

MUSP

Macchine Utensili e Sistemi di Produzione

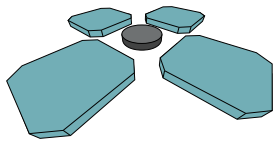
Laboratorio per l'innovazione

Ottimizzazione del processo di taglio con tecnologia AWJ

**- Selezione dei parametri ottimali
per il processo di taglio e stima dei
costi -**

Michele Monno
Direttore Laboratorio MUSP

Laboratorio MUSP
www.musp.it

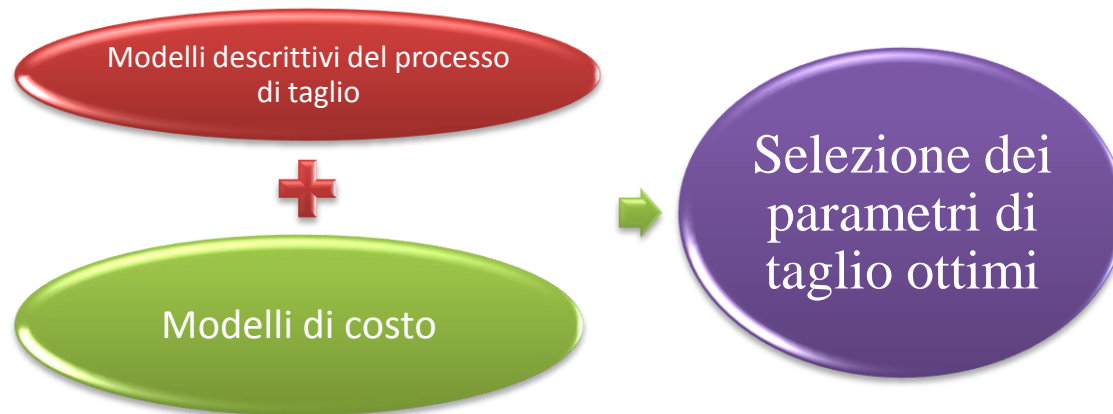


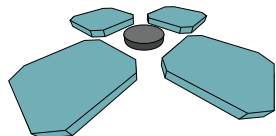
Definizione del problema di ottimizzazione

L'ottimizzazione del processo può avere come obiettivo:

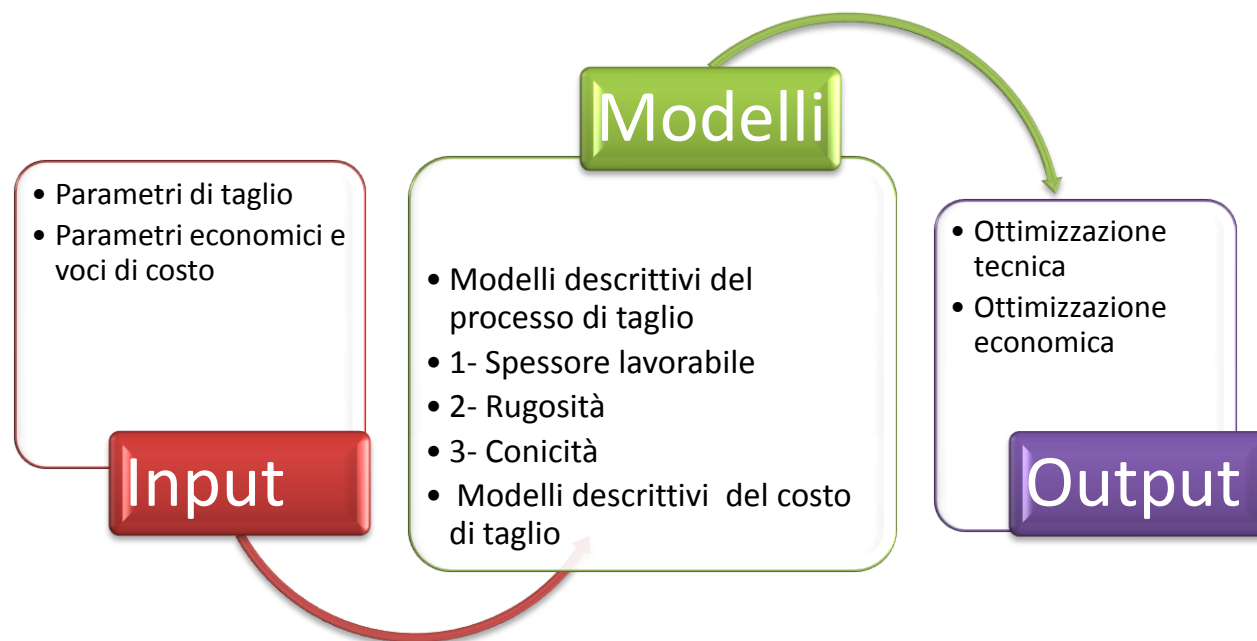
- *Minimizzazione dei costi di taglio*
- *Vincoli sulla macro-micro geometria del solco.*

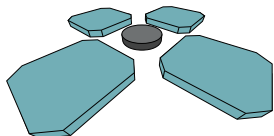
La combinazione di modelli descrittivi del processo di taglio e modelli di costo consente di ottenere la selezione ottimale dei parametri di taglio.



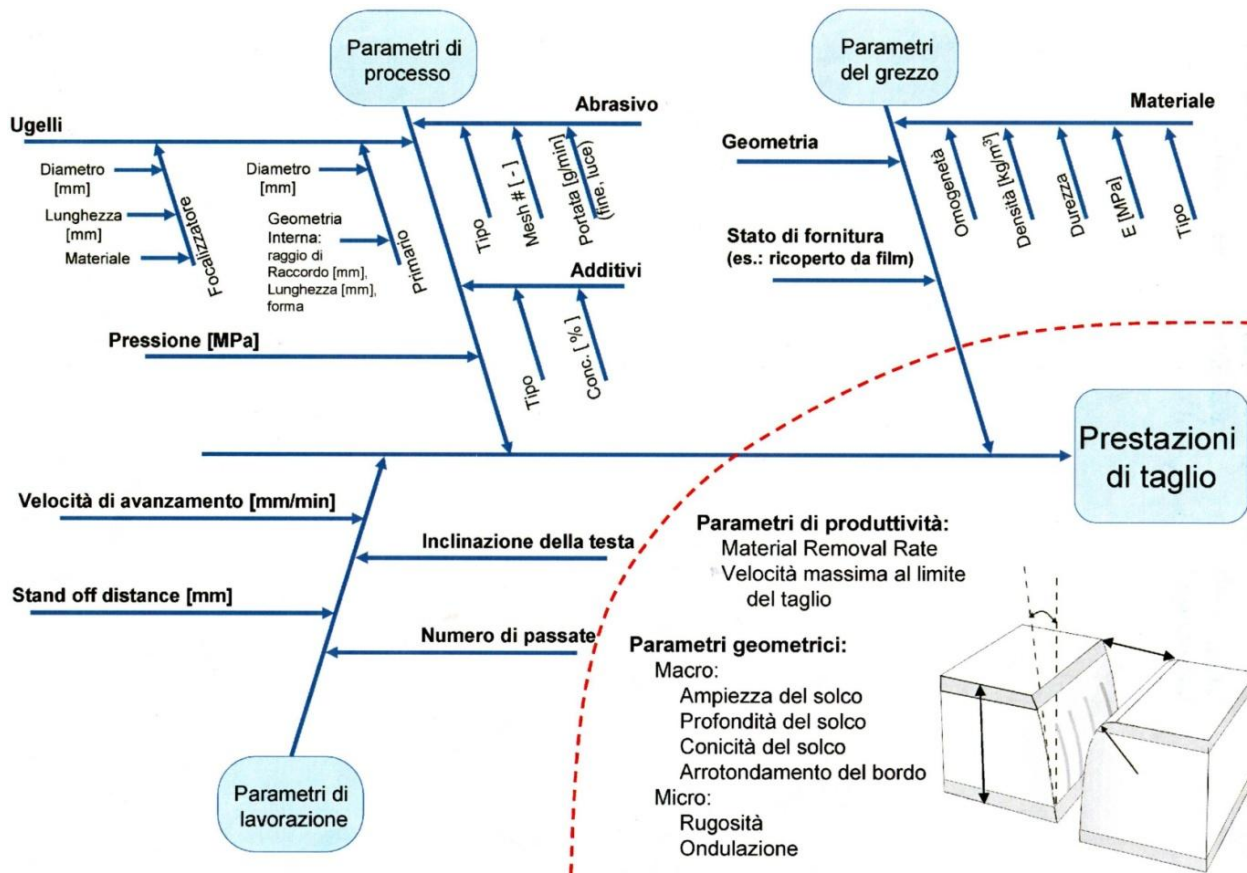


Il problema si articola fundamentalmente in tre fasi:



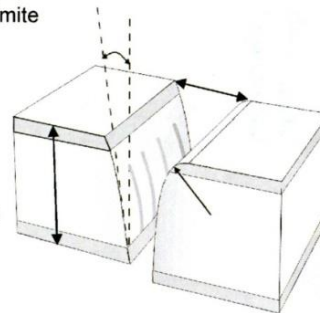


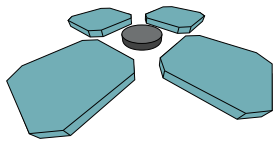
Selezione dei parametri tecnici



La selezione dei parametri tecnici e la scelta del valore assunto da ciascun parametro determina:

- **Costo di taglio**
- **Qualità di taglio**





Modelli di qualità del solco:

$$\begin{cases} T = f(h, mesh, \dot{m}_a, p, v) \\ Ra^{vincolo} = f(v, \dot{m}_a, p, mesh) \end{cases}$$

$$\dot{m}_{a,min} \leq \dot{m}_a \leq \dot{m}_{a,max}$$

$$v_{min} \leq v \leq v_{max}$$

$$P_{min} \leq P \leq P_{max}$$

$$mesh \# = 80 ; mesh \# = 120$$

Modelli di costo e qualità del solco:

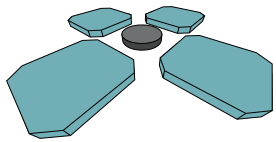
$$\begin{cases} T = f(h, mesh, \dot{m}_a, p, v) \\ Ra^{vincolo} = f(v, \dot{m}_a, p, mesh) \\ \min \left[C = ca' \cdot \frac{\dot{m}_a}{v} + cw' \cdot \frac{\sqrt{P}}{v} + ce' \cdot \frac{\sqrt{P^3}}{v} + cu \cdot \frac{1}{v} \right] \end{cases}$$

$$\dot{m}_{a,min} \leq \dot{m}_a \leq \dot{m}_{a,max}$$

$$v_{min} \leq v \leq v_{max}$$

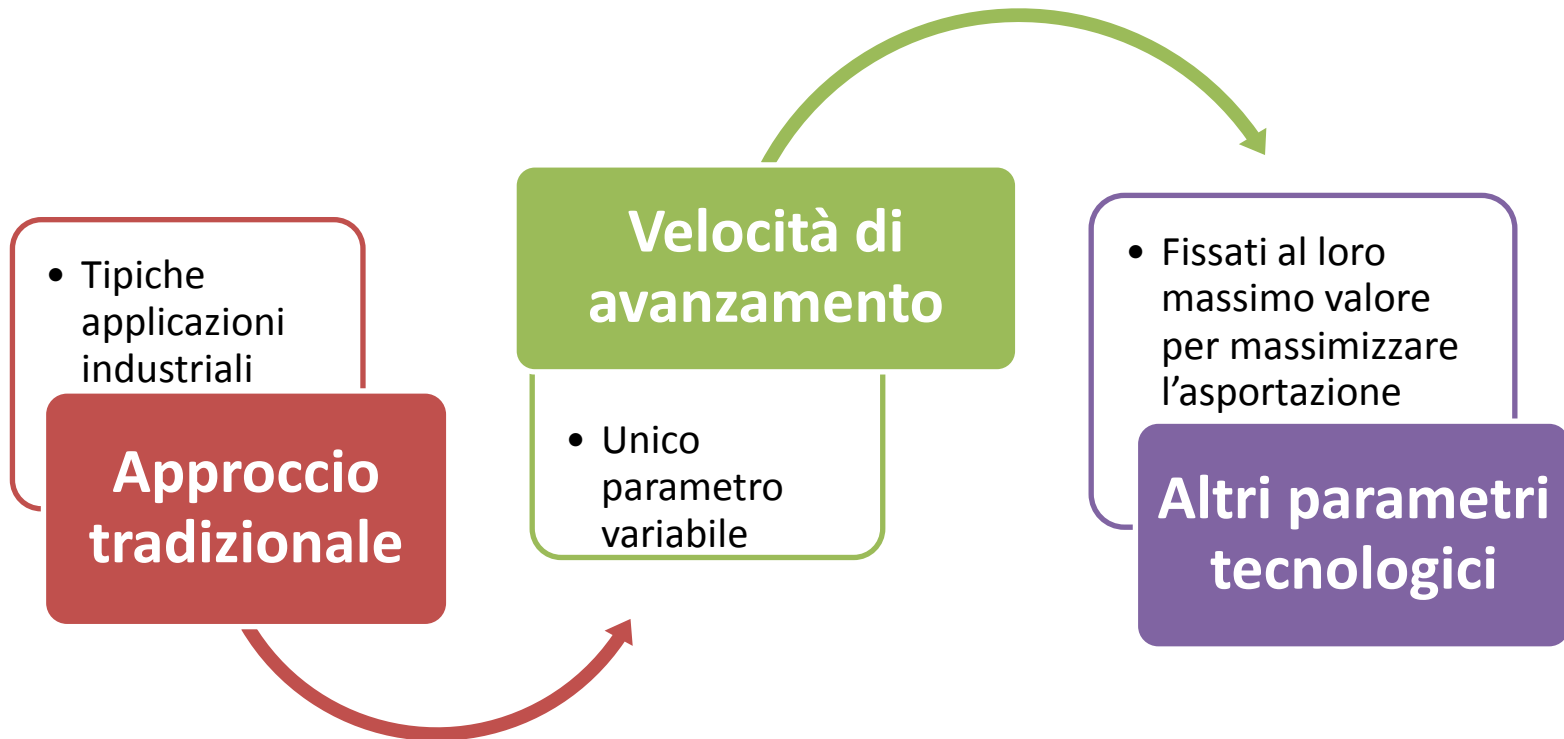
$$P_{min} \leq P \leq P_{max}$$

$$mesh \# = 80 ; mesh \# = 120$$

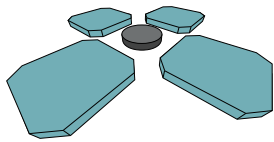


Combinazione di modelli di costo e qualità del taglio

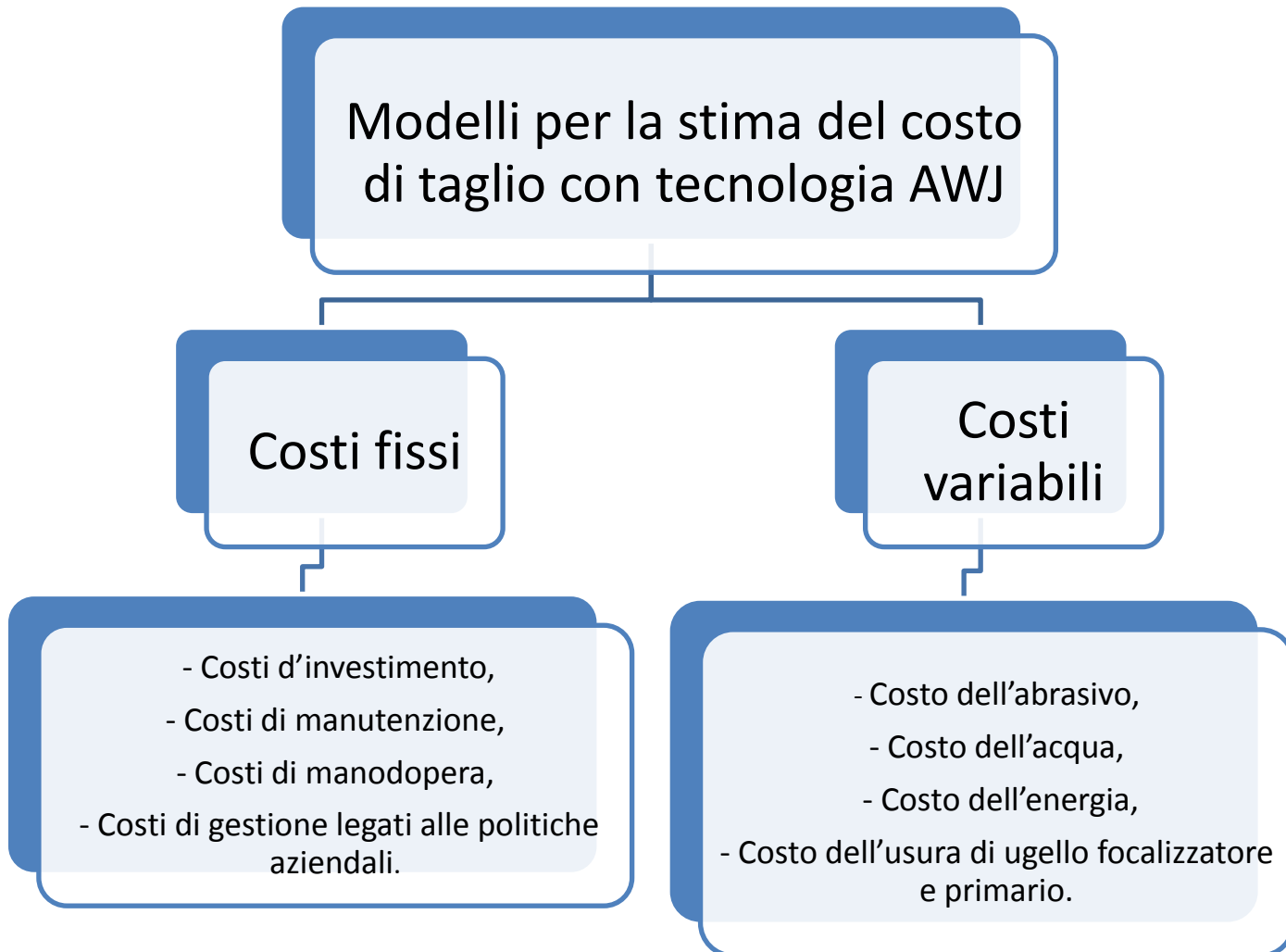
PERCHE' COMBINARE MODELLI DI COSTO E QUALITA' DI TAGLIO?

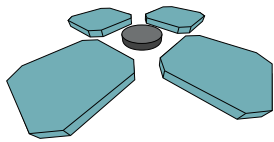


È possibile migliorare l'approccio tradizionale.



Modelli per la stima del costo di taglio con tecnologia AWJ

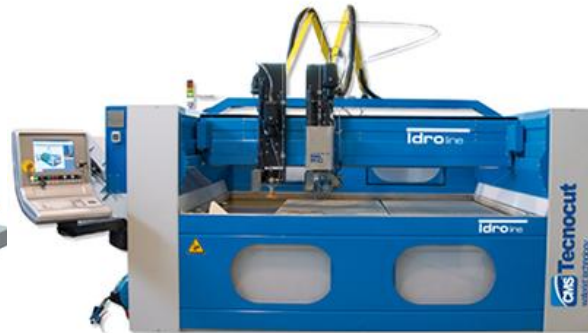




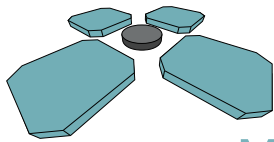
COME SCEGLIERE IL MODELLO DI COSTO ADEGUATO?

- I modelli di costo che permettono di stimare i **costi fissi** sono utili per confrontare tipologie di impianto e facilitare la scelta fra più tipologie (per esempio: impianti ad una o più teste di taglio, impianti che prevedono o non prevedono il recupero di abrasivo).

Sistema di taglio idroabrasivo per lavorare lamiere di grande formato e montare sino a tre ponti porta teste (3 assi/5 assi) sulla medesima struttura. (Fonte: TECNOCUT S.P.A)



Sistema ad una o due teste di taglio a getto d'acqua puro o idroabrasivo, con interasse teste di taglio a regolazione automatica gestito da CNC e relativo software di nesting per la gestione del taglio in simultanea. (Fonte: TECNOCUT S.P.A.)

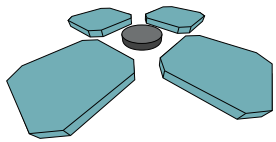


COME SCEGLIERE IL MODELLO DI COSTO ADEGUATO?

- I modelli di costo che permettono di stimare i **costi variabili** legati al settaggio dei valori di portata di acqua, abrasivo, pressione e ugelli, sono utili per selezionare i parametri ottimali sia dal punto di vista economico che tecnologico.

In sintesi:

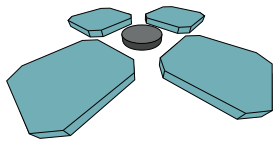




Modello di costo: selezione dei parametri tecnologici ottimali

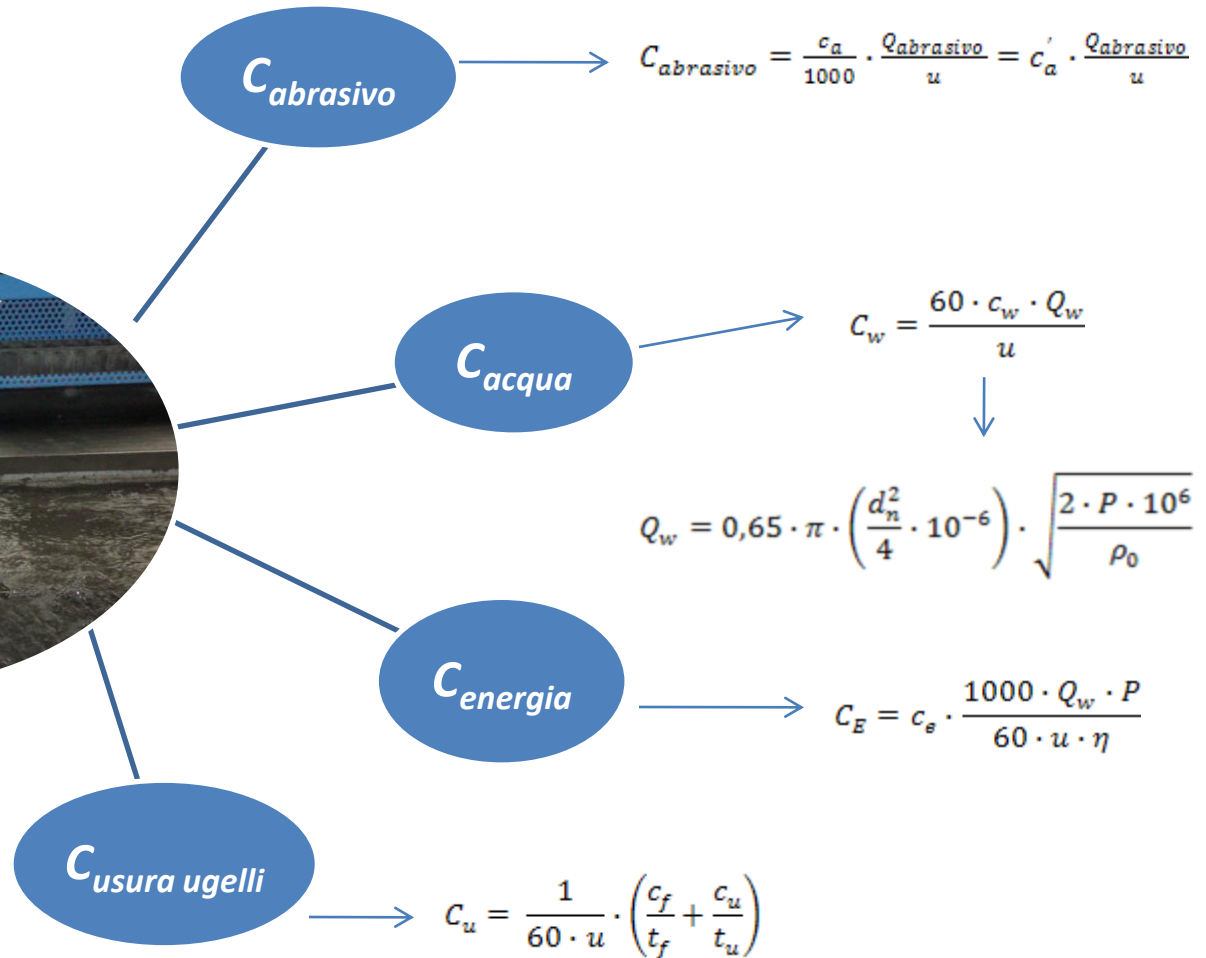
IPOTESI ALLA BASE DEL MODELLO

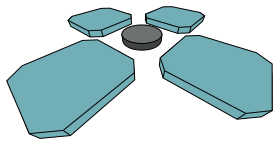
- La funzione obiettivo considera soltanto le voci di costo variabili direttamente legate alla scelta dei parametri di lavorazione.
- Impianto già esistente.
- Impianto sorvegliato e utilizzato costantemente da un operatore: i costi di manodopera vengono considerati come costi diretti fissi e quindi sono trascurati.
- Non si considerano i costi variabili indiretti difficili da correlare a parametri tecnologici: sistema di fissaggio del pezzo, usura della camera di miscelazione e della vasca di raccolta.



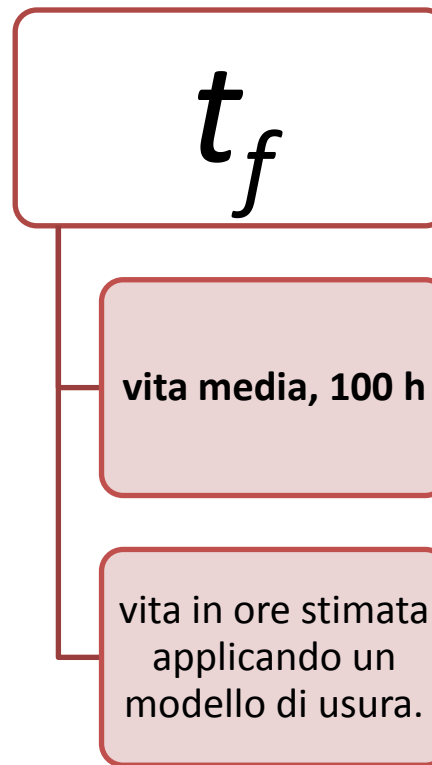
Costo totale per il processo di taglio €/mm

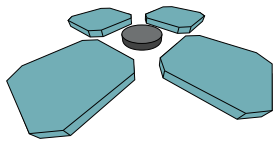
c_a , costo unitario abrasivo, €/kg; Q_a , portata di abrasivo, g/min
 u , velocità avanzamento, mm/min;
 c_w , costo unitario dell'acqua, €/m³
 Q_w , portata d'acqua, m³/s; P , Pressione, MPa
 d_n , diametro ugello primario, mm
 η , rendimento complessivo dell'intensificatore
 c_f , costo unitario del focalizzatore, €/pezzo
 t_f , vita utile del focalizzatore, h
 c_u , costo unitario dell'ugello primario, €/pezzo
 t_u , vita utile dell'ugello primario, h





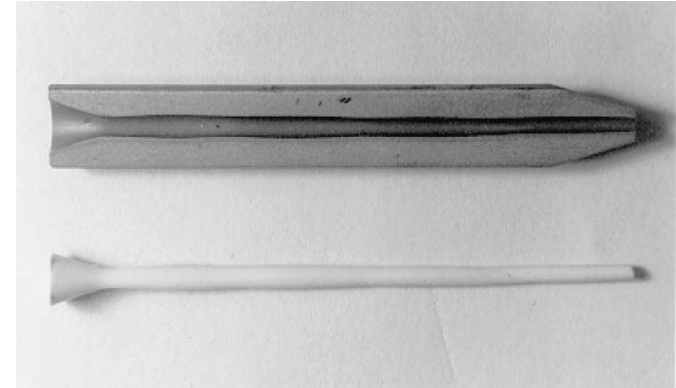
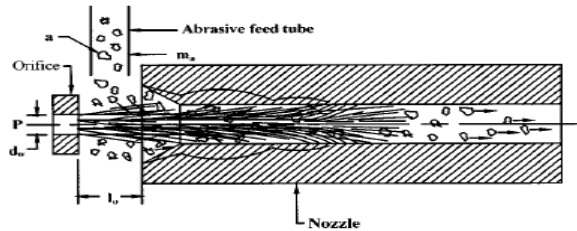
COME STIMARE LA VITA UTILE DELL'UGELLO FOCALIZZATORE?





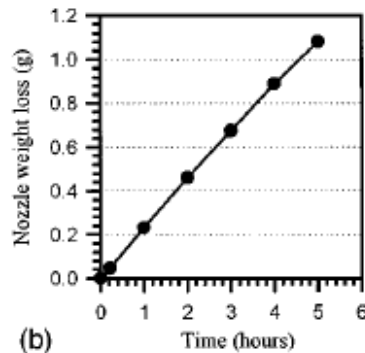
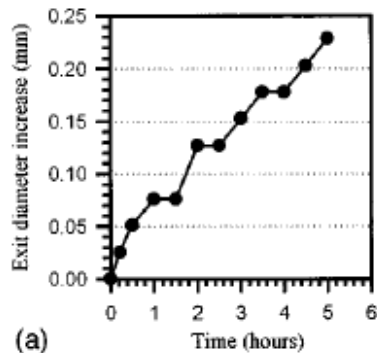
Valutazione dell'usura focalizzatore

- Particelle abrasive ad alta velocità
- Asportazione del materiale nell'ugello

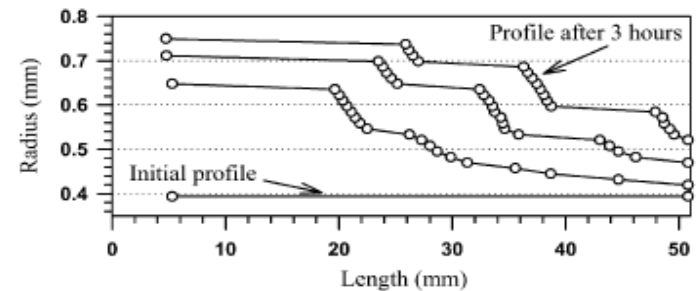


Sezione longitudinale e calco dopo 3 h di utilizzo

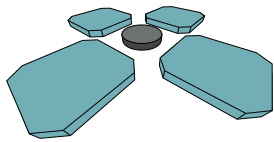
- Perdita di peso e aumento del diametro di uscita dell'ugello focalizzatore



Diametro di uscita dell'ugello e perdita di peso dopo 6 h di utilizzo



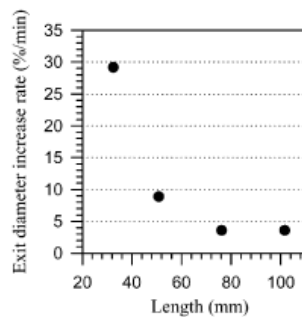
Profilo dell'ugello e aumento del diametro dopo 3 h di utilizzo



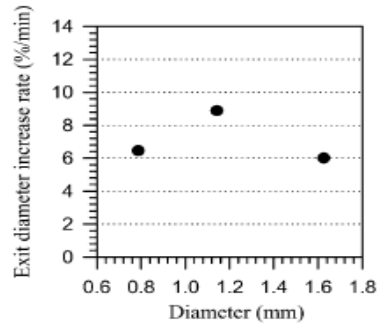
Valutazione dell'usura focalizzatore

I parametri geometrici dell'ugello e i parametri di processo sono responsabili del fenomeno di usura.

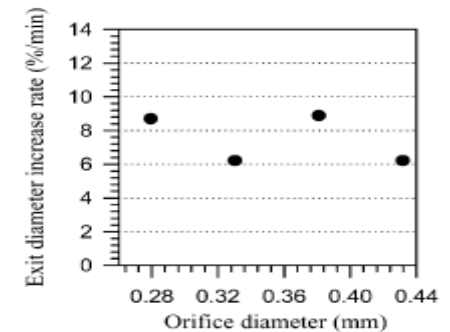
Lunghezza del focalizzatore



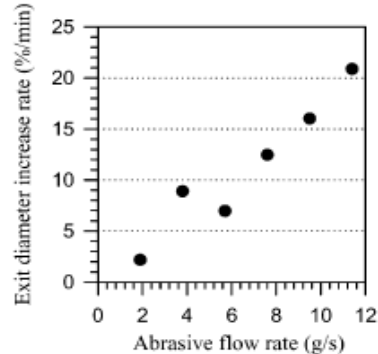
Diametro iniziale del focalizzatore



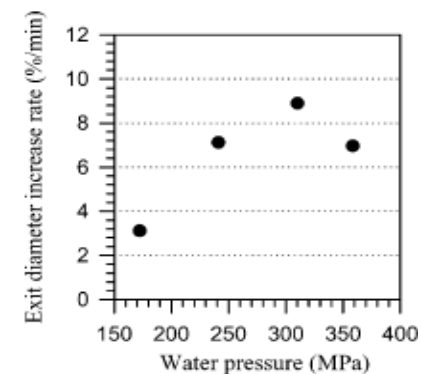
Diametro iniziale ug. primario

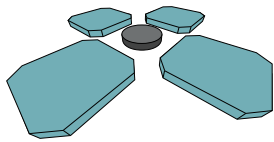


Portata di abrasivo

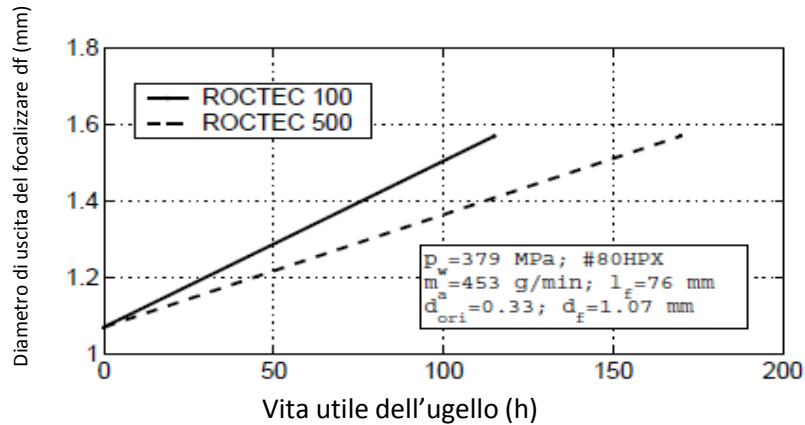


Pressione dell'acqua





Valutazione dell'usura focalizzatore

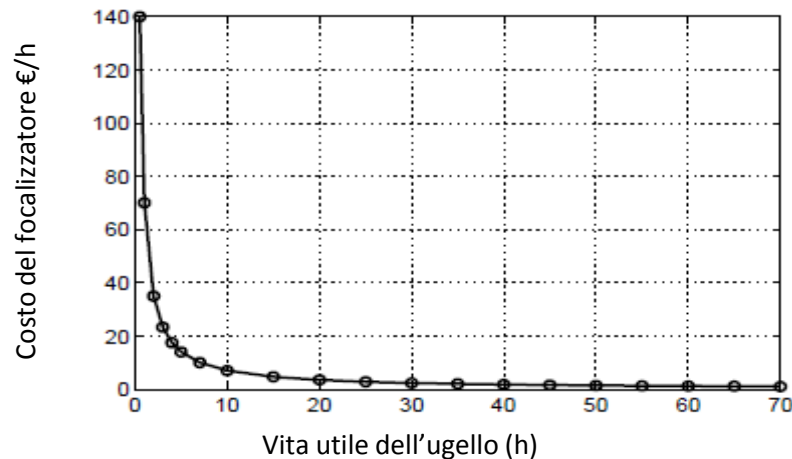


Aumento del diametro di uscita

$$L_f = (d_f - d_{f,0}) / \delta_{df}$$

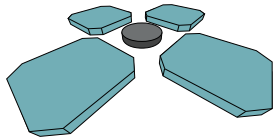
- L_f , vita in ore dell'ugello
- d_f , diametro del focalizzatore all'istante "t" ($d_{f,0} + 20\%$)
- $d_{f,0}$, diametro del focalizzatore all'istante iniziale

Utilizzando ugelli ROCTEC 100 con abrasivo garnet 80# :

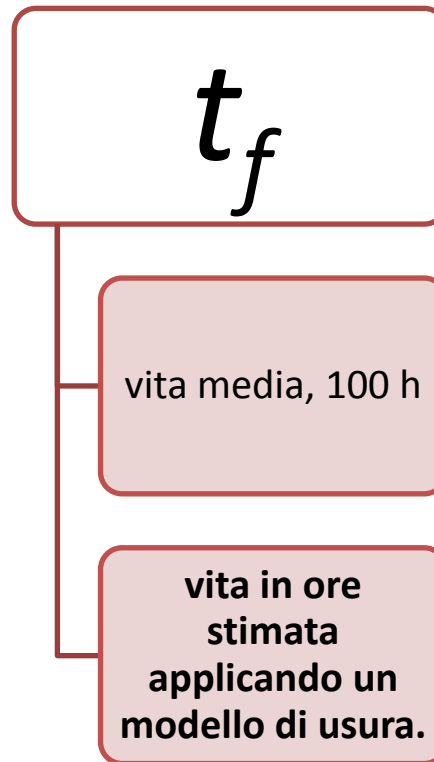


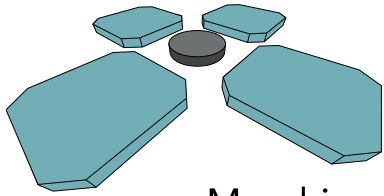
$$\delta_{df} = \frac{0,0015 \cdot p_w^{0,24} \cdot \dot{m}_a^{0,13} \cdot d_{ori}^{1,8}}{d_{f,0}^{0,67} \cdot l_f^{0,05}}$$

- δ_{df} rappresenta il tasso di usura (m/h) a cui è soggetto il focalizzatore in funzione dei parametri di taglio impostati.
- p_w , pressione del getto
- d_{ori} , diametro dell'ugello primario
- \dot{m}_a , portata di abrasivo
- $d_{f,0}$, diametro iniziale dell'ugello focalizzatore
- l_f , lunghezza dell'ugello focalizzatore



Valutazione dell'usura focalizzatore





MUSP

Macchine Utensili e Sistemi di Produzione

Laboratorio per l'innovazione

**Ottimizzazione del processo di
taglio con tecnologia AWJ**

Grazie per l'attenzione

michele.monno@polimi.it

Laboratorio MUSP
www.musp.it