

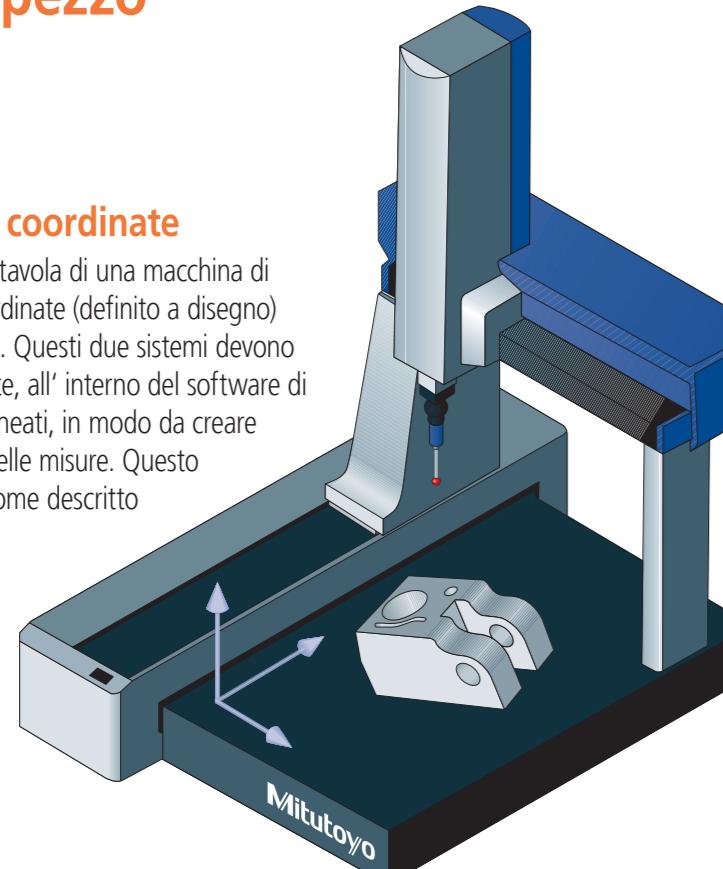
# VALUTAZIONE DELLE DEVIAZIONI GEOMETRICHE

Mitutoyo

## Allineamento del pezzo

### Impostazione dei sistemi di coordinate

Quando un pezzo viene posizionato sulla tavola di una macchina di misura a coordinate, il suo sistema di coordinate (definito a disegno) non è correlato con quello della macchina. Questi due sistemi devono essere messi in relazione matematicamente, all'interno del software di controllo, come se fossero fisicamente allineati, in modo da creare i programmi necessari all'effettuazione delle misure. Questo processo viene completato in tre passi, come descritto in seguito.



**Passo 1:**  
**Orientamento nello spazio**  
L'orientamento del piano principale del pezzo è tipicamente determinato attraverso la tastatura del piano stesso e dal calcolo del vettore perpendicolare ad esso.

**Passo 2:**  
**Determinazione dell'origine**  
L'origine del sistema di coordinate del pezzo è generalmente determinato con la tastatura di un foro dello stesso, al fine di determinarne il suo centro all'interno del piano principale o da un punto di intersezione assi.

**Passo 3:**  
**Allineamento assiale**  
La direzione dell'asse principale del sistema di coordinate del pezzo viene determinato tastando una superficie laterale del pezzo lungo una linea retta. La direzione positiva dell'asse correlato corrisponde alla direzione del vettore di questa linea.

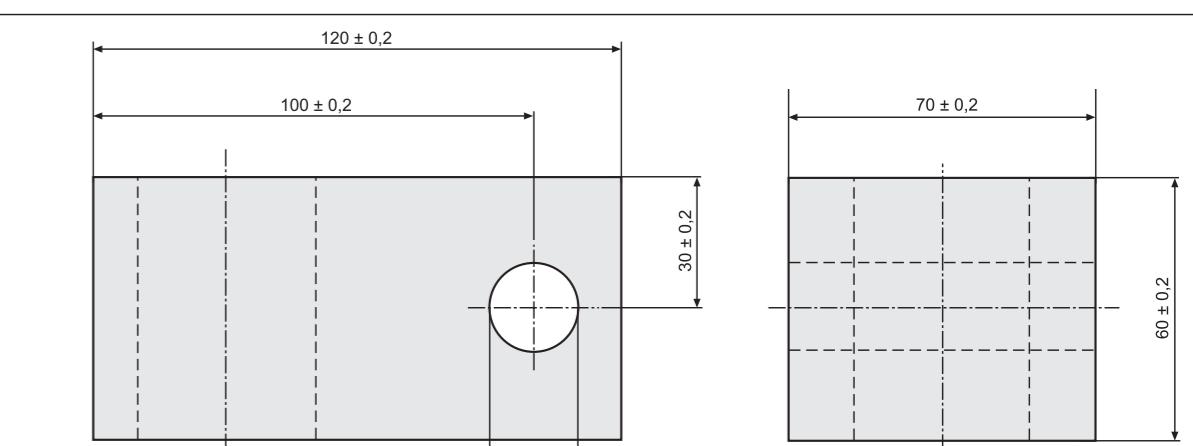
| Simbolo caratteristico* | Definizione  | Tolleranza geometrica* | Metodo di prova | Risultato |
|-------------------------|--|------------------------|-----------------|-----------|
|                         | <b>Rotondità</b><br>La deviazione rispetto alla rotondità è la differenza tra i raggi di due cerchi concentrici costruiti per toccare e racchiudere la linea circonferenziale estratta. Una caratteristica può essere tollerata limitando la deviazione a un valore $t$ .  |                        |                 |           |
|                         | <b>Cilindricità</b><br>La deviazione rispetto alla cilindricità è la differenza tra i raggi di due cilindri coassiali costruiti per toccare e racchiudere la superficie cilindrica estratta con distanza minima. Una caratteristica può essere tollerata limitando la deviazione a un valore $t$ .   |                        |                 |           |
|                         | <b>Planarità</b><br>La deviazione rispetto alla planarità è la distanza tra due piani paralleli costruiti per toccare e racchiudere la superficie piana estratta con distanza minima. Una caratteristica può essere tollerata limitando la deviazione a un valore $t$ .  |                        |                 |           |
|                         | <b>Profilo (linea)</b><br>La deviazione rispetto al profilo lineare è la distanza tra due linee parallele alla linea del profilo nominale ed equidistanti da essa che toccano e racchiudono la linea del profilo estratto. Una caratteristica può essere tollerata limitando la deviazione a un valore $t$ .   |                        |                 |           |
|                         | <b>Profilo (superficie)</b><br>La deviazione rispetto al profilo superficiale è la distanza tra due superfici parallele alla superficie nominale ed equidistanti da essa che toccano e racchiudono la superficie estratta. Una caratteristica può essere tollerata limitando la deviazione a un valore $t$ .   |                        |                 |           |
|                         | <b>Perpendicolarità (da piano ad asse)</b><br>La deviazione rispetto alla perpendicolarità tra piano e asse è la distanza tra due piani paralleli perpendicolari all'asse di riferimento costruiti per toccare e racchiudere la superficie piana estratta con distanza minima. Una caratteristica può essere tollerata limitando la deviazione a un valore $t$ . |                        |                 |           |
|                         | <b>Perpendicolarità (tra asse ed asse)</b><br>La deviazione rispetto alla perpendicolarità tra asse ad asse è la distanza tra due piani paralleli perpendicolari all'asse di riferimento costruiti per toccare e racchiudere la linea assiale estratta con distanza minima. Una caratteristica può essere tollerata limitando la deviazione a un valore $t$ .    |                        |                 |           |
|                         | <b>Parallelismo (da piano a piano)</b><br>La deviazione rispetto al parallelismo da piano a piano è la massima differenza in termini di distanza tra la superficie piana estratta e il piano di riferimento. Una caratteristica può essere tollerata limitando la deviazione a un valore $t$ .   |                        |                 |           |
|                         | <b>Simmetria (da piano a piano)</b><br>La deviazione rispetto alla simmetria da piano a piano è la distanza massima tra la superficie mediana estratta e il piano di riferimento. Una caratteristica può essere tollerata limitando la deviazione a un valore $t/2$ .  |                        |                 |           |
|                         | <b>Angolarità (tra piano e piano)</b><br>La deviazione rispetto all'angolarità è la differenza massima in termini di distanza tra la superficie piana estratta e un piano inclinato con angolo teoricamente esatto rispetto al piano di riferimento. Una caratteristica può essere tollerata limitando la deviazione a un valore $t$ .                           |                        |                 |           |
|                         | <b>Posizione (da linea ad asse)</b><br>La deviazione posizionale da linea ad asse è la distanza massima tra la linea mediana estratta e l'asse di riferimento. Una caratteristica può essere tollerata limitando la deviazione a un valore $t/2$ .   |                        |                 |           |
|                         | <b>Coassialità</b><br>La deviazione rispetto alla coassialità è la distanza radiale massima tra l'asse della superficie cilindrica estratta e l'asse di riferimento oltre la lunghezza del campo di valutazione. Una caratteristica può essere tollerata limitando la deviazione a un valore $t/2$ .   |                        |                 |           |
|                         | <b>Run-out (radiale)</b><br>La deviazione rispetto al run-out radiale è la differenza massima tra i raggi di una linea circonferenziale estratta centrata sull'asse di riferimento. Una caratteristica può essere tollerata limitando la deviazione a un valore $t$ .  |                        |                 |           |

\*In base alla ISO 1101: 2017

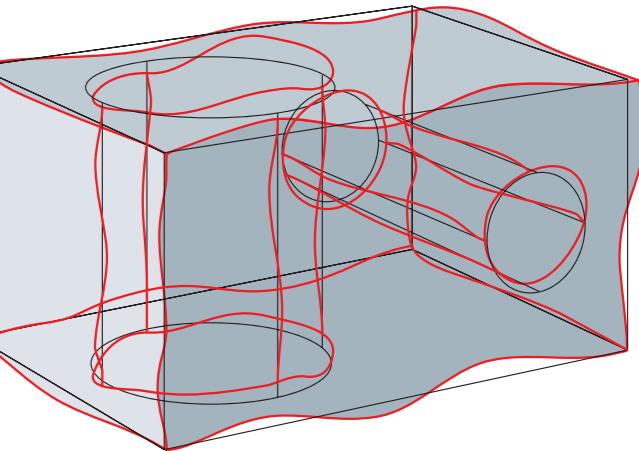
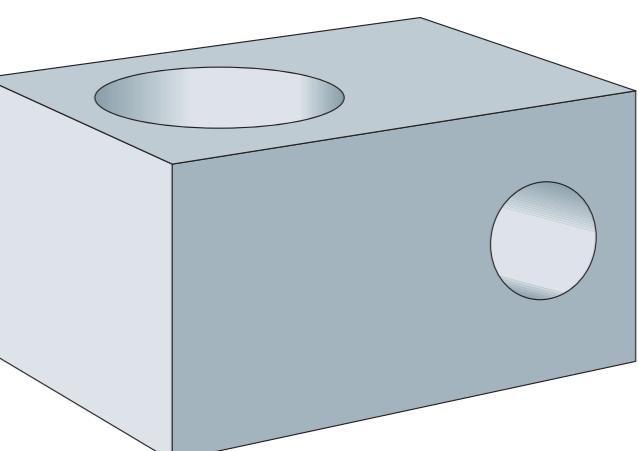
Elemento di riferimento

Geometria estratta

## Definizione e misura del pezzo

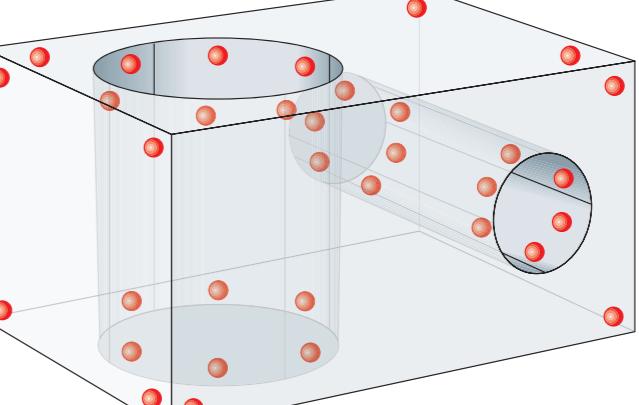


**Geometria nominale**  
Forma geometrica ideale di un pezzo con indicazione delle tolleranze dimensionali e geometriche (e possibilmente di superficie).



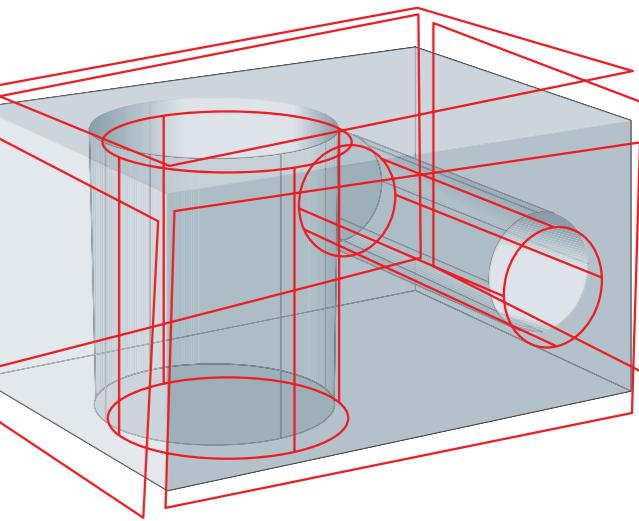
### Geometria effettiva

Forma geometrica effettiva di un pezzo con inevitabili deviazioni dimensionali e geometriche, nonché ondulazione e rugosità della superficie.



**Geometria rilevata**  
Descrizione effettiva della geometria del pezzo determinata solo da punti ottenuti mediante la misurazione degli elementi indicati sul disegno tecnico del pezzo.

La geometria rilevata viene utilizzata per determinare le deviazioni geometriche.



### Geometria assegnata

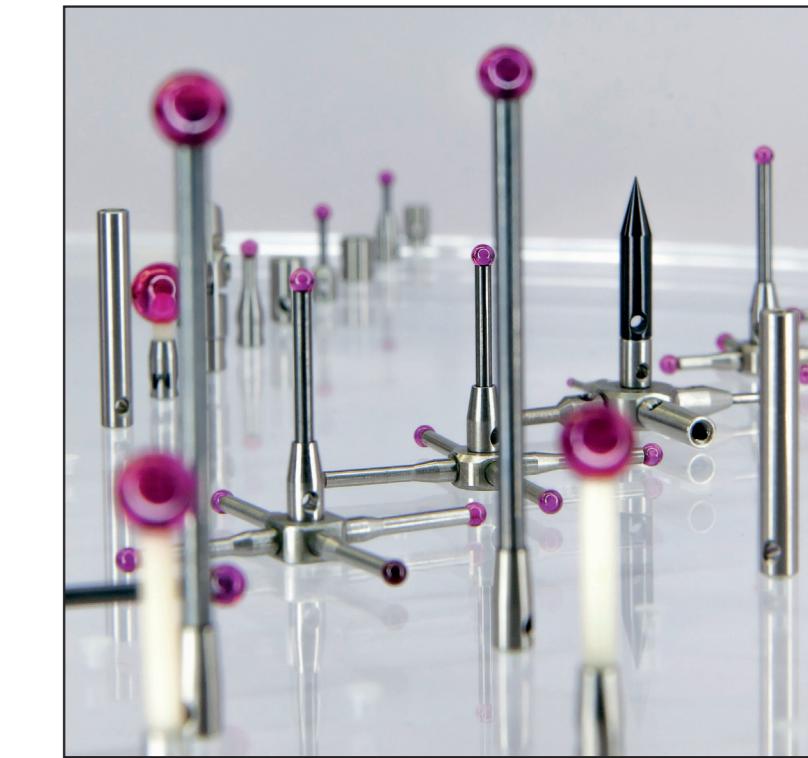
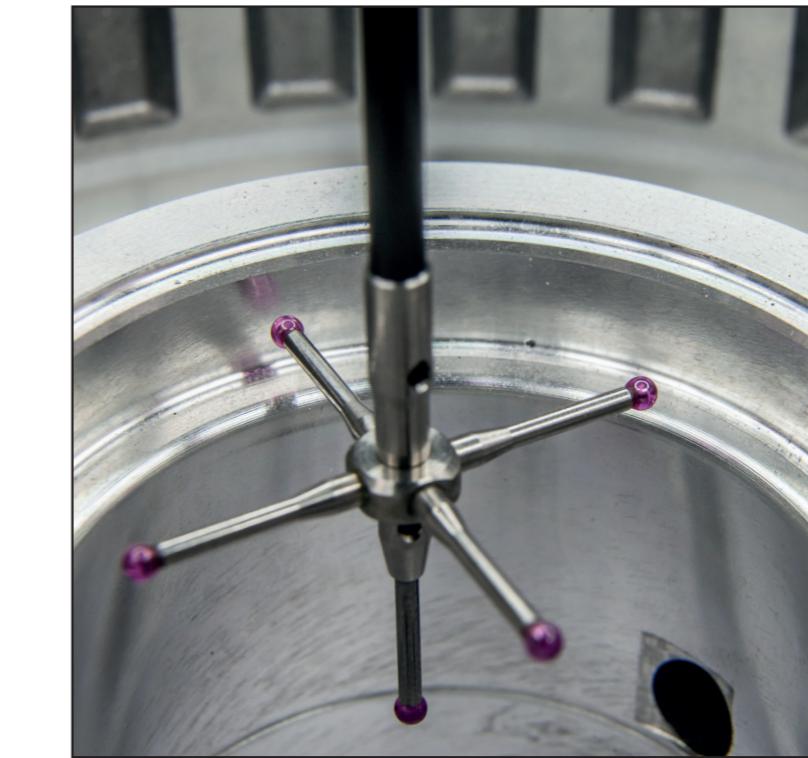
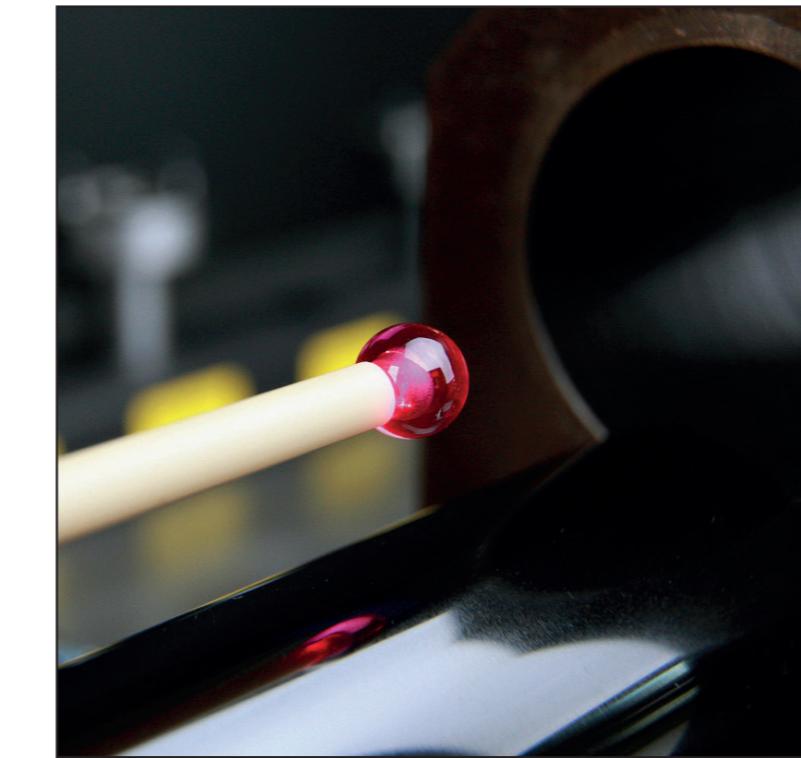
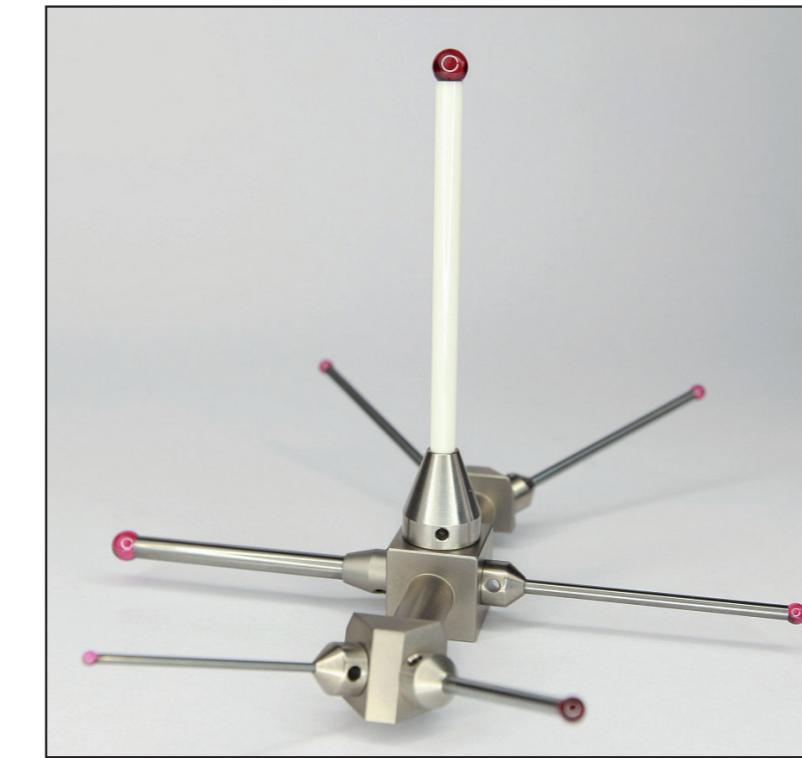
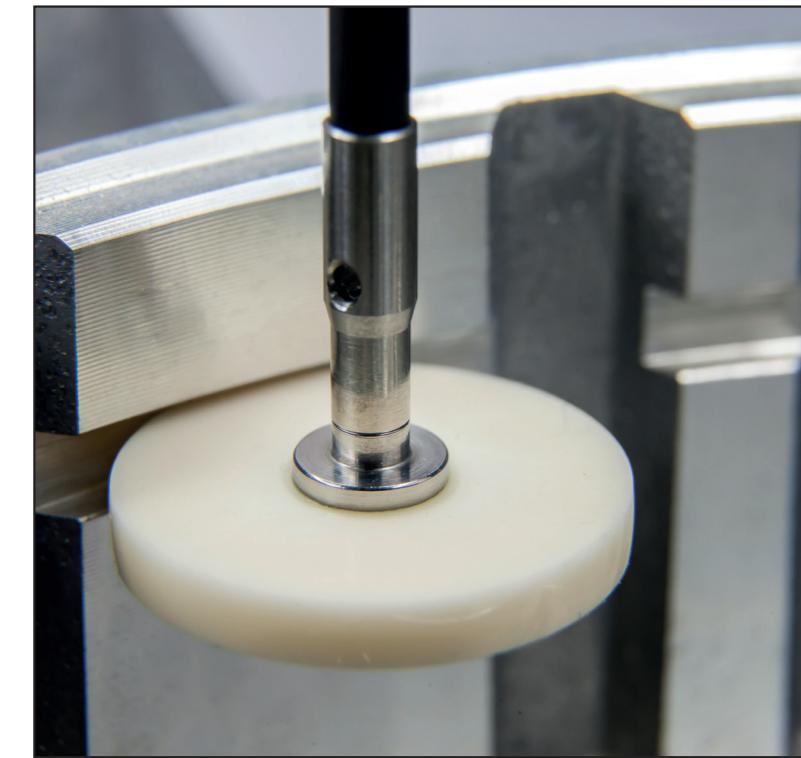
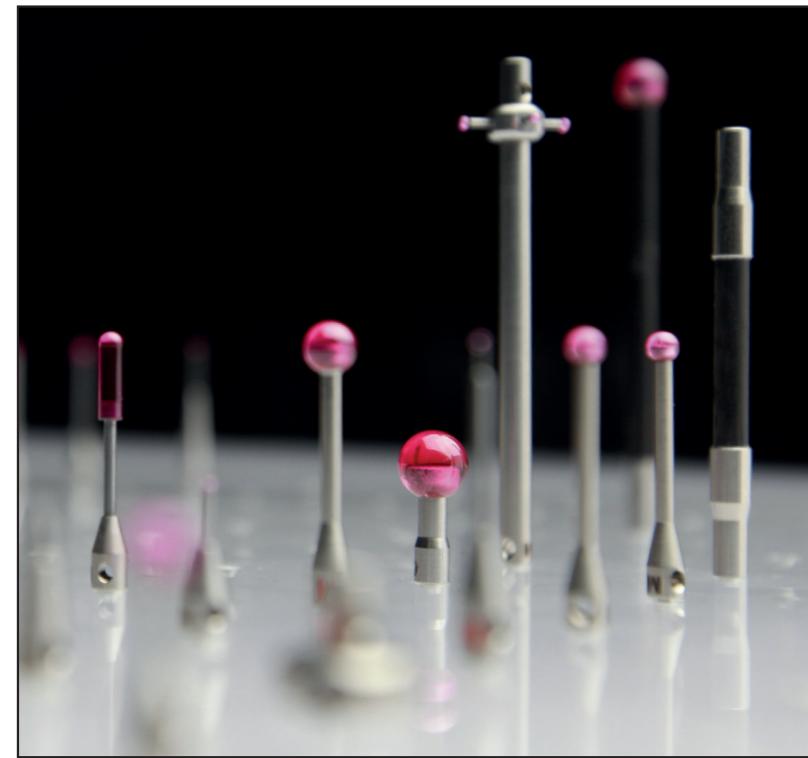
Assegnazione mediante calcolo degli elementi geometrici ideali e dei loro parametri ricavati dai punti misurati.

(ISO 17450:2017)

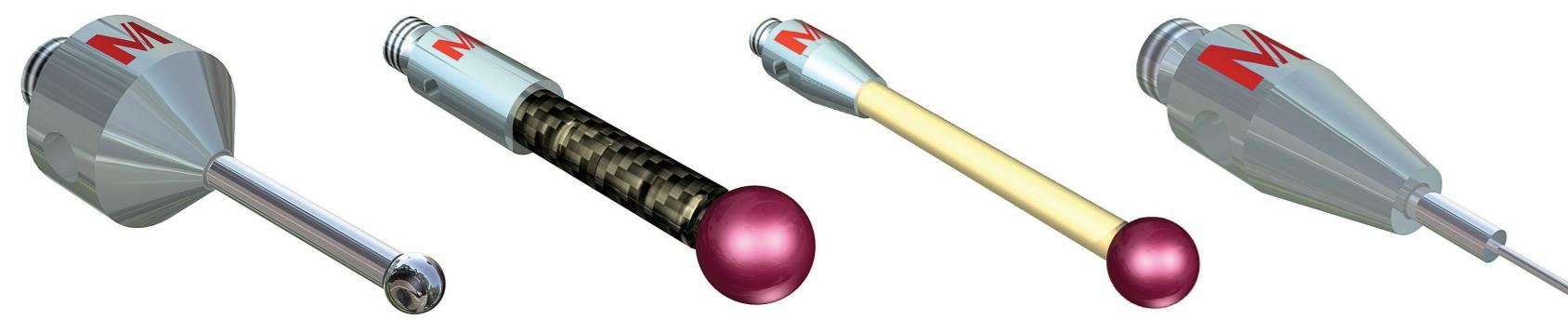
# STILI PER MACCHINE DI MISURA A COORDINATE

Mitutoyo

Pacchetto  
formazione

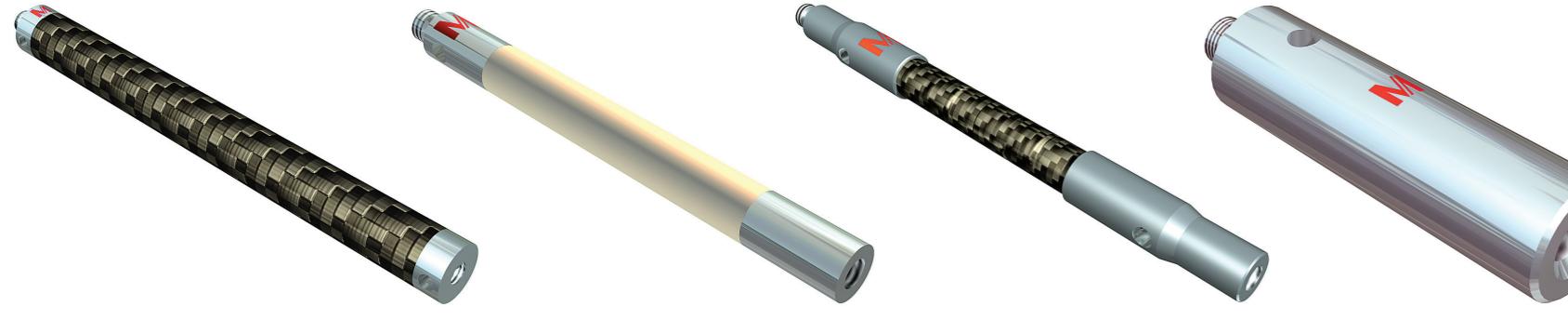


## Stili diritti



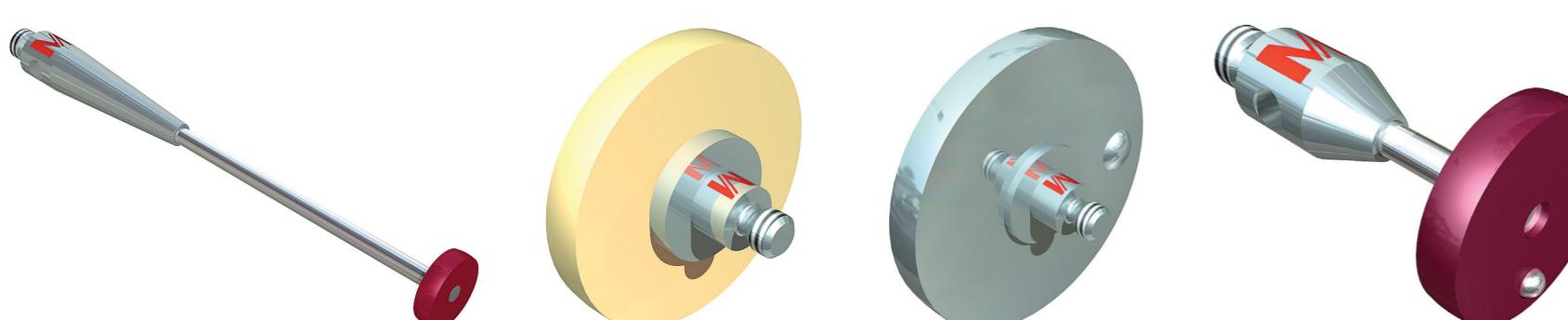
Gli stili diritti sono generalmente i più comuni. Sono disponibili in diverse forme per soddisfare ogni esigenza.

## Prolunghе



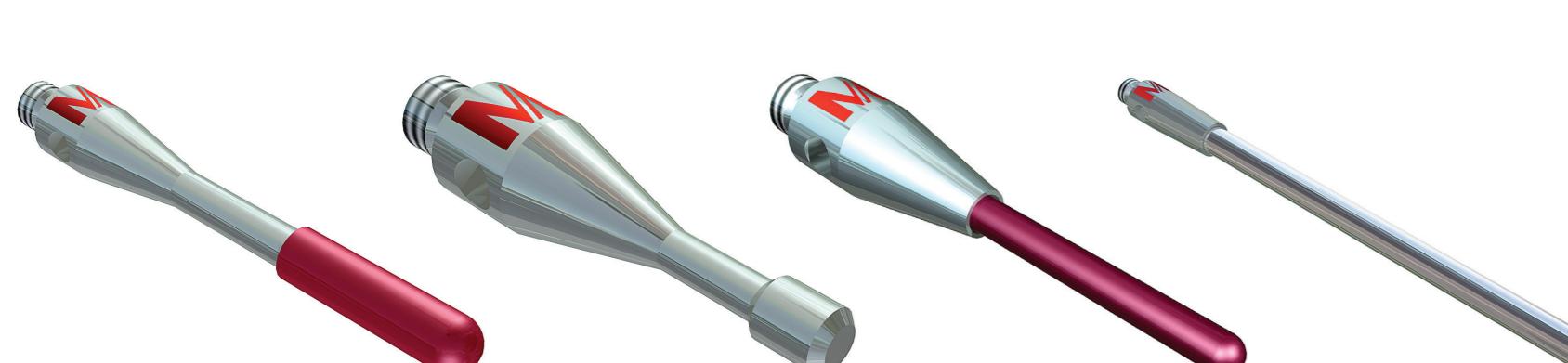
Le prolunghе aiutano a raggiungere elementi all'interno dei pezzi, per esempio fori o spallamenti. Aspetti importanti che influiscono sulla precisione della misurazione sono il peso e la rigidità, per questo le prolunghе sono realizzate in materiali diversi. In generale, più la prolunga è lunga, più deve essere leggera e rigida per mantenere una accuratezza di misura accettabile.

## Stili a disco



Gli stili a disco sono utilizzati per ispezionare rientranze e scanalature all'interno di fori profondi. La forma della superficie di contatto del disco è sferica. Quindi, misurare con uno stilo a disco è come misurare con una sfera dello stesso diametro.

## Stili cilindrici



Gli stili cilindrici vengono utilizzati per la misurazione di pezzi sottili, per es. il bordo di parti in lamiera.

## Materiali usati per i tastatori a sfera

### Rubino

E' il più duro tra i materiali per la tastatura, e consente una perfetta lavorazione delle sfere. Le sfere in rubino sono state utilizzate per decenni come tastatori in applicazioni standard. La bassa densità specifica del rubino consente di mantenere la massa della punta dello stilo il più ridotta possibile. In questo modo si evitano falsi contatti, legati all'inerzia di massa del tastatore, durante vibrazioni o movimenti della CMM.

### Ossido di zirconio

Grazie alle loro specifiche proprietà superficiali, le sfere in ossido di zirconio (composto ceramico), sono riconosciute come materiale ideale in caso di misure su superfici abrasive come ad esempio pezzi in ghisa. L'ossido di zirconio, inoltre, possiede praticamente le stesse caratteristiche di durezza e resistenza del rubino.

### Nitruro di silicio

Il nitruro di silicio è estremamente duro e altamente resistente alle abrasioni e possiede la miglior rugosità superficiale fra tutti i materiali per la costruzione di sfere. Un valore aggiunto: il nitruro di silicio non è attratto dall'alluminio quindi la sfera ne viene ricoperta in modo sensibilmente inferiore rispetto ad altri materiali.

## Materiali usati per steli e basi

### Acciaio

Materiale primario nella produzione di stili di precisione ad alta resistenza che consente misurazioni di grande accuratezza. La sua superba resistenza lo rende ottimo per la produzione di stili e di tastatori in generale.

### Lega di alluminio

Massa stabile e ridotta, frequentemente usato per fabbricare le prolunghе degli stili. Gli steli degli stili in alluminio o con prolunghе in questo materiale offrono ottime prestazioni in misure di laboratorio con temperature costanti, o con il gradiente di temperatura più basso possibile.

### Carburo di tungsteno

Gli steli degli stili in carburo di tungsteno (metallo duro) hanno una elevata resistenza alla flessione e sono adatti per tutte le applicazioni standard in laboratorio. Un materiale che dura nel tempo.

### Ceramica

Massa contenuta e estrema resistenza, il materiale ideale per steli lunghi. La bassa dilatazione ad elevate temperature rende questo materiale adatto all'uso in ambienti di produzione.

### Fibra di carbonio a tubo

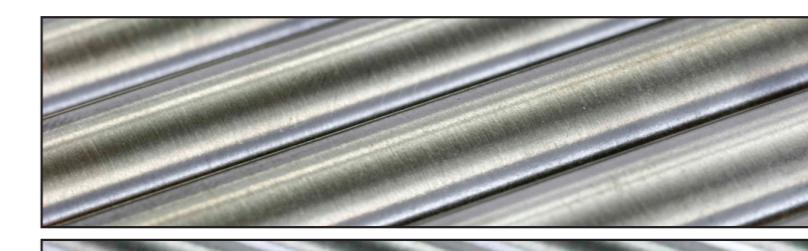
Una tecnologia speciale aerospaziale ha sviluppato questo particolare tipo di fibra di carbonio, il cui coefficiente di espansione termica è praticamente irrellevante a temperature comprese tra 15° e 40° C. Per stili di qualità superiore, sofisticate configurazioni e prolunghе.

### Fibra di carbonio

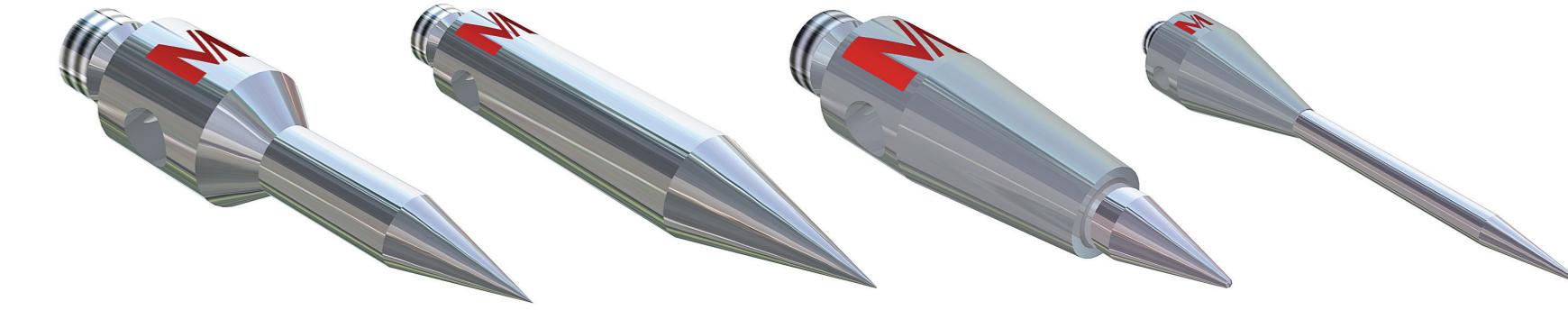
Il materiale di più alta qualità con un coefficiente di espansione praticamente pari a zero a temperature ambiente fino a 45 gradi Celsius. La fibra di carbonio è anche molto leggera ed estremamente rigida, cosa che la rende particolarmente adatta per la produzione di stili lunghi.

### Titanio

Il titanio è notevolmente rigido, ma presenta una densità relativamente bassa. I componenti della sonda in titanio sono estremamente rigidi e stabili, ma sorprendentemente leggeri. KOMEG utilizza questo materiale principalmente per basi, pezzi di collegamento e prolunghе per gli stili di misura.

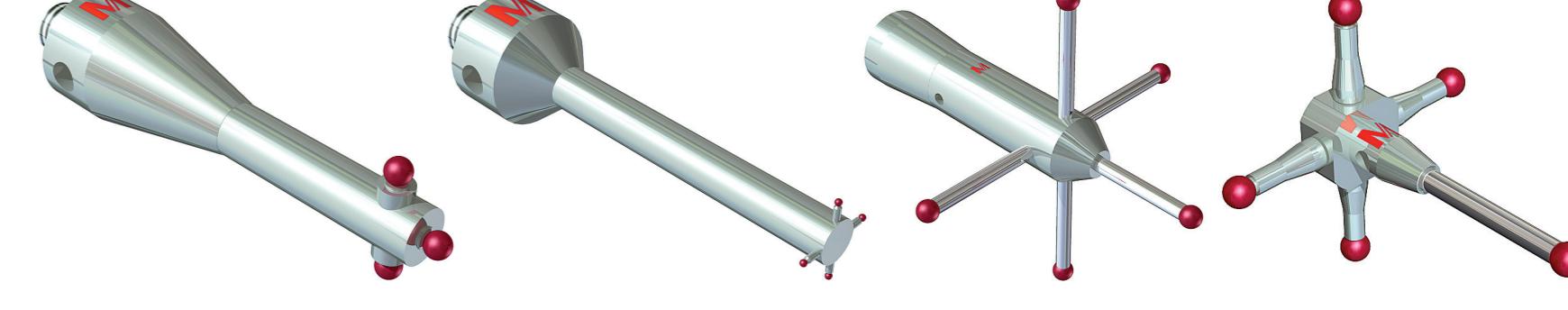


## Stili a punta



Gli stili a punta sono utilizzati principalmente per l'ispezione di piccoli fori, ma vengono anche utilizzati, sulle CMM manuali, per segnare punti e linee sui pezzi.

## Sistemi di stili



I sistemi di stili o stili a stella sono combinazioni di diversi stili diritti. Con i sistemi di stili è possibile ispezionare le caratteristiche del pezzo in molte direzioni senza cambiare sonda o stilo.

## Portastili e adattatori



Questi accessori garantiscono maggiore flessibilità alle misurazioni. Gli stili vengono applicati mediante un attacco filettato. Le dimensioni tipiche sono comprese tra M2 e M5. Con l'aiuto degli adattatori è possibile combinare stili con filetti diversi. Questo è utile anche per ridurre il peso dello stilo o raggiungere gli elementi più piccoli.

## Accessori



Gli snodi e i giunti rotanti aiutano a raggiungere gli elementi inclinati senza ruotare la sonda. Questo potrebbe essere importante per gli elementi con tolleranze ristrette. Una sfera di riferimento è un accessorio essenziale per determinare il diametro e la posizione della punta di contatto della sonda durante la qualifica.