



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI FERRARA
- EX LABORE FRUCTUS -

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA**

Dispensa utilizzo macchina
equilibratrice CEMB B9

Indice

- Guida introduttiva macchina
- Equilibratura statica
- Equilibratura dinamica
- Grafici utili

Guida introduttiva: Selezione tipo di prova da eseguire



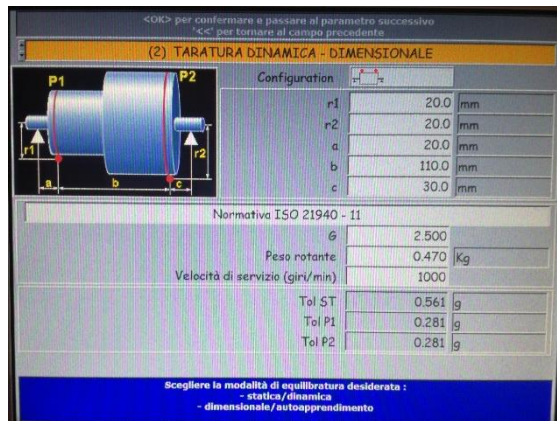
Schermata iniziale macchina

All'accensione della macchina è necessario premere *OK* nel tastierino posto a fianco del monitor. A questo punto è possibile selezionare le modalità di equilibratura fra:

1. Taratura statica – dimensionale
2. Taratura dinamica – dimensionale

La selezione viene eseguita utilizzando i tasti *SU* e *GIU'*, mentre nelle caselle numerica si può digitare utilizzando il tastierino numerico. Per confermare il campo scelto e passare il successivo premere il tasto *OK*, invece per tornare al campo precedente premere il pulsante *BACK* (<<). Per ogni campo, a basso dello schermo, in blu vi è una piccola descrizione del campo selezionato.

Una volta impostati tutti i campi si ritorna alla schermata iniziale e premendo il tasto *START* (sotto il monitor) la macchina inizia il test.



Schermata selezione modalità
e parametri

Guida introduttiva: Selezione tipo di prova da eseguire

(1) TARATURA STATICA – DIMENSIONALE

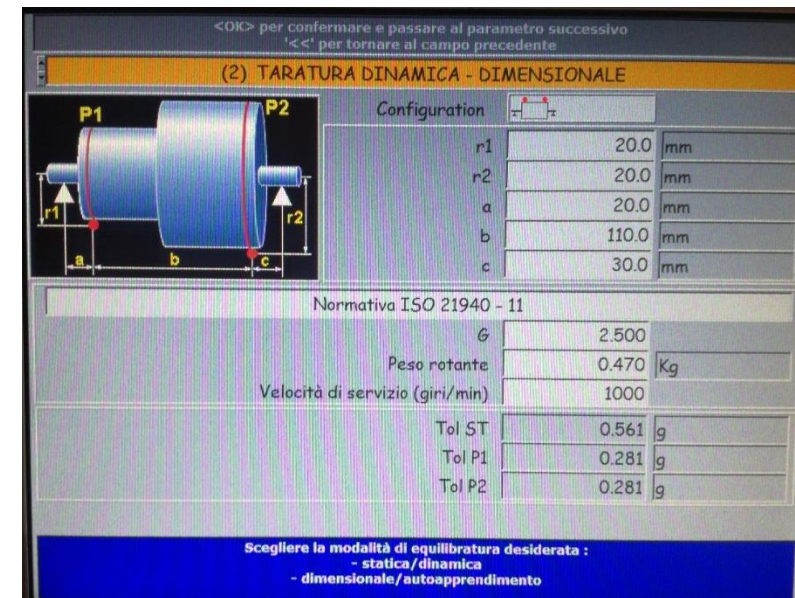
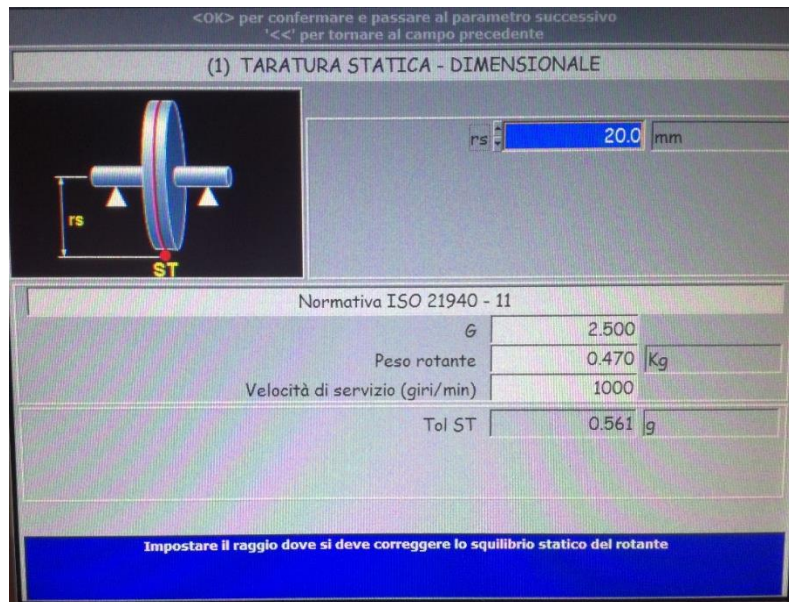
Per l'**equilibratura statica** si ha solo un piano di equilibratura, quindi è sufficiente impostare il raggio del rotore in corrispondenza del piano di equilibratura.

Va scelto poi il grado di equilibratura desiderato, il peso del rotore e la velocità di servizio.

(2) TARATURA DINAMICA – DIMENSIONALE

Per l'**equilibratura dinamica** va scelta la configurazione dei piani di equilibratura (interna ai supporti, esterna, ecc...). Successivamente vanno impostati i raggi e le varie quote relative ai due piani di equilibratura.

Va scelto poi il grado di equilibratura desiderato, il peso del rotore e la velocità di servizio.




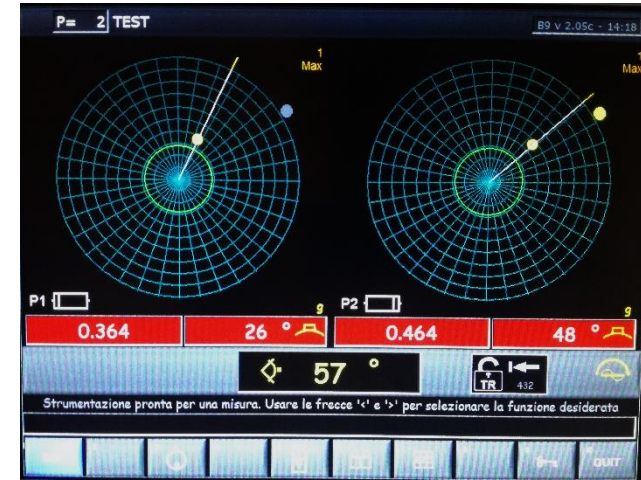
Guida introduttiva: Risultati della prova

Nella schermata principale vengono mostrati due riquadri nel caso di bilanciatura dinamica e uno nel caso di statica. In tali riquadri sono riportati i pesi correttivi in grammi e la posizione angolare in cui devono essere posizionate le masse correttive. Se i risultati vengono riportati in rosso significa che il rotore è squilibrato (non raggiunge il grado di equilibratura impostato). Nel caso di bilanciatura dinamica nella parte sottostante i due riquadri sono riportate anche le informazioni relative allo squilibrio statico. In basso a sfondo nero viene riportata la posizione angolare del rotore: ruotando a mano il rotore la posizione mostrata a schermo si aggiorna, in modo da facilitare l'individuazione dei punti in cui effettuare l'equilibratura.



Guida introduttiva: Risultati della prova

Premendo il tasto  è possibile passare alla visualizzazione polare degli squilibri.



Dopo aver equilibrato il rotore, si ripete il test e si itera il processo fino a quando lo sfondo verde conferma che il rotore ha raggiunto il grado di equilibratura desiderato.



Guida introduttiva:

Descrizione tasti principali



Cambia la visualizzazione della schermata tra quella di squilibrio statico a quella di squilibrio dinamico.



In modalità di squilibrio dinamico, permette di accedere alla visualizzazione grafica in forma polare degli squilibri, rappresentando così separatamente il modulo e la fase degli squilibri, rapportati al valore della tolleranza (rappresentata da una circonferenza di colore verde).



Cambia l'indicazione degli squilibri tra modalità di aggiunta del materiale e quella di asportazione (inversione di 180°).



Permette la scelta del lancio di misura in tre possibili varianti:

Lancio manuale: dopo la pressione del tasto START il rotante viene messo in rotazione, si esegue la misura e al termine viene arrestato.

Lancio continuo: dopo la pressione del pulsante START il rotante viene messo in rotazione, si attende una seconda pressione dello START (per poter permettere di regolare la velocità con il potenziometro) e successivamente si eseguono continue misurazioni fino alla pressione del pulsante STOP (tenerlo premuto fino alla fine della misura in corso).

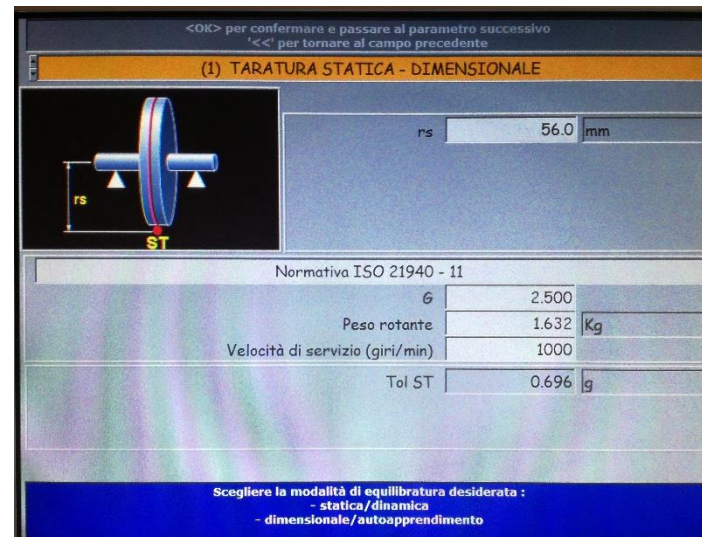
Lancio ripetitivo: stessa sequenza di quello continuo, con la differenza che dopo ogni lettura è richiesta la pressione dello START.

Equilibratura statica

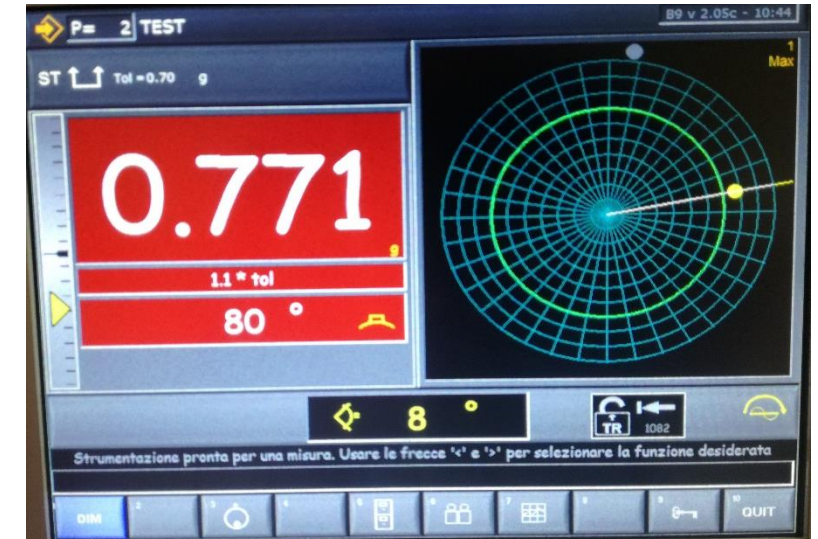
Per squilibrare staticamente il rotore, si è posizionata una massa aggiuntiva (una vite M5) in mezzzeria, in corrispondenza del grado 0.



Si va a selezionare poi TARATURA STATICA e si inserisce il raggio del rotore, il grado di equilibratura desiderato e il peso del rotore.

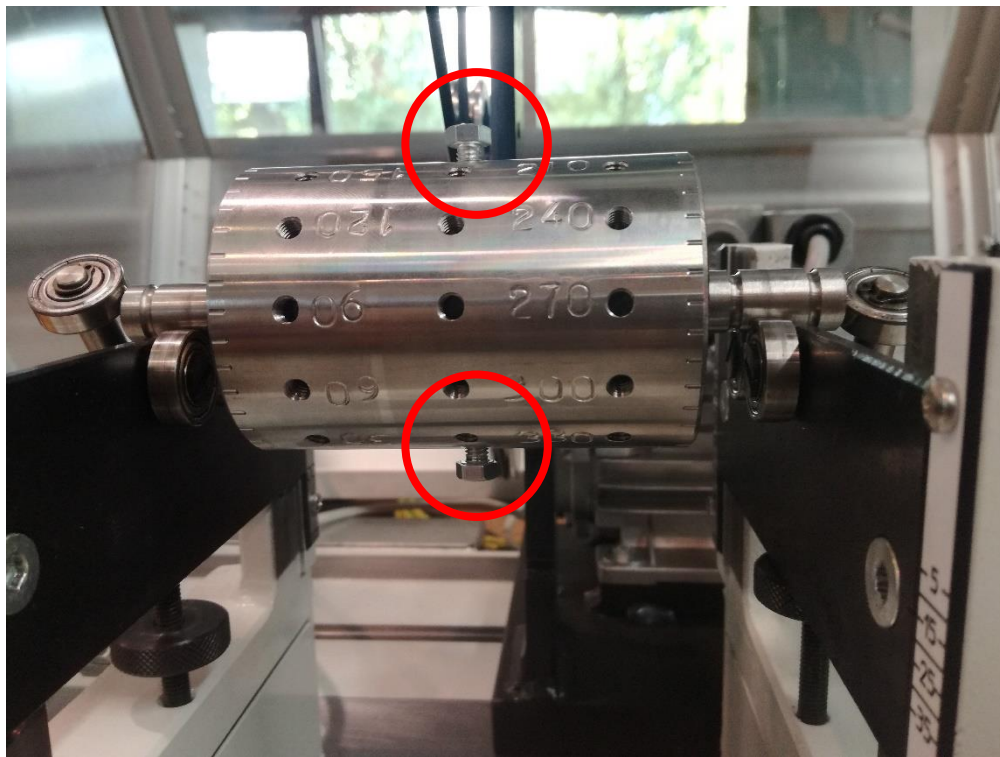


Dopo il lancio della prova, risulta che il rotore è squilibrato: ci si porta quindi all'angolo indicato, e si aggiunge la massa indicata.

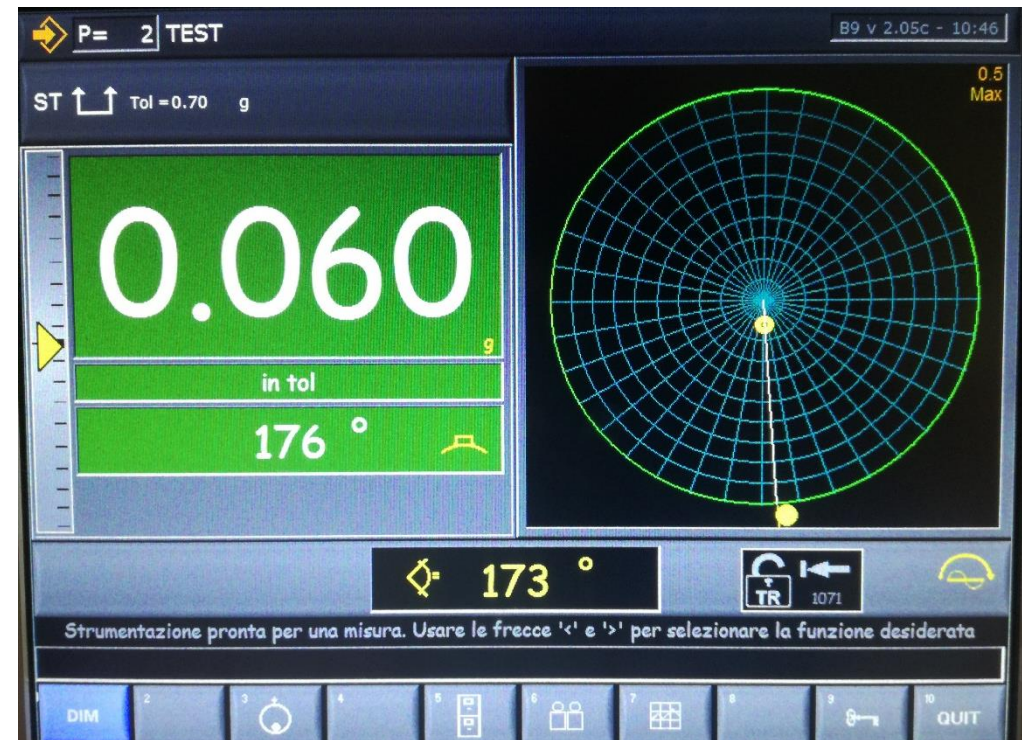


Equilibratura statica

L'angolo indicato dalla macchina risulta (ovviamente) dalla parte opposta alla massa aggiunta in precedenza.
Dopo aver aggiunto la massa indicata si ripete la prova.

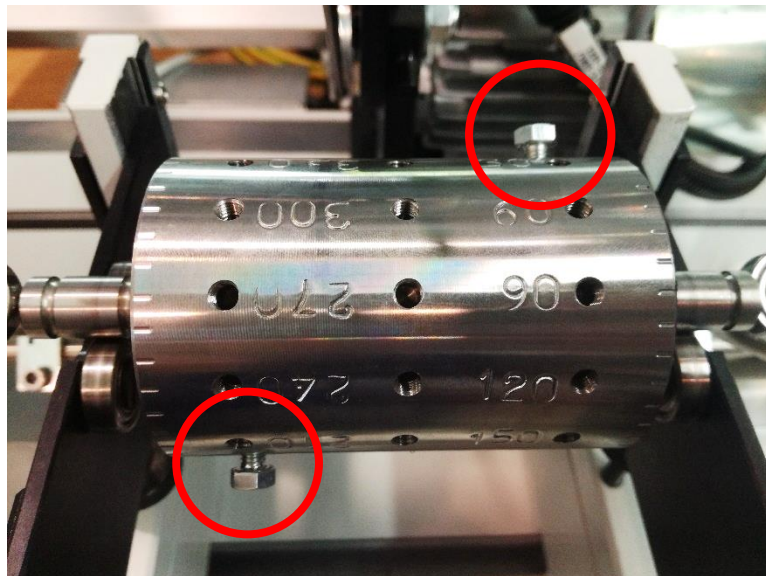


Dopo il lancio della prova il rotore risulta equilibrato staticamente.



Equilibratura dinamica

Per squilibrare dinamicamente il rotore sono state posizionate due masse su piani diversi, una a 0° e l'altra a 180°



Si va a selezionare poi TARATURA DINAMICA e si inseriscono raggi e posizioni dei piani di equilibratura, grado di equilibratura desiderato e peso del rotore.

<OK> per confermare e passare al parametro successivo
<<< per tornare al campo precedente

(2) TARATURA DINAMICA - DIMENSIONALE

Configuration

r1	56.0	mm
r2	56.0	mm
a	28.0	mm
b	56.0	mm
c	32.0	mm

Normativa ISO 21940 - 11

G	2.500	
Peso rotante	1.632	Kg
Velocità di servizio (giri/min)	1000	
Tol ST	0.696	g
Tol P1	0.348	g
Tol P2	0.348	g

Scegliere la modalità di equilibratura desiderata :
- statica / dinamica
- dimensionale / autoapprendimento

Dopo il lancio della prova, risulta che il rotore è squilibrato: ci si porta quindi agli angoli indicati, e si aggiungono le masse indicate. Notare che il rotore risulta (giustamente) staticamente equilibrato.

P= 2 TEST

P1 Tol = 0.35 g

P2 Tol = 0.35 g

0.849	0.881	
2.4 * tol	2.5 * tol	
253 °	79 °	
ST ↑	0.099	147 °
123 °		

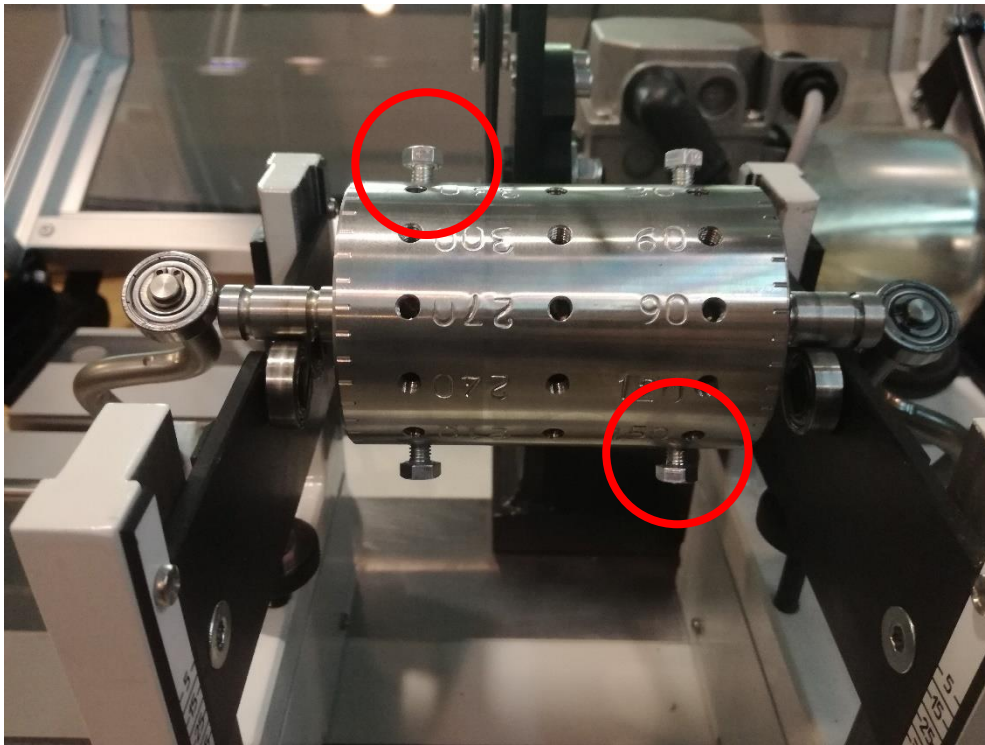
Strumentazione pronta per una misura. Usare le frecce '<' e '>' per selezionare la funzione desiderata

DIM 2 3 4 5 6 7 8 9 10 QUIT

Equilibratura dinamica

Gli angoli indicati dalla macchina risultano a 180° dalle due masse già presenti sui due piani di equilibratura.

Dopo aver aggiunto le masse si ripete la prova.



Dopo il lancio della prova il rotore risulta equilibrato dinamicamente.



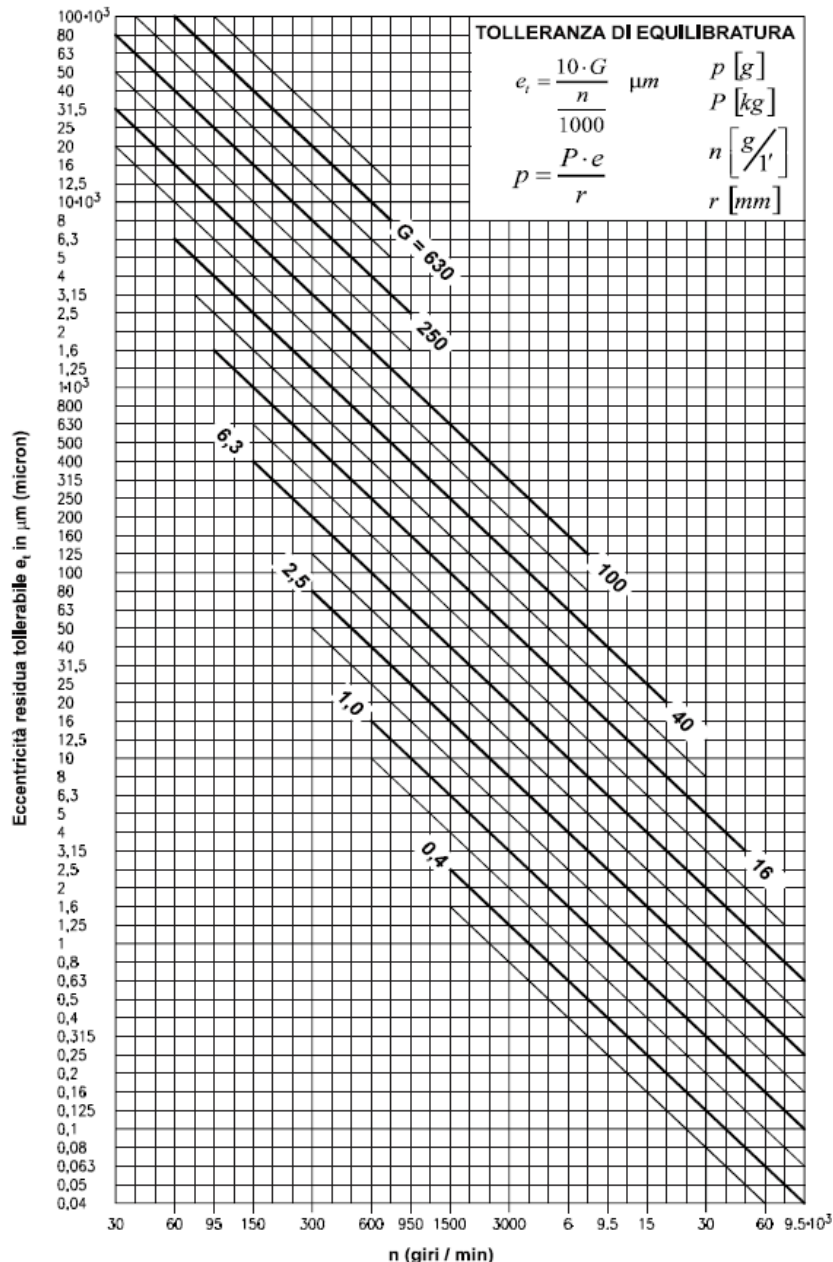
Grafici utili

CLASSIFICAZIONE DEI ROTANTI, GRADI DI EQUILIBRATURA

Nota: In carattere corsivo sono riportate le categorie di rotanti non comprese nelle tabelle ISO ma aggiunte dall'Autore.

Grado G mm/s	TIPO DI ROTANTE
0,4	Giroscopi Mandrini, dischi e indotti di rettifiche di alta precisione <i>Fusi di filatura</i>
1,0	Indotti di piccoli motori veloci, con elevate esigenze di equilibratura Rotori di giradischi, registratori, <i>cineproiettori</i> Azionamenti di rettifiche di alta precisione <i>Rotori di turbine e compressori di motori a getto molto veloci</i> <i>Rotori di turbine a vapore con elevate esigenza di equilibratura</i>
2,5	Rotori di turbine a vapore e a gas, turboalternatori, turbosoffianti, turbopompe Turbine di propulsione di navi mercantili <i>Compressori veloci, supercompressori per aerei</i> Indotti di motori medi e grandi con elevate esigenze di equilibratura Indotti di piccoli motori con buona esigenza di equilibratura per <i>elettrodomestici di elevata qualità, trapani da dentista, aerosol</i> Indotti di piccoli motori non compresi nelle condizioni specificate per il grado 6,3 Azionamenti di macchine utensili <i>Ventilatori per condizionamento d'aria in ospedali e sale da concerto</i> <i>Ingranaggi veloci (sopra 1000 g/min) di riduttori turbine marine</i> Dischi e tamburi delle memorie dei calcolatori
6,3	Indotti di piccoli motori elettrici prodotti in serie, in applicazioni non sensibili alle vibrazioni oppure con montaggio con antivibranti Indotti di medi e grandi motori elettrici (con altezza dell'albero di almeno 80 mm) senza speciali esigenze Macchine utensili e parti di macchine utensili e di macchine in generale Parti veloci di macchine operatrici, <i>telai di tessiture e filature, macchine a trecciare, ceste di centrifughe (scrematrici, depuratori, lavatrici)</i> <i>Rotori di macchine idrauliche</i> Volani, ventilatori, pompe centrifughe Ingranaggi di riduttori di turbine marine di propulsione di navi mercantili Cilindri e rulli per macchine da stampa Rotanti uniti a turbine a gas per l'aeronautica Parti staccate di macchine con elevate esigenze
16	Alberi di trasmissione, alberi cardanici con elevate esigenze di equilibratura Parti di macchine agricole, di macchine molitorie, trebbiatrici Parti di motori per vetture, autocarri, locomotori (a benzina o diesel) Alberi a gomito completi di volano e frizione a sei o più cilindri con elevate esigenze di equilibratura <i>Ceste di centrifughe lente</i> <i>Eliche di imbarcazioni leggere (motoscafi, aliscafi)</i> <i>Cerchi di ruote per autovetture e motocicli</i> <i>Pulegge normali di trasmissione</i> <i>Grandi cilindri per cartiere</i> <i>Utensili in un sol pezzo per macchine per il legno</i>
40	Ruote e cerchi di ruote di vetture Alberi di trasmissione e assali completi di autoveicoli Alberi a gomito completi di volani e frizioni di motori a 4 tempi con 6 o più cilindri montati elasticamente, con velocità del pistone sopra a 9 m/s Alberi a gomito completi di volani e frizioni di motori per vetture, autocarri e locomotive <i>Alberi di trasmissione per pulegge</i> <i>Utensili in più parti per macchine per il legno</i>
100	Alberi a gomito completi di motori diesel con 6 o più cilindri con velocità del pistone sopra a 9 m/s Motori completi di autoveicoli e locomotive <i>Alberi a gomito di motori a 1, 2 o 3 cilindri</i>
250	Alberi a gomito completi di motori diesel a 4 cilindri, montati rigidamente con velocità del pistone a 9 m/s
630	Alberi a gomito completi di grandi motori montati rigidamente a 4 tempi Alberi a gomito completi di motori diesel marini montati elasticamente
1600	Alberi a gomito completi di grandi motori a due tempi montati rigidamente
4000	Alberi a gomito completi di motori diesel marini, montati rigidamente, con qualsiasi numero di cilindri, con velocità dei pistoni inferiore a 9 m/s

Grafici utili



Uso del diagramma di tolleranza di equilibratura

Secondo le caratteristiche del rotante e della macchina su cui il rotante funzionerà in servizio normale si determina il grado di equilibratura G (vedere tabella).

Dal diagramma si ricava poi l'eccentricità residua tollerabile, in funzione della velocità di rotazione, in corrispondenza del grado G .

L'eccentricità residua non è un valore rigoroso: esso può variare per un dato grado G fra un minimo e un massimo, corrispondenti alle due linee sottili sotto e sopra la linea del grado G , secondo il tipo e scopo del rotante e secondo le caratteristiche costruttive della macchina su cui il rotante sarà montato.

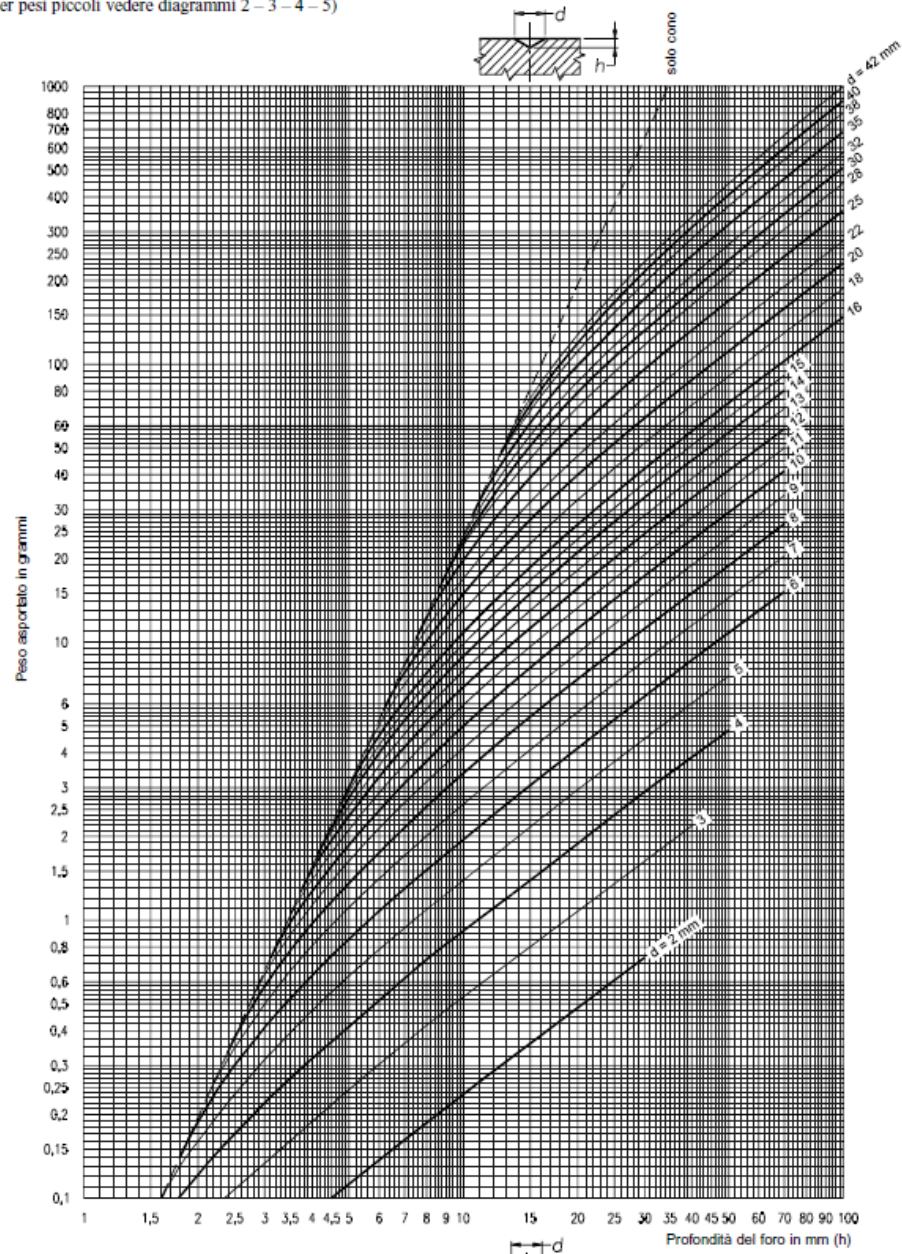
La tolleranza di equilibratura in g·mm si ricava dall'eccentricità residua e (micrometri) moltiplicandola per il peso del rotante P (kg).

I valori di tolleranza ottenuti sono in generale di buon orientamento e sono tali da assicurare con grande probabilità soddisfacenti condizioni di servizio.

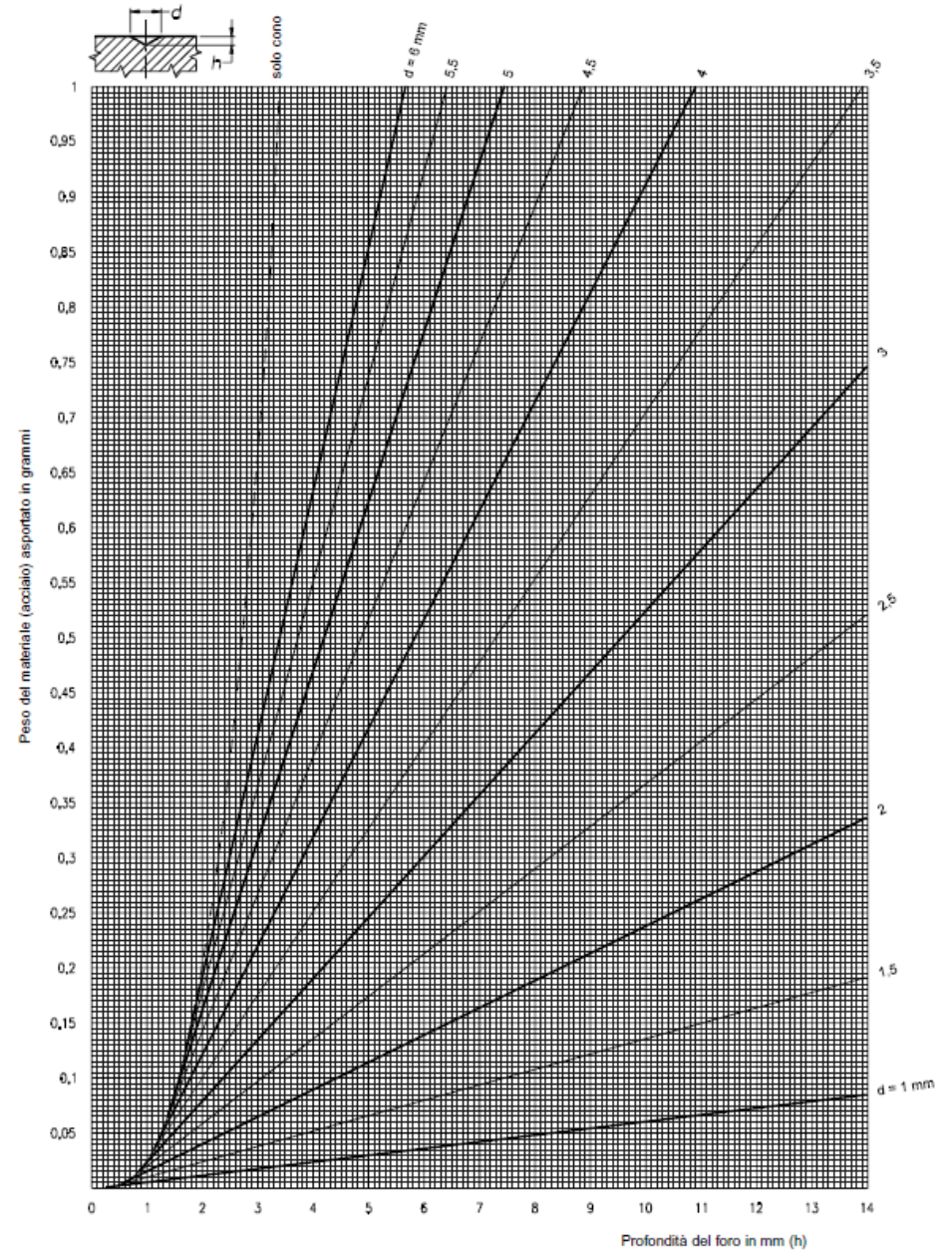
Grafici utili

1 - DIAGRAMMA GENERALE DEL PESO ASPORTABILE MEDIANTE FORATURA SU ACCIAIO

(Per pesi piccoli vedere diagrammi 2 - 3 - 4 - 5)



3 - DIAGRAMMA PER FORATURA FINE Ø 1 - 6 mm



Grafici utili

6 - DIAGRAMMA DEL PESO per cm DI UN PIATTO IN ACCIAIO IN FUNZIONE DELLE DIMENSIONI L - s

