

Precisione svizzera

CHI È ABITUATO A MANEGGIARE UTENSILI PER LE COMUNI LAVORAZIONI MECCANICHE RESTA SBALORDITO DAVANTI ALLA VARIETÀ DI CREATORI, STOZZATORI E MICRO-UTENSILI CHE OGGI SI POSSONO PRODURRE. È DIFFICILE IMMAGINARE COME QUESTI UTENSILI POSSANO ESSERE REALIZZATI IN DIMENSIONI ESTREMAMENTE RIDOTTE E COME, CON LA STESSA MACCHINA, SI POSSANO PRODURRE UTENSILI FINO A 12 MM. CIÒ È POSSIBILE PRESSO L'AZIENDA SVIZZERA TTB ENGINEERING

Quando si sente parlare di creatori con diametro di 6 mm e con un modulo minimo di 0,03 mm vengono in mente una quantità di domande, a cui subito non si trova risposta. Creatori di queste dimensioni vengono utilizzati per riduttori Harmonic Drive, robot, trasmissioni nell'orologeria e per altre apparecchiature di ridotte dimensioni e alta precisione. In pratica i denti di questi creatori si possono vedere solo con l'ausilio di lenti di ingrandimento. I controlli del profilo possono essere eseguiti con proiettori usando grandi amplificazioni, si parla di anche 800 ingrandimenti. La figura 1 mostra un creatore di diametro 6 mm, lunghezza 6 mm e foro 3,5 mm. Per rendersi conto delle reali dimensioni di questo creatore, basta pensare che il diametro di

una normale sigaretta è di circa 10 mm, cioè quasi il doppio del diametro del creatore rappresentato in figura. Oltre alle difficoltà di bloccaggio di un creatore di così piccole dimensioni, si tratta di adottare mole diamantate con grana estremamente fine, per permettere di avere raggi di punta il più piccoli possibile. Un creatore di modulo 0,03 mm ha un'altezza del dente di meno di un decimo di millimetro e il raggio di fondo deve essere al massimo di pochi micrometri. Un'altra notevole difficoltà è quella di avere mole diamantate di piccolo diametro per permettere l'esecuzione della spoglia dorsale. Per permettere questa operazione è necessario avere una macchina a sei assi, che inclina la mola, e ridurre la larghezza dei denti aumentando il più possibile la larghezza del solco di affilatura.

Fig. 1 - Dettaglio di un creatore diametro 6 mm, lunghezza 6mm, foro 3,5 mm

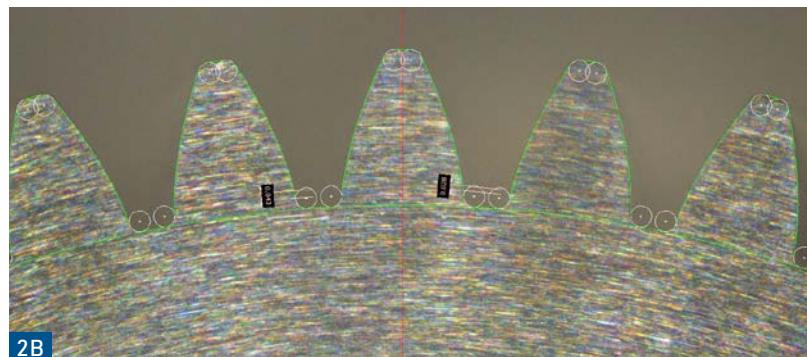
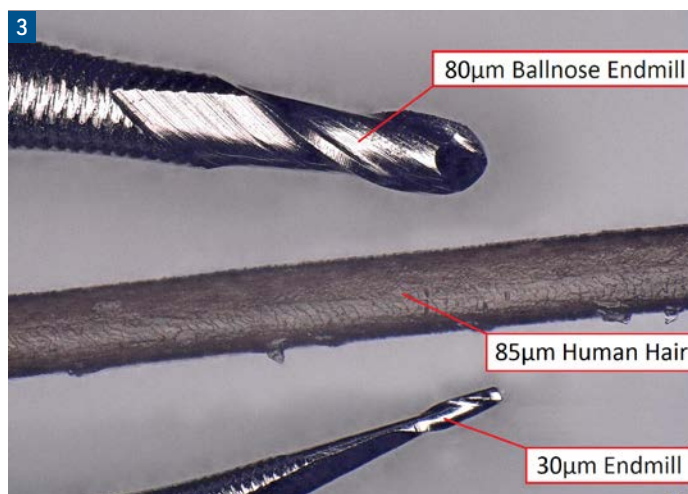
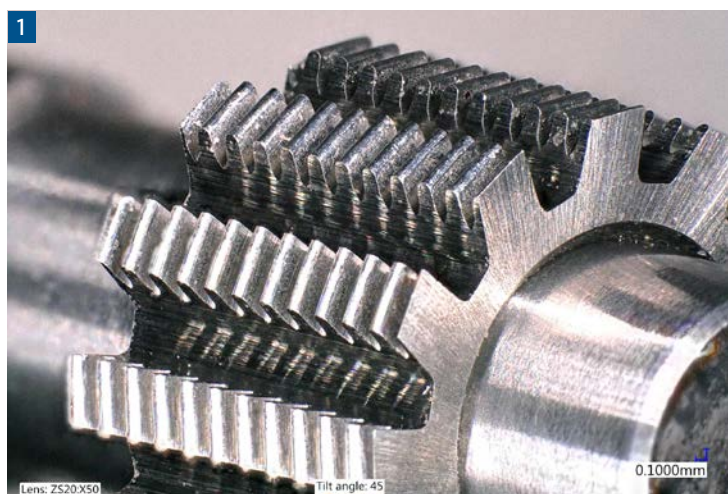


Fig. 2A - 2B Coltello stozzatore con modulo 0,3 mm

Fig. 3 - Fresa di 30 µm e 80 µm (in basso) accanto ad un capello umano (al centro)

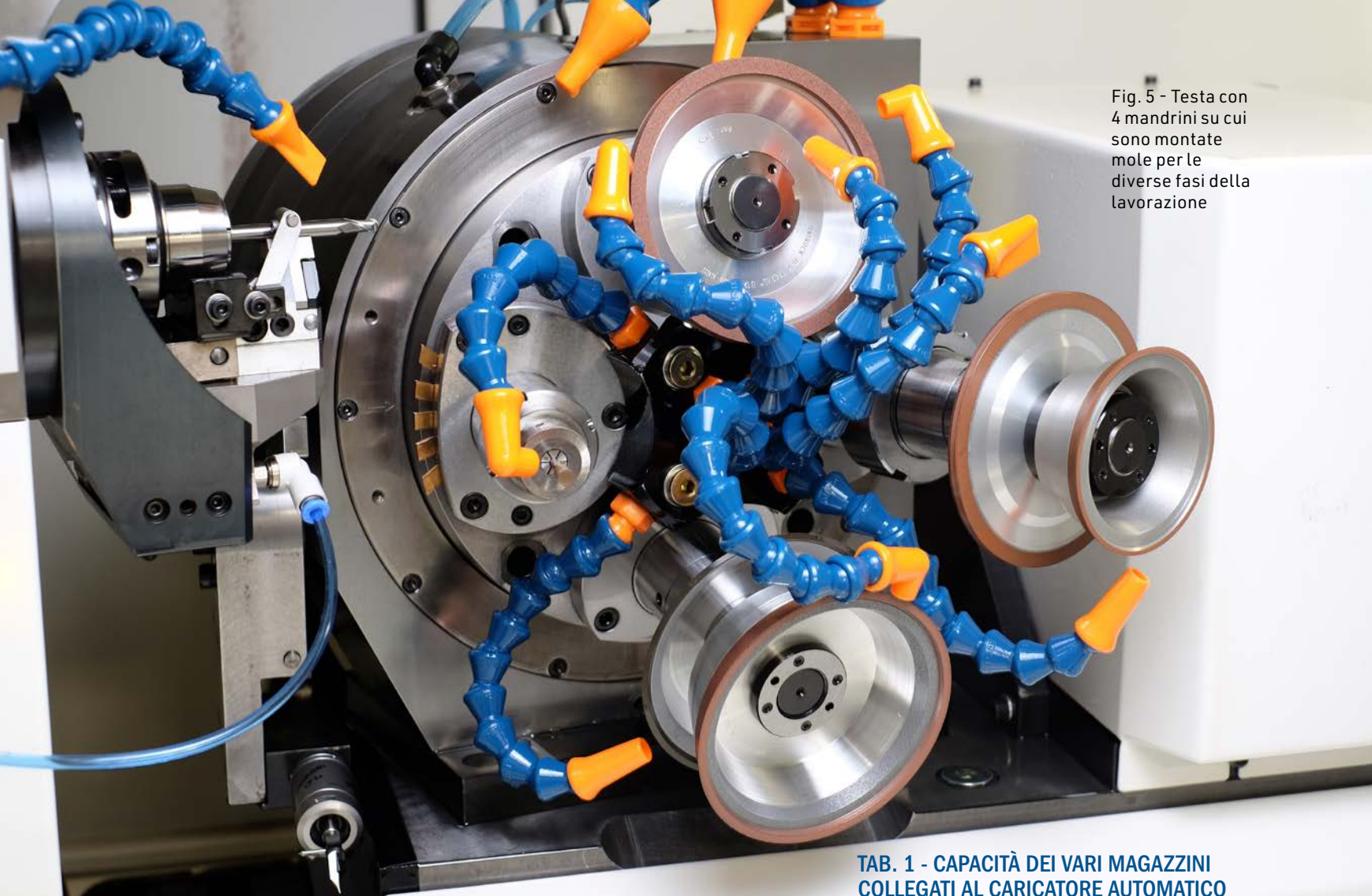


Fig. 5 - Testa con 4 mandrini su cui sono montate mole per le diverse fasi della lavorazione

TAB. 1 - CAPACITÀ DEI VARI MAGAZZINI COLLEGATI AL CARICATORE AUTOMATICO

Dimensione utensili	Standard	Opzionale	
	2 pallets	3 pallets	4 pallets
1 - 2 mm	814	1628	2442
1 - 6 mm	375	750	1125
1 - 10 mm	170	340	510
1 - 16 mm	77	154	231

Ovviamente la grana delle mole di finitura (cioè la dimensione di ogni singolo cristallo di diamante) sarà finissima, cioè 4 - 6 - 10 (μm) e i tempi di rettifica saranno proporzionati alla finezza della lavorazione e con il pezzo sgrossato precedentemente. L'azienda che produce le macchine per fare questo tipo di utensili è la TTB Engineering SA situata in Svizzera, nel Canton Ticino.

Per quanto riguarda la precisione, le macchine costruite da TTB Engineering sono in grado di costruire creatori di classe paragonabile alla DIN AAA. Con tempi ciclo di ore, da 3 a più di 20, questo significa che le macchine mantengono una precisione di 3 μm senza alcuna correzione da parte degli operatori.

Bisogna precisare che le tolleranze per questi microcreatori sono stabilite da ogni singolo costruttore in quanto non sono previste normalizzazioni per moduli così piccoli.

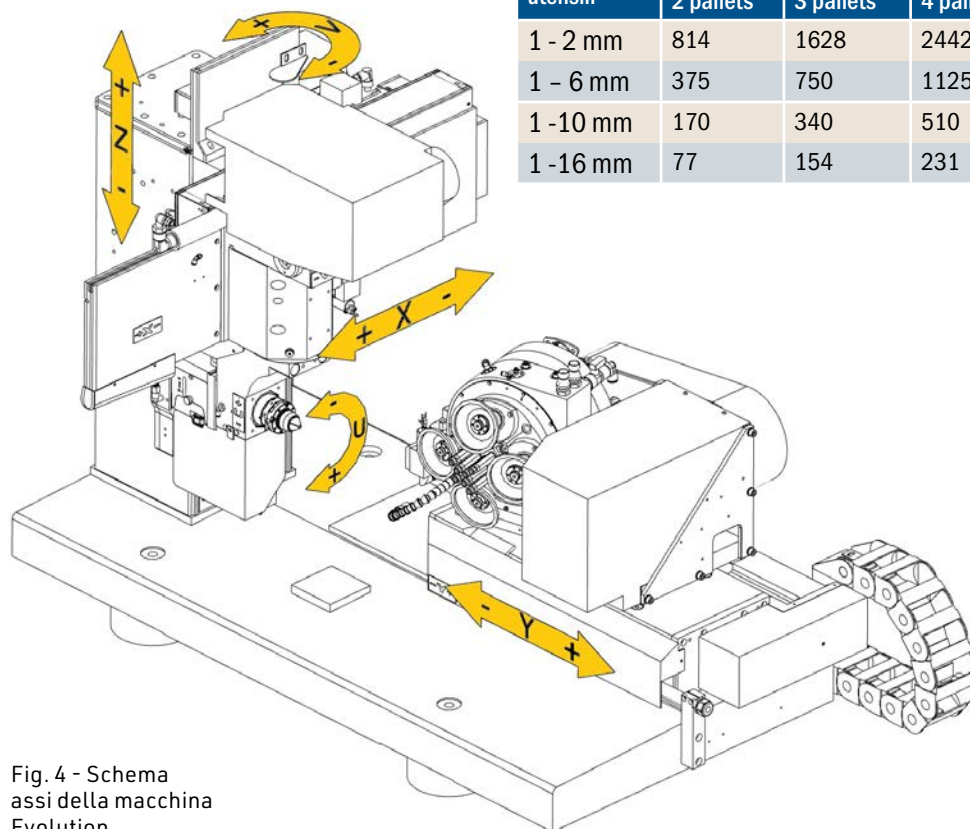


Fig. 4 - Schema assi della macchina Evolution

Un altro interessante utensile dedicato alla produzione di micro-ingranaggi è il coltello stozzatore, sia a gambo che con foro. Con le macchine della TTB Engineering si possono produrre coltelli in metallo duro con moduli di 0,1 mm e diametro intorno a 8 mm. Attualmente sono in corso prove per rettificare coltelli con modulo di 0,05 mm.

TAB. 2 - PRINCIPALI CARATTERISTICHE TECNICHE DEL CENTRO DI AFFILATURA EVOLUTION

Corsa longitudinale asse X	290 mm
Corsa trasversale asse Y	250 mm
Corsa verticale asse Z	150 mm
Asse rotativo V- mandrino pezzo	230°
Asse rotativo U -	infinito
Velocità avanzamento assi X, Y, Z	3 m/min
Risoluzione assi lineari X,Y,Z	0,0001 mm
Risoluzione assi rotativi V, U	0,0001°
Precisione sistemi di misura assi lineari X,Y,Z	0,01 µm
Precisione sistema di misura asse rotativo V	± 2"
Precisione sistema di misura asse rotativo U	± 20"
Potenza sui 4 mandrini mola	10,0 kw
Velocità di rotazione	Fino 12.000 giri/min
Possibilità mandrino alta frequenza	60.000 giri/min
Diametro serraggio	Da 1 a 25,4 mm
Lunghezza di serraggio standard	Fino a 250 mm
Diametro utensili	0.02 mm - 12 mm
Riaffilatura	Fino a 30 mm circa

Tutti i profili, sia di creatori che di stozzatori, vengono eseguiti per inviluppo, sia per altezze di denti esigue come anche per utensili di 40 mm di diametro e lunghezze fino a 50 mm. Per tutti questi utensili le spoglie sono tali, da rendere possibili un certo numero di affilature mantenendo il profilo esatto.

Non si usano quindi mole di forma o macchine a copiare e al loro posto vengono redatti programmi di lavorazione del pezzo. Il software di programmazione TTB-SCG (per stozzatori) oppure Numroto (per creatori) lo permettono. Con questo processo si sfrutta al massimo la precisione e la flessibilità della mac-

china. Si possono realizzare anche utensili piccoli, che con la miniaturizzazione dei componenti aprono a nuovi mercati e prodotti. Grazie all'automazione (carico e scarico tramite unità automatica) e la contropunta idraulica a valvola proporzionale, viene resa possibile la produzione del pezzo completo in modalità continua, 24 ore al giorno per 7 giorni. Nella figura 2 si può osservare la precisione dei raggi di raccordo a fondo dente e quelli sulla sommità dei denti. Questi ultimi sono di grande importanza in quanto determinano il profilo di fondo dente dell'ingranaggio dentato.

Oltre ai normali coltelli stozzatori, possono essere prodotti anche i coltelli destinati a operazioni di Power Skiving.

Oltre a ciò, l'azienda produce macchine per altri micro-utensili, come le punte e frese di dimensioni ridottissime. Per il settore tessile, ad esempio, vengono prodotte punte a forare del diametro di meno di 20 µm, fresette da 30 µm, frese a sfera da 80 µm. Se si pensa che un capello ha un diametro di 80 - 120 µm, si può ben immaginare quali difficoltà si possano incontrare a produrre una punta con diametri 4 - 5 volte inferiori.

Queste punte di diametro così piccolo possono essere considerate delle punte a cannone in quanto hanno solo un solco longitudinale per lo scarico del truciolo, ma appena si aumenta un po' il diametro, per esempio a 30 µm, si possono eseguire le due scanalature elicoidali caratteristiche di punta elicoidale. Degli esempi sono rappresentati in figura 3.

Queste punte sono costruite in metallo duro (carbide), naturalmente con micrograna, e sono impiegate per eseguire i fori sulle matrici per filiere nell'industria tessile.

Come si può ben intuire queste punte devono essere impiegate su foratrici con mandrini ad altissima velocità, si parla di mandrini ad azio-

namento pneumatico che possono arrivare fino a oltre 300.000 giri al minuto, con possibilità quindi di velocità di taglio oltre i 15 m/min.

Si pensi per un momento alla precisione necessaria per posizionare correttamente la mola in senso longitudinale e radiale su un cilindro di diametro di 30 µm e con quale delicatezza deve essere effettuato l'avanzamento per evitare flessioni o torsioni della punta in lavorazione. Il tempo ciclo evidentemente è molto lungo, si arriva anche oltre 20 minuti per punta. Le macchine costruite da TTB Engineering, sono in grado di produrre anche tutta una serie di altri utensili, dal micro a 12 mm di diametro (avendo a disposizione una potenza di 10 kW di azionamento mole) come per esempio frese a gambo con vari profili, utensili sagomati per micro-tornitura, punzoni e lame sottili per impieghi nei diversi settori industriali.

La caratteristica principale di queste macchine è la grande precisione e stabilità, unite alla flessibilità. La macchina di punta è il centro di affilatura Modello Evolution a 5 assi (o 6 assi) programmati tramite il software NUMROTOplus.

Setup della macchina

Per il setup della macchina Evolution ci sono varie possibilità di scelta tra mandrini portapezzo, sistemi di serraggio, mandrini e flange per le mole. Il cambio delle unità modulari è facile e veloce. Questo permette configurazioni personalizzate e l'ottimizzazione della macchina per specifiche esigenze di affilatura. Le mole di affilatura possono essere rinviate e misurate direttamente in macchina. Il tastatore pezzo fa parte dell'equipaggiamento standard della macchina.

Caricatore automatico con elevata capacità

Il caricatore standard è composto da 2 palette (diametro utensile da 1 fino a 16 mm) che possono con-



Cinematica

La macchina Evolution ha 2 gruppi di assi, l'unità di affilatura e l'unità portapezzo (fig.4). Sono montate su un basamento di ghisa che appoggia su speciali supporti antivibranti. La stabilità termica dei componenti della macchina è garantita dall'uso di fluidi a temperatura controllata. Il sistema di controllo termico esterno che agisce sulla temperatura dell'olio da taglio, garantisce che la temperatura si mantenga entro un range di $\pm 0,2-0,5$ °C. L'unità portapezzo (assi Z, U, V, X) controlla il movimento dell'utensile. L'asse U ha una duplice funzionalità: può essere utilizzato come asse

di posizionamento oppure come mandrino rotante, usato durante l'affilatura cilindrica e la ravnatura. La cinematica permette di lavorare con la mola sia sotto che sopra l'utensile. Il cuore della macchina è costituito da una torretta composta da 4 mandrini diversamente configurabili (mandrini corti e lunghi, mandrini HF 60.000/100.000/150.000 giri/min). Su ogni mandrino possono essere montate fino a 3 mole di affilatura. Questa caratteristica fornisce alla macchina vantaggi significativi:

- Assoluta precisione nel posizionamento e ripetibilità delle mole.

- Tutte le mole necessarie sono sempre pronte all'uso.
- La selezione delle mole si esegue in pochi secondi. Gli utensili vengono finiti in un solo serraggio e con il più alto grado di precisione. Gli assi lineari hanno un sistema di movimentazione esclusivo e unico nel suo genere: una combinazione di tecnologia idrodinamica e precarica calibrata. In conclusione: ripetibilità garantita e gioco al di sotto di $0,4$ μm . Posizionamento in meno di mezzo micrometro. Eccezionale se si pensa che il diametro del trisemente famoso coronavirus è di $0,15$ μm .

tenere fino a 814 utensili. Soluzioni personalizzate, come per esempio numero di utensili maggiorato, palette o cicli di carico speciali, possono essere fornite su richiesta. L'unità di carico pezzi comprende 2 assi CNC di precisione (X2 e Y2), la movimentazione pneumatica e la testina a doppie ganasce (pezzo finito e

pezzo grezzo). Durante la sequenza di carico un nuovo grezzo viene prelevato con la pinza N°1 dal suo pallett e attende il completamento del ciclo di affilatura in corso. Al termine dell'affilatura il caricatore entra in macchina, rimuove l'utensile finito con la pinza N°2, inserisce il grezzo nella pinza e poi deposita

l'utensile finito nel secondo pallett (fig.6). La macchina di cui si parla può essere attrezzata con caricatori automatici di vario tipo e con magazzini utensili di elevata capacità, in dipendenza dalle dimensioni degli utensili da lavorare (tabelle 1 e 2). Come si può osservare questa macchina non è dedicata esclusivamente ai micro-utensili, ma può eseguire anche utensili di dimensioni di una certa rilevanza, cioè può profilare punte e frese di vario tipo, fino a diametro 12 mm, e affilare utensili fino a diametro 25-30 mm. Il secondo modello, proposto in casa TTB, adotta un design e meccanica tradizionali. In tal modo offre maggiore velocità degli assi e minore occupazione del suolo, questo ad un prezzo inferiore. Si può evidenziare il fatto che la macchina è dotata di due mandrini, uno inferiore dedicato alla sgrossatura e uno superiore per la finitura. Il cambio delle mole avviene in automatico in accordo con il programma inserito. Il sistema di carico e scarico può avvalersi di un robot antropomorfo o di un pick-up in accordo con le esigenze delle linee dell'utilizzatore. •

Fig. 6 Particolare dei pallett portapezzi prima e dopo la lavorazione