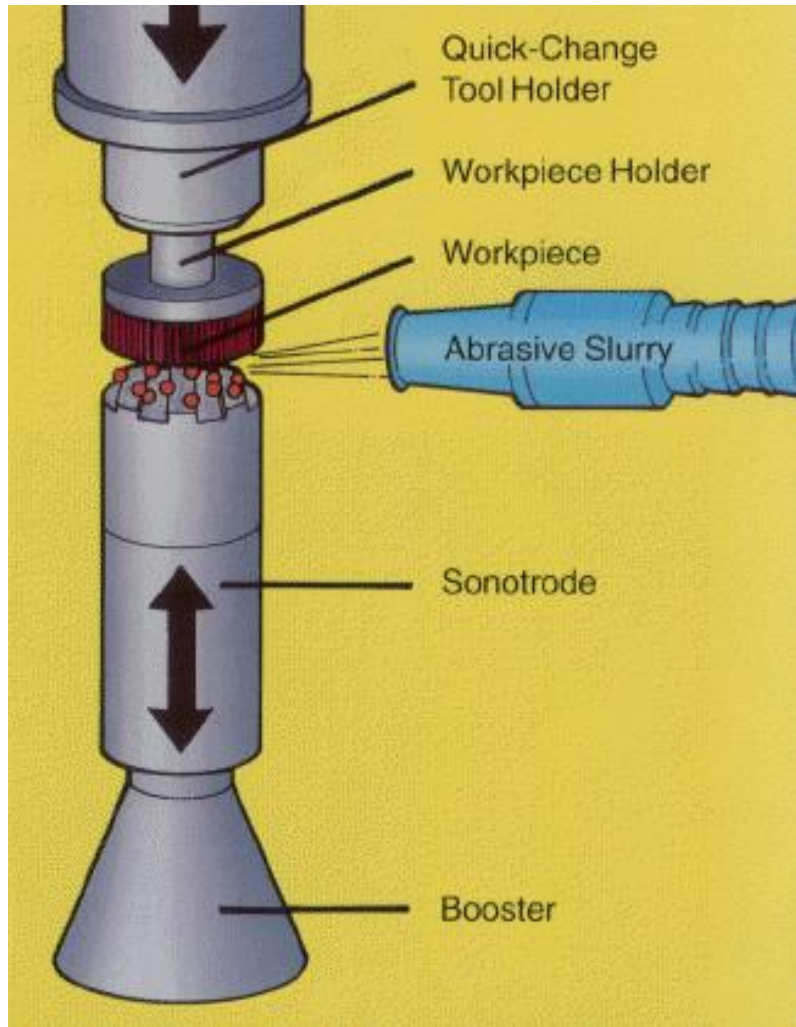
- Ultrasonic machining (USM)



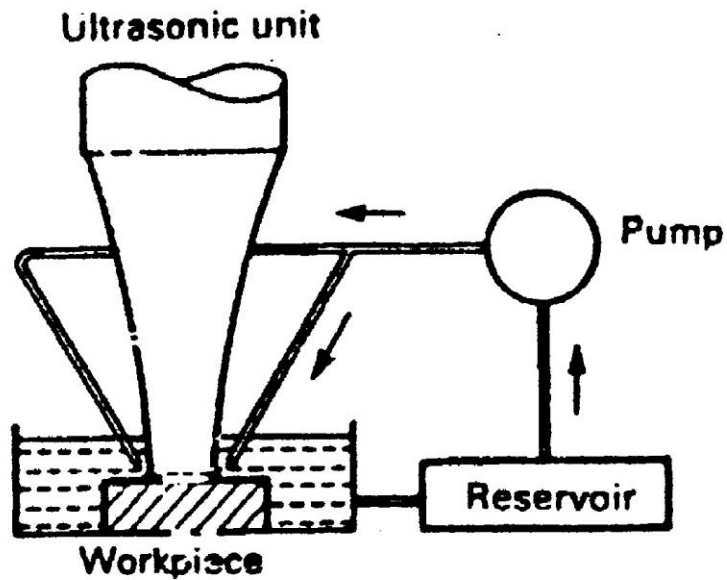
# Ultrasonic machining



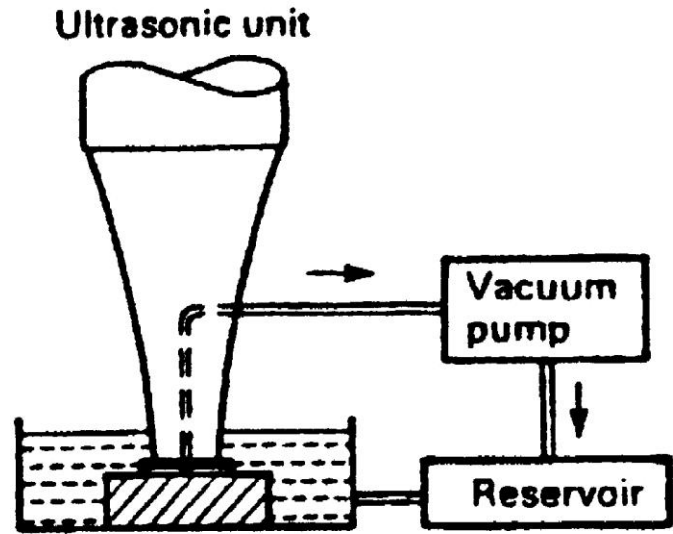
# Ultrasonic machining



# Ultrasonic machining



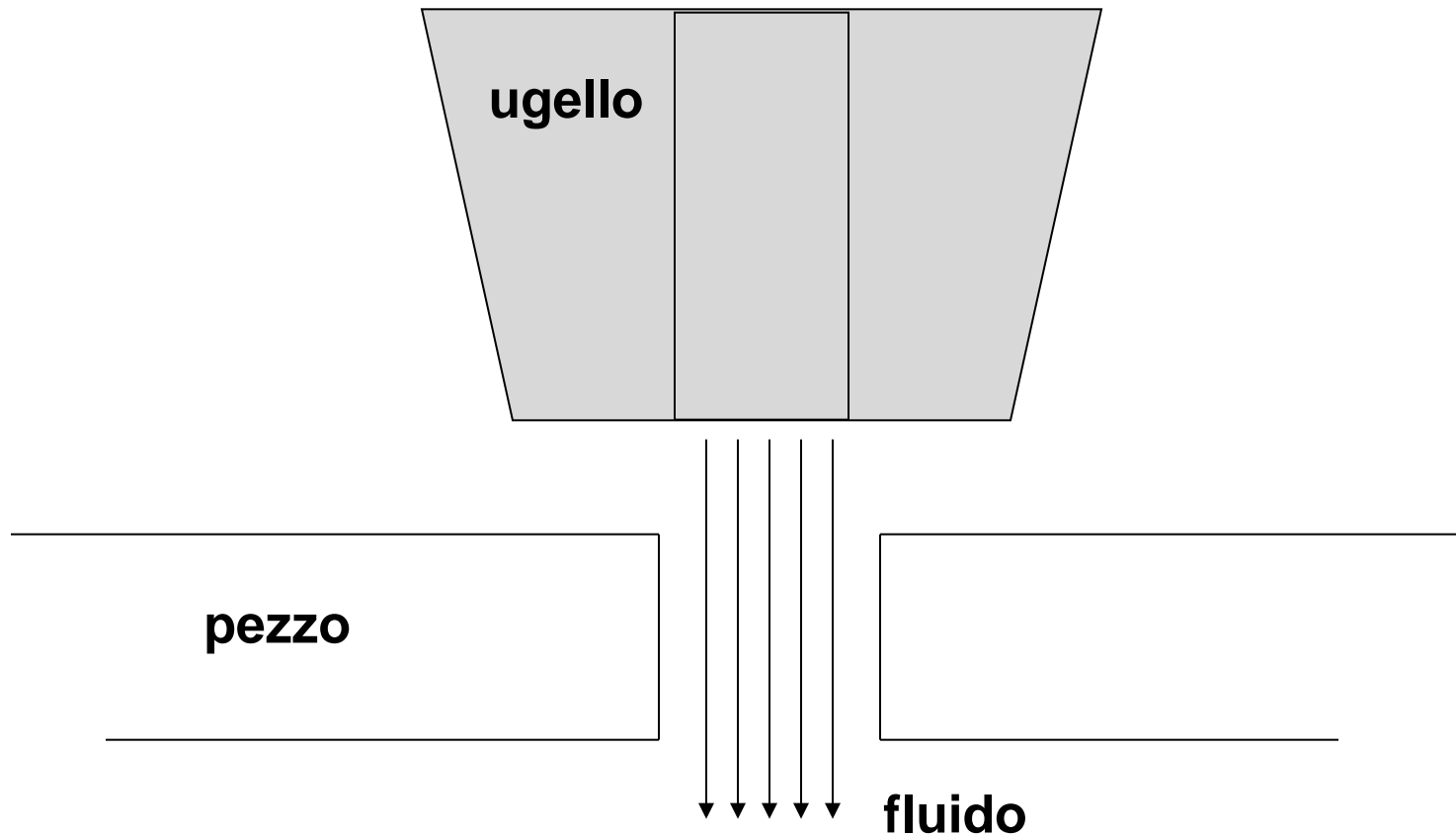
(a)



(b)

# Lavorazioni tramite energia meccanica

- Water Jet Machining (WJM)





# Water Jet Machining



# Water Jet Machining

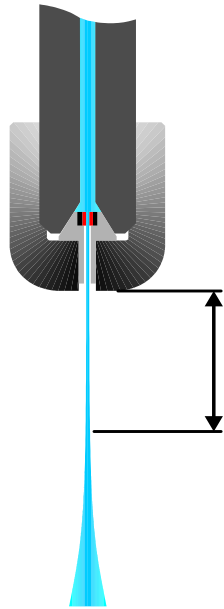
- Vantaggi
  - taglio sottile
  - traiettorie complesse
  - elevati avanzamenti (piccoli spessori)
  - assenza usura utensile
  - assenza danneggiamento termico
  - assenza polveri
  - facile staffaggio

# Water Jet Machining

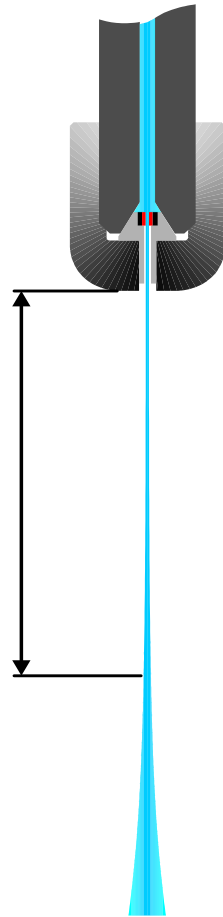
- Svantaggi
  - Solo materiali non metallici
  - Costo
  - Rumorosità
  - Craterizzazione
  - Danneggiamento (laminati)

# Water Jet Machining

Sans polym res

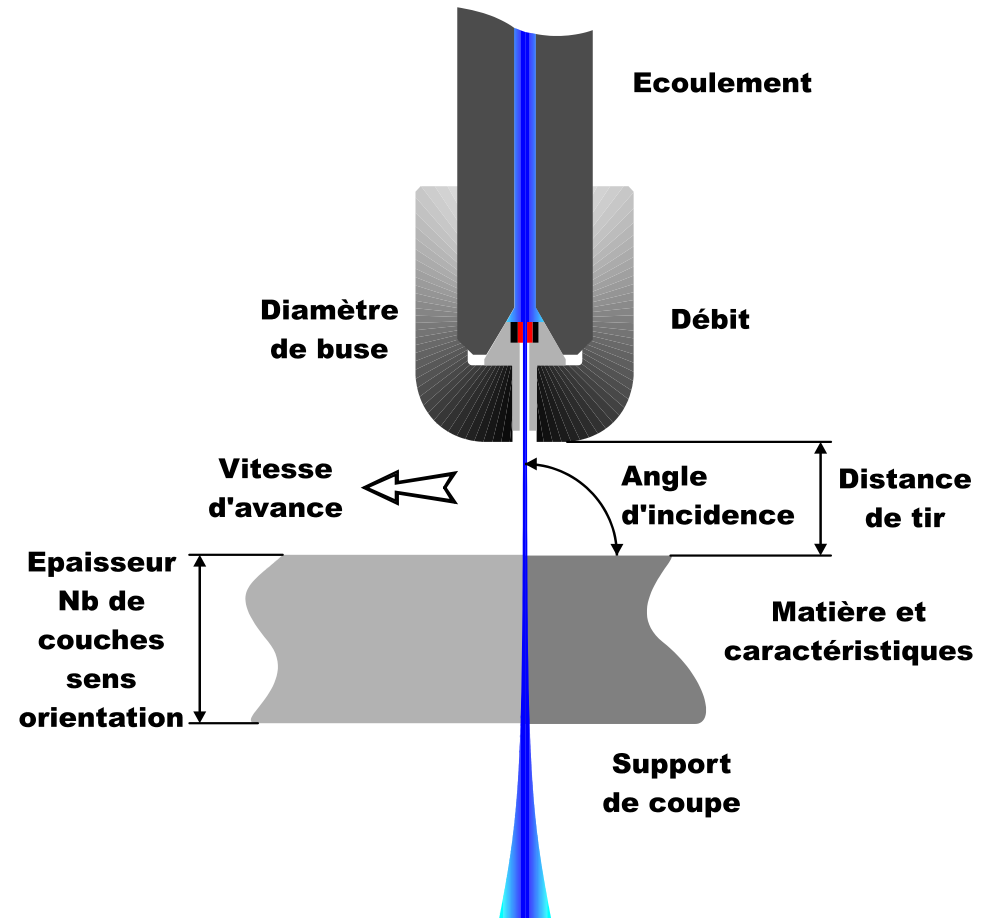


Avec polym res

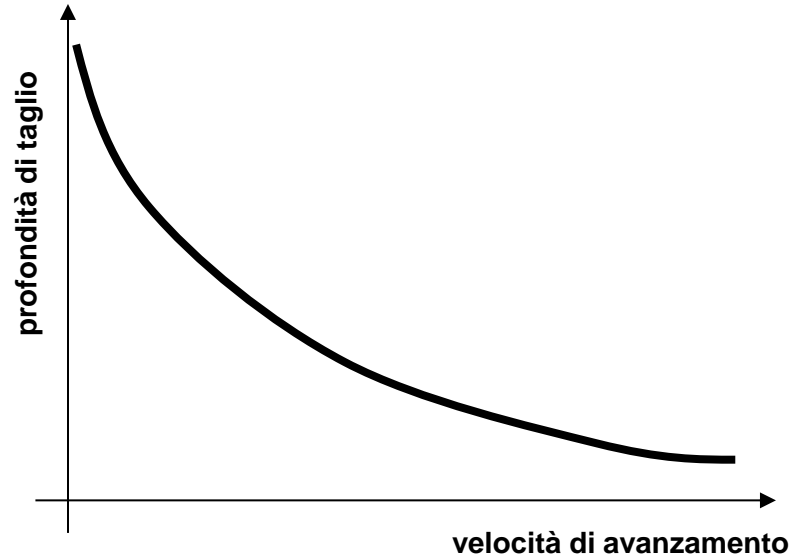
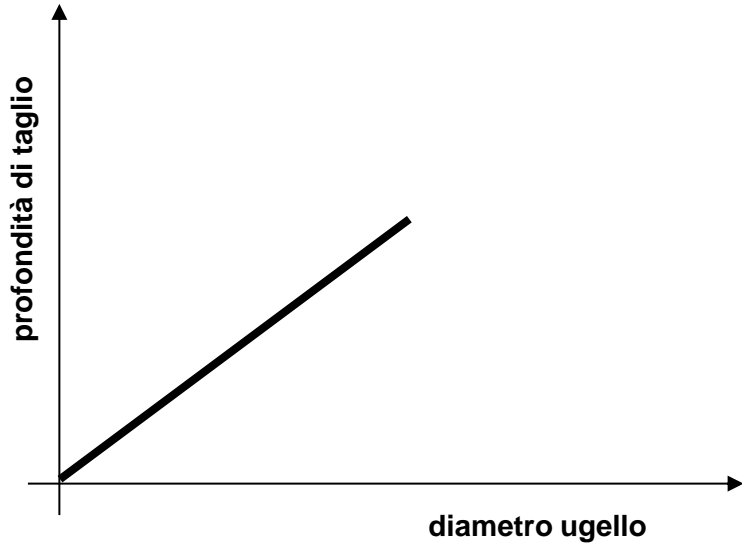
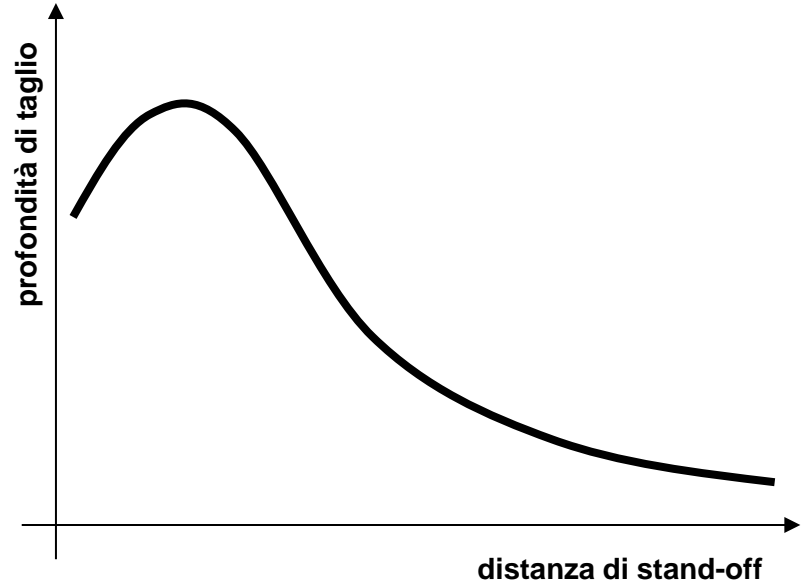
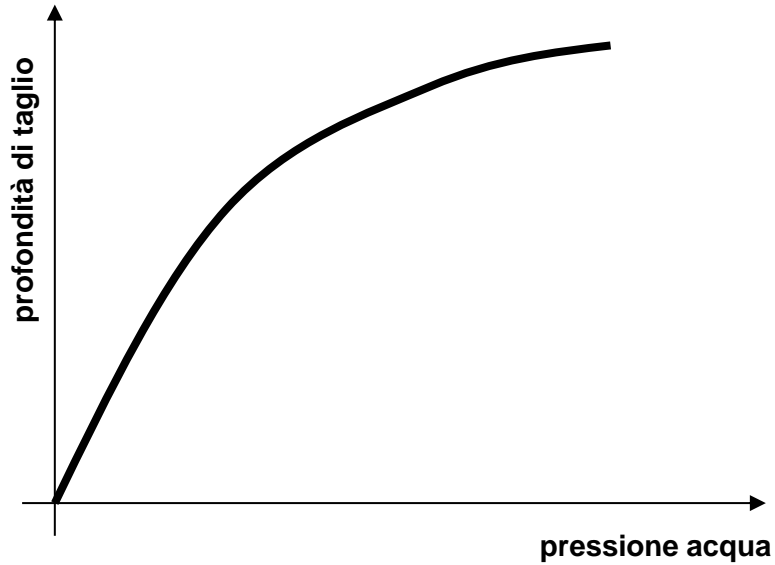


Zone de jet cohérent

**PRESSION**  
**Température**  
**Additif Dosage**

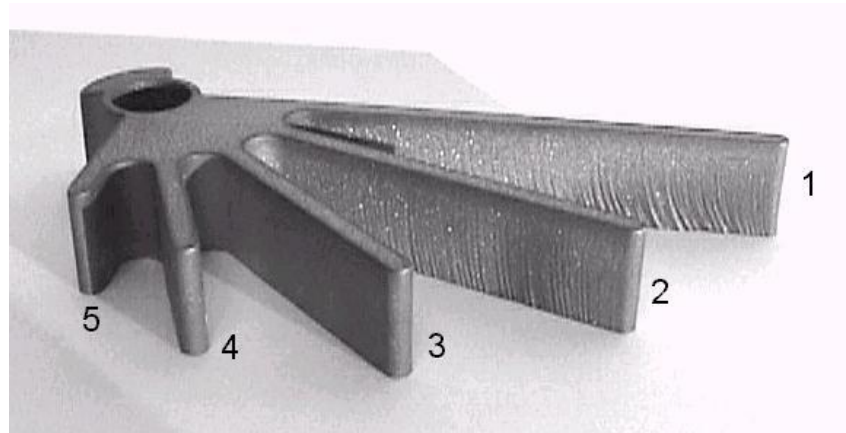
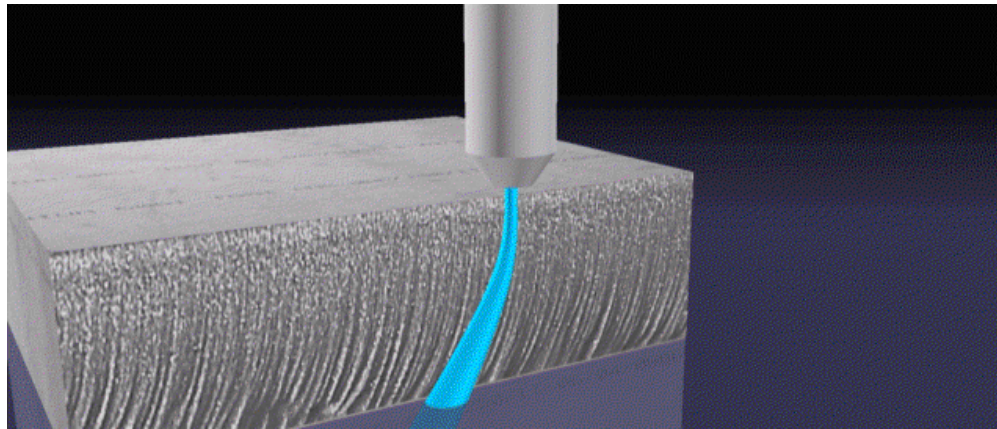


# Water Jet Machining



# Water Jet Machining

- Effetto della velocità di avanzamento

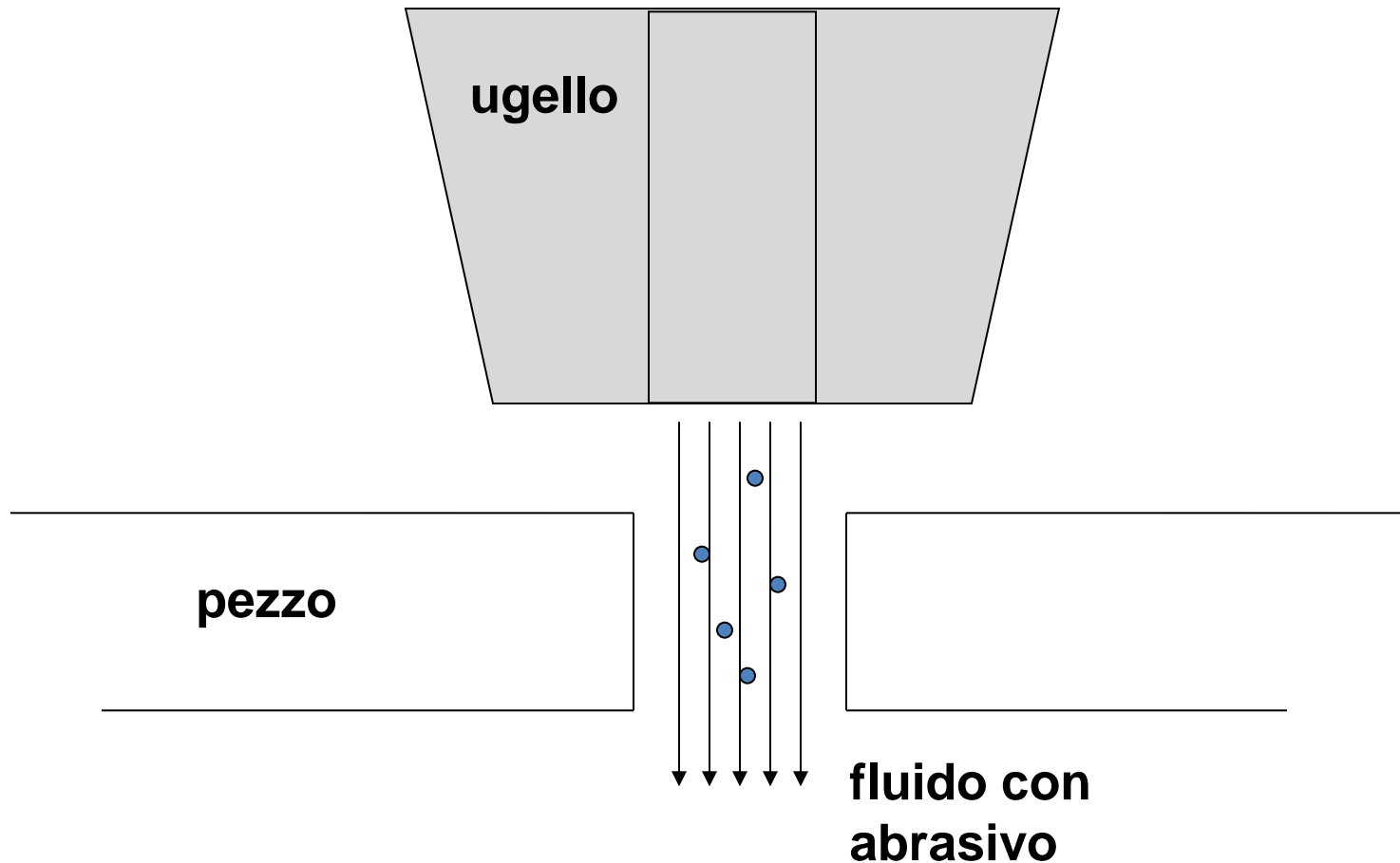


# Water Jet Machining

	<b>Spessore (mm)</b>	<b>Pressione (MPa)</b>	<b>Velocità di avanzamento (mm/s)</b>
Legno	6	294	17
Kevlar	3	294	50
Cuoio	2.2	294	330
Poliestere	2	431	2500
Cartone	1	245	8330

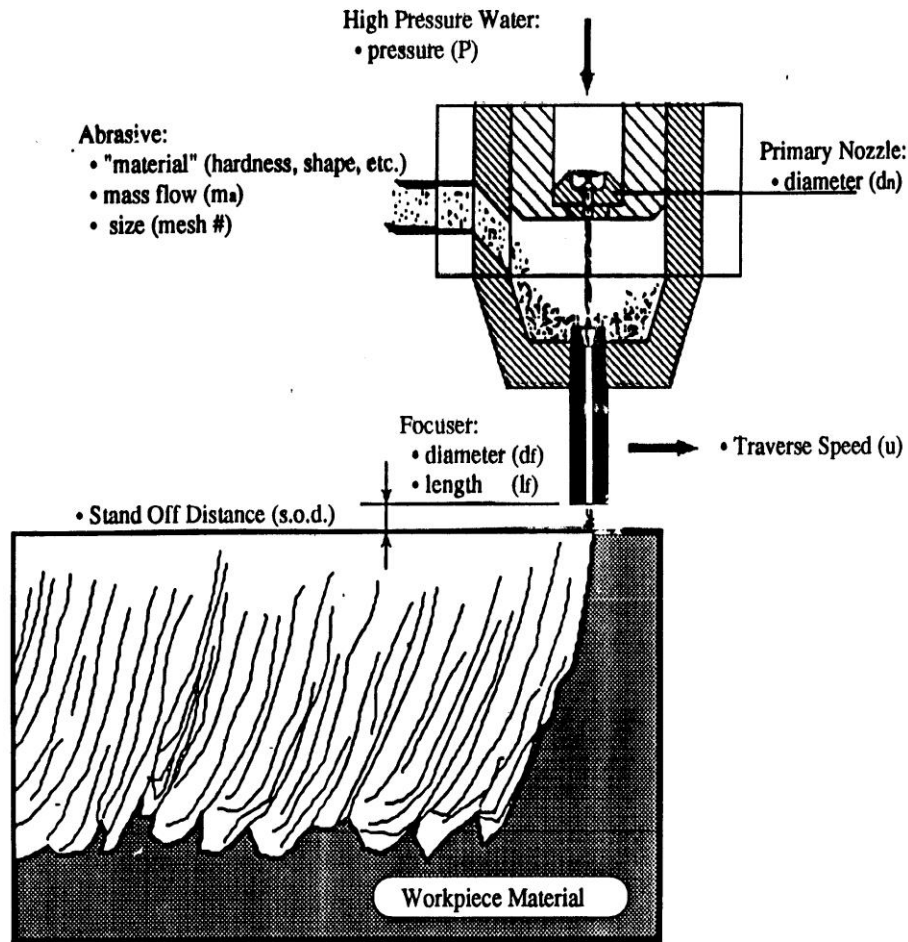
# Lavorazioni tramite energia meccanica

- Abrasive Water Jet Machining (AWJM)

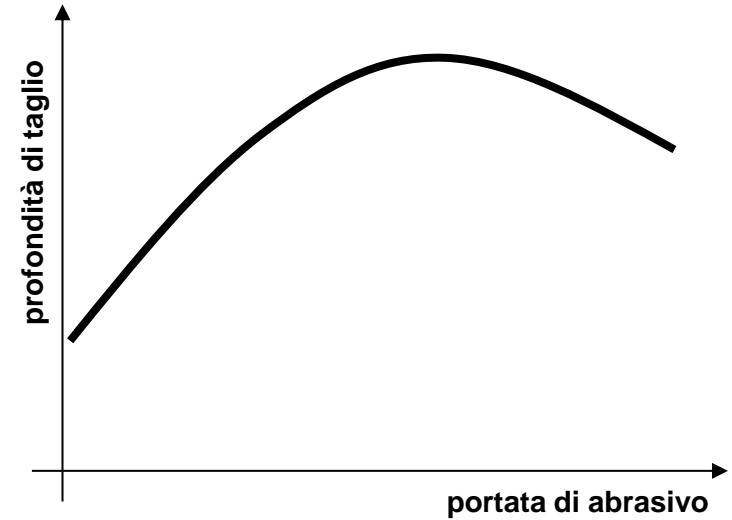
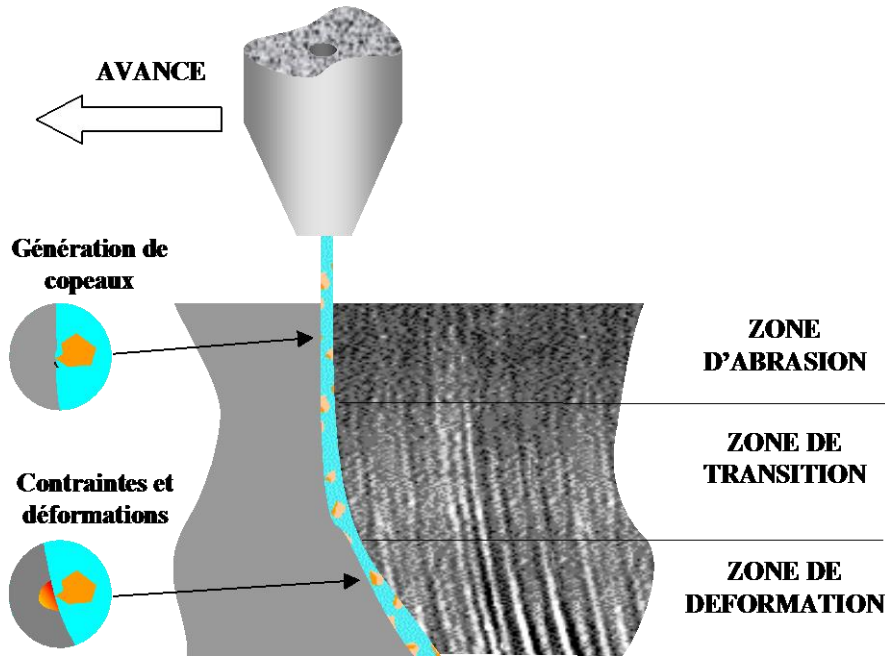




# Abrasive Water Jet Machining



# Abrasive Water Jet Machining



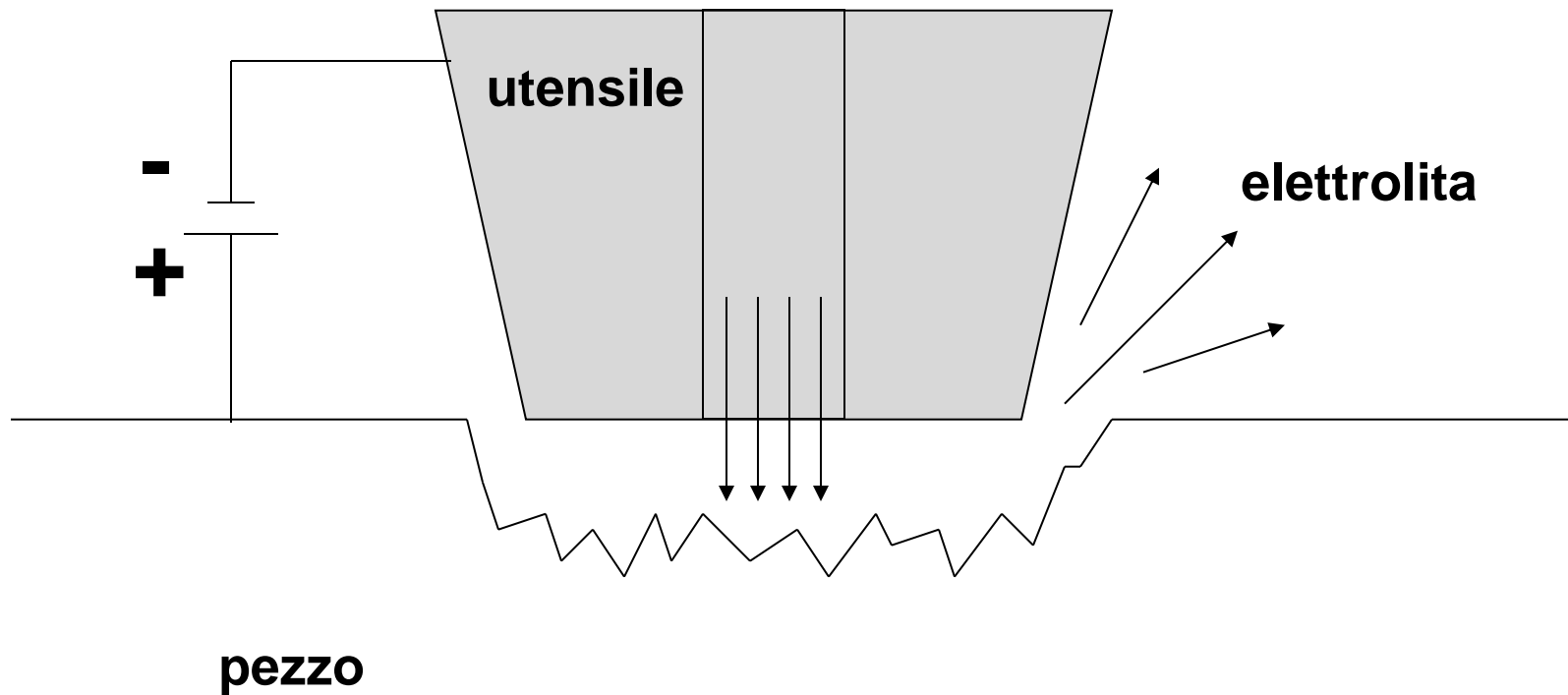
# Lavorazioni tramite energia chimica

- Chemical Machining (CHM)



# Lavorazioni tramite energia elettro-chimica

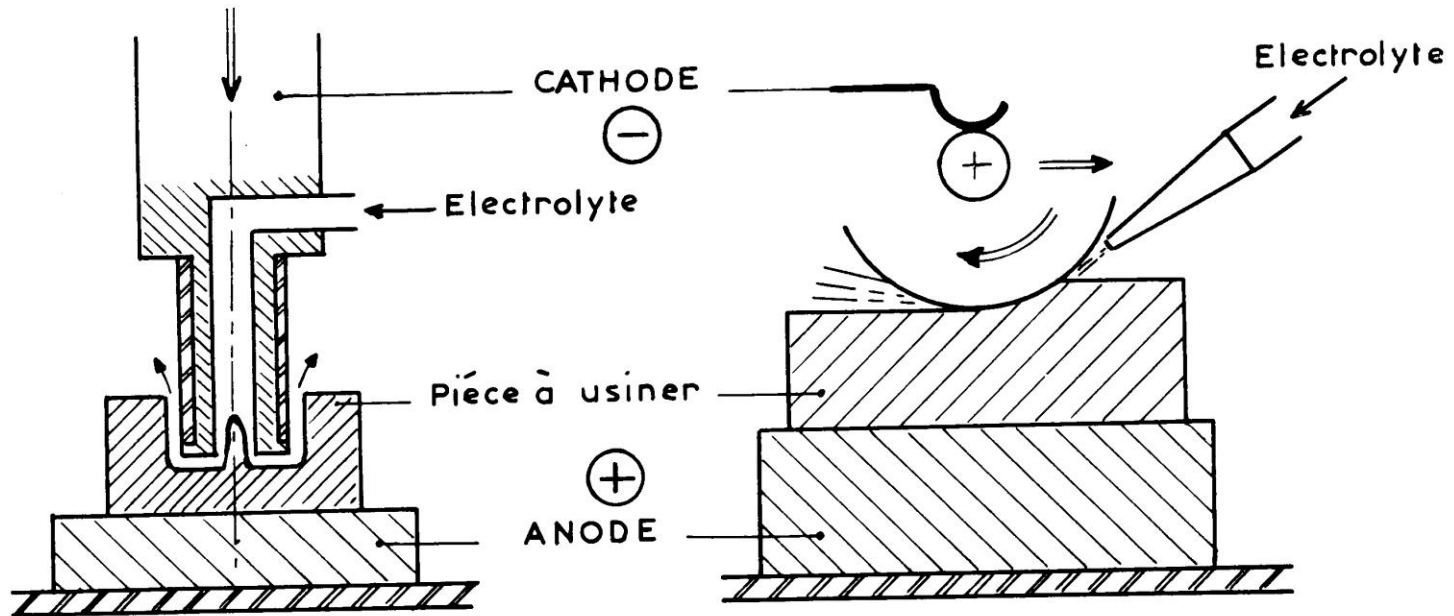
- Electro-chemical Machining (ECM)



# Electro-chemical machining



# Electro-chemical machining



# Electro-chemical machining

- Vantaggi
  - ottima finitura superficiale (fino a 0.1 mm)
  - capacità di ottenere forme complesse
  - capacità di lavorare i materiali indipendentemente dalla loro durezza
  - buon rateo di asportazione
  - totale assenza usura dell'utensile
  - assenza di tensioni residue

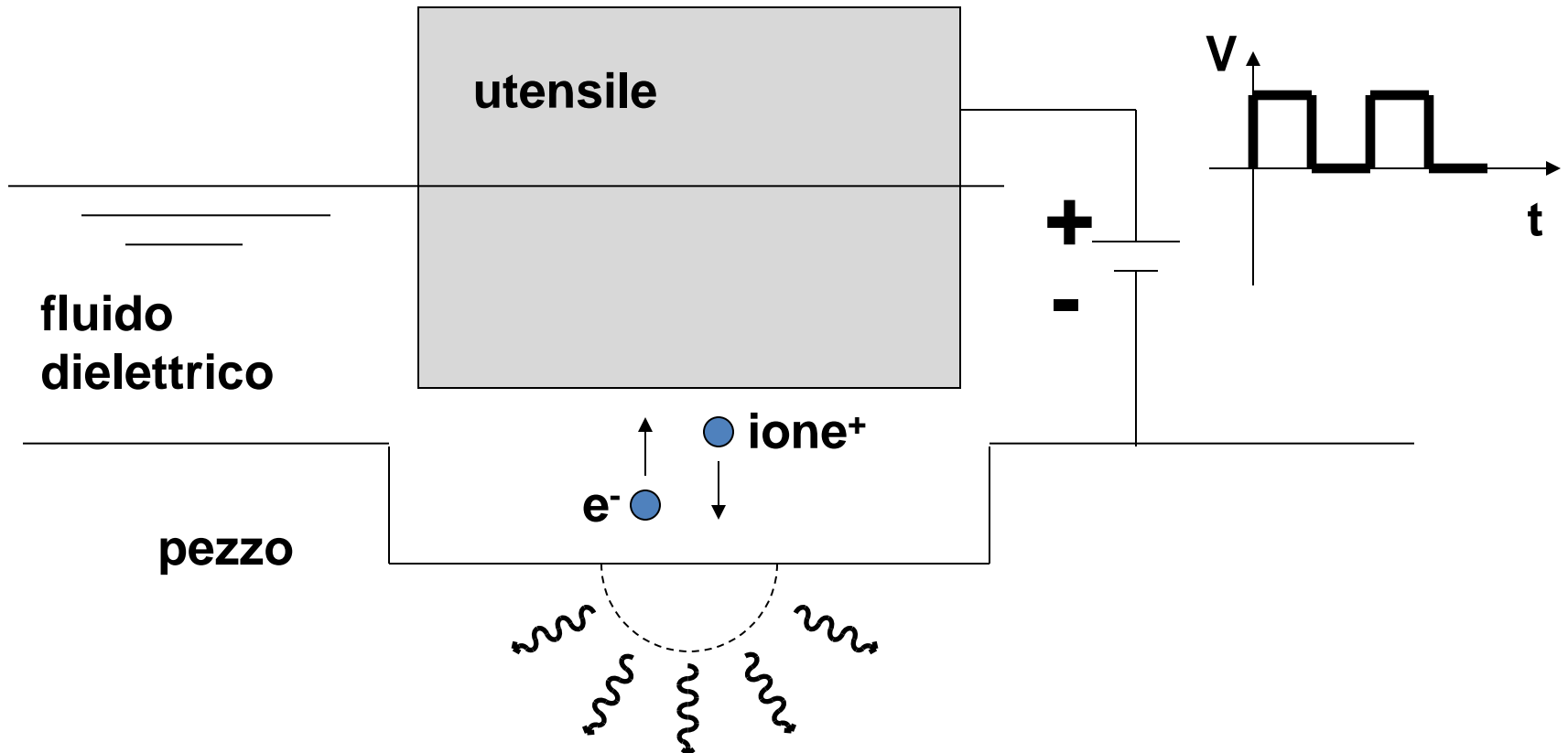
# Electro-chemical machining

- Svantaggi
  - possono essere lavorati solo materiali conduttori
  - tolleranze dimensionali non particolarmente precise
  - le macchine ECM sono molto costose (diverse volte rispetto a quelle per l'EDM)
  - gli utensili sono molto costosi da produrre
  - presenza di fenomeni corrosivi

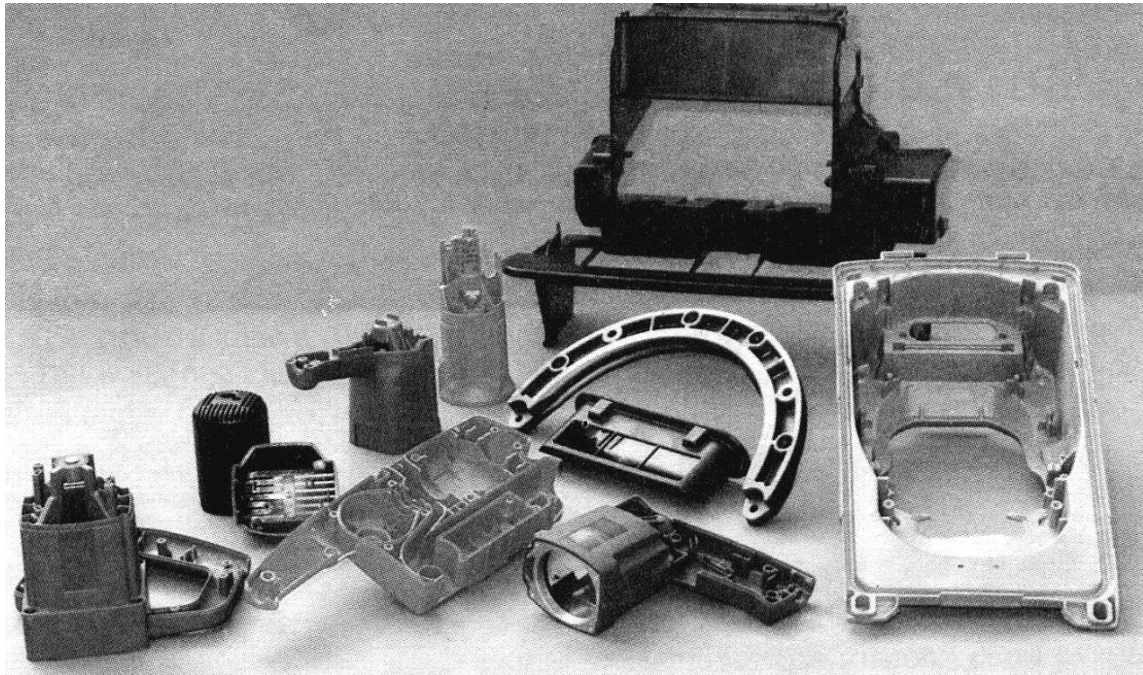


# Lavorazioni tramite energia termica

- Electro Discharge Machining (EDM)

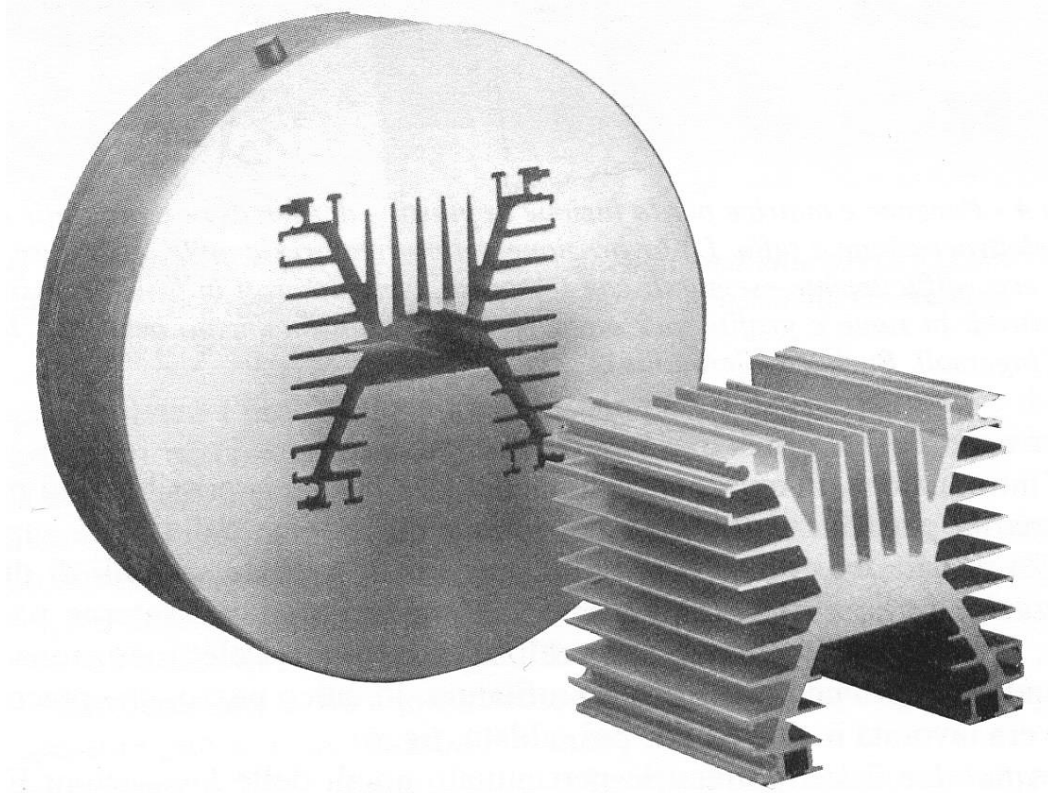


# Electro discharge machining



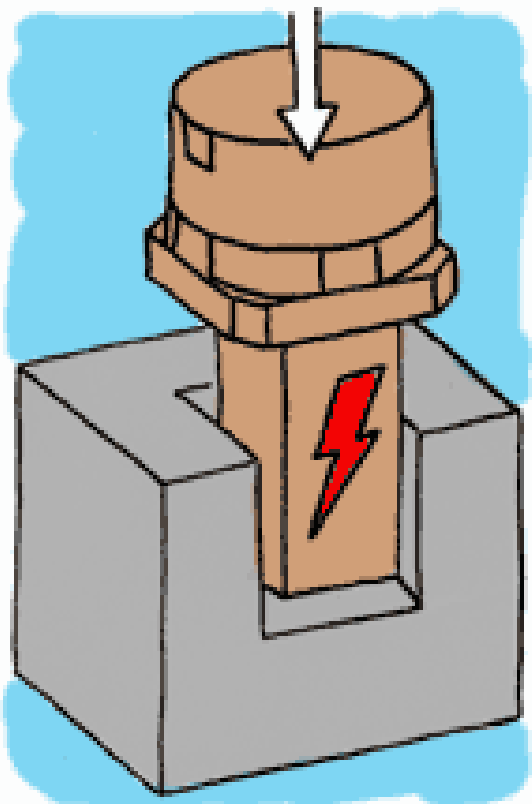
Stampi per oggetti pressofusi

# Electro discharge machining

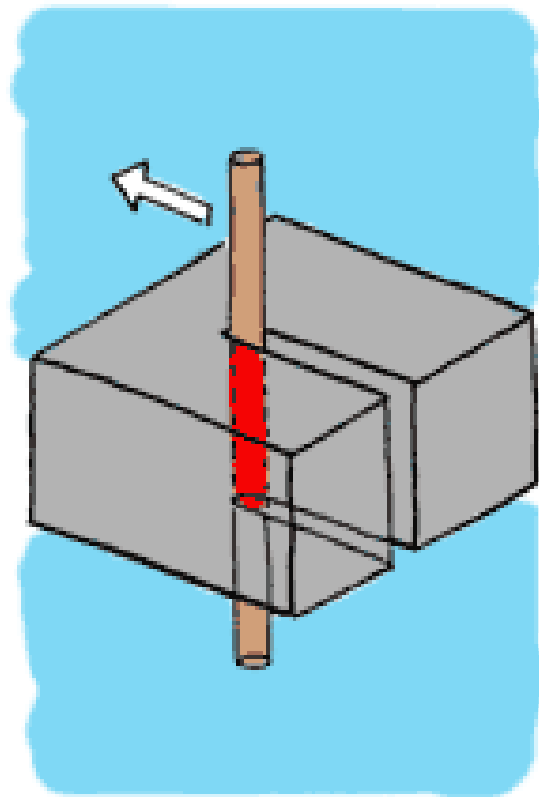


Matrici per oggetti estrusi

# Electro discharge machining

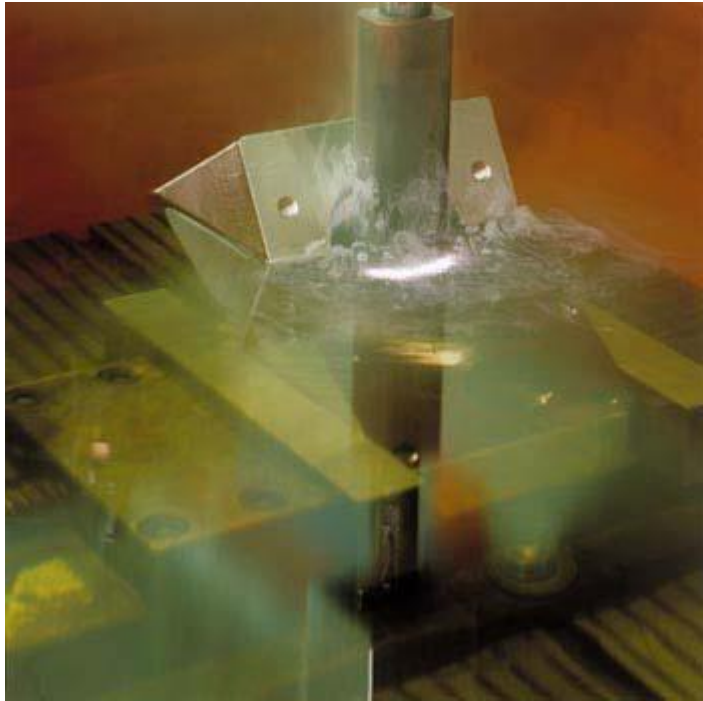


EDM a tuffo



EDM a filo

# Electro discharge machining



EDM a tuffo

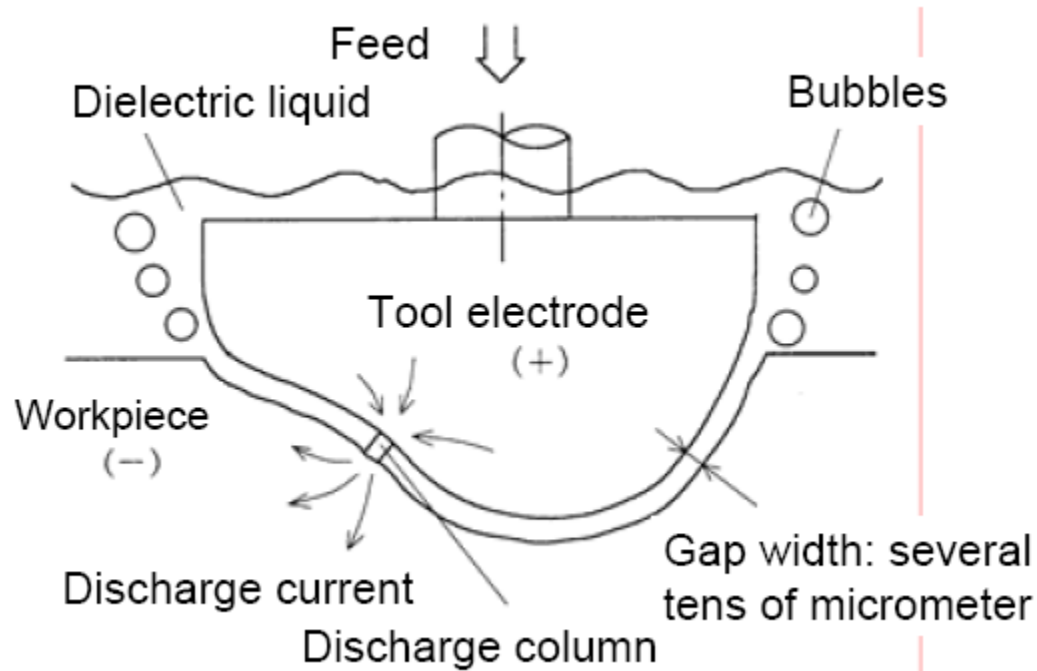


EDM a filo

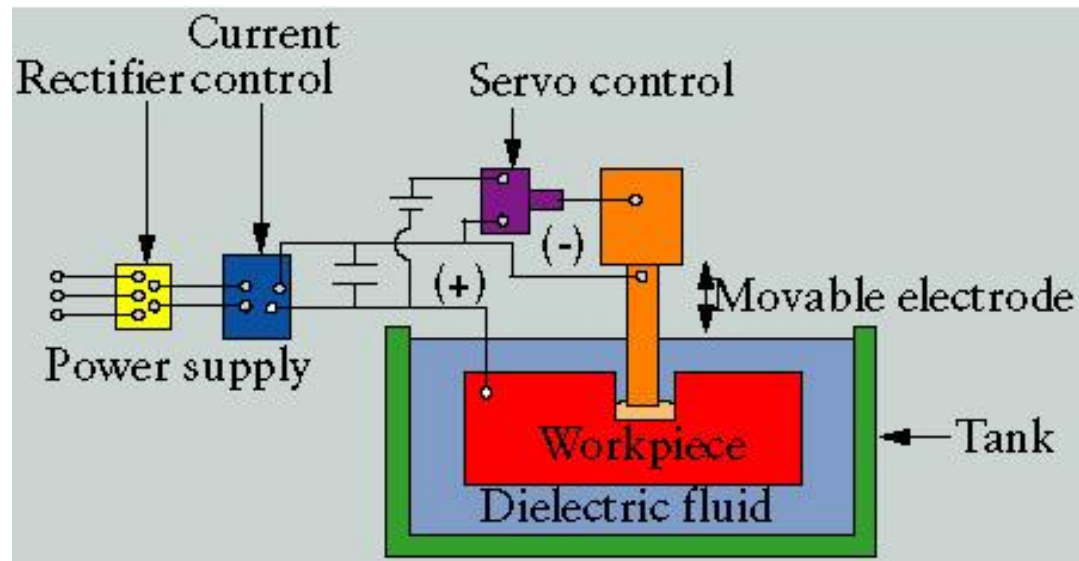
# Electro discharge machining

- Pezzo da lavorare immerso in un fluido dielettrico
- Elettrodo alimentato con polarità positiva
- Pezzo alimentato con polarità negativa
- L'elettrodo e il pezzo non sono mai a contatto (distanza: circa 25  $\mu\text{m}$ )
- Residui della lavorazione: gas e sfere metalliche (tipo polvere metallica)

# Electro discharge machining



# Electro discharge machining





# Electro discharge machining

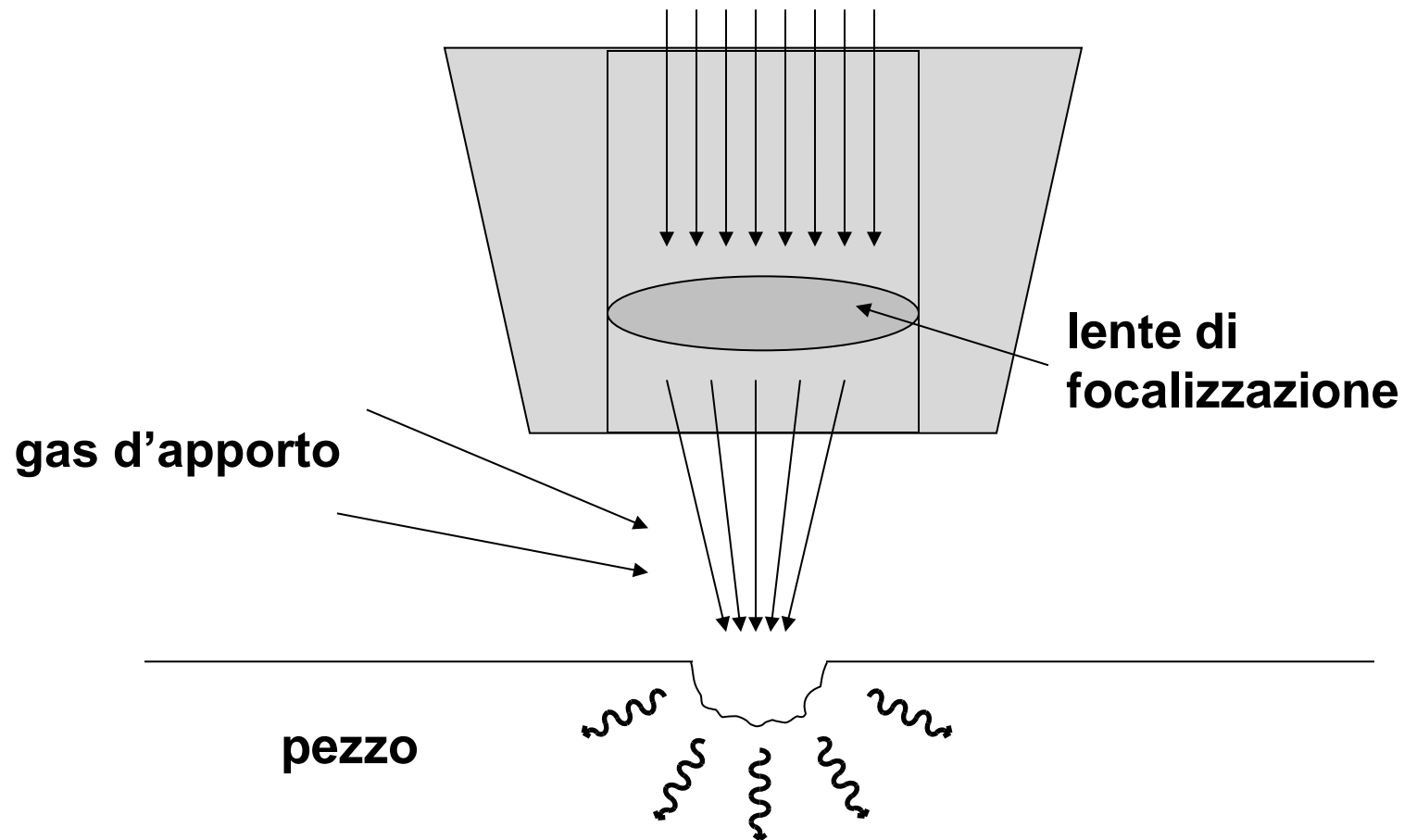
Descrizione per fasi del processo elettroerosivo:

1. raggiungimento di una certa tensione e conseguente liberazione di elettroni dal catodo
2. urto degli elettroni con atomi e molecole del fluido e creazione di ioni positivi e negativi (effetto a catena)
3. il fluido viene completamente ionizzato e si trasforma in un conduttore lasciando passare la corrente
4. il fluido si trova allo stato di plasma che determina la fusione e la vaporizzazione di alcune zone (sia del pezzo che dell'utensile)
5. dopo la scarica la tensione scende fino ad annullarsi (condensatori scarichi)
6. i condensatori ricominciano ad accumulare energia fino a quando non si raggiunge una tensione tale da innescare nuovamente il processo

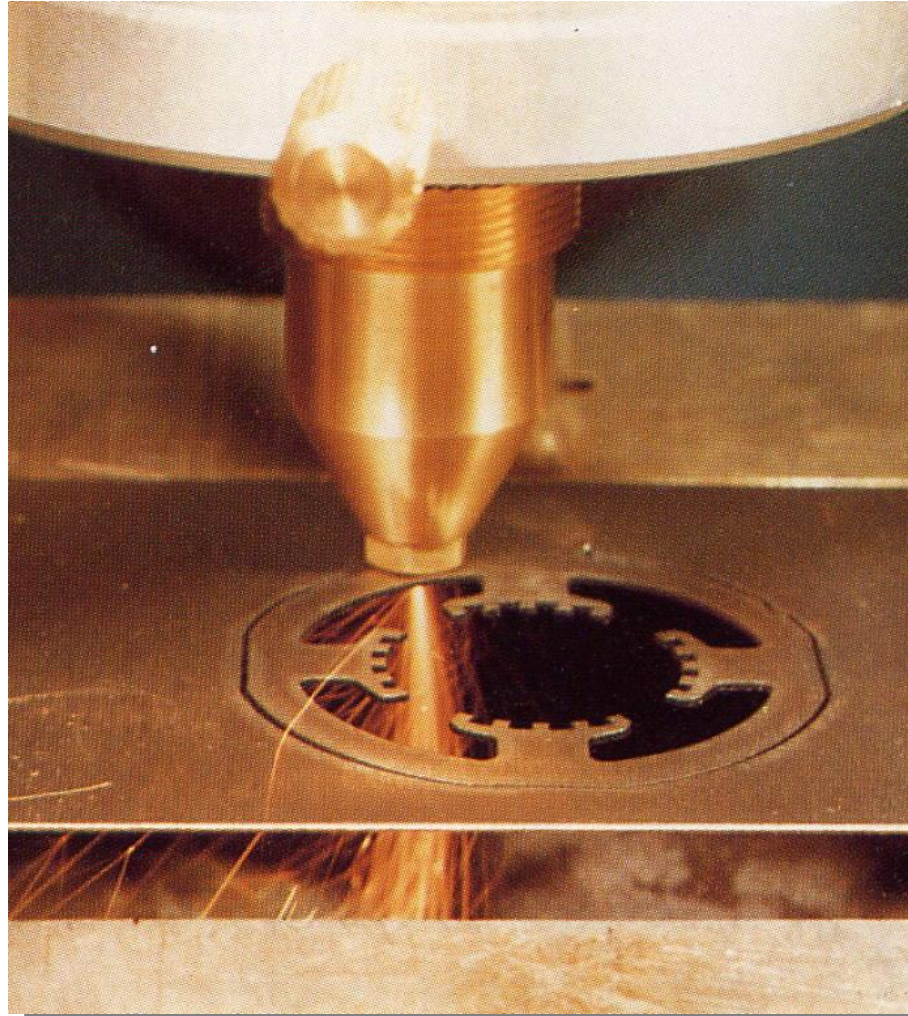
N.B: ad asportare il materiale non è un flusso di corrente ma il continuo e controllato innesco e disinnesco dell'arco elettrico che genera il plasma che ...

# Lavorazioni tramite energia termica

- Laser Beam Machining (LBM)



# Laser Beam Machining





# Laser Beam Machining

Laser	Lunghezza d'onda (um)	Potenza (W)	Regime
He-Ne	0.6328; 1.15, 3.39	0.001 – 0.05	Continuo
CO2	10.6	Fino a 20k	Continuo o pulsato
Rubino	0.6943	500 J	Pulsato
Nd-YAG	1.06	Fino a 1k	Continuo o pulsato
Erbio	1.55	>1k	Continuo o pulsato

# Laser Beam Machining

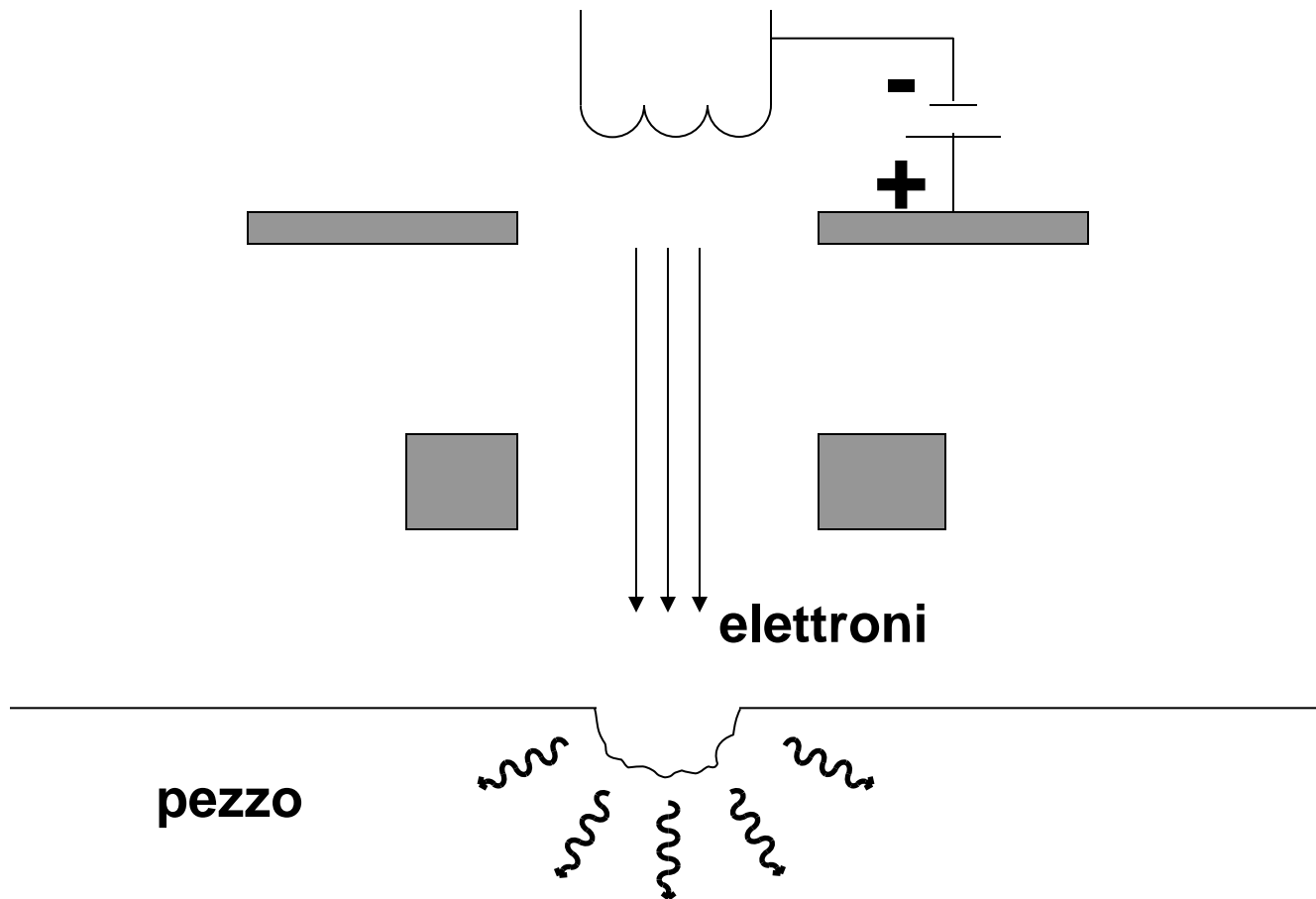
- Vantaggi
  - elevati valori di densità di potenza
  - assenza contatto utensile-pezzo
  - assenza usura utensile
  - fascio facilmente direzionabile
  - non occorre lavorare sotto-vuoto
  - zona termicamente alterata ridotta
  - ridotte distorsioni termiche

# Laser Beam Machining

- Svantaggi
  - impianti costosi
  - danneggiamento termico sui materiali sensibili al calore
  - superfici craterizzate
  - elevata precisione di posizionamento dei pezzi
  - influenza della riflettività

# Lavorazioni tramite energia termica

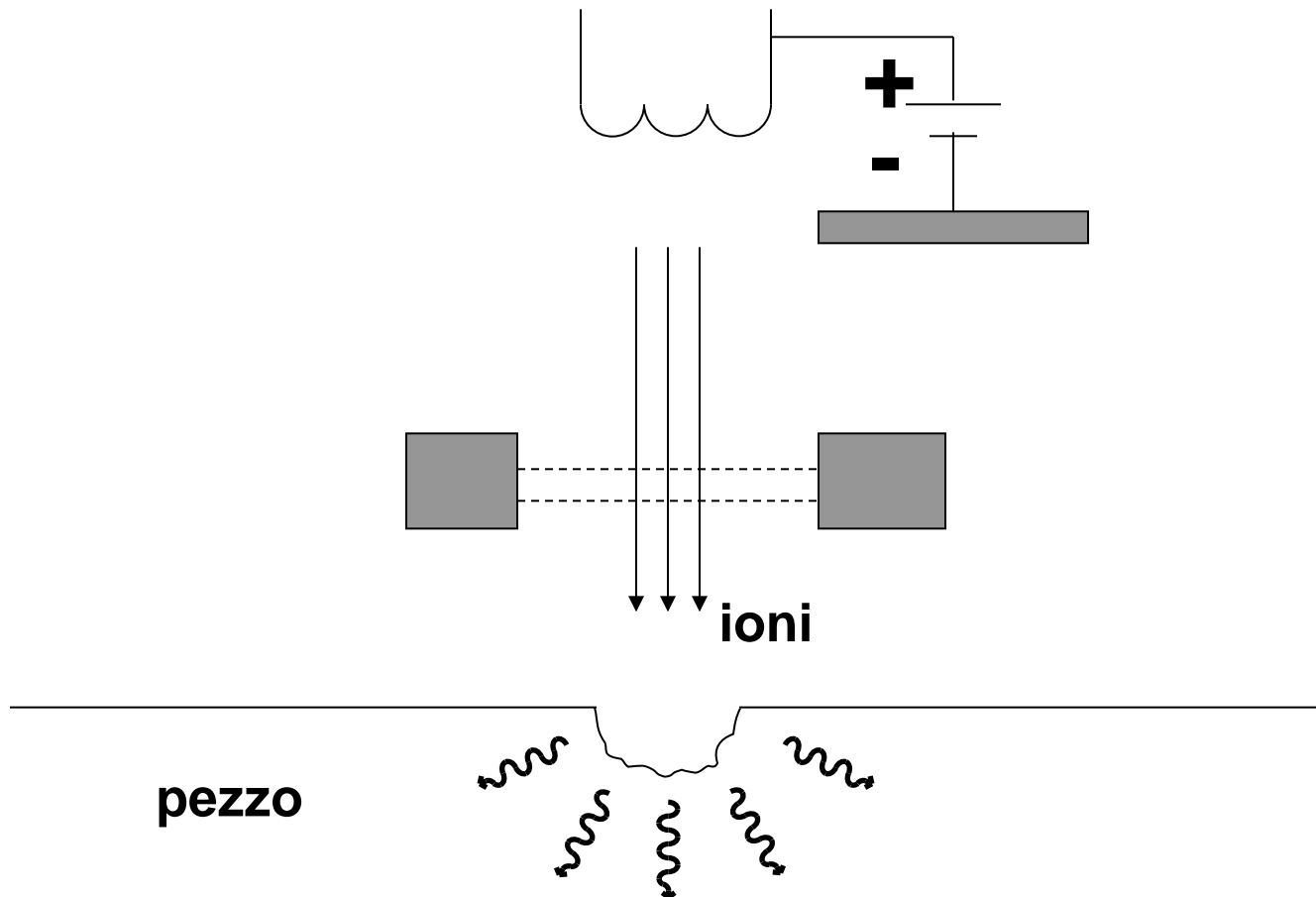
- Electron Beam Machining (EBM)





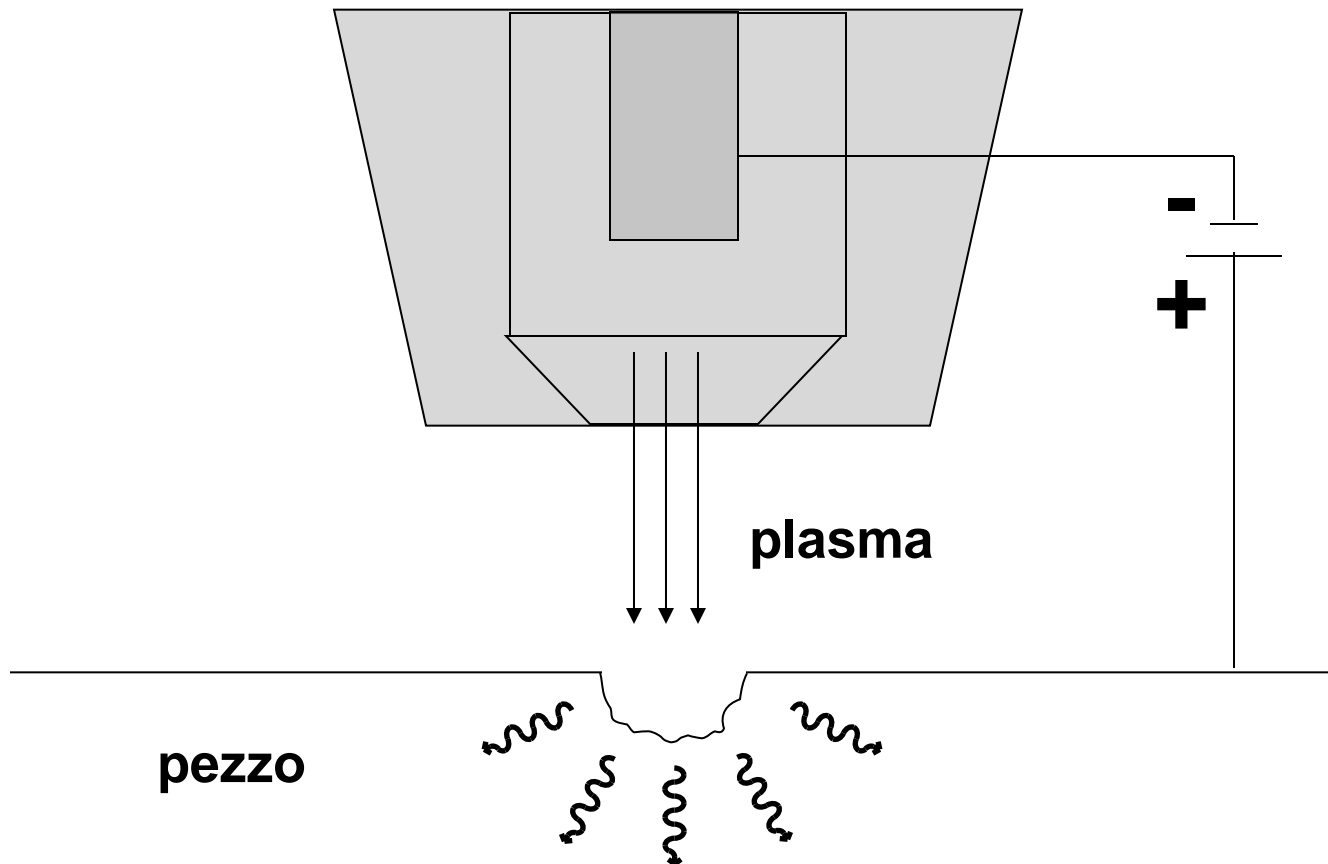
# Lavorazioni tramite energia termica

- Ion Beam Machining (IBM)



# Lavorazioni tramite energia termica

- Plasma Beam Machining (PBM)



# Parametri di processo

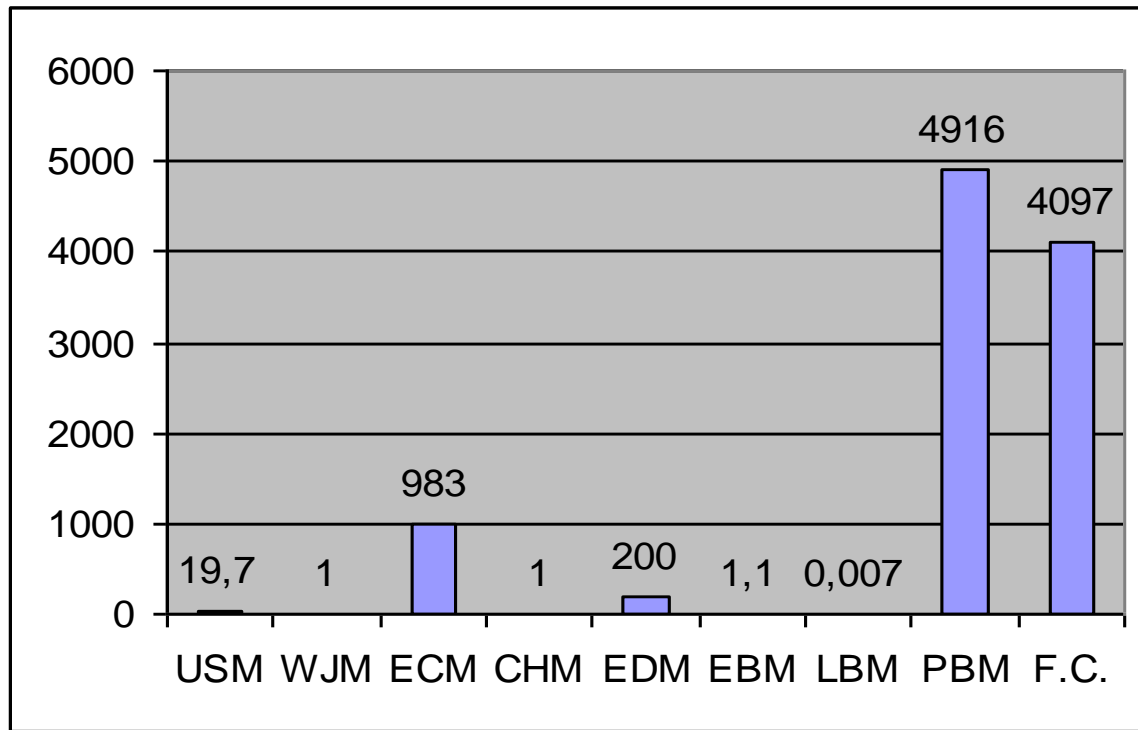
	<b>USM</b>	<b>ECM</b>	<b>EDM</b>	<b>EBM</b>	<b>LBM</b>	<b>PBM</b>
Tensione (V)	220	10	45	150k	4k	100
Corrente (A)	10	10k	60	0.01	0.25	500
Potenza (W)	220	100k	2700	1500	1000	50k
Gap (mm)	0.25	0.20	0.03	100	>100	10

# Materiali lavorabili

	<b>USM</b>	<b>WJM</b>	<b>ECM</b>	<b>CHM</b>	<b>EDM</b>	<b>EBM</b>	<b>LBM</b>	<b>PBM</b>
Alluminio	*	**	**	***	**	**	**	**
Acciaio	**	**	***	***	***	**	**	***
Superleghe	*	***	***	**	***	**	**	***
Titanio	**	**	**	**	***	**	**	**
Ceramiche	***	***	No	*	No	***	***	No
Plastiche	**	**	No	*	No	**	**	*
Vetro	***	***	No	**	No	**	**	no

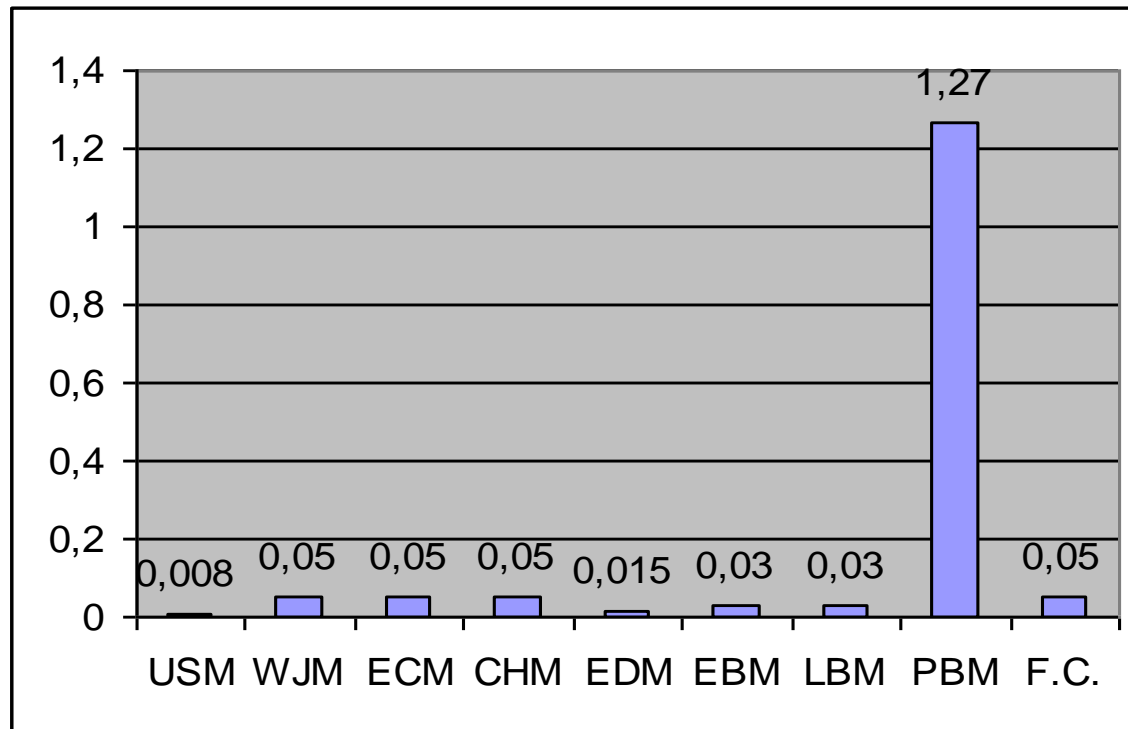
# Prestazioni

- Produttività (cm<sup>3</sup>/h)



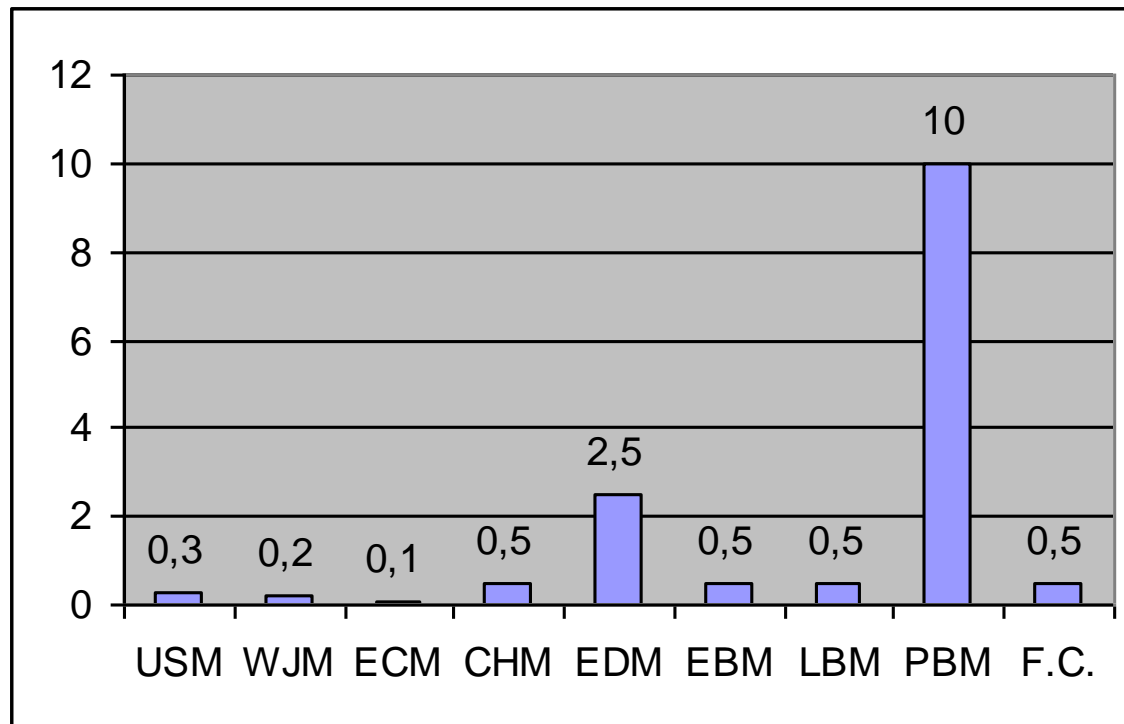
# Prestazioni

- Precisione dimensionale (mm)



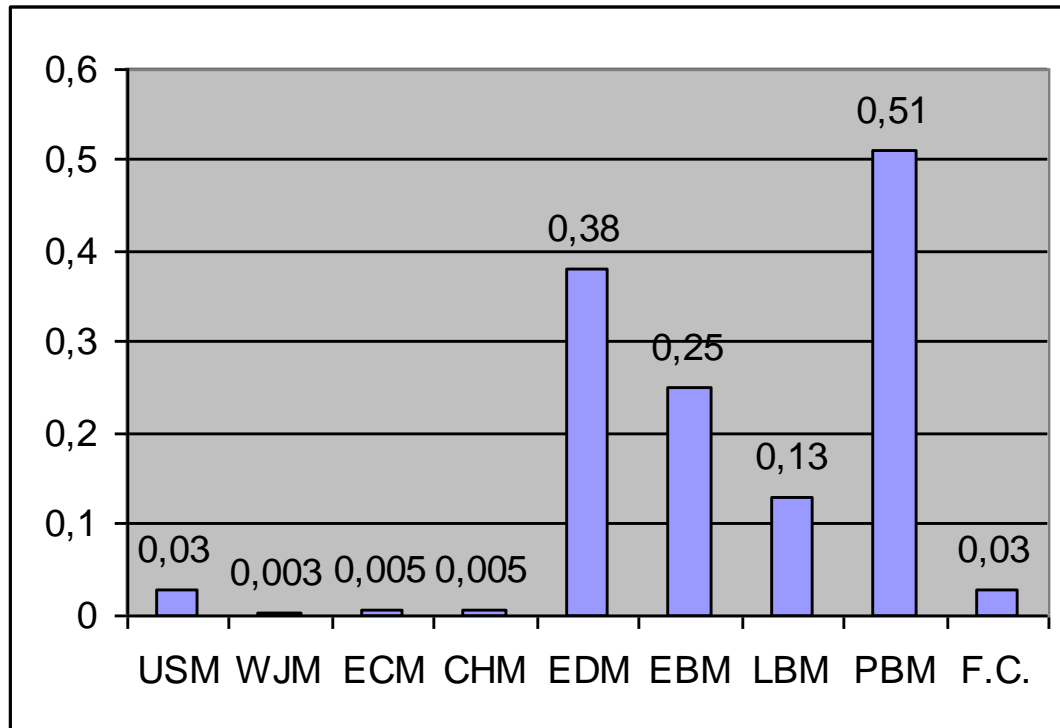
# Prestazioni

- Rugosità (um)



# Prestazioni

- Profondità alterazione materiale (mm)





# Credits

- Prof. Gino Dini – Università di Pisa
  - Processi di Produzione Innovativi
  - [http://www.dimnp.unipi.it/dini-g/index\\_file/Page1453.html](http://www.dimnp.unipi.it/dini-g/index_file/Page1453.html)