
Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione
Corso di Laurea in Ingegneria dell'Informazione

***Relazione per la prova finale
Automazione e retrofit software di una
rettificatrice in tondo per esterni***

Relatore: Prof. Stefano Vitturi

Laureando: Leonardo Zatti
Matricola n: 1165325

Padova, 22/09/2026

INTRODUZIONE

Contesto industriale, macchina e processo di
rettifica

Contesto del lavoro

- Retrofit di una rettificatrice in tondo per esterni VERECO RCNV 4000
- Macchina destinata alla lavorazione di alberi per motori elettrici di grandi dimensioni
- Intervento concentrato su parte elettrica e software, meccanica invariata



Condizione iniziale e intervento

- La macchina esistente operava solamente in modo manuale o semi-automatico
- Il nuovo sistema ha introdotto cicli CN automatici e pagine HMI dedicate



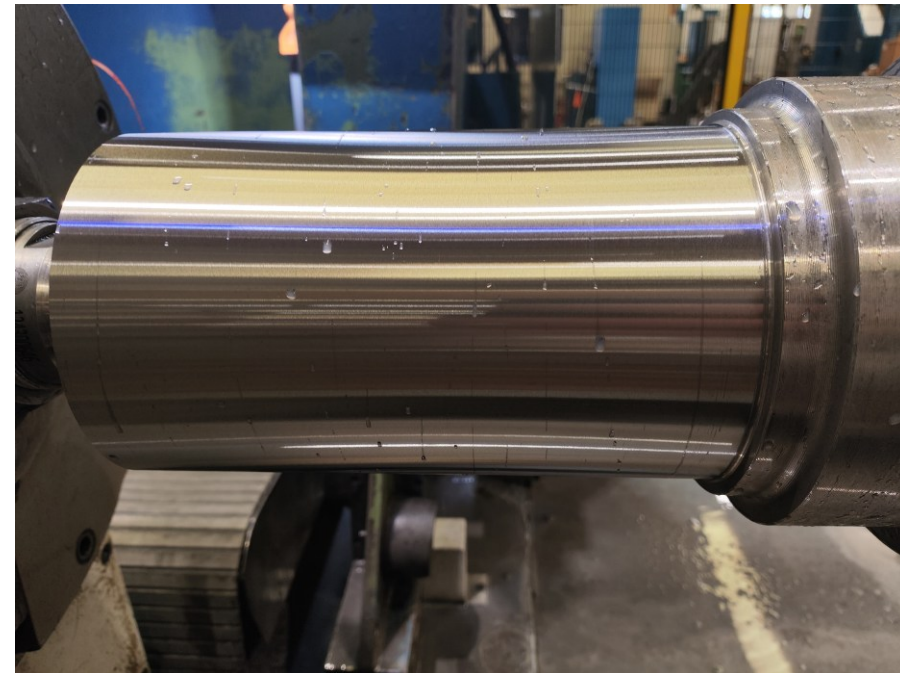
Pulpito prima dell'intervento



Pulpito dopo l'intervento

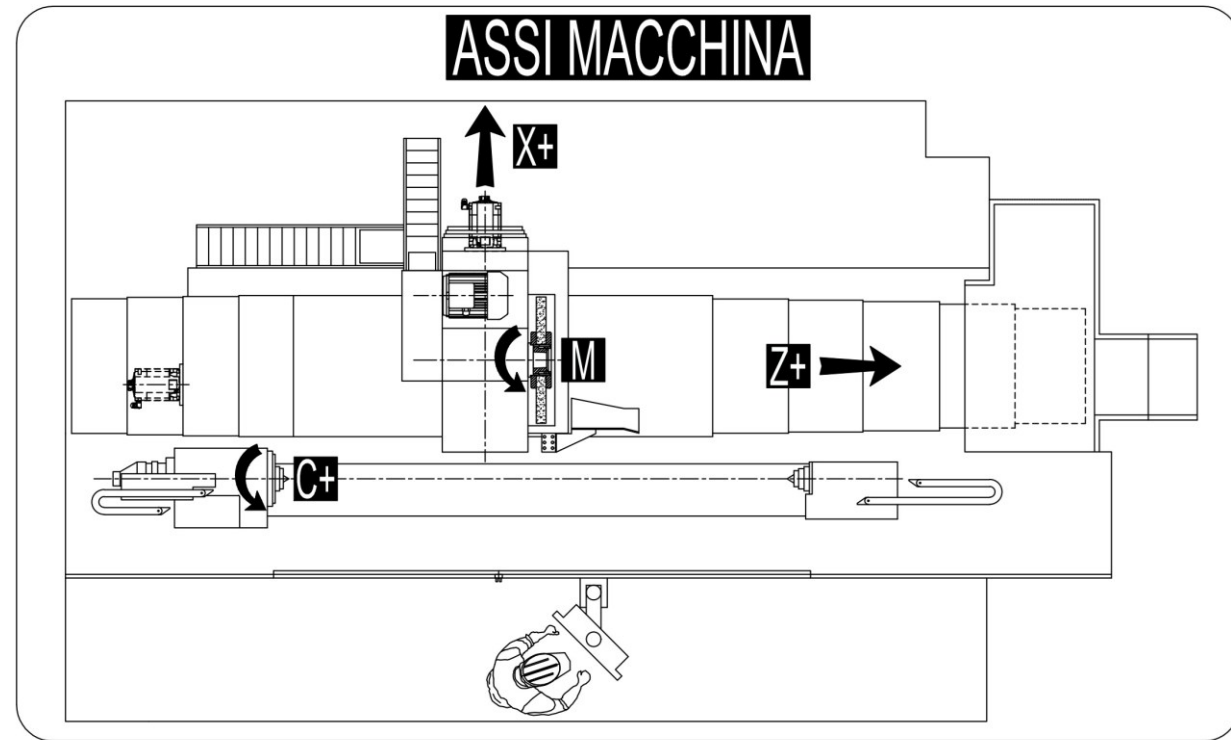
Processo di rettifica

- Lavorazione per asportazione mediante mola abrasiva
- Impiego tipico per finitura, precisione dimensionale e controllo geometrico
- Risultato dipendente da parametri di lavorazione, stato della mola, rigidità meccanica e vibrazioni



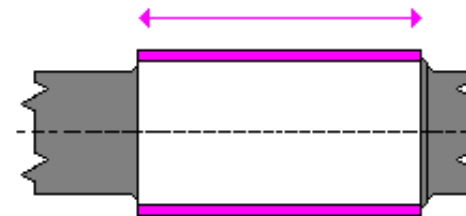
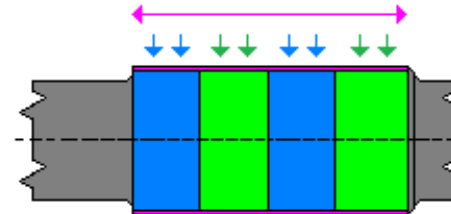
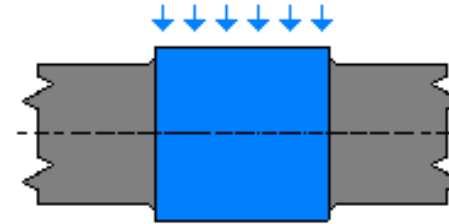
Rettifica in tondo per esterni

- Il pezzo ruota attorno al proprio asse
- La mola asporta materiale dalla superficie esterna del pezzo
- Asse X: avanzamento radiale della mola e controllo del diametro lavorato
- Asse Z: posizionamento longitudinale lungo il pezzo



Modalità di lavorazione previste

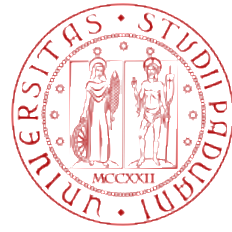
- Tuffo semplice: asportazione localizzata tramite ingresso radiale della mola
- Tuffo multiplo: più posizioni longitudinali sullo stesso perno
- Lavorazione a passate: moto longitudinale durante l'asportazione



OBIETTIVO DEL LAVORO

Dalla macchina esistente alla gestione automatica

Obiettivo generale



Il lavoro ha riguardato l'automazione di una macchina esistente, adattando il nuovo sistema di controllo a una struttura meccanica già definita e alle procedure operative richieste dalla lavorazione.

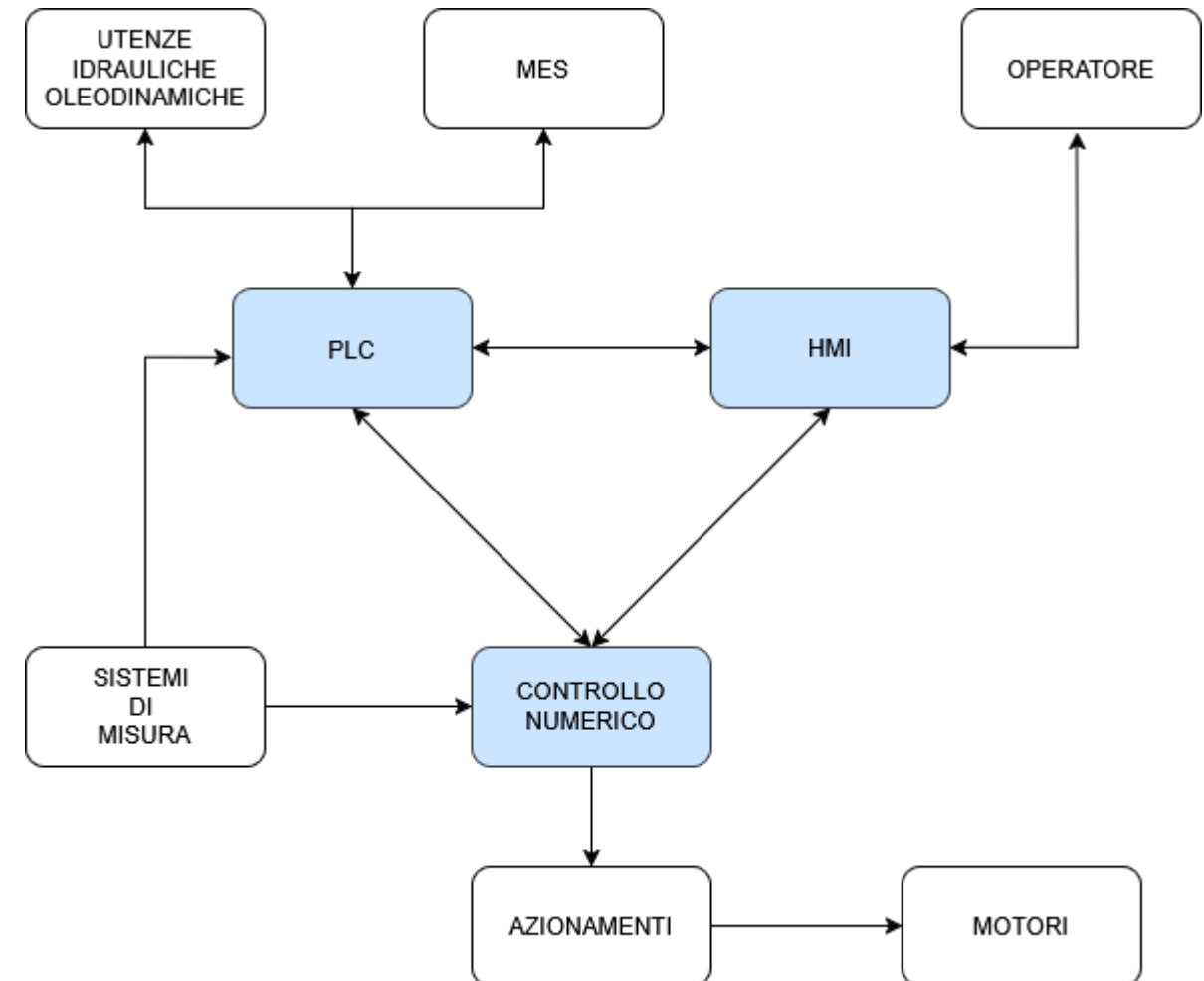
Ambiti principali dell'intervento

- Realizzazione di una HMI dedicata alla configurazione della lavorazione
- Adattamento e sviluppo dei programmi CN per i cicli automatici
- Integrazione con PLC, sistemi di misura, sicurezza e supervisione
- Verifica progressiva tramite collaudo

DESCRIZIONE DEL LAVORO

Architettura, HMI, software CN e collaudo

- Livello operatore: Interfaccia uomo-macchina (HMI)
- Livello di controllo: CN e PLC
- Livello attuativo: azionamenti, motori, assi
- Sistemi di supporto: misura, sicurezza e supervisione esterna



Ripartizione delle funzioni

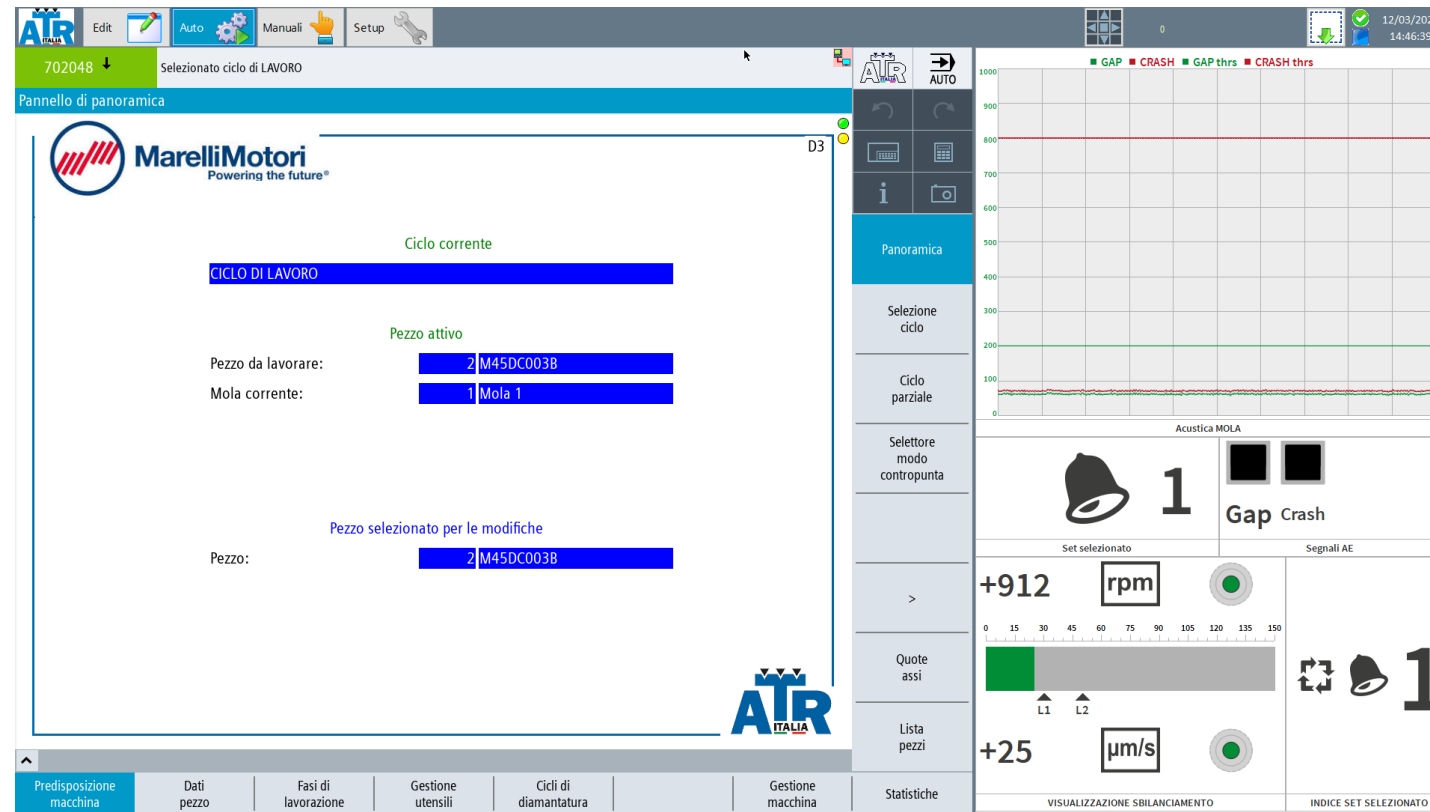
Il continuo scambio di informazioni tra i livelli garantisce il corretto funzionamento della macchina

CN	PLC	HMI
Esegue i programmi di lavorazione e coordina i movimenti degli assi	Gestisce le utenze, gli interblocchi, i consensi, gli stati macchina e gli allarmi	Rende accessibili all'operatore dati, comandi e informazioni di stato

- Durante il ciclo automatico il CN richiede l'esecuzione dei movimenti, ma l'abilitazione effettiva dipende dalle condizioni verificate dal PLC
- Il PLC controlla lo stato delle utenze, dei ripari, delle pressioni, degli assi e delle condizioni operative necessarie alla lavorazione
- Se una condizione richiesta non è soddisfatta, la funzione viene inibita o il ciclo viene interrotto secondo la logica prevista

- Encoder e righe ottiche forniscono le retroazioni di posizione
- Il sistema Marposs rileva il contatto mola-pezzo e supervisiona la mola
- La logica di sicurezza definisce le condizioni ammissibili per movimenti e ciclo di lavoro
- I segnali principali vengono resi disponibili al MES tramite OPC-UA

HMI: funzione generale



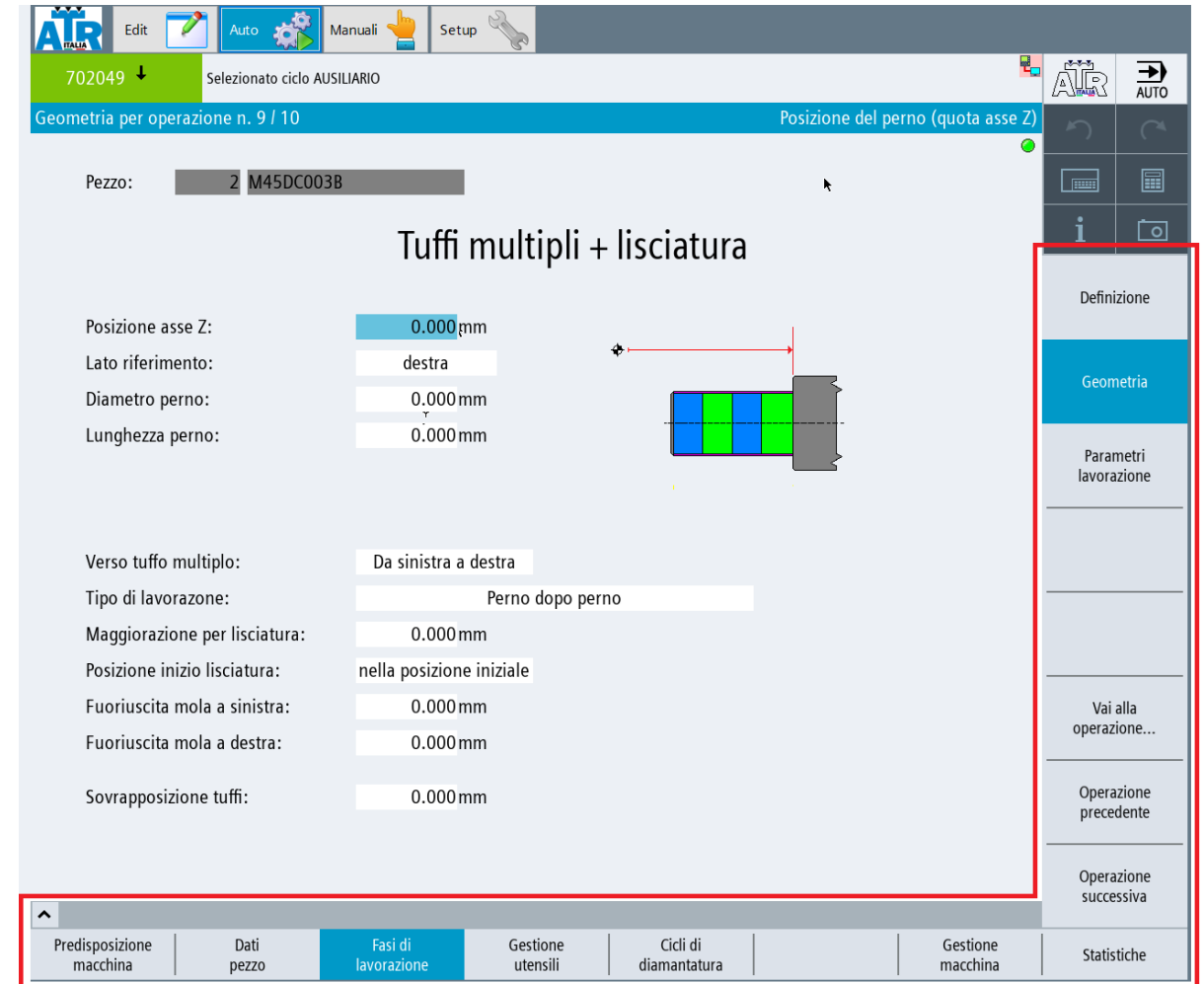
**Punto principale di
interazione tra
operatore, CN e logiche
macchina**

**Configurazione guidata
di dati pezzo, fasi,
parametri e funzioni
ausiliarie**

**Riduzione della
necessità di intervenire
direttamente su
variabili interne o
programmi CN**

HMI: navigazione e macro-aree

- Menu orizzontale per le macro-aree della macchina
- Menu verticale per la navigazione interna al settore selezionato
- Struttura in continuità con i controlli numerici più datati ma con pagine dedicate



The screenshot displays the HMI interface for a machine, featuring a horizontal menu at the top and a vertical menu on the right. The main area contains various parameters and a diagram.

Horizontal Menu (Top):

- 702049 (Selected)
- Selezionato ciclo AUSILIARIO
- Geometria per operazione n. 9 / 10
- Posizione del perno (quota asse Z)

Vertical Menu (Right):

- Definizione
- Geometria** (Selected)
- Parametri lavorazione
- Vai alla operazione...
- Operazione precedente
- Operazione successiva

Main Area Parameters:

Pezzo: 2 M45DC003B

Tuffi multipli + lisciatura

Posizione asse Z: 0.000 mm
 Lato riferimento: destra
 Diametro perno: 0.000 mm
 Lunghezza perno: 0.000 mm

Verso tuffo multiplo: Da sinistra a destra
 Tipo di lavorazione: Perno dopo perno
 Maggiorazione per lisciatura: 0.000 mm
 Posizione inizio lisciatura: nella posizione iniziale
 Fuoriuscita mola a sinistra: 0.000 mm
 Fuoriuscita mola a destra: 0.000 mm
 Sovrapposizione tuffi: 0.000 mm

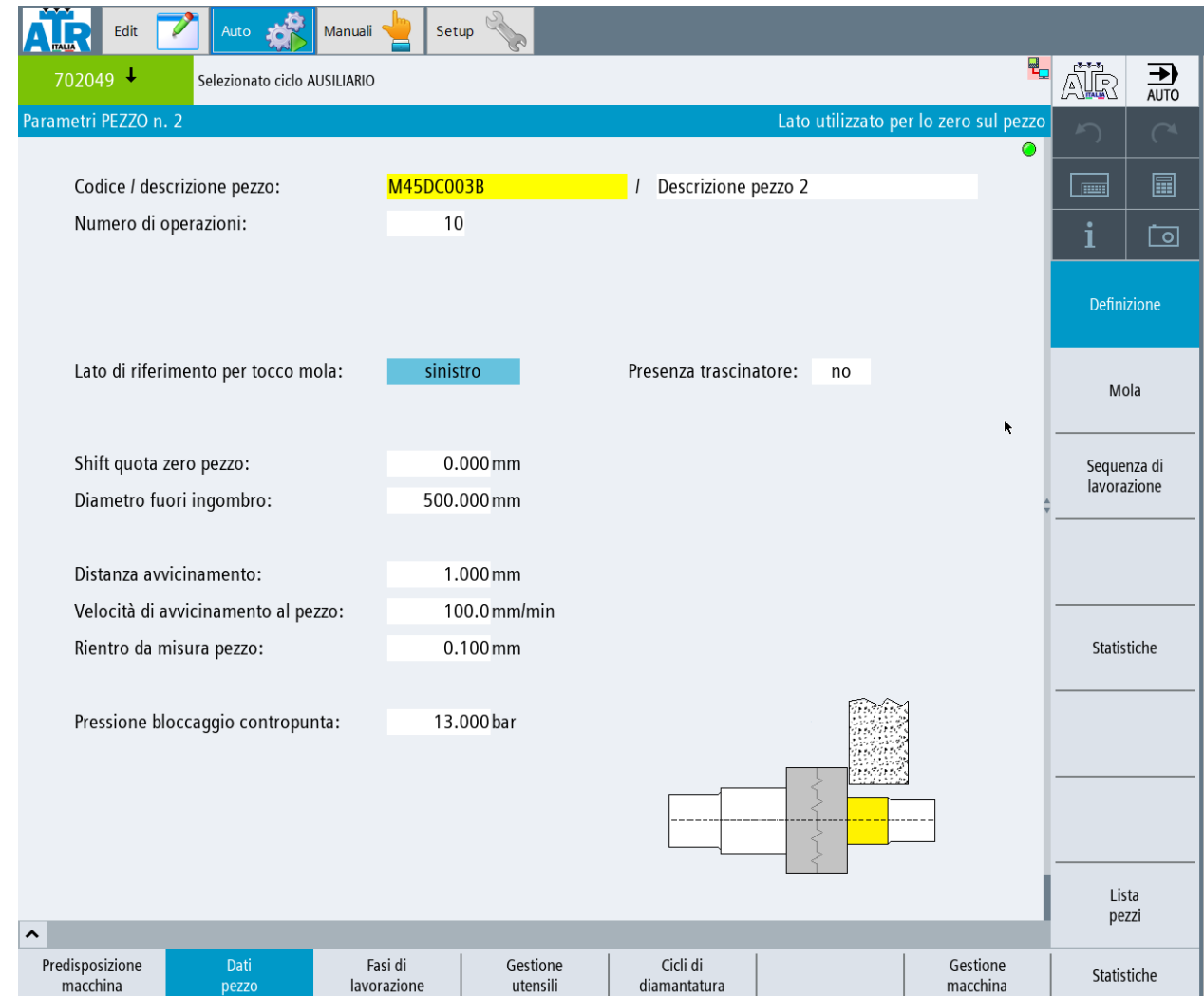
Diagram: A schematic diagram showing a cross-section of a workpiece with a central hole and a vertical slot, with dimensions and labels.

Bottom Menu:

- Predisposizione macchina
- Dati pezzo
- Fasi di lavorazione** (Selected)
- Gestione utensili
- Cicli di diamantatura
- Gestione macchina
- Statistiche

Dati pezzo e riferimenti geometrici

- I dati generali condizionano il comportamento complessivo del programma
- Il lato di riferimento permette di interpretare correttamente le quote dei perni
- Le posizioni operative vengono riferite allo zero pezzo, non alle coordinate macchina assolute



702049 ↓ Selezionato ciclo AUSILIARIO

Parametri PEZZO n. 2 Lato utilizzato per lo zero sul pezzo

Codice / descrizione pezzo: **M45DC003B** / Descrizione pezzo 2

Numero di operazioni: 10

Lato di riferimento per tocco mola: **sinistro** Presenza trascinatore: no

Shift quota zero pezzo: 0.000 mm

Diametro fuori ingombro: 500.000 mm

Distanza avvicinamento: 1.000 mm

Velocità di avvicinamento al pezzo: 100.0 mm/min

Rientro da misura pezzo: 0.100 mm

Pressione bloccaggio contropunta: 13.000 bar

Definizione

Mola

Sequenza di lavorazione

Statistiche

Lista pezzi

Predisposizione macchina **Dati pezzo** Fasi di lavorazione Gestione utensili Cicli di diamantatura Gestione macchina Statistiche

Fasi di lavorazione e parametri tecnologici



- Per ogni perno vengono definiti tipo di lavorazione, geometria e parametri tecnologici
- Le fasi gestiscono quota, avanzamento, rotazione pezzo ed eventuale tempo di sosta
- Diamantatura e ispezione possono essere integrate nella sequenza del ciclo

ipc-25070 - TightVNC Viewer

700232 ↓ Chiudere e bloccare il riparo frontale

Parametri lavoro pezzo n. 40 : M50DCA52C_REV_ = Abilitazione Taglio in aria

Oper. : 9 130m6_LA Ø 130.030 → -426.000 : tuffi multipli + lisciatura

	✓ abilitazione	quota [mm]	avanzamento [mm/giro]	giri [giri/min]	sosta [sec]	Ciclo di diamantatura
Inizio tuffo:						disabilitata
Sovrametallo:		0.600				
Taglio in aria:						
Presgrossatura:						
Sgrossatura:		0.200	0.30	7.50	40.0	0.0
Semifinitura:	X	0.100	0.20	5.71	35.0	5.0
Finitura:		0.000	0.10	3.33	30.0	0.0
Spegnifiamma:		secondi			5.0	
Lisciatura:	X	0.050	40.00	40.0	5.0	disabilitata
Entità passata:		0.050	0.10			
Numero passate:		1				
Diamantatura:		esclusa				

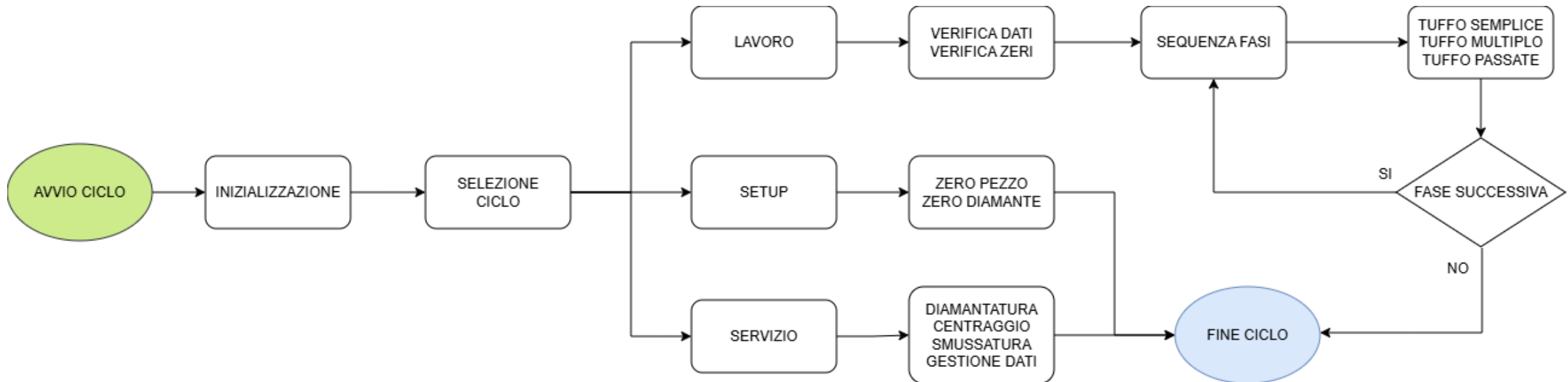
Definizione
Geometria
Parametri lavorazione
Vai alla operazione...
Operazione precedente
Operazione successiva

Predisposizione macchina | Dati pezzo | **Fasi di lavorazione** | Gestione utensili | Cicli di diamantatura | Gestione macchina | Statistiche

- La pagina mostra solo i campi coerenti con la modalità di lavorazione selezionata
- I dati non pertinenti vengono nascosti o resi non modificabili
- Mentre il programma è attivo ogni parametro impostabile viene protetto dalla scrittura

- Le pagine più dense contenevano molti campi collegati a variabili del CN
- I collegamenti in tempo reale sono stati limitati e redistribuiti ai soli campi effettivamente visualizzati
- La modifica ha ridotto notevolmente il carico della pagina e migliorato la reattività dell'interfaccia

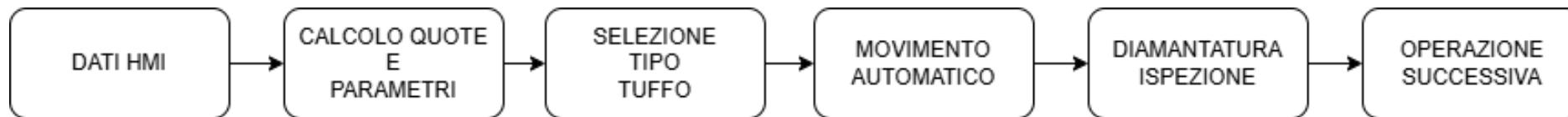
- Il part program è organizzato in procedure modulari
- La procedura principale inizializza i dati, sincronizza il PLC e seleziona il ciclo richiesto
- Le funzioni sono separate tra setup, cicli ausiliari e cicli di lavoro



- Lo zero pezzo consente di riferire le lavorazioni alla posizione reale del pezzo
- Lo zero diamantatore definisce il riferimento per la ravvivatura della mola
- La separazione dei riferimenti rende più ordinata la gestione di lavorazione e ravvivatura

- Centraggio: verifica guidata dell'allineamento del pezzo tra le punte
- Smussatura: acquisizione di un riferimento locale e successiva lavorazione automatica
- Diamantatura: eseguibile come procedura ausiliaria autonoma

- I dati inseriti tramite HMI vengono trasformati in quote fisiche, velocità e sequenze di movimento
- Il ciclo seleziona la modalità di lavorazione prevista per il perno
- Tuffi, lisciature, ispezioni e diamantature vengono eseguiti secondo la configurazione impostata



- Verifica di I/O, utenze, pulsantiera, HMI e funzioni idrauliche
- Taratura e ottimizzazione degli assi
- Controllo di interblocchi, camme software, funzioni di sicurezza
- Prove dei cicli automatici, prima a distanza di sicurezza e poi sul pezzo

- Introduzione di una maggiorazione sul diametro per avvicinarsi alla quota finale in modo più controllato
- Compensazione di conicità durante le lavorazioni con movimento longitudinale

- Durante il collaudo sono rimasti comportamenti non riconducibili alla logica del programma di lavoro
- La verifica del tecnico collaudatore per mezzo del comparatore ha evidenziato uno spostamento dell'asse X durante le inversioni dell'asse Z
- Lo spostamento osservato era dell'ordine di circa 0.15mm, molto elevato rispetto alle tolleranze tipiche della rettifica (0.01÷0.001mm)

CONCLUSIONI

Risultati ottenuti e sviluppi successivi

- La macchina è stata dotata delle principali funzioni automatiche previste
- La HMI permette una configurazione più ordinata e guidata della lavorazione
- Il software CN trasforma i dati inseriti in sequenze modulari
- Il collaudo ha permesso di distinguere tra correzioni software e limiti meccanici

- Realizzazione e adattamento di pagine HMI
- Sviluppo e modifica dei cicli CN per rettifica, setup, centraggio, smussatura, diamantatura e ispezione
- Supporto nell'interfacciamento tra CN e PLC
- Supporto al collaudo, analisi dei comportamenti osservati e introduzione di correzioni software

Considerazioni finali e sviluppi futuri

- Il retrofit ha reso la macchina più strutturata, ripetibile e controllata
- Le prestazioni finali restano vincolate allo stato meccanico complessivo della rettificatrice
- Sviluppi futuri: affinamento delle compensazioni, integrazione delle misure con strumenti automatici, valutazione di un retrofit meccanico