

# Principio del Massimo Materiale

## Esempi di Interpretazione

### Interpretazione del Principio del Massimo Materiale

**Le caratteristiche di accoppiamento degli elementi dipendono dall'effetto congiunto delle dimensioni effettive e degli errori di forma e di posizione.** Il giuoco minimo dell'accoppiamento si realizza quando entrambi gli elementi da accoppiare sono all'estremo della zona di tolleranza corrispondente al massimo materiale (dimensione massima dell'albero o dell'elemento pieno e, rispettivamente, minima del foro o dell'elemento cavo) e quando, nel contempo, gli errori di forma e di posizione presentano i massimi valori consentiti.

Il giuoco dell'accoppiamento cresce se le dimensioni effettive degli elementi da accoppiare si scostano dai limiti di massimo materiale e se gli errori di forma e di posizione non raggiungono i valori massimi consentiti. Ne deriva che, **se le dimensioni effettive degli elementi da accoppiare non raggiungono i valori corrispondenti alla condizione di massimo materiale, le tolleranze di forma o di posizione possono essere superate senza che risulti compromessa la possibilità di accoppiamento.**

Il simbolo **M** indica che la tolleranza cui esso è riferito è stata fissata in base al principio del massimo materiale e che le tolleranze di forma o di posizione previste possono essere incrementate di un valore pari alla differenza tra la dimensione di massimo materiale e la dimensione effettiva. **Quanto sopra è ovviamente consentito soltanto quando la dimensione effettiva non raggiunge il valore corrispondente alle condizioni di massimo materiale.** In ogni caso l'incremento di tolleranza non deve superare l'ammontare della tolleranza dimensionale. È importante rilevare che l'aumento della tolleranza di forma o di posizione può essere applicato ad una sola delle parti da accoppiare, senza tener conto dell'altra poiché l'accoppiamento è sempre possibile, anche se casualmente la seconda parte non è stata eseguita nella dimensione più idonea per l'accoppiamento; pertanto l'accoppiamento può ancora essere effettuato, poiché nel primo dei predetti due elementi non è stato superato l'ammontare globale degli errori dimensionali, di forma o di posizione, consentiti. Se una tolleranza di forma o di posizione viene prescritta per un elemento che sia dotato di un riferimento per il quale sia stata prescritta una tolleranza dimensionale, riesce possibile adottare il principio del massimo materiale tanto per il pezzo posto in tolleranza quanto per l'elemento di riferimento. Il vantaggio connesso con l'adozione del principio in questione viene così utilizzato completamente.

### Esempio di Applicazione alla Tolleranza di Perpendicolarità

L'asse del perno deve trovarsi in una zona di tolleranza cilindrica perpendicolare al piano di riferimento **A**; il diametro di questa zona varia da 0,04 a 0,06, in quanto il diametro effettivo del perno può variare da 20 (massimo materiale) a 19,98 (minimo materiale) (figure da 1 a 4).

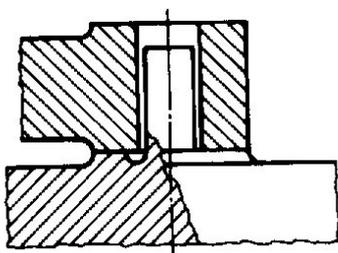


Figura 1 - Disegno di assieme

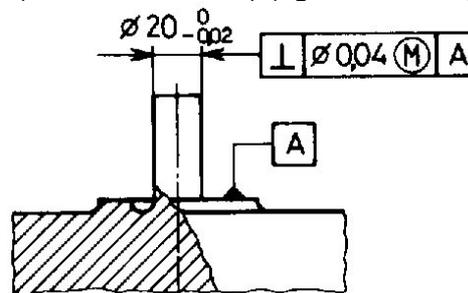


Figura 2 - Particolare del perno



Figura 3 - Condizione di Massimo Materiale

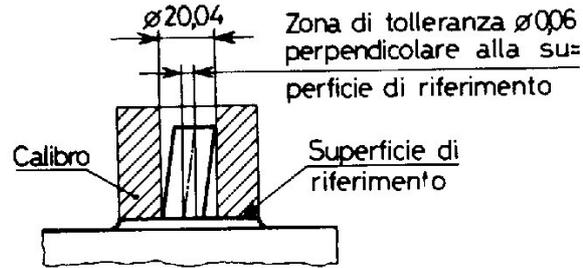


Figura 4 - Condizione di Minimo Materiale

La figura 3 rappresenta il perno al limite superiore della tolleranza dimensionale (20) nel calibro di diametro 20,04; l'effettivo valore della tolleranza di perpendicolarità è di  $\phi 0,04$ .

La figura 4 rappresenta il perno al limite inferiore della tolleranza dimensionale (19,98) nel calibro di diametro 20,04; l'effettivo valore della tolleranza di perpendicolarità è di  $\phi 0,06$ .

Il calibro mostrato in figura 3 e 4 serve alla verifica contemporanea dell'errore di perpendicolarità e di quello dimensionale. Il diametro del perno deve peraltro essere verificato separatamente per controllare che non siano stati superati i valori della tolleranza dimensionale.

Nell'esempio illustrato non è stato tenuto conto di un possibile errore di posizione (per esempio in riferimento ad un altro elemento).

### **Esempio di Applicazione alla Tolleranza di Rettilinearità**

L'asse dell'albero deve essere compreso in una zona di tolleranza cilindrica di diametro da 0,01 a 0,03, in quanto il diametro effettivo dell'albero può variare da 10,00 (massimo materiale) a 9,98 (minimo materiale) (figure da 5 a 8).

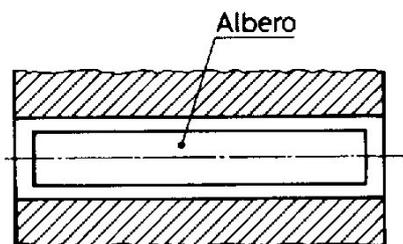


Figura 5 - Disegno di assieme

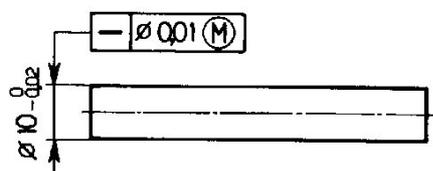


Figura 6 - Particolare del perno

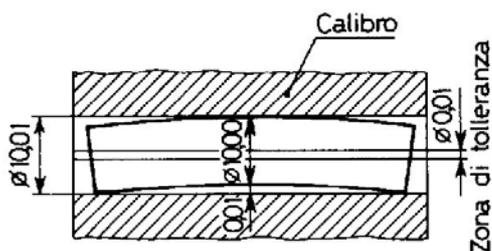


Figura 7 - Condizione di Massimo Materiale

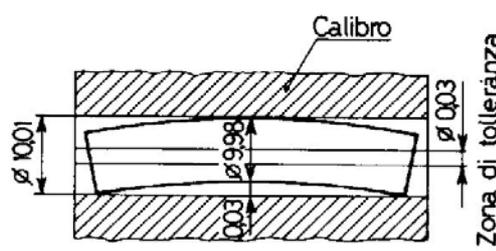


Figura 8 - Condizione di Minimo Materiale

La figura 7 rappresenta l'albero al limite superiore della tolleranza dimensionale (10) nel calibro di diametro 10,01; l'effettivo valore della tolleranza di perpendicolarità è di  $\phi 0,01$ .

La figura 8 rappresenta l'albero al limite inferiore della tolleranza dimensionale (9,98) nel calibro di diametro 10,01; l'effettivo valore della tolleranza di perpendicolarità è di  $\phi 0,03$ .

Il calibro mostrato in figura 7 e 8 serve alla verifica contemporanea dell'errore di rettilinearità e di quello dimensionale. Il diametro dell'albero deve peraltro essere verificato separatamente per controllare che non siano stati superati i valori della tolleranza dimensionale.

### Esempio di Applicazione alla Tolleranza di Localizzazione

Il mutuo accoppiamento dei due elementi deve avvenire anche nelle condizioni le più sfavorevoli sia per la tolleranza delle distanze interassiali sia per la tolleranza dei diametri (figura 9); cioè:

- elemento superiore: distanza interassiale e diametro dei perni al loro valore massimo;
- elemento inferiore: distanza interassiale e diametro dei fori al loro valore minimo;

oppure:

- elemento superiore: distanza interassiale al valore minimo e diametro dei perni al valore massimo;
- elemento inferiore: distanza interassiale al valore massimo e diametri dei fori al valore minimo.

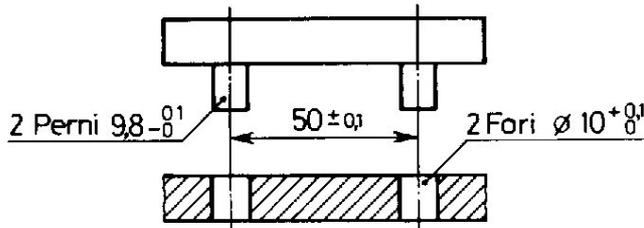


Figura 9 - Elementi superiore e inferiore

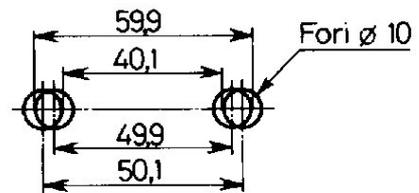


Figura 10 - Estremi di tolleranza

La fig. 10 mette in evidenza la posizione dei fori nell'elemento inferiore dell'accoppiamento di figura 9 nelle condizioni limite di tolleranza.

L'accoppiamento è possibile se nell'elemento superiore sono soddisfatte le seguenti due condizioni:

- la distanza tra le generatrici esterne dei perni non deve essere maggiore di 59,9 (= 50,1 + 9,8);
- la distanza tra le generatrici interne dei perni non deve essere minore di 40,1 (= 49,9 - 9,8).

Se i perni si trovano al loro diametro minimo, cioè 9,7, la distanza interassiale può variare entro i limiti di  $59,9 - 9,7 = 50,2$  e  $40,1 + 9,7 = 49,8$ .

Ne discende una zona di tolleranza di  $\pm 0,2$  in luogo di  $\pm 0,1$ . Con l'applicazione del principio del massimo materiale alla distanza interassiale dei perni dell'elemento superiore dell'accoppiamento, la lavorazione è quindi avvantaggiata in quanto viene offerta la possibilità di un ampliamento delle tolleranze.

Le prescrizioni dell'adozione del principio del massimo materiale può essere indicata sui disegni nel modo seguente:

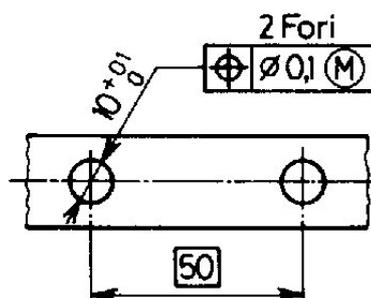


Figura 11 - Indicazione delle tolleranze sull'elemento inferiore

sull'elemento inferiore dell'accoppiamento, il simbolo **M** viene posto accanto all'indicazione della tolleranza di localizzazione dei fori; ciò significa che le zone di tolleranza per i centri dei fori hanno configurazione circolare.

La figura 12 illustra un caso nel quale il principio del massimo materiale viene applicato sia ai fori con tolleranza sia all'elemento di riferimento. Se tanto i fori quanto il cilindro di riferimento hanno dimensioni effettive corrispondenti al massimo materiale, gli assi dei fori devono essere contenuti entro zone di tolleranza cilindriche di diametro 0,2, gli assi delle quali sono collocati in posizione geometricamente ideale. Se le dimensioni effettive degli 8 fori e del cilindro di riferimento si scostano dalle dimensioni di massimo materiale, ne consegue una possibilità di aumento della tolleranza di posizione degli 8 fori.

La differenza tra i diametri effettivi dei fori e le corrispondenti dimensioni di massimo materiale

determina i possibili aumenti della tolleranza di posizione dei fori. Se il diametro effettivo del cilindro di riferimento si scosta dalla dimensione di massimo materiale, ne consegue un ulteriore aumento della tolleranza di localizzazione degli 8 fori, in rapporto al cilindro di riferimento, ma non della tolleranza di localizzazione di ciascuno degli 8 fori fra di loro.

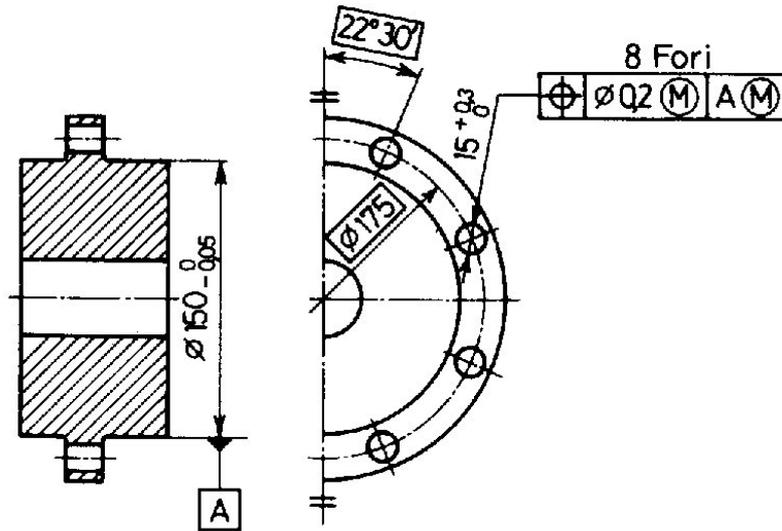


Figura 12 - Localizzazione di una serie di fori

### Esempio di Applicazione alla Tolleranza di Coassialità

L'asse della testa del perno deve essere contenuto in una zona di tolleranza cilindrica, il cui asse coincide con l'asse del gambo del perno ed il cui diametro può variare da 0,05 a 0,165, in quanto i diametri della testa e del gambo del perno possono variare tra la dimensione di massimo e quella di minimo materiale (vedere figure 14 e 15).

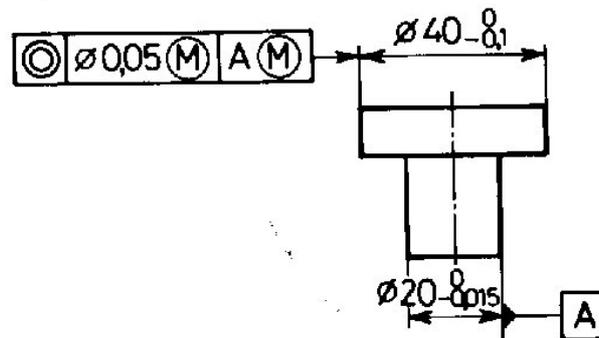


Figura 13 - Disegno del perno

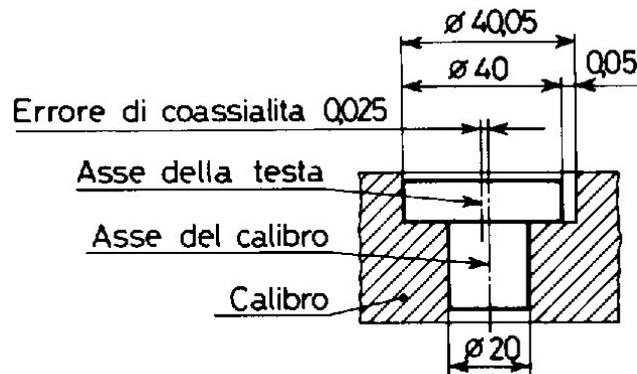


Figura 14 - Limite superiore delle tolleranze dimensionali

La figura 14 rappresenta il perno al limite superiore delle tolleranze dimensionali (40 e 20) nel calibro di diametri di 40,05 e 20; l'effettivo valore della tolleranza di coassialità è di  $\phi 0,05$ , l'errore di

coassialità, nel caso della figura, è di 0,025.

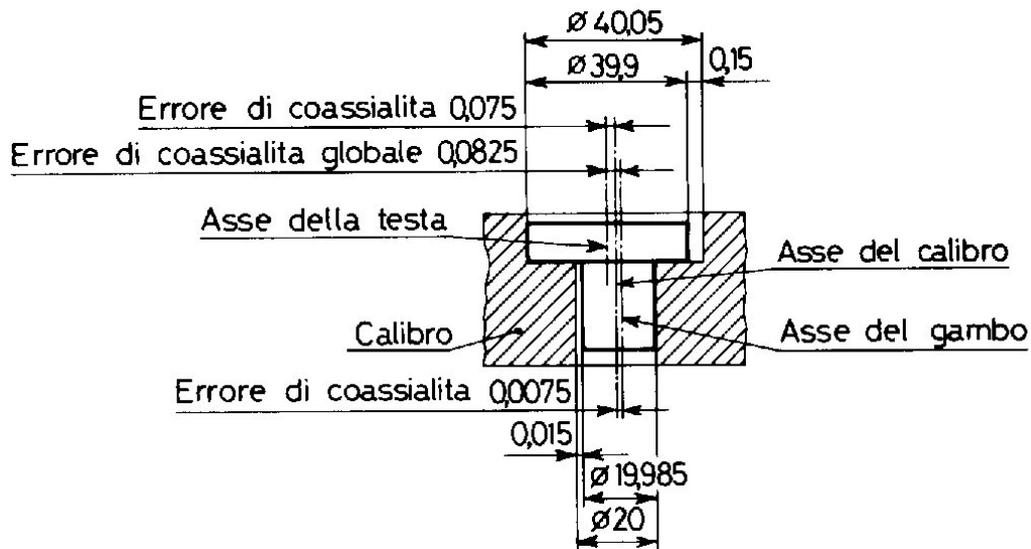


Figura 15 - Limite inferiore delle tolleranze dimensionali

La figura 15 rappresenta il perno al limite inferiore delle tolleranze dimensionali (39,9 e 19,985) nel calibro di diametri di 40,05 e 20; l'effettivo valore della tolleranza di coassialità è di  $\phi 0,165$  ( $0,05 + 0,1 + 0,015$ ); l'errore di coassialità globale, nel caso della figura è di 0,825.

### Indicazione delle tolleranze di forma e posizionamento sui profili

L'indicazione delle tolleranze per un profilo può essere eseguita secondo uno dei due metodi di seguito riportati. In entrambi i casi il profilo effettivo deve essere contenuto nella zona di tolleranza prescritta.

*Metodo I:* La zona di tolleranza è definita rispetto al profilo teorico il quale, a sua volta, è definito dalle quote in riquadro (vedi figure 16 e 18). La larghezza della zona di tolleranza, misurata perpendicolarmente al profilo teorico, e costante. Se non viene specificato diversamente la zona di tolleranza è situata simmetricamente rispetto al profilo teorico (vedi figure 17 e 19).

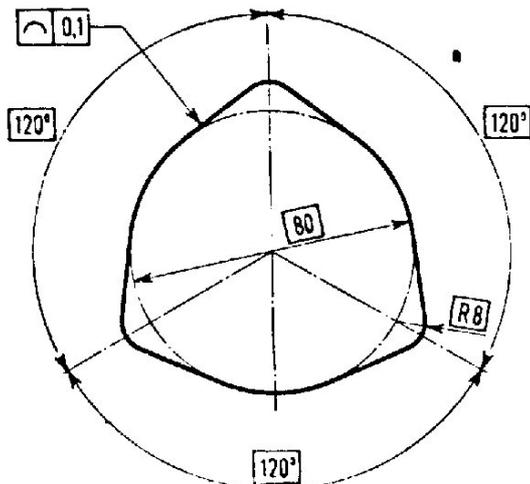


Figura 16 - Indicazione

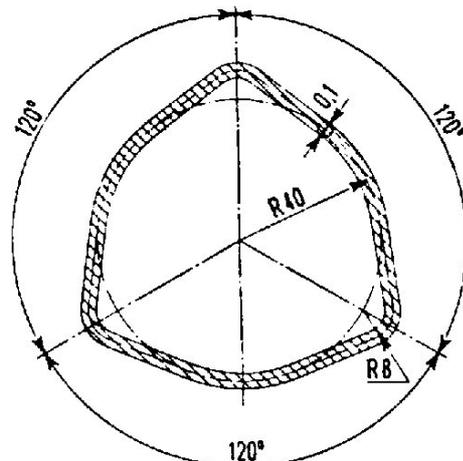


Figura 17 - Interpretazione

Nel caso in cui la zona di tolleranza debba essere prescritta rispetto a degli elementi di riferimento, l'indicazione della tolleranza deve essere fatta come indicato nella figura 18.

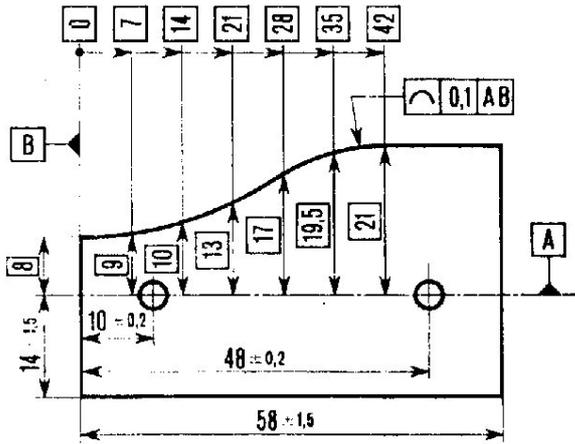


Figura 18 - Indicazione

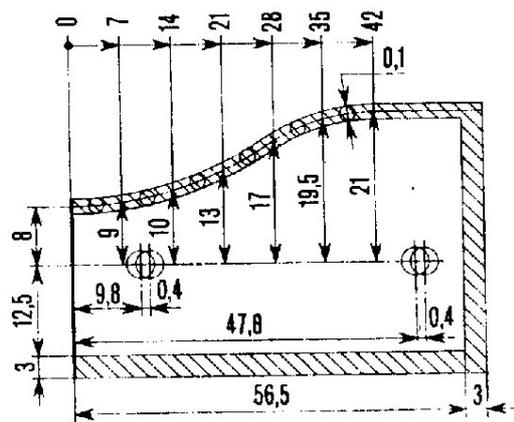


Figura 19 - Interpretazione

*Metodo II:* Le coordinate riferite ad uno degli assi sono date come quote di riferimento e pertanto riquadrate, mentre quelle riferite all'altro asse sono date come quote con tolleranza (figure 20 e 22). Se la larghezza della zona di tolleranza è misurata perpendicolarmente al profilo teorico, essa risulta variabile secondo la forma del profilo stesso.

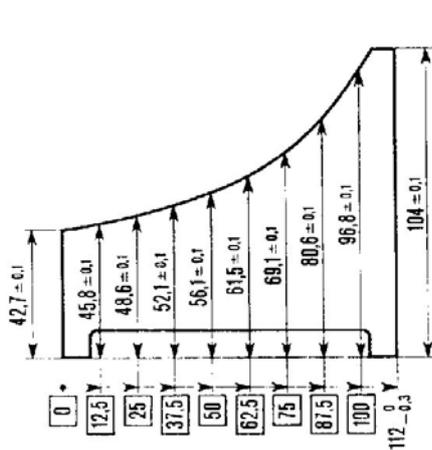


Figura 20 - Indicazione

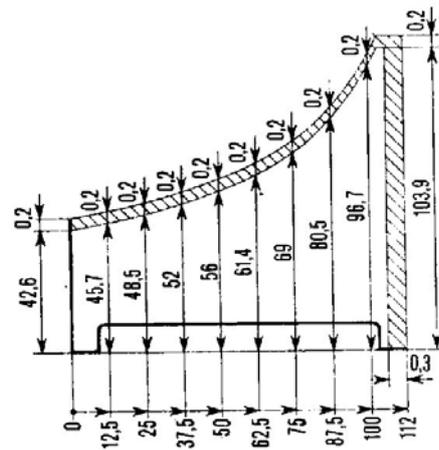
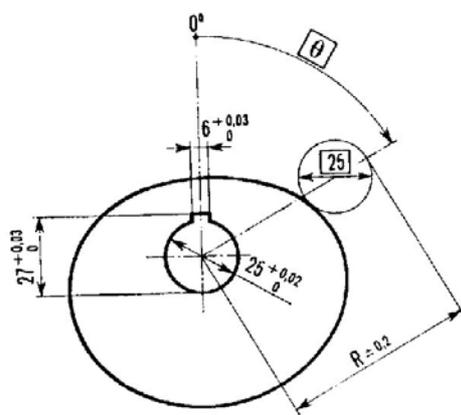


Figura 21 - Interpretazione



l	0°	20°	40°	60°	80°	100°	120 a 210°
R	50	52,5	57	63,5	70	74,5	76

l	230°	260°	280°	300°	320°	340°
R	75	70	65	59,5	55	52

Figura 22 - Indicazione

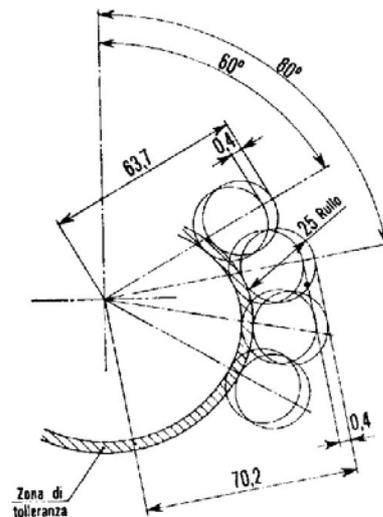


Figura 23 - Interpretazione