

Strumento portatile

# N300

Vibrometro  
ed equilibratore



ISTRUZIONI D'USO



**CEMB**  
BALANCING MACHINES





**Dichiarazione CE di Conformità**  
**Declaration of Conformity**  
**EG-Konformitäts-Erklärung**  
**Déclaration de Conformité**  
**Declaración de Conformidad CE**  
**Declaração CE de Conformidade**



**EC-Verklaring van Overeenstemming**  
**Försäkran om CE-överensstämmelse**  
**CE-overensstemmelses-erklæring**  
**CE-overensstemmelses-erklæring**  
**CE-vaatimusmukaisuus-vakuutus**  
**Δήλωση Συμμόρφωσης CE**

La Ditta  
 The Company  
 Die Firma  
 La Maison  
 La Compañia  
 A Empresa



Het bedrijf  
 Företaget  
 Virksomheden  
 Virksomheten  
 Yhtiö  
 Η εταιρία

dichiara con la presente la conformità del Prodotto  
*herewith declares conformity of the Products*  
 erklårt hiermit die Konformität des Produkts  
*déclare par la présente la conformité du Produit*  
 Declare la conformidad del Producto  
*com a presente declara a conformidade do Produto*

verklaart bij deze de overeenstemming van het product  
*försäkrar härmed att produkten*  
 erklærer herved, at produktet  
*bekrefter herved at produktet*  
 vakuttaa että tuote  
*Δηλώνει με την παρούσα τη συμβατότητα του Προϊόντος*

<b>Strumento</b> <b>Instrument</b> <b>Instrument</b> <b>Instrument</b> <b>Instrumento</b> <b>Instrumento</b>	<b>Instrument</b> <b>Instrument</b> <b>Instrument</b> <b>Instrument</b> <b>Instrument</b> <b>Όργανο</b>
---	--

Tipo  
 Type  
 Typ  
 Type  
 Tipo  
 Tipo

**N300**

Type  
 Typ  
 Type  
 Type  
 Τύπος  
 Τύπος

Nr. di serie  
 Serial Number  
 Fabriknummer, usw  
 Numero de série  
 Numero de fabricacion  
 Número de série

-----

Serienummer  
 Serienr  
 Serien  
 Serienr  
 Sarjanro  
 Αρ. Σειράς

Numero Distinta Base  
 Manufacturing List Number  
 Erstellungsliste nummer  
 Numéro de liste de construction  
 Numero lista de base  
 Número da Lista de Base

**48AN64013**

Numer basijlist  
 Produktionslistans nr.  
 Produktionslistens nr.  
 Produksjonslistens nr.  
 Valmistusluettelon nro.  
 Αριθμός Καταλόγου Παραγωγής

alle norme sottostanti / with applicable regulations below / mit folgenden einschlägigen Bestimmungen / selon les normes ci-dessous / con directivas subaplicables / com as normas indicadas em baixo / met de onderstaande normen / överensstämmer med följande föreskrifter / stemmer overens med følgende forskrifter / on yhdenmukainen seuraavissa laeissa olevien ehtojen kanssa / στους παρακάτω κανονισμούς

Directive CEE / EC Directive / EG Richtlinie / Directive CEE / Directivas CE / Directivas CEE / EEG-richtlijnen  
 EU-direktiv / EØF-direktiver / EU-direktiver / EU-direktiivit / Οδηγίες CEE

**2006/95/CE – 2004/108/CE**

Norme Armonizzate Adottate / Applied Armonized Standards / Angewendete Harmonisierte Normen / Normes Harmonisées Appliquées / Normas Aplicadas en Conformidad / Normas Harmonizadas Aplicadas / Toegepaste geharmoniseerde richtlijnen / Standarder / Standardit / Εναρμονισμένοι Εφαρμοζόμενοι Κανονισμοί

EN 12100-1:2005		EN 12100-2:2005		EN 294:1993		EN 349:1993	
EN 418:1992		EN 457 :1993		EN 60204-1:2006	X	EN 60439-1:1990	X
EN 61000-6-3/A11:2005	X	EN 61000-6-1/IS1:2006	X	EN 61000-6-4-:2002	X	EN 61000-6-2:2006	X

Data / Date / Datum / Date / Fecha / Data  
 Datum / Datum / Dato / Pvm / Ημερομηνία

Firma /Signature / Unterschrift / Signature / Firma / Assinatura  
 Handtekening / Underskrift / Allekirjoitus / Υπογραφή

<b>16/03/2009</b>	<b>CEMB Spa</b> <i>Ing. Carlo Buzzi</i> 
-------------------	--

**M06PRG01**



**Capitolo 1 - Descrizione generale**


---

➤ Dotazione standard .....	1 - 1
➤ Dotazione opzionale .....	1 - 2
➤ Connessioni .....	1 - 2
➤ Pulsante di <i>reset</i> .....	1 - 3
➤ Batteria .....	1 - 4
➤ Calibrazione e taratura .....	1 - 5
➤ Consigli generali .....	1 - 5

**Capitolo 2 - Panoramica generale**


---

➤ Tastierino .....	2 - 1
➤ Funzioni di Avvio / Arresto acquisizione .....	2 - 3
➤ Cambio del canale visualizzato .....	2 - 3
➤ Funzioni aggiuntive specifiche delle varie pagine .....	2 - 3

**Capitolo 3 - Quadro iniziale (menu)****Capitolo 4 - Funzionalità setup**


---

➤ Sensibilità sensori .....	4 - 1
➤ Data .....	4 - 2
➤ Ora .....	4 - 3
➤ Sistema di unità di misura .....	4 - 3
➤ Luminosità del display .....	4 - 3
➤ Tempo auto-spegnimento retroilluminazione .....	4 - 3
➤ Tempo auto-spegnimento apparecchio .....	4 - 3

**Capitolo 5 - Funzionalità vibrometro**


---

➤ Impostazione di misura .....	5 - 1
➤ Impostazioni valide solo per misure di Overall .....	5 - 3
➤ Impostazioni valide solo per misure sincrone .....	5 - 4
➤ Risultati della misura .....	5 - 5
➤ Funzioni aggiuntive .....	5 - 8

## **Capitolo 6 - Funzionalità equilibratura**

---

➤ Misura dello squilibrio e calcolo della correzione .....	6 - 3
➤ Funzioni aggiuntive .....	6 - 5
➤ Visualizzazione dei risultati di equilibratura da archivio	6 - 5
➤ Impostazioni di misura .....	6 - 7

## **Capitolo 7 - Programma CEMB N-Pro (opzionale)**

---

➤ Requisiti di sistema .....	7 - 1
➤ Installazione del software .....	7 - 1
➤ Installazione dei driver per la comunicazione USB con gli strumenti N100 e N300 .....	7 - 2
➤ Attivazione del software .....	7 - 4
➤ Utilizzo del software .....	7 - 5
➤ Barra delle funzioni .....	7 - 5
➤ Impostazioni generali .....	7 - 6
➤ Lettura dati dello strumento N100 o N300 .....	7 - 7
➤ Archivio dati importanti dallo strumento N100 o N300	7 - 8
➤ Visualizzazione dei dati presenti in archivio .....	7 - 9
➤ Generazione e stampa di certificati (report) .....	7 - 12
➤ Generazione e stampa di certificati di misure multiple (multi report) .....	7 - 13

**Appendice A - Dati tecnici**

**Appendice B - Criteri di giudizio**

**Appendice C - Guida all'interpretazione di uno spettro**

**Appendice D - Informazioni per la creazione di *Template* (modelli)  
personalizzati per i certificati generati dal programma  
CEMB N-Pro**

**Appendice E - Elenco dei simboli utilizzati nell'apparecchio**

**Allegato: Precisione di equilibratura dei rotanti rigidi**

## Descrizione generale

L'apparecchio **N300**, assieme ai suoi accessori, è fornito in un'apposita valigia solida e robusta, adatta anche ad ambienti gravosi (acciaierie, raffinerie, officine, ecc...) e a sopportare viaggi aerei. Per una maggiore sicurezza è anche possibile chiuderla con un lucchetto.

**Nella stessa è consigliabile riporlo sempre, al termine di ogni utilizzo, per evitare danneggiamenti durante il trasporto.**



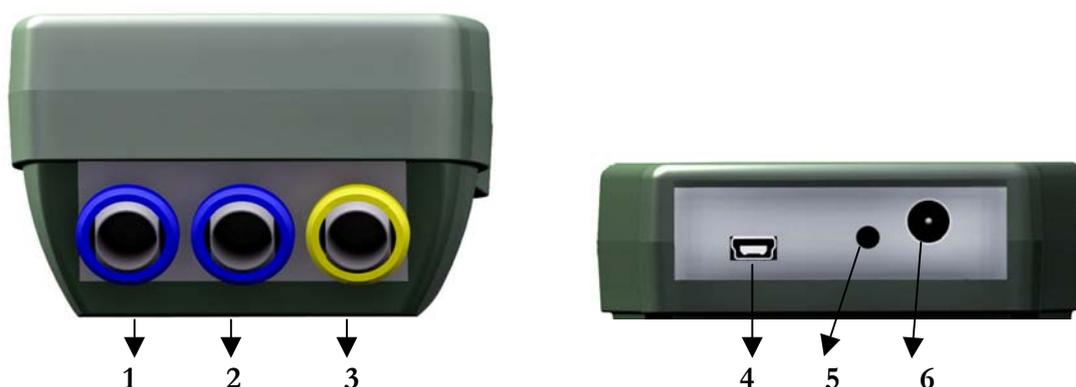
### Dotazione standard:

- apparecchio N300 completo di batteria
- caricabatteria
- n. 1 trasduttore accelerometro tipo TA-18S
- n. 1 cavo di collegamento trasduttore
- n. 1 base magnetica
- n.1 puntale
- fotocellula 18.000 RPM completa di ritto e base magnetica
- rotolo nastro rifrangente
- disco graduato per la misura degli angoli
- manuale multilingua su CD-ROM
- valigia *heavy duty* ad alta resistenza con tenuta stagna, a chiusura ermetica
- pieghevole "Come iniziare" con informazioni di base per l'uso

## Dotazione opzionale:

- trasduttore velocimetro diametro 40 completo di cavo di collegamento, base magnetica e puntale
- fotocellula a fibre ottiche (60.000 RPM) completa di ritto e base magnetica
- prolunga da 10 metri per trasduttori
- prolunga da 10 metri per fotocellula standard
- nr. 1 cavo USB per scarico dati
- software CEMB N-Pro per archiviazione, gestione e stampa dati.

## Connessioni



- 1 – ingresso sensore canale A
- 2 – ingresso sensore canale B
- 3 – ingresso fotocellula per la misura della velocità
- 4 – porta mini USB tipo B per connessione con PC
- 5 – pulsante di *reset* apparecchio
- 6 – connettore caricabatteria

Il collegamento dei sensori e della fotocellula può essere fatto semplicemente inserendo il connettore nella corrispondente presa, spingendolo fino a che un "click" segnala l'avvenuto bloccaggio; avere cura di allineare correttamente il collegamento di sicurezza, come mostrato in figura.



Per estrarre il connettore, invece, premere la sua parte terminale (blu o gialla) e contemporaneamente tirare il corpo principale (grigio), in modo da sbloccarlo.



**Attenzione:**

Evitare di tirare il connettore con forza senza averlo prima sbloccato come descritto in precedenza, in quanto potrebbe danneggiarsi.

## Pulsante di *reset*

In alcune situazioni particolari l'assistenza CEMB può consigliare un *reset* dell'apparecchio N300. A questo scopo occorre agire con un piccolo oggetto dalla punta arrotondata sull'apposito pulsante posto nella parte bassa dell'apparecchio. Questo è volutamente sistemato in un punto non facilmente accessibile per evitare *reset* non voluti.



**Attenzione:**

Nel caso di un errore non ripristinabile automaticamente, sullo schermo viene visualizzata la scritta "*Err*" seguita dal numero dell'errore verificatosi.

In questa situazione è necessario premere il pulsante di *reset* per eseguire un ripristino manuale.



**Attenzione:**

Non agire sul pulsante di *reset* con oggetti appuntiti come aghi, punteruoli o simili, in quanto potrebbe danneggiarsi.

## Batteria

L'apparecchio N300 è dotato di una batteria ricaricabile al litio incorporata, che consente un'autonomia superiore alle dieci ore, in condizioni di normale uso dell'apparecchio

Lo stato di carica della batteria è evidenziato da un'icona nell'angolo superiore destro dello schermo.

-  batteria completamente carica
-  batteria parzialmente carica
-  batteria quasi scarica (quando appare, l'apparecchio ha ancora circa un'ora di autonomia)
-  batteria scarica: procedere ad una ricarica entro 5 minuti

Nel caso in cui la batteria sia scarica e l'apparecchio non venga ricaricato entro 5 minuti, questo si spegnerà.

In queste condizioni risultano interrotte eventuali misure ancora attive e perciò non ancora salvate.

L'inserimento del carica batterie, anche con apparecchio spento, produce una breve illuminazione del display che segnala l'avvenuto collegamento.

La fase di ricarica è caratterizzata da un'animazione dell'icona della batteria, che progressivamente si riempie. Quando la carica è terminata, l'animazione si blocca con icona di batteria completamente carica.



### **Attenzione**

Quando si collega il carica batteria, per prima cosa inserire il connettore nell'apposita posizione dell'apparecchio N300; solo a questo punto collegare la spina ad una presa della rete elettrica.

Al termine del processo di carica, scollegare il carica batteria dalla rete elettrica prima di estrarre il connettore dallo strumento.



### **Attenzione:**

E' fortemente raccomandato ricaricare la batteria con l'apparecchio spento; poiché il caricamento è completato in meno di cinque ore, evitare di lasciare il carica batterie collegato per un tempo eccessivamente lungo (massimo 12 ore).



### **Attenzione:**

La batteria al litio può sopportare senza problemi cicli di carica-scarica anche quotidiani, mentre può essere danneggiata se scaricata completamente. Per questo motivo si consiglia di effettuare una ricarica almeno una volta ogni tre mesi, anche nel caso di non utilizzo prolungato.



### **Nota:**

Poiché il consumo maggiore è dovuto alla retroilluminazione del display, questa viene spenta automaticamente trascorso un certo tempo (impostabile) senza che alcun tasto sia premuto. La pressione di un qualsiasi tasto (escluso ) è sufficiente a riaccenderla.

**Attenzione:**

Caricare l'apparecchio prima di riporlo, se si prevede di non utilizzarlo per un tempo lungo. In questo caso avere l'accortezza di caricarlo ogni 3 mesi: l'orologio interno ha comunque un suo assorbimento di potenza (anche se molto contenuto), perciò dopo una lunga fase di inutilizzo è possibile che la batteria si presenti scarica. In alternativa è possibile staccare la batteria prima di riporre l'apparecchio per un lungo periodo: considerare che in questo modo sarà necessario reimpostare la data e l'ora al momento della riaccensione. In questa seconda ipotesi, per massimizzare la vita della batteria, è consigliabile provvedere ad una ricarica completa almeno ogni 8-9 mesi.

## Calibrazione e taratura

Prima di essere consegnato al cliente, l'apparecchio N300 è sottoposto nei laboratori CEMB ad una completa procedura di calibrazione, taratura e collaudo che ne garantisce il corretto funzionamento.

## Consigli generali

Conservare ed utilizzare lo strumento lontano da fonti di calore e da campi elettromagnetici di notevole intensità (inverter e motori elettrici di grande potenza).

La precisione della misura può essere inficiata dal cavo di collegamento tra trasduttore e strumento, si raccomanda pertanto di:

- non far percorrere a tale cavo tratti in comune con cavi di potenza;
- preferire una sovrapposizione in maniera perpendicolare in caso di incrocio con cavi di potenza;
- usare sempre il cavo più corto possibile; le linee flottanti funzionano infatti come antenne attive e passive.

**Attenzione:**

Prestare sempre la massima attenzione durante tutte le operazioni di misura, utilizzando ove possibile adeguate protezioni che salvaguardino l'operatore nei confronti delle parti in movimento. In caso contrario mantenersi sempre ad una sufficiente distanza di sicurezza.



## Panoramica generale

### Tastierino



Il tastierino dello strumento CEMB N300 comprende un numero limitato di tasti, che sono sufficienti a consentire un agevole ed intuitivo utilizzo dell'apparecchio.

#### - tasto di accensione/spegnimento

-  Premere questo tasto per accendere l'apparecchio; tenerlo premuto per almeno 3 secondi per spegnerlo, quindi rilasciare il pulsante.

#### *Nota:*

Dopo la pressione di , nella parte bassa dello schermo vengono visualizzate brevemente il numero di serie dell'apparecchio e la versione del firmware installata. In caso di problemi, prendere nota di questi dati prima di rivolgersi all'assistenza CEMB per avere un supporto più adeguato.

#### - tasto OK

-  Nel quadro principale conferma la funzione selezionata e fa accedere alla corrispondente pagina.  
Nel quadro di Setup conferma il valore per il parametro selezionato.  
Nei quadri di Vibrometro ed Equilibratura ha differenti funzionalità:
  - nella fase di impostazione dei parametri per l'acquisizione ne conferma i valori
  - nella fase di misura, la avvia o la arresta (v. **2-3 Funzione di avvio/arresto acquisizione**).
  - quando è visibile la barra delle funzioni aggiuntive serve a selezionare quella volutaNel quadro di Archivio accede alla funzione selezionata nella barra delle funzioni aggiuntive.

### - tasto indietro



La pressione di questo tasto provoca l'abbandono del quadro attuale e il ritorno a quello precedente.

Durante l'impostazione dei parametri, invece, termina l'operazione senza alcuna modifica ai loro valori.

### - tasto funzione (F)



Dove è disponibile fa apparire la barra delle funzioni aggiuntive nella zona inferiore del display.

### - tasto imposta (SET)



Nel quadro di impostazioni attiva la funzione di “modifica” per il parametro selezionato.

Nei quadri Vibrometro ed Equilibratura, invece, attiva la funziona “modifica” per tutti i parametri di misura.

### - tasto cambio canale (A/B)



Nei quadri di misura cambia il canale visualizzato.

### - frecce direzionali

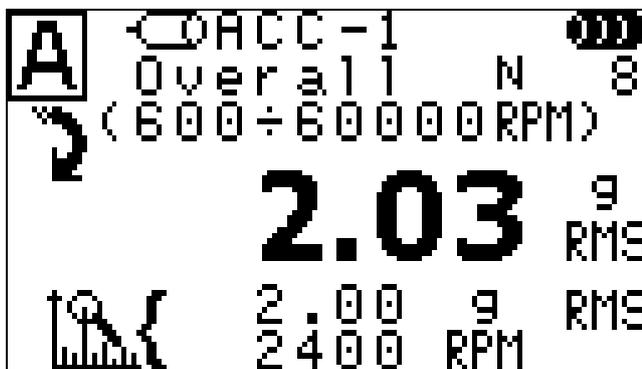


Cambiano l'elemento selezionato, riconoscibile perché rappresentato in negativo (in bianco su sfondo nero), oppure modificano il valore di quello che si sta impostando.

## Funzione di Avvio/Arresto acquisizione

In tutti i quadri di misura l'acquisizione viene avviata premendo  e successivamente arrestata premendo ancora lo stesso .

Lo stato di acquisizione attiva è facilmente riconoscibile dalla presenza (nell'angolo in alto a sinistra, sotto l'indicazione del canale visualizzato) di una freccia che ruotando descrive una circonferenza.



Nei primi istanti dopo l'inizio di ogni misura lo strumento N300 è in grado di determinare automaticamente l'amplificazione più opportuna sulla base del segnale fornito dai sensori. Qualora la vibrazione fosse talmente elevata da eccedere i limiti di funzionamento dell'apparecchio (v. Appendice A), verrà visualizzato il simbolo di saturazione canale **-HI-**

## Cambio del canale visualizzato

Per la massima chiarezza nella presentazione dei dati, l'apparecchio N300 visualizza sempre un canale alla volta, indicato rispettivamente dal simbolo **A** o **B**

Nel caso entrambi i canali di misura siano utilizzabili per la misura, è possibile cambiare quello visualizzato premendo il tasto .

## Funzioni aggiuntive specifiche delle varie pagine

In ogni pagina è possibile visualizzare le funzioni aggiuntive specifiche premendo il tasto . Nella zona inferiore dello schermo appare così una barra nella quale selezionare con le frecce ,  e confermare con  la funzione scelta.

La pressione di  permette di abbandonare la barra senza nessuna selezione.

## - Lista picchi

Selezionando questa funzione viene mostrata una tabella con le ampiezze delle componenti più elevate presenti nel segnale, affiancate dalla corrispondente frequenza.

I picchi sono elencati in ordine di ampiezza decrescente, indipendentemente dalla loro frequenza, e possono essere al massimo cinque. Qualora il segnale misurato fosse composto da un numero inferiore di componenti significative, il numero di picchi visualizzati sarà minore.

A	9	RMS	RPM
		2.00	2400
		.640	7200
		.221	36000

Con il tasto  è possibile passare dalla visualizzazione dei picchi del canale A a quelli del canale B, e viceversa.

La pressione di  produce l'uscita da questa pagina, e fa ritornare al quadro vibrometro.

## - Archivio misure

Lo strumento N300 consente facilmente il salvataggio delle misure o delle equilibrature effettuate in due differenti archivi:

- archivio delle misure di vibrazione (24 posizioni)      simbolo 
- archivio dei dati di equilibratura (10 posizioni)      simbolo 

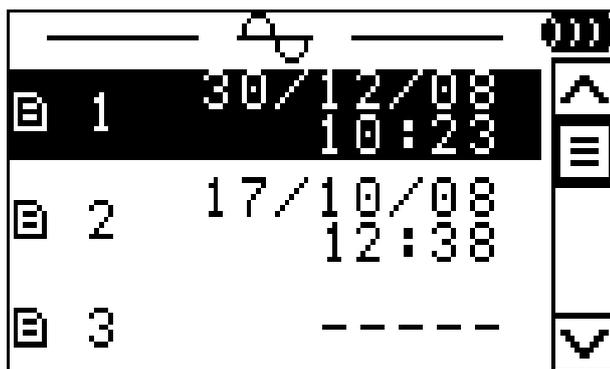
La dimensione dell'archivio vibrazioni è ottimizzata per contenere tutte le misure di una tipica situazione reale: rilevazione nelle tre direzioni ortogonali su quattro supporti, prima e dopo un intervento di manutenzione su un macchinario composto da due elementi (motore più pompa, oppure motore più ventilatore).

Nei quadri Vibrometro ed Equilibratura, la pressione di  e la successiva selezione del simbolo  nella barra delle funzioni aggiuntive consente l'accesso alla corrispondente pagina di archivio.

Il simbolo nella zona superiore identifica l'archivio attuale, nel quale ogni posizione è contrassegnata dal simbolo  e da un numero progressivo; quelle vuote sono

riconoscibili dal simbolo -----, le altre riportano data e ora di salvataggio del loro contenuto, nel formato DD/MM/YY HH:mm, dove:

- DD è il giorno del mese (da 1 a 31)
- MM è il mese dell'anno (da 1 a 12)
- YY sono le ultime due cifre dell'anno (08 per il 2008, 09 per il 2009, ...)
- HH è l'ora del giorno (da 00 a 23)
- mm sono i minuti dell'ora (da 00 a 59)



La scelta della posizione a cui accedere può essere compiuta con le frecce  e  poi occorre visualizzare la barra delle funzioni aggiuntive e selezionare l'operazione desiderata scegliendo tra:

-  salvare la misura (o l'equilibratura) completata.  
La data e l'ora corrente vengono automaticamente utilizzate come identificativo del dato archiviato.  
Nel caso sia stata effettuata un'acquisizione bicanale, il salvataggio è automaticamente eseguito per entrambi i canali nella stessa posizione dell'archivio.

**Nota:**

Se si seleziona una posizione già occupata, prima di procedere al salvataggio il simbolo  richiede all'operatore di dare il consenso alla sovrascrittura dei dati. A tale scopo è sufficiente premere ; con , invece, si interrompe la procedura di salvataggio ed è possibile selezionare un'altra posizione.

-  caricare la misura (o l'equilibratura) selezionata  
Il caricamento dall'archivio consente all'operatore di rivedere i risultati salvati in precedenza in un apposito quadro, descritto rispettivamente in **5-8 Visualizzazione delle misure da archivio** e **6-5 Visualizzazione dei risultati di equilibratura da archivio**.

-  cancellare la misura selezionata, svuotando la corrispondente posizione dell'archivio.
-  cancellare tutte le misure, svuotando completamente l'archivio.

---

**Nota:**

Prima di cancellare dati dall'archivio, il simbolo  richiede all'operatore di dare conferma all'operazione, che comporterà la definitiva eliminazione dei dati. A tale scopo è sufficiente premere  ; con  invece, la cancellazione non viene eseguita.

---

**Nota:**

I tasti  e  , che rispettivamente incrementano e decrementano di 3 la posizione selezionata, possono essere usati per scorrere rapidamente l'archivio.

## Quadro iniziale (menu)

Al completamento dell'accensione l'apparecchio N300 presenta il suo quadro principale



nel quale, oltre al simbolo CEMB, il nome dell'apparecchio, lo stato della batteria, la data e l'ora, sono visibili le icone che consentono di accedere alle varie pagine:

- Misura di vibrazioni 
- Equilibratura 
- Impostazioni generali (setup) 

Dopo aver selezionata la pagina desiderata con le frecce  e  è sufficiente premere  per accedervi.

### 1. Vibrometro

- misura del valore totale (*Overall*) di vibrazione, assieme ad ampiezza e frequenza della componente più elevata (picco principale)
- misura di modulo e fase della vibrazione alla frequenza sincrona alla velocità del rotante o suoi multipli (*1xRPM, 2xRPM, 3xRPM, 4xRPM e 5xRPM*)

### 2. Equilibratura

- equilibratura in servizio di rotanti con uno o due piani di correzione

### 3. Setup

- impostazione delle sensibilità dei sensori collegati all'apparecchio
- impostazione dei parametri generali di funzionamento dell'apparecchio

Mentre è visualizzato il quadro iniziale, inserendo il cavo USB nella porta dello strumento N300 e in quella di un PC si accede automaticamente alla funzionalità di trasferimento dati, identificata da un apposito quadro.



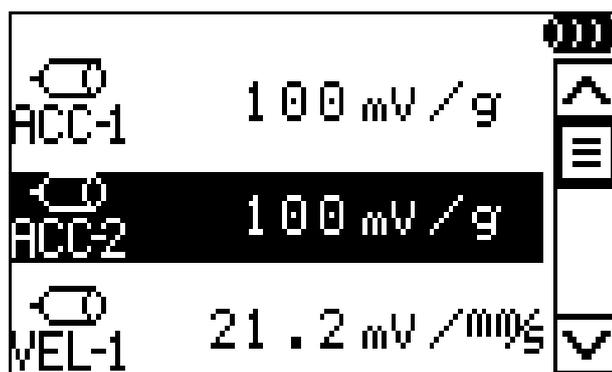
In questa condizione il PC agisce da *master*, mentre l'apparecchio N300 è un semplice *slave*, quindi la pressione dei tasti non ha più alcun effetto.

Dopo aver trasferito i dati al PC (v. cap 7-6 **Lettura dati dallo strumento N300**), disconnettere il cavo USB per tornare al quadro principale.

## Funzionalità setup

Nel quadro Setup possono essere impostati tutti i parametri necessari al corretto funzionamento dell'apparecchio N300.

La lista di tutti i parametri modificabili si può scorrere con le frecce  e  e quello di volta in volta selezionato è visualizzato con caratteri bianchi su sfondo nero (in negativo).



Per modificarne il valore occorre premere il tasto , quindi inserire il valore desiderato come spiegato di volta in volta, infine confermare con .

Per abbandonare la funziona di modifica senza alterare il vecchio valore, premere .

### Sensibilità sensori

L'apparecchio N300 può essere utilizzato con diverse tipologie e modelli di sensori, e perciò per una corretta misura è necessario impostare esattamente la sensibilità (= numero di volt per unità) di quelli effettivamente collegati.

Premendo il tasto  è possibile modificare la sensibilità del sensore selezionato agendo su una cifra alla volta.

Le frecce  e  incrementano o decrementano di una unità la cifra selezionata (visualizzata in negativo).

Premendo  e , invece, si selezionano rispettivamente la cifra a sinistra o quella a destra.

---

**Nota:**

Sebbene l'apparecchio possa funzionare correttamente con qualsiasi combinazione di sensori, si consiglia di collegare sensori dello stesso tipo e modello ai due canali.

Per ognuno dei tipi possibili:

- accelerometro ACC
- velocimetro VEL
- spostamento DIS

è possibile impostare due diverse sensibilità, indicate rispettivamente con "1" e "2". Sono così definibili sei differenti sensori:

- ACC-1 accelerometro n° 1 (alimentato – tipo IEPE)
- ACC-2 accelerometro n°2 (alimentato – tipo IEPE)
- VEL-1 velocimetro n°1 (non alimentato)
- VEL-2 velocimetro n°2 (non alimentato)
- DIS-1 sensore di spostamento n°1 (non alimentato)
- DIS-2 sensore di spostamento n°2 (non alimentato)

rendendo possibile l'utilizzo di sensori dello stesso tipo, ma diversa sensibilità.

Valori tipici per la sensibilità per i vari sensori sono:

TIPO SENSORE	SENSIBILITA'	VALORE TIPICO
Accelerometro (ACC)	mV/g	100
Velocimetro (VEL)	mV/(mm/s)	21,2
Spostamento (DIS)	mV/ $\mu$ m	8

**Attenzione:**

Alcuni modelli possono avere sensibilità diverse dai valori tipici; prestare attenzione nel ricavare dalla documentazione del sensore il valore corretto ed impostarlo.

## Data

L'apparecchio N300 richiede l'inserimento della data utilizzando due cifre per il giorno, due per il mese e due per l'anno, in questo ordine. Per agevolare l'operatore, il formato dd/mm/yy è visualizzato sotto la data attuale.

L'inserimento di un nuovo valore è assolutamente analogo a quanto descritto per la sensibilità dei sensori (v. sopra).

## Ora

L'apparecchio N300 richiede l'inserimento dell'ora utilizzando due cifre per le ore (da 00 a 23) e due per i minuti (da 00 a 59). Per agevolare l'operatore, il formato hh:mm è visualizzato sotto l'ora attuale.

L'inserimento di un nuovo valore è assolutamente analogo a quanto descritto per la sensibilità dei sensori (v. sopra).

## Sistema di unità di misura

Le unità di misura usate per i valori di accelerazione, velocità e spostamento possono essere rispettivamente:

- g; mm/s;  $\mu\text{m}$  : unità metriche
- g; inch/s; mils : unità anglosassoni

Dopo aver premuto , si possono scorrere tutte le possibilità con  e .

## Luminosità del display

Per una ottimale visibilità nelle differenti condizioni ambientali, la luminosità della retroilluminazione del display può essere regolata dal valore minimo (retroilluminazione assente) a quello massimo. Questo è possibile utilizzando le frecce  e  dopo aver attivato la modalità "inserimento valori" premendo .

## Tempo auto-spegnimento retroilluminazione

Per massimizzare la durata della batteria prima di una ricarica, la retroilluminazione del display si spegne automaticamente dopo un tempo prefissato (impostabile da 1 a 255 secondi) dalla pressione dell'ultimo tasto. La successiva pressione di un qualsiasi tasto riaccenderà la retroilluminazione.

## Tempo auto-spegnimento apparecchio

Per massimizzare la durata della batteria prima di una ricarica, l'apparecchio si spegne automaticamente dopo un tempo prefissato (impostabile da 5 a 60 minuti) dalla pressione dell'ultimo tasto. Successivamente è necessario riaccendere l'apparecchio premendo .



## Funzionalità vibrometro

Una delle informazioni più semplici, ma allo stesso tempo più significative nell'analisi di vibrazioni, è il valore globale (*overall*) della vibrazione stessa. Questo è infatti molto spesso il primo parametro da tenere in considerazione per valutare le condizioni di funzionamento di un motore, un ventilatore, una pompa, una macchina utensile...

Opportune tabelle consentono di discriminare tra uno stato ottimo ed uno buono, ammissibile, tollerabile, inammissibile o addirittura pericoloso. (v. **Appendice B - Criteri di giudizio**).

In talune situazioni, invece, può essere interessante conoscere i valori di modulo e fase della vibrazione sincrona, cioè corrispondente alla velocità di rotazione del rotante ( $1 \times \text{RPM}$ ), o sue multiple ( $2 \times \text{RPM}$ ,  $3 \times \text{RPM}$ ,  $4 \times \text{RPM}$ ,  $5 \times \text{RPM}$ ).

La funzionalità vibrometro realizza appunto questo tipo di misure, in modo facile ed intuitivo, e ne permette il salvataggio in un apposito archivio.

## Impostazioni di misura

Le impostazioni utilizzate per la misura di vibrazione sono tutte visualizzate nella pagina Vibrometro e possono essere modificate premendo il tasto : per maggiore chiarezza vengono nascosti tutti i risultati della misura e rimangono visibili soltanto i parametri modificabili. Prima di procedere alla modifica delle impostazioni è necessario assicurarsi che nell'angolo in alto a sinistra sia visualizzato il canale su cui si vuole agire; in caso contrario cambiarlo con .

Il parametro che può essere modificato è visualizzato in negativo, premendo le frecce  e  si scorrono tutti i valori che possono essere selezionati. Con le  e  invece, si passa al parametro precedente o successivo.

Questi si possono dividere in due categorie:

- specifici, in quanto validi unicamente per il canale visualizzato in quel momento
- comuni, in quanto applicati automaticamente ad entrambi: rientra in questo gruppo tutto ciò che riguarda il tipo di misura desiderata



## 1. Abilitare / Disabilitare un canale:

Ognuno dei canali di misura dell'apparecchio N300 può essere:

-  abilitato quando si desidera collegare un sensore ed eseguire una misura
-  disabilitato quando, invece, non si collega alcun sensore

Nel caso il canale venga disabilitato, tutte le altre impostazioni di misura scompaiono, e premendo  è visualizzato il messaggio OFF.

## 2. Tipo sensore:

Deve essere selezionato uno dei sensori dei quali è stata impostata la sensibilità (v. 4,1 – Sensibilità sensori):

- **ACC-1** : accelerometro di tipo 1 (alimentato – tipo IEPE)
- **ACC-2** : accelerometro di tipo 2 (alimentato – tipo IEPE)
- **VEL-1** : velocimetro di tipo 1 (non alimentato)
- **VEL-2** : velocimetro di tipo 2 (non alimentato)
- **DIS-1** : sensore di spostamento di tipo 1 (non alimentato)
- **DIS-2** : sensore di spostamento di tipo 2 (non alimentato)

Lo strumento N300 provvede automaticamente ad alimentare opportunamente i sensori collegati, qualora sia necessario.



---

### **Attenzione:**

Per ottenere una misura di accuratezza adeguata è indispensabile associare correttamente ad ogni canale il sensore effettivamente collegato.

## 3. Misura:

Indica il genere di misura eseguito:

- Overall: valore globale della vibrazione
- Misura sincrona: valore della sola componente sincrona alla velocità di rotazione (1xRPM) o sue multiple (2xRPM, 3xRPM, 4xRPM, 5xRPM)

## 4. Unità di misura

Selezionare l'unità di misura nella quale si vuole sia fornita la vibrazione: le possibilità sono:

- accelerazione (g)
- velocità (mm/s o inch/s)
- spostamento ( $\mu\text{m}$  o mils)



---

### **Attenzione:**

Nel caso si utilizzino sensori di spostamento è possibile effettuare misure di spostamento e velocità, ma non di accelerazione.

## 5. Tipo di vibrazione

Come tutte le grandezze fisiche, la vibrazione ha un valore che può variare istante per istante; matematicamente può essere descritta da una funzione del tempo. Il suo valore globale, allora, può essere calcolato in tre diverse tipologie:

- **RMS** (*Root Mean Square*): valore quadratico medio  
è il valor medio della vibrazione preventivamente elevata al quadrato;  
è quello tipicamente utilizzato, in particolare per misure di accelerazione o velocità.  
E' un indice diretto del contenuto “energetico” della vibrazione: in pratica rappresenta la potenza che la vibrazione porta con se, che si scarica sui supporti o gli appoggi della struttura vibrante.
- **PK** (*Peak*): valore di picco  
è il valor massimo raggiunto dalla vibrazione in un certo intervallo di tempo.
- **PP** (*Peak-to-Peak*): valore di picco-picco  
è la differenza tra il valore massimo e quello minimo raggiunti dalla vibrazione in un certo intervallo di tempo;  
è utilizzato solitamente per le misure di spostamento.

## 6. Unità di frequenza

Indica come visualizzare le velocità e le frequenze, e può essere scelta tra:

- Hz – cicli (giri) al secondo
- RPM – giri al minuto

---

**Nota:**

Tra le due unità sussiste evidentemente la relazione  $1 \text{ Hz} = 60 \text{ RPM}$

## Impostazioni valide solo per misure di Overall

### 1. Campo frequenza

Il valore globale della vibrazione è solitamente originato dalla somma di vari contributi, causati da molteplici fenomeni, che quindi si presentano associati a frequenze diverse. A seconda dei casi potrebbe interessare tener conto nell'*overall* solamente di quelli corrispondenti ad una certa banda di frequenze:

- 1-100 Hz se l'interesse è limitato a fenomeni con basse frequenze
- 2-200 Hz se l'interesse è limitato a fenomeni con frequenze relativamente basse
- 5-500 Hz se il fenomeno coinvolge anche frequenze medie
- 10-1000 Hz per rispettare le condizioni della norma ISO 10816-1 (tipico)

---

**Nota:**

Una considerazione pratica solitamente utilizzata è quella di verificare che la frequenza massima impostata sia almeno 20-30 volte quella di rotazione dell'albero

in esame. Questo consente di includere nello spettro anche la zona di alta frequenza dove solitamente si manifestano i problemi dovuti ai cuscinetti.

---

**Nota:**

A parità di altre condizioni, la scelta di una bassa frequenza massima (inferiore ai 1000 Hz) provoca un notevole aumento dei tempi necessari all'acquisizione e alla misura.

## 2. Nr. medie

E' indicato accanto al simbolo N, e indica il numero di spettri che devono essere calcolati e mediati tra loro per aumentare la stabilità della misura. Sono consentiti tutti i valori da 1 a 16, ma 4 medie sono più che sufficienti per normali misure di vibrazione su macchine rotanti.

## Impostazioni valide solo per misure sincrone

### 1. Larghezza Filtro sincrone

Questo parametro, identificato per ragioni storiche come larghezza del filtro sincrone, è visualizzato accanto al simbolo  e misurato in percentuale. Esso indica la risoluzione in frequenza dell'analisi sincrone, cioè la capacità dello strumento di separare tra loro i contributi delle varie frequenze.

Sono disponibili i valori da 1% a 100%.

Ad esempio un valore del 5% indica che viene incluso nel calcolo del valore sincrone il contributo di tutte le frequenze della banda  $1xRPM \pm 5\%$  (che non riescono ad essere distinte tra loro).

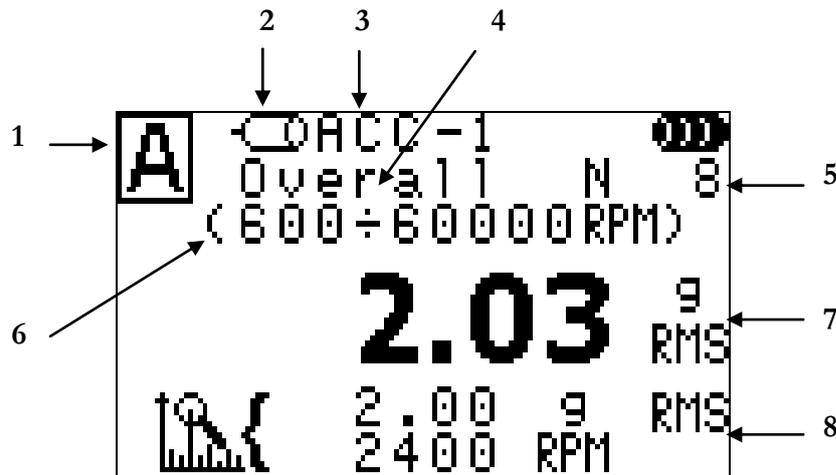
Non deve sfuggire che valori più piccoli (cioè filtri più stretti) producono certamente misure più accurate, ma richiedono tempi di acquisizione notevolmente più lunghi. Ad esempio, con filtro dell'1% e rotanti particolarmente lenti (60 RPM) si rende necessario attendere per alcuni minuti prima di completare una misura.

Per l'impostazione di questo parametro è opportuno ricercare un giusto equilibrio tra accuratezza e tempo necessario.

Dopo aver effettuato le impostazioni volute, premendo  si confermano i valori inseriti; premendo  invece, è possibile abbandonare l'inserimento delle impostazioni senza però modificare quelle preesistenti.

## Risultati della misura

Nella pagina Vibrometro i risultati della misura sono visualizzati sullo schermo coniugando le esigenze di chiarezza e completezza dell'informazione.



### Misura di *overall*:

1. canale a cui si riferisce la misura visualizzata
2. stato del canale visualizzato:
  -  = abilitato
  -  = disabilitato
3. sensore collegato al canale
4. misura effettuata (*Overall*)
5. numero di medie
6. banda di frequenza
7. valore della vibrazione, con unità e tipo
8. ampiezza e frequenza della componente più elevata di vibrazione. Quanto più la vibrazione è composta da diverse componenti, tanto più l'overall sarà superiore all'ampiezza della componente dominante. Se i due valori sono molto simili, la vibrazione ha praticamente la forma di una sinusoide.

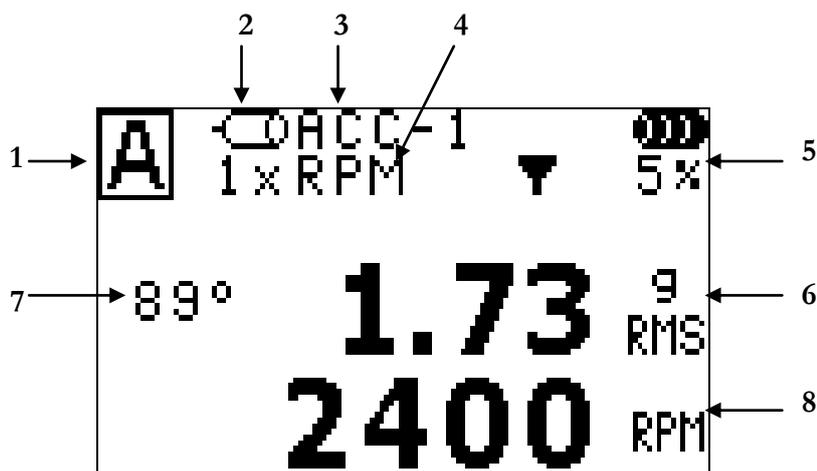
La misura può essere avviata e fermata premendo  .

---

#### **Nota:**

I valori ottenuti in questo modo possono essere utilizzati per valutare lo stato di funzionamento di un'apparecchiatura impiegando, ad esempio, le tabelle ed i diagrammi presentati nell'**Appendice B** di questo manuale.

## Misura sincrona:



1. canale a cui si riferisce la misura visualizzata
2. stato del canale visualizzato:
  -  = abilitato
  -  = disabilitato
3. sensore collegato al canale
4. ordine dell'armonica misurata
  - 1xRPM = armonica fondamentale (sincrona alla velocità di rotazione)
  - 2xRPM = seconda armonica (frequenza doppia della velocità di rotazione)
  - 3xRPM = terza armonica (frequenza tripla della velocità di rotazione)
  - 4xRPM = quarta armonica (frequenza quadrupla della velocità di rotazione)
  - 5xRPM = quinta armonica (frequenza quintupla della velocità di rotazione)
5. larghezza del filtro
6. modulo della vibrazione, con unità e tipo
7. fase della vibrazione espressa in gradi ( $0^\circ \div 359^\circ$ )
8. frequenza dell'armonica misurata; coincide con la velocità di rotazione nel caso di misura 1xRPM, altrimenti è rispettivamente il doppio, il triplo, ...

La misura può essere avviata e fermata premendo  .

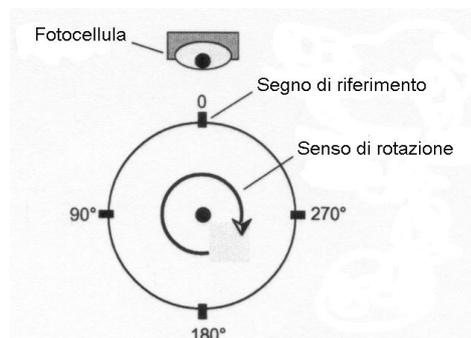
Per una corretta misura è necessario che la velocità dell'albero sia stabile, e letta correttamente dallo strumento. Nel caso questa non sia letta correttamente, sia instabile, oppure inferiore a quella minima, o superiore a quella massima (v. Appendice A), verrà visualizzato uno dei seguenti simboli.:

Simbolo	Condizione	Cosa fare
	valore di velocità non stabile nel tempo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificare che il rotante non stia eseguendo una rampa di accelerazione: in caso contrario attendere la fine della rampa.</li> <li>- Verificare che la velocità del rotante non oscilli periodicamente: in caso contrario adottare tutte le contromisure possibili per stabilizzarla.</li> </ul>
	segnale di velocità assente, o di valore inferiore a quello minimo ammissibile per lo strumento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificare che la fotocellula e il rifrangente siano posizionati correttamente.</li> <li>- Verificare che la fotocellula NON sia posizionata in un punto con vibrazioni troppo elevate che quindi evitano la rifrazione sul catarifrangente.</li> <li>- Verificare che la velocità del rotante sia superiore a quella minima: in caso contrario è necessario aumentarla</li> </ul>
	velocità superiore al valore massimo ammissibile per lo strumento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificare che la fotocellula e il rifrangente siano posizionati correttamente (se producono più di un impulso al giro generano una alta velocità non reale)</li> <li>- Se la velocità del rotante è effettivamente superiore alla massima consentita, è necessario ridurla</li> </ul>

**Nota:**

E' opportuno ricordare che per eseguire una misura sincrona è necessario collegare la fotocellula e verificare che sia appostata correttamente, seguendo le seguenti istruzioni:

- applicare un apposito adesivo (o una targhetta) catarifrangente sul rotante come segno di riferimento (0°). A partire da questa posizione, gli angoli sono misurati in senso opposto a quello di rotazione dell'albero.



- collegare la fotocellula allo strumento N300 e posizionarla ad una distanza dal rotante compresa tra 50 e 400 mm circa. Ruotando lentamente il rotante stesso (se possibile a mano, altrimenti il più lentamente possibile), verificare che il LED posto sul retro della fotocellula si accenda una sola volta al giro, quando il raggio di luce illumina il segno di riferimento. Se così non fosse, allontanare o avvicinare la fotocellula al pezzo, oppure inclinarla rispetto alla sua superficie.



**Attenzione:**

Prestare la massima attenzione durante tutta la fase di appostamento della fotocellula: vista la necessità di agire manualmente sul rotante, assicurarsi che questo sia fermo e non possa essere accidentalmente avviato.

Qualora il rotante non possa essere fatto ruotare a mano durante la fase di appostamento della fotocellula, sistemarla preferibilmente in punti nei quali il LED sia visibile senza necessità di avvicinarsi troppo alle parti in movimento.

## Funzioni aggiuntive

Premendo il tasto  la barra delle funzioni aggiuntive mostra quelle disponibili nella pagina Vibrometro:

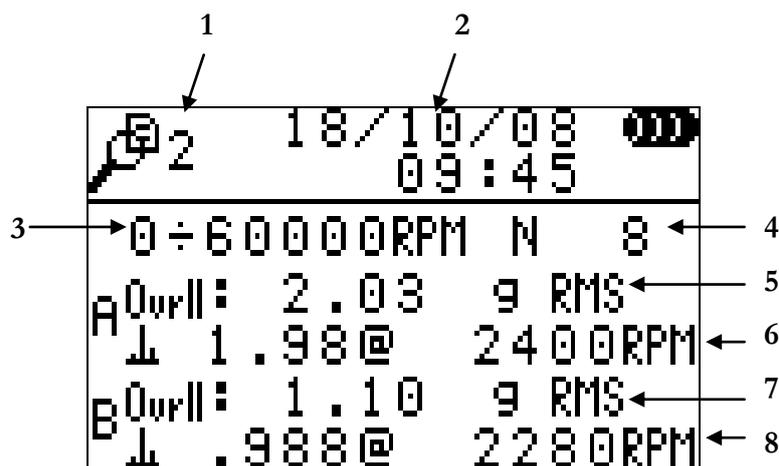


accesso all'archivio misure di vibrazione (vedere paragrafo successivo).

## Visualizzazione delle misure da archivio

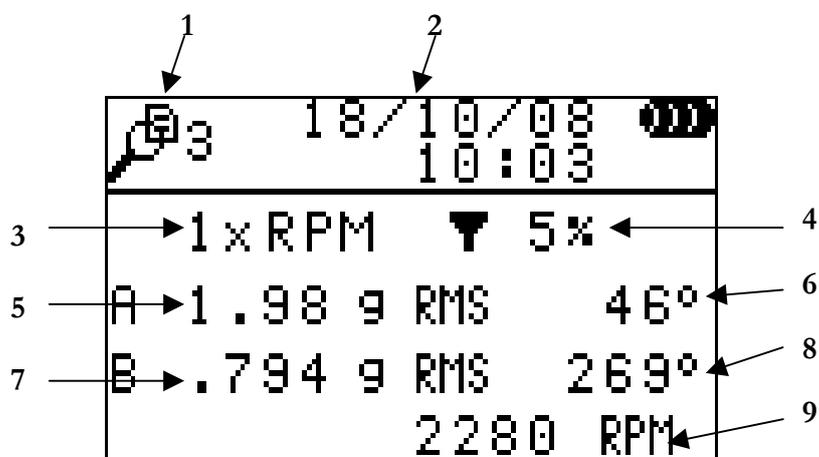
Le misure di vibrazione caricate dall'archivio sono visualizzate in un apposito quadro così organizzato:

- **misura di vibrazione *Overall*:**



1. numero della posizione nell'archivio misure
2. data e ora del salvataggio
3. campo frequenza utilizzato
4. numero di medie
5. valore globale (*Overall*) di vibrazione del canale A, con unità e tipo misura
6. componente più elevata della vibrazione del canale A, espressa per brevità nella forma *valore @ frequenza*
7. valore globale (*Overall*) di vibrazione del canale B, con unità e tipo misura
8. componente più elevata della vibrazione del canale B, espressa per brevità nella forma *valore @ frequenza*

- **misura di vibrazione sincrona**



1. numero della posizione nell'archivio misure
2. data e ora del salvataggio
3. ordine  $K$  dell'armonica (rispetto alla velocità di rotazione) misurata
4. larghezza del filtro sincrono
5. ampiezza della vibrazione del canale A, con unità e tipo misura
6. fase della vibrazione del canale A
7. ampiezza della vibrazione del canale B, con unità e tipo misura
8. fase della vibrazione del canale B
9. frequenza dell'armonica misurata (pari a  $K$  volte la velocità di rotazione)



## Funzionalità equilibratura

Una delle cause di vibrazione che maggiormente si riscontra nella pratica è lo squilibrio di una parte rotante (disuniformità della massa attorno al suo asse di rotazione), che può essere corretto con una procedura di equilibratura.

L'apparecchio N300 permette di equilibrare un rotante qualsiasi in condizioni di servizio, su uno o due piani, utilizzando uno o due rilevatori di vibrazione ed una fotocellula.

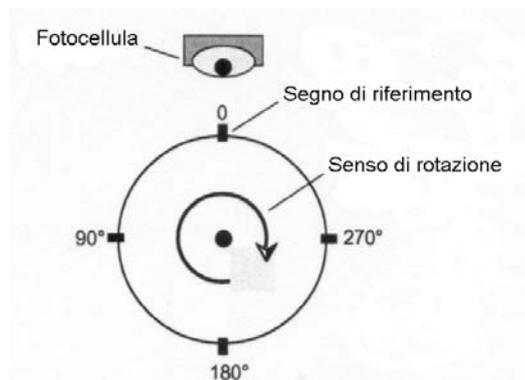
Per tutte le situazioni sono disponibili delle procedure *ad hoc*, che guidano passo-passo l'operatore lungo la sequenza di operazioni.

Nella pratica ciò che sovente interessa è ridurre la vibrazione al di sotto di un certo valore ritenuto tollerabile (v. **Appendice B**). La riduzione dello squilibrio, però, ha effetto soltanto sulla componente sincrona  $1 \times RPM$ . Un basso valore di questa componente, accompagnato ad un alto *Overall* indica problematiche diverse dallo squilibrio, che quindi non possono essere corrette con un'equilibratura (v. **Appendice C**).

Pertanto, prima di procedere ad un'equilibratura è necessario svolgere un'analisi preliminare per valutare entità e cause della vibrazione: sfruttando la funzionalità Vibrometro dell'apparecchio N300 è opportuno eseguire una misura di vibrazione globale (*Overall*) e una di valore sincrono  $1 \times RPM$  (v. cap 5 – **Funzionalità Vibrometro**). Soltanto se quest'ultima è predominante, si consiglia di procedere ad un'equilibratura; in caso contrario è meglio concentrarsi sulla risoluzione di altre problematiche della macchina.

Alcune norme che devono essere rispettate per eseguire una corretta equilibratura sono:

- disporre i sensori il più vicino possibile ai supporti del rotante da equilibrare, utilizzando la base magnetica o il fissaggio mediante foro filettato per ottenere una buona ripetibilità;
- applicare una targhetta catarifrangente sul rotante come segno di riferimento ( $0^\circ$ ). A partire da questa posizione, gli angoli sono misurati in senso opposto a quello di rotazione dell'albero.



- collegare la fotocellula allo strumento N300 e posizionarla ad una distanza dal rotante compresa tra 50 e 400 mm circa. Ruotando lentamente il rotante stesso (se possibile a mano, altrimenti il più lentamente possibile), verificare che il LED posto sul retro della fotocellula si accenda una sola volta al giro, quando il raggio di luce illumina il segno di riferimento. Se così non fosse, allontanare o avvicinare la fotocellula al pezzo, oppure inclinarla rispetto alla sua superficie.

**Attenzione:**

Prestare la massima attenzione durante tutta la fase di appostamento della fotocellula: vista la necessità di agire manualmente sul rotante, assicurarsi che questo sia fermo e non possa essere accidentalmente avviato.

Qualora il rotante non possa essere fatto ruotare a mano durante la fase di appostamento della fotocellula, sistemarla preferibilmente in punti nei quali il LED sia visibile senza necessità di avvicinarsi troppo alle parti in movimento.

Ulteriori considerazioni si possono trovare nell'allegato **Precisione di equilibratura dei rotanti rigidi**.

La procedura di equilibratura è composta da due parti:

- taratura: una serie di lanci consente di determinare i parametri necessari all'equilibratura di un determinato rotante;
- misura dello squilibrio e calcolo della correzione.

Anche se la taratura può risultare un processo laborioso, è indispensabile eseguirla correttamente, per non introdurre errori nel successivo calcolo delle masse di correzione.

L'apparecchio memorizza automaticamente dati e parametri dell'ultima equilibratura eseguita, e li ripropone all'operatore al successivo ingresso nella pagina di taratura, anche dopo una riaccensione dell'apparecchio.

**Attenzione:**

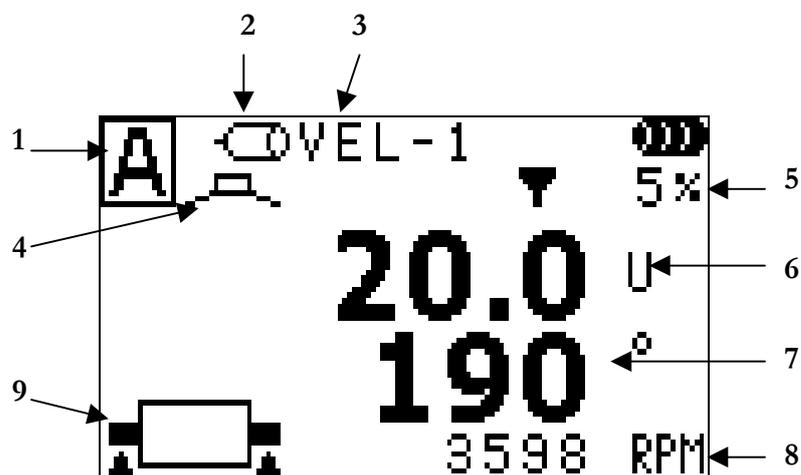
Volendo utilizzare i parametri di taratura della precedente equilibratura, è indispensabile che i trasduttori vengano nuovamente posizionati sul rotante esattamente nella stessa posizione. Questo è abbastanza agevole ricorrendo a fori filettati, più problematico con basi magnetiche. Occorre ricordare che una piccola differenza, anche solo di qualche millimetro, potrebbe rendere poco adeguata la taratura preesistente.

**Per una migliore accuratezza si consiglia comunque di eseguire una taratura completa prima di ogni nuova equilibratura.**

## Misura dello squilibrio e calcolo della correzione

Selezionando il simbolo  nel quadro principale si accede alla funzionalità Equilibratura: sulla base dei parametri dell'ultima taratura effettuata viene visualizzato il valore della massa di correzione da applicare sul piano P1. Nel caso si tratti di un'equilibratura su due piani, premendo il tasto  si visualizza la massa di correzione sul piano P2.

In questa pagina sono presenti le seguenti informazioni:



1. canale a cui si riferisce la correzione visualizzata (per convenzione si considera il sensore del canale A applicato sul piano P1, e quello del canale B sul piano P2)
2. stato del canale visualizzato:
  -  = abilitato
  -  = disabilitato
3. sensore collegato al canale
4. correzione per aggiunta di massa
5. larghezza del filtro sincrono
6. valore della massa di correzione espressa in unità generiche U: la corrispondenza tra U e reali unità di massa (mg, g, kg, ...) è determinata durante la taratura (v. 6 – 6 **Procedura di taratura**).
7. posizione angolare in cui applicare la massa di correzione sul rotante (da 0° a 359°)
8. velocità del rotante a cui è stata eseguita la misura da cui è stata calcolata la massa di correzione
9. tipo di equilibratura:

-  su 1 piano (con 1 sensore)
-  2 piani con 2 sensori
-  2 piani con 1 sensore, applicato su P1
-  2 piani con 1 sensore, applicato su P2

Nel caso si stia eseguendo un'equilibratura su 2 piani con un solo sensore, il calcolo dello squilibrio può essere fatto solo dopo aver misurato la vibrazione su entrambi i piani. Questo richiede che i lanci di misura siano eseguiti a coppie, posizionando il rilevatore alternativamente sui due piani. L'indicazione sul piano da utilizzare di volta in volta è mostrata dal simbolo "tipo di equilibratura" come spiegato sopra. In questa condizione la

pressione del tasto  modifica il piano a cui deve essere applicato il sensore, che deve sempre rimanere collegato al canale A dell'apparecchio N300. Il piano sul quale è applicato il rilevatore è anche quello a cui corrisponde la correzione visualizzata.



**Attenzione:**

Poiché l'equilibratura su due piani con un solo sensore richiede di spostare più volte lo stesso rilevatore da un piano all'altro, è necessario che esso sia riposizionato ogni volta nella identica posizione. Per tale ragione è fortemente raccomandato ricorrere ad opportuni fori filettati, che consentono di minimizzare gli inevitabili errori introdotti dallo spostamento del sensore. La procedura è comunque lunga e laboriosa, quindi sconsigliabile a che vi deve spesso ricorrere: per questi utilizzatori è preferibile disporre di due sensori.

La misura dello squilibrio e il contemporaneo calcolo della massa di correzione possono essere avviate ed arrestate con la pressione di .

L'equilibratura in servizio di un rotante è il più delle volte un procedimento iterativo:

- si esegue una misura, determinando la massa di correzione necessaria
- si aggiunge sul rotante la massa richiesta, cercando di rispettarne il più possibile valore e posizione
- si esegue una nuova misura di squilibrio, per verificare gli effetti della correzione eseguita
- in caso lo squilibrio residuo sia ancora troppo elevato si procede ad una nuova correzione, e così via

Quando la correzione necessaria è inferiore alla tolleranza desiderata, il processo di equilibratura può ritenersi concluso. E' comunque consigliabile, a questo punto, procedere ad una verifica della vibrazione residua, tanto della componente sincrona  $1 \times RPM$  (collegata allo squilibrio), quanto del valore globale *Overall* (generata da altre cause). A tale scopo è necessario utilizzare la funzione vibrometro (v. **Cap. 5 - Funzionalità Vibrometro**) impostando lo stesso valore per la larghezza del filtro sincrono.

**Nota:**

Se il segnale è instabile il valore della misura può oscillare sensibilmente; in queste condizioni è consigliabile diminuire la larghezza del filtro sincrono, per aumentarne la precisione (v. **5 – 4 Larghezza filtro sincrono**) e di conseguenza ripetere anche la taratura.



**Attenzione:**

Affinché i risultati dell'equilibratura siano affidabili è necessario che la velocità del rotante durante la misura sia quanto più possibile uguale a quella dei vari passi di taratura. Come indicazione generale si possono considerare tollerabili variazioni del 5% circa, in più o in meno.

Per ricordare all'operatore che variare uno qualsiasi dei parametri utilizzati nell'equilibratura rende necessaria una nuova procedura di taratura, queste modifiche sono possibili solo dalla pagina di taratura (v. **6 – 6 Procedure di taratura**), e non direttamente da quella di misura squilibrio.

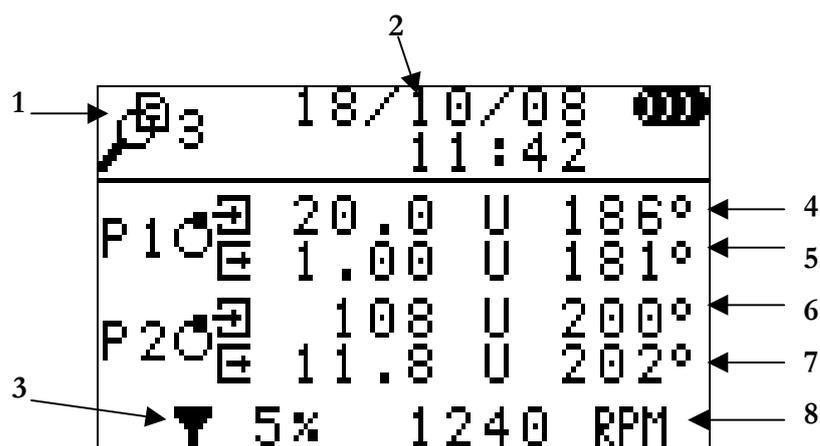
## Funzioni aggiuntive

Premendo il tasto  la barra delle funzioni aggiuntive mostra quelle disponibili nella pagina di misura squilibrio della funzionalità Equilibratura:

-  accesso ai valori di taratura per l'equilibratura attuale (v. **6 – 6 Procedura di taratura**).  
La procedura guidata si posiziona automaticamente sul primo passo ancora da eseguire, o sull'ultimo passo (nel caso in cui siano già stati tutti completati).
-  accesso all'archivio equilibrature (v. paragrafo successivo).
-  abbandono dell'equilibratura attuale, ed avvio di una nuova procedura di taratura (v. **6 – 6 Procedura di taratura**).

## Visualizzazione dei risultati di equilibratura da archivio

Le equilibrature caricate dall'archivio sono visualizzate in un apposito quadro così organizzato:



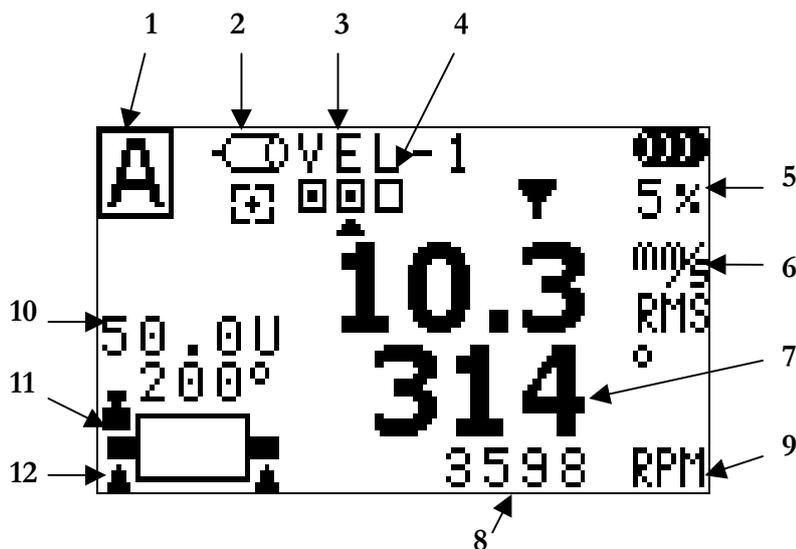
1. numero della posizione nell'archivio equilibrature
2. data e ora del salvataggio
3. larghezza del filtro sincrono
4. valore (in unità U) e posizione angolare dello squilibrio iniziale sul piano P1
5. valore (in unità U) e posizione angolare dello squilibrio finale sul piano P1
6. valore (in unità U) e posizione angolare dello squilibrio iniziale sul piano P2
7. valore (in unità U) e posizione angolare dello squilibrio finale sul piano P2
8. velocità di rotazione del rotante

## Procedura di taratura

L'operazione di taratura, necessaria per poter valutare lo squilibrio di un rotante, è in generale una procedura composta da più passi da eseguire in successione:

- Taratura per equilibratura su un piano:
  - 1) primo lancio senza massa test
  - 2) secondo lancio con massa test sul piano di equilibratura
- Taratura per equilibratura su due piani con due sensori:
  - 1) primo lancio senza massa test
  - 2) secondo lancio con massa test solo sul piano P1 di equilibratura
  - 3) terzo lancio con massa test solo sul piano P2 di equilibratura
- Taratura per equilibratura su due piani con un solo sensore:
  - 1) primo lancio senza massa test, con sensore sul piano P1
  - 2) secondo lancio senza massa test, con sensore sul piano P2
  - 3) terzo lancio con massa test sul piano P1, e sensore sul piano P1
  - 4) quarto lancio con massa test sul piano P1, e sensore sul piano P2
  - 5) quinto lancio con massa test sul piano P2, e sensore sul piano P1
  - 6) sesto lancio con massa test sul piano P2, e sensore sul piano P2

La pagina di taratura sull'apparecchio N300 è organizzata come nelle figura seguente:



1. canale a cui si riferisce la misura visualizzata
2. stato del canale visualizzato:
  -  = abilitato
  -  = disabilitato
3. tipo di sensore collegato
4. passi della procedura di taratura
  - non ancora eseguito
  - eseguito

Il passo selezionato (attuale), a cui si riferiscono i valori visualizzati è indicato dal simbolo 

5. larghezza del filtro sincrono (v. 5 – 4 **Larghezza Filtro Sincrono**)
6. valore, unità di misura e tipo della vibrazione sincrona
7. fase della vibrazione sincrona (da 0° a 359°)

8. velocità media del rotante nel passo di taratura selezionato
9. unità di misura della velocità
10. valore e posizione angolare della massa di taratura
11. piano su cui applicare la massa test



massa test sul piano P1



massa test sul piano P2

12. piani su cui applicare i sensori



sensore canale A su P1, sensore canale B su P2



sensore canale A su P1



sensore canale A su P2



**Nota:**

Il valore medio della velocità è molto importante poiché la procedura di taratura può ritenersi ben eseguita solo se tra un passo e l'altro tale velocità non presenta differenze superiori al 5%. Il controllo di questa condizione è lasciato all'operatore.

## Impostazioni di misura

Le impostazioni utilizzate per l'equilibratura possono essere modificate premendo  **solo** quando è selezionato il primo passo della procedura di taratura. Il parametro che può essere modificato è visualizzato in negativo, e premendo le frecce  e  si scorrono tutti i valori che possono essere selezionati.

Con le  e , invece, si passa al parametro precedente o successivo.

Premendo  si confermano i nuovi valori per i parametri; con , invece, si abbandona l'impostazione senza modificare i valori preesistenti.

### 1. Stato del canale

Il canale B deve essere disabilitato nel caso si disponga di un solo sensore; in questo caso per l'equilibratura su due piani, l'apparecchio commuterà automaticamente sulla procedura con un solo sensore, senza che l'operatore debba preoccuparsene.

**Nota:**

Se un cliente dispone soltanto di un sensore, è sufficiente che disabiliti il canale B la prima volta dopo l'acquisto dello strumento. L'apparecchio memorizzerà questa impostazione, che non dovrà essere inserita ogni volta. In caso di acquisto di un secondo sensore, sarà sufficiente abilitare anche il canale B per poter eseguire l'equilibratura su due piani con due sensori (più semplice, più breve e meno soggetta ad errori)

## 2. Tipo sensore

Valgono le identiche spiegazioni descritte in 5.2 – **Tipo sensore**.

## 3. Larghezza filtro sincrono

Valgono le identiche spiegazioni descritte in 5.4 – **Larghezza filtro sincrono**.

## 4. Unità di misura

Valgono le identiche spiegazioni descritte in 5.2 – **Unità di misura**.

## 5. Tipo di vibrazione

Valgono le identiche spiegazioni descritte in 5.2 – **Tipo di vibrazione**.

## 6. Unità di frequenza

Valgono le identiche spiegazioni descritte in 5.3 – **Unità di frequenza**.

## 7. Tipo di equilibratura

-  su 1 piano
-  su 2 piani (con 1 o 2 sensori, determinato secondo lo stato del canale B)

## 8. Massa test

La taratura richiede l'utilizzo di una o più masse test, da applicare in posizione nota sui vari piani di correzione. Questi due parametri devono essere impostati mediante le apposite funzioni aggiuntive

 valore massa test

 posizione massa test

accessibili dalla consueta barra soltanto in corrispondenza del primo passo nel quale la massa deve essere applicata:

- passo n°2 per l'equilibratura su un solo piano
- passo n°2 per la massa su P1 nell'equilibratura su due piani con due sensori
- passo n°3 per la massa su P2 nell'equilibratura su due piani con due sensori
- passo n°3 per la massa su P1 nell'equilibratura su due piani con un solo sensore
- passo n°5 per la massa su P2 nell'equilibratura su due piani con un solo sensore

I valori voluti possono essere ottenuti agendo su una cifra alla volta. Le frecce  e  incrementano o decrementano di una unità la cifra selezionata (visualizzata in negativo).

Premendo  e , invece, si selezionano rispettivamente la cifra a sinistra o quella a destra.

Al termine, premere  per confermare, oppure  per annullare.

Per coprire le diverse esigenze di utilizzo, nel caso di equilibratura su due piani è possibile specificare una differente massa test (valore e posizione angolare) sul piano P1 e sul piano P2.

---

**Nota:**

Il valore della massa test va indicato in unità generiche U: l'operatore può autonomamente decidere di far corrispondere queste U alle unità fisiche che preferisce (mg, g, kg, ...), tenendo conto che anche lo squilibrio e la correzione necessaria saranno indicate nelle stesse unità U.



---

**Attenzione:**

La massa test è scelta correttamente se in ognuno dei lanci produce una sufficiente variazione della vibrazione, rispetto a quella del lancio iniziale.

Questo si può ritenere soddisfatto se è verificato almeno uno tra:

- variazione del modulo di almeno il 30%
- variazione della fase di almeno 30°

La misura della vibrazione nei vari passi della taratura può essere avviata ed arrestata con la pressione di  . Se il valore è sufficientemente stabile da non richiedere la ripetizione

della misura, è possibile andare al passo successivo premendo  .

La pressione di  dopo l'ultimo passo di taratura riporta alla pagina di calcolo della correzione squilibrio, proponendo all'operatore le masse di correzione necessarie.



## Programma CEMB N-Pro (opzionale)

I dati salvati negli apparecchi N100 e N300 possono essere agevolmente importati su un PC, organizzati e salvati sul disco fisso e successivamente analizzati, confrontati, stampati...

Queste operazioni sono possibili grazie al software CEMB N-Pro (*Professional Environment for N-Instruments*), disponibile per sistemi operativi Microsoft Windows.

La sua interfaccia è stata attentamente studiata per rendere il suo utilizzo intuitivo e quindi estremamente semplice anche per utenti poco esperti.

---

### Nota

In questo capitolo sono usate le espressioni generiche di "strumento N" o "apparecchio N" con le quali si intendono solamente i modelli N100 e N300 con cui il software CEMB N-Pro può essere utilizzato (comunicazione, organizzazione dati in archivio, stampa, ...).

Non è possibile, invece, usare il programma CEMB N-Pro con altri strumenti CEMB, anche se della famiglia N.

## Requisiti di sistema

L'installazione e l'utilizzo del programma CEMB N-Pro richiedono:

- processore: almeno Intel Pentium IV 1GHz, o equivalente Athlon;
- memoria: 512MB (consigliata: 1GB o superiore);
- spazio su disco: almeno 400MB liberi prima dell'installazione (non comprende lo spazio successivamente occupato dall'archivio dati);
- sistema operativo:
  - Microsoft Windows 2000 almeno Service Pack 4
  - Microsoft Windows XP almeno Service Pack 2
  - Microsoft Windows Vista
  - Microsoft Windows 7
- risoluzione video 1024x768 o superiore.

## Installazione del software

L'installazione del software CEMB N-Pro deve essere effettuata lanciando il programma *setup.exe*, presente nel CD-ROM, e successivamente cliccando sul tasto  senza cambiare alcuna opzione.

In questo modo il software verrà installato nella *directory* predefinita per i programmi.



### Attenzione:

Durante l'installazione del software è creata una cartella contenente i driver per la comunicazione USB: è importante, quindi, che il software CEMB N-Pro venga

installato **prima** di collegare l'apparecchio (N100 o N300) al PC, in caso contrario potrebbero verificarsi malfunzionamenti.

**Nota:**

Nel caso di installazione su sistemi operativi Windows Vista e Windows 7 è necessario completare le seguenti operazioni per poter utilizzare il software:

- cliccare col tasto destro del *mouse* sull'icona del programma CEMB N-Pro sul *desktop*
- selezionare il menu '**Compatibilità**'
- abilitare l'opzione '**Esegui programma in modalità funzionante per:**' e scegliere '**Windows XP (Service Pack 2)**'
- abilitare l'opzione '**Esegui programma come amministratore**'
- premere **OK**

## Installazione dei driver per la comunicazione USB con gli strumenti N100 e N300

Solo dopo aver correttamente installato il software CEMB N-Pro, collegare l'apparecchio N al PC utilizzando il cavo USB in dotazione; dopo alcuni secondi verrà visualizzato il messaggio:

- **Trovato nuovo hardware**
- **USB <-> Serial**

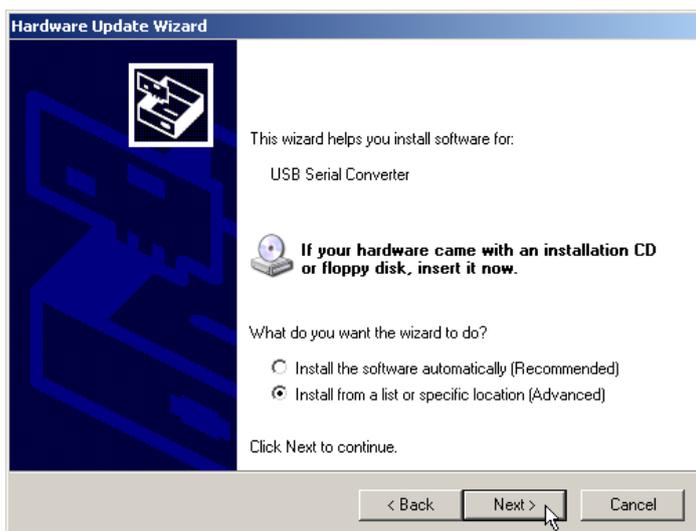
nella barra delle applicazioni di Windows (angolo in basso a destra).

Quindi apparirà la finestra della procedura guidata di aggiunta nuovo hardware.

Alla richiesta di autorizzare Windows a connettersi ad internet per cercare i driver, selezionare l'opzione '**No, non questa volta**' e premere '**Avanti >**'.



- Selezionare quindi '**Installa da una posizione specifica (Avanzato)**' e premere ancora '**Avanti >**'.



Abilitare le opzioni **‘Cerca il miglior driver in questi percorsi’** e **‘Includi questo percorso nella ricerca’**. Con il pulsante **‘Cerca’** selezionare la sottocartella **‘USB driver’** di quella in cui è installato il software CEMB N-Pro. Solo a questo punto premere **‘Avanti >’**. Al termine di questa procedura guidata risulta correttamente installato l’hardware **‘USB Serial Converter’**.

Attendere che nella barra delle applicazioni di Windows venga visualizzato un nuovo messaggio:

- **Trovato nuovo hardware**
- **USB Serial Port**

e che appaia una seconda finestra per la procedura guidata di aggiunta nuovo hardware. Ripetere esattamente gli stessi passi per installare l’hardware **‘USB Serial Converter’**.

Solo a questo punto la comunicazione tra il PC e gli apparecchi N100 e N300 è possibile in modo corretto.

---

***Nota:***

Per poter eseguire correttamente l’installazione del software e dei driver è necessario possedere i diritti di amministratore sul PC utilizzato; questo è possibile effettuando un *login* come utente *Administrator*.

## Attivazione del software

Alla prima esecuzione del software viene visualizzato un *pop-up* con il numero di serie (S/N) del software e viene richiesto l'inserimento del corrispondente codice di attivazione.

Questo può essere ottenuto contattando via mail l'assistenza tecnica CEMB divisione Analisi Vibrazioni (v. [www.cemb.com](http://www.cemb.com))

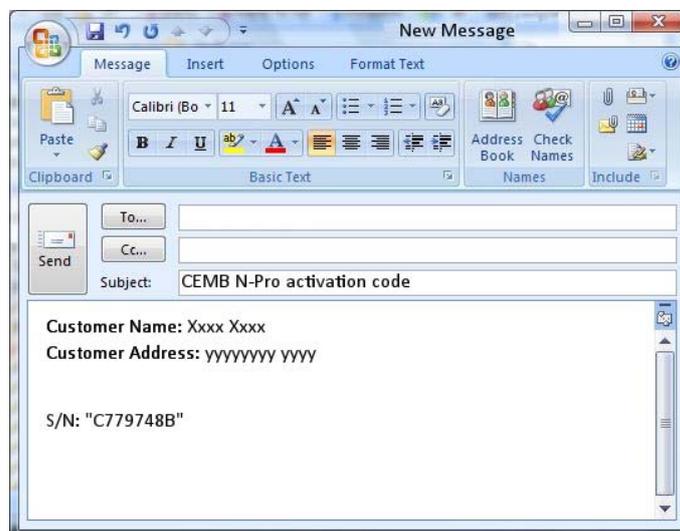
specificando l'oggetto:

"CEMB N-Pro activation code"

ed indicando nel messaggio i propri dati e il numero di serie (S/N) visibile nel *pop-up*.

L'assistenza CEMB risponderà con e-mail contenente il corrispondente codice di attivazione (AC)

Lo stesso dovrà essere inserito per completare la procedura di registrazione e consentire l'utilizzo del software.



### **Attenzione:**

Per poter completare con successo la registrazione del software CEMB N-Pro, è necessario lanciarlo con i diritti di amministratore sul PC. Successivamente, il programma potrà essere eseguito anche da utenti con diritti più limitati.

### **Nota:**

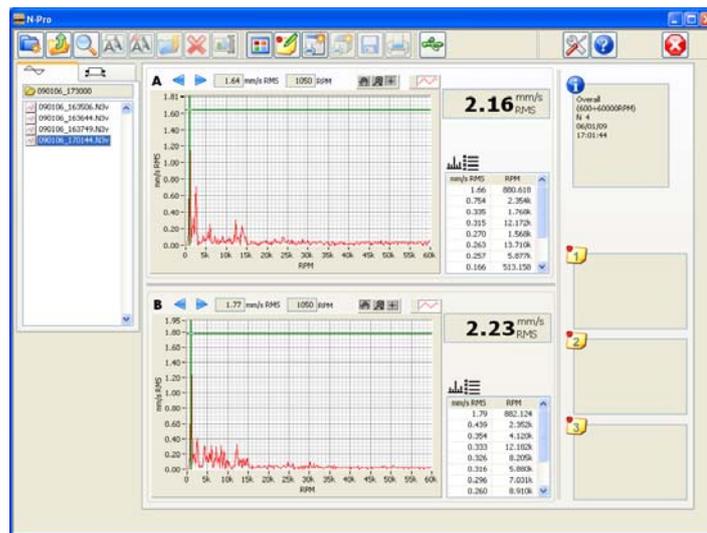
La pressione di **“Registra dopo”** consente un temporaneo utilizzo del software in attesa di ricevere il corretto codice di attivazione dall'assistenza CEMB.



### **Attenzione:**

L'installazione del software CEMB N-Pro necessita di un codice di attivazione differente su ogni PC, ognuno dei quali deve essere richiesto a CEMB con le modalità sopra descritte.

## Utilizzo del software



L'accesso completo a tutte le funzioni disponibili nel software CEMB N-Pro è possibile attraverso i pulsanti della barra delle funzioni posta nella parte superiore della pagina. Sul lato sinistro è sempre visibile il contenuto dell'archivio dati, suddiviso in:

-  misure di vibrazione (di *overall*, oppure sincrone)
-  equilibrature

Tutto lo spazio rimanente è riservato ad informazioni contestuali alla funzione di volta in volta attiva, come descritto nei paragrafi seguenti.

### Barra delle funzioni

Nella barra delle funzioni, i pulsanti sono raggruppati secondo la loro tipologia:

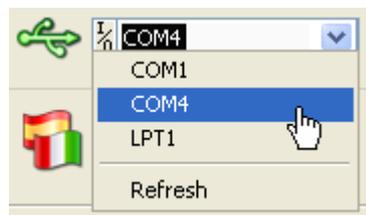
- **funzioni che riguardano l'archivio dati:**
  -  crea una nuova cartella
  -  visualizza il contenuto della cartella superiore
  -  cerca nell'archivio
  -  copia l'elemento selezionato
  -  sposta l'elemento selezionato
  -  incolla nella posizione visualizzata l'elemento da copiare o spostare
  -  elimina l'elemento selezionato
  -  rinomina l'elemento selezionato

- **funzioni per la visualizzazione degli elementi dell'archivio:**
  -  visualizza l'elemento selezionato
  -  modifica le note associate all'elemento (misura di vibrazione o equilibratura) visualizzato. Per una massima flessibilità, ad ogni elemento possono essere associate 3 diverse note: l'utente è libero di inserire le informazioni che ritiene più opportune caso per caso
  -  genera e visualizza un *report* dell'elemento selezionato
  -  genera e visualizza un *multi-report* degli elementi selezionati
  -  salva il *report* (o *multi-report*) generato
  -  stampa il *report* (o *multi-report*) generato
  
- **funzione per l'importazione dati dagli apparecchi N100 e N300**
  -  /  avvia / abbandona la procedura automatica di importazione dati dall'apparecchio N attraverso il collegamento USB
  
- **funzioni di utilizzo generale:**
  -  apre la finestra Impostazioni
  -  visualizza un pannello con le informazioni sul software (produttore, versione, ...)
  -  esce dal programma

## Impostazioni generali

In questa finestra devono essere impostati i parametri generali di funzionamento del *software* CEMB N-Pro, quali:

- la porta del PC alla quale verrà collegato l'apparecchio N che sarà una delle seriali COMx disponibili, ed elencate cliccando sul menu a tendina



### **Nota:**

Per selezionare correttamente la porta, è consigliabile procedere nel modo seguente:

- con lo strumento N **non collegato** al PC, cliccare sul menu a tendina e selezionare *Refresh*, annotandosi l'elenco delle porte disponibili
- collegare lo strumento N al PC e attendere qualche secondo

- cliccare nuovamente sul menu a tendina e selezionare *Refresh*
- la porta a cui l'apparecchio è stato collegato è quella che si è aggiunta rispetto all'elenco di cui si è preso nota



**Attenzione:**

E' consigliato collegare sempre lo strumento N alla stessa porta USB del PC. In caso contrario sarà necessario modificare il numero della porta COM nella finestra Impostazioni Generali, e in alcuni casi persino ripetere l'installazione dei driver USB.

- la lingua dei messaggi  
che può essere scelta in un menu a tendina tra
  - Italiano
  - English
  - Français
  - Deutsch
  - Español
- il percorso della cartella base (DB\_N-Pro) dell'archivio dati sul PC all'interno della quale il programma crea le sottocartelle
  - vibr        per le misure di vibrazione
  - bal        per i dati di equilibratura

Dopo aver impostato i valori desiderati, premere  .

Per abbandonare la finestra senza effettuare alcuna impostazione, premere  .

## Letture dati dallo strumento N100 o N300

Dopo aver collegato lo strumento N al PC, aver verificato ed eventualmente modificato l'impostazione della porta USB, con il software CEMB N-Pro è possibile eseguire in modo automatico la lettura di tutte le misure presenti nell'archivio dello strumento stesso, semplicemente premendo.

Fatto ciò, è sufficiente attendere il messaggio  che segnala la conclusione di questa operazione, senza premere alcun tasto. Il progresso della lettura dati è segnalato dal progressivo riempimento di una barra orizzontale. Questa procedura crea in ognuno dei due archivi (vibrazione ed equilibratura) una cartella il cui nome viene creato partendo dalla data e ora attuali nella forma AAMMGG\_hhmmss dove:

- AA = ultime due cifre dell'anno
- MM = mese dell'anno (01 gennaio; 02 febbraio; ... 12 dicembre)
- GG = giorno del mese
- hh = ora del giorno (00 ... 23)
- mm = minuti (00 ... 59)
- ss = secondi (00 ... 59)

In questo modo le misure saranno visualizzate automaticamente in ordine di importazione.

Gli utenti che hanno esigenze particolari o più avanzate possono rinominare a loro piacimento questa cartella, così pure copiare o spostare tutto o parte del contenuto dove desiderano.

---

**Nota:**

La pressione di  prima della conclusione del trasferimento provoca l'immediata chiusura di questa operazione, che quindi non sarà completata.

---

**Nota:**

La lettura dei dati dallo strumento non modifica in alcun modo l'archivio presente nell'apparecchio stesso: dopo aver verificato la corretta importazione sul PC, l'operatore potrà decidere di eliminarli dallo strumento, come descritto in **2 – 4 Archivio misure**.

---

**Nota:**

I dati di equilibratura sono disponibili soltanto per l'apparecchio N300. Il modello N100, invece, esegue e memorizza solo misure di vibrazione.

## Archivio dati importati dallo strumento N100 o N300

Il software CEMB N-Pro suddivide l'archivio dati sul PC in due sotto-archivi, uno per le misure di vibrazione (simbolo ) e uno per i dati di equilibratura () , che l'utilizzatore è completamente libero di organizzare come ritiene più opportuno.

Con il tasto  si possono creare cartelle e sottocartelle per suddividere i dati, ad esempio, per tipologia, data, operatore, luogo, ... Con i pulsanti ,  e 

è possibile copiare o spostare singoli file o intere cartelle. Con la semplice pressione di un tasto è anche possibile rinominare o eliminare un elemento.

Per agevolare l'utilizzo dell'archivio misure è disponibile anche una utile funzione di ricerca  , con la quale inserire il nome di ciò che si vuole ricercare (o parte di esso).

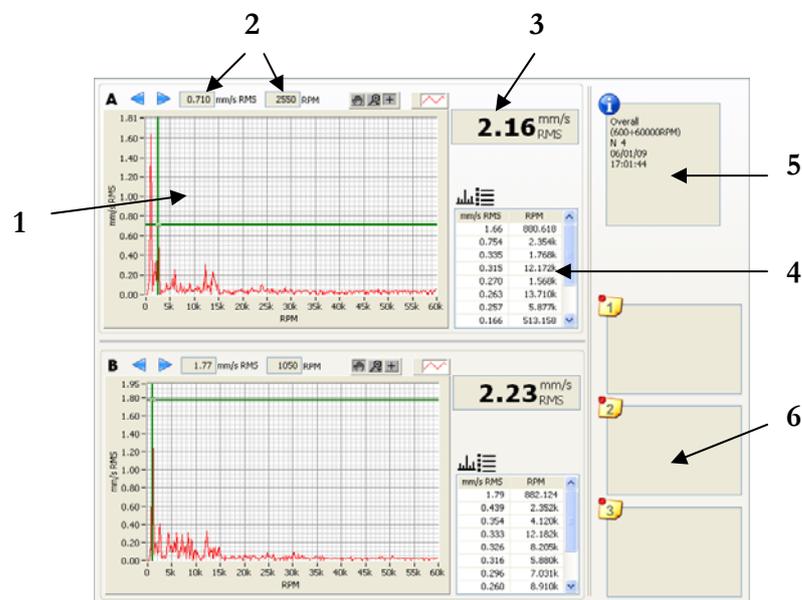
Qualora nell'archivio sia presente più di un elemento corrispondente a quanto ricercato,

questi vengono presentati in sequenza, premendo il pulsante “Trova successivo” 

## Visualizzazione dei dati presenti in archivio

Dopo aver selezionato un file dell'archivio, la pressione del tasto  ne visualizza il contenuto in modo chiaro e dettagliato. Per le varie tipologie di dato si avrà:

### Misura del valore globale di vibrazione:



1. grafico dello spettro (non visualizzabile direttamente sullo strumento N100 o N300)
2. posizione e valore del cursore
3. valore globale di vibrazione
4. lista picchi
5. informazioni e parametri della misura
6. note associate alla misura

### Funzioni specifiche per i grafici dello spettro:

#### - Cursore

Sul grafico è presente un cursore che può essere mosso di un passo alla volta a sinistra o a destra cliccando su  oppure  premendo

Selezionando, invece,  è possibile cliccare direttamente sul cursore e, tenendo premuto il tasto sinistro del mouse, trascinarlo rapidamente in una posizione voluta.

#### - Zoom

Cliccando sul tasto  è possibile scegliere tra differenti modalità di zoom:

-  (ingrandisci rettangolo) : cliccando in un punto e trascinando il cursore è possibile selezionare il rettangolo che si vuole ingrandire;

-  (zoom x) : cliccando in un punto e spostando orizzontalmente il cursore è possibile selezionare la porzione di asse x che si vuole ingrandire;
-  (zoom y) : cliccando in un punto e spostando verticalmente il cursore è possibile selezionare la porzione di asse y che si vuole ingrandire;
-  (autoscale) : cliccando sul grafico gli estremi degli assi sono automaticamente impostati ai valori più appropriati, sulla base di ciò che è visualizzato;
-  (zoom in) : cliccando in un punto viene ingrandita la zona attorno a quel punto;
-  (zoom out) : cliccando in un punto viene visualizzata una regione più ampia attorno a quel punto;

#### - Spostamento del grafico nella finestra

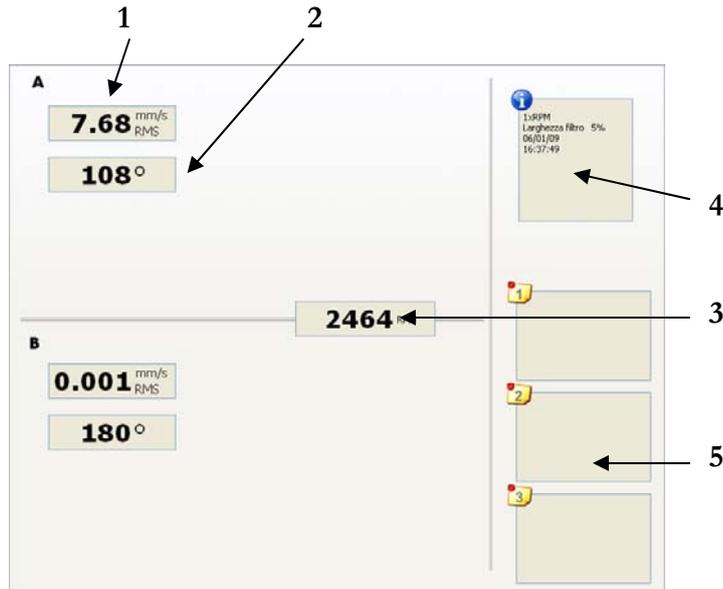
Dopo aver selezionato  è possibile cliccare in un punto del grafico e, senza rilasciare il pulsante del *mouse*, spostare tutto il grafico all'interno della finestra. In pratica questo corrisponde a cambiare gli estremi minimo e massimo di entrambi gli assi, senza però alterare la scala. Portando il cursore fuori dalla finestra, il grafico torna nella posizione precedente allo spostamento.

---

**Nota:**

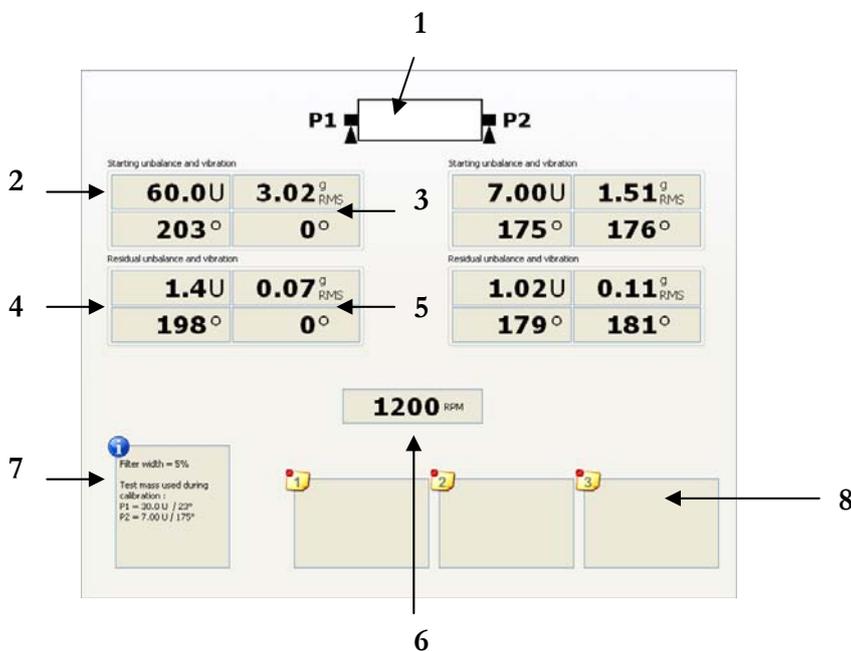
I valori minimo e massimo degli assi possono essere modificati uno a uno semplicemente cliccandoli e inserendo un nuovo valore da tastiera.

## Misura del valore sincrono di vibrazione:



1. ampiezza del valore sincrono di vibrazione
2. fase del valore sincrono di vibrazione
3. frequenza del valore sincrono di vibrazione
4. informazioni e parametri della misura
5. note associate alla misura

## Dati di equilibratura:



1. tipologia di equilibratura (su uno o due piani)
2. valore (in unità generiche U) e fase dello squilibrio iniziale
3. valore e fase della vibrazione iniziale
4. valore (in unità generiche U) e fase dello squilibrio finale (cioè dopo l'equilibratura)
5. valore e fase della vibrazione finale (cioè dopo l'equilibratura)
6. velocità del rotante

7. informazioni e parametri dell'equilibratura
8. note associate all'equilibratura

Le note associate a ciascuna misura possono essere inserite o modificate in ogni momento premendo . Questa possibilità costituisce un valido aiuto nella fase di post-analisi dei dati: l'utente può aggiungere osservazioni o commenti relative ai valori o al tipo della misura, ma anche alle condizioni di acquisizione. Possono pure essere inseriti promemoria per futuri interventi, così come annotazioni che si ritengono importanti. Ad esempio, nel caso di equilibrature si consiglia di specificare a quali unità fisiche (mg, g, kg, g·mm, g·cm, g·m, ...) corrispondono le unità generiche U.

## Generazione e stampa di certificati (*report*)

Con il software CEMB N-Pro si possono creare e stampare con estrema facilità certificati personalizzati sia di analisi vibrazioni che di equilibratura.

Dopo la pressione del tasto  è sufficiente selezionare un modello (*template*) per il certificato che si vuole generare. Tale modello è un semplice *file* HTML che l'utente stesso può creare o personalizzare secondo le proprie necessità, utilizzando un qualsiasi editor HTML. Il programma CEMB N-Pro provvede a generare il *report* sostituendo automaticamente all'interno del *template* alcuni codici predefiniti con i corrispondenti valori della misura visualizzata.

Il risultato è quindi visualizzato in una apposita finestra, e si abilitano le funzioni:



per salvare il *report* appena generato, specificandone nome e posizione



per stampare il *report* visualizzato, selezionando una stampante tra quelle installate sul PC

---

### **Nota:**

Se sul PC è stata installata una stampante PDF virtuale (es. *PDFCreator*, ...), è sufficiente sceglierla per ottenere un certificato in formato *PDF*, anziché cartaceo. Questo potrà essere salvato su disco nella posizione e con il nome desiderati, consentendo una agevole archiviazione, ma anche un successivo invio per *e-mail*.

Una copia cartacea potrà essere ottenuta anche in un secondo momento, stampando il documento *PDF*.

---

### **Nota:**

Per agevolare l'utente, il programma CEMB N-Pro mette già a disposizione alcuni *template* dimostrativi, che possono essere utilizzati come base per successive personalizzazioni. Questi modelli si trovano nella sottocartella *Report Templates* della directory *N-Pro* in cui è installato il programma.

**Attenzione:**

Se si desidera personalizzare uno dei *template* già presenti nella cartella *Report Templates* è opportuno salvare il modello modificato con un diverso nome, o in una diversa cartella. Un successivo aggiornamento del software N-Pro, infatti, sovrascriverà i *template* distribuiti da CEMB assieme al programma.

**Nota:**

La lista dei codici utilizzabili nei *template* e dei loro significati, così come alcuni suggerimenti per la creazione di certificati personalizzati, sono riportati nell'**Appendice D**.

## Generazione e stampa di certificati di misure multiple (*multi-report*)

Dalla versione 1.3 il software CEMB N-Pro consente di creare e stampare con estrema facilità certificati personalizzati comprendenti i dati di misure ed equilibrature differenti. Questo permette di raggruppare in un unico documento una serie di misure effettuate in tempi successivi, anche per punti diversi di differenti macchinari.

Il certificato risulta completamente personalizzabile grazie all'estensione del concetto di *template*: i codici predefiniti per un report multiplo sono formati da due parti

- il codice dell'informazione da sostituire (identico al *report* di una singola misura)
- il numero progressivo della misura a cui il codice si riferisce

I passi per generare un report multiplo sono molto semplici:

1. con 'CTRL + click' oppure 'SHIFT + click' selezionare dall'archivio dati tutte le misure da includere nel *multi-report*, che devono essere contenute in un'unica cartella
2. premere il pulsante 
3. scegliere il *template* desiderato

**Nota:**

La descrizione, la lista ed il significato dei codici utilizzabili nei *template* dei *multi-report* sono riportati nell'**Appendice D**.



# Dati tecnici dell'apparecchio N300

- **Apparecchio**
  - Dimensioni (W x L x H): 84 x 180 x 52.5 mm
  - Peso: 385g completo di batteria
  
- **Campo di lavoro**
  - Temperatura: da -10° a +50° C
  - Umidità dell'aria: da 0 a 95% senza condensa
  
- **Alimentazione**
  - batteria al Litio ricaricabile da 1.8 Ah
  - tempo di carica: meno di 5 ore (da batteria completamente scarica)
  - caricabatteria:
    - ingresso 100-240 VAC, 50/60 Hz, 0.2A
    - uscita 8.4VDC, 0.71A, 6.0W MAX
  - autonomia: superiore a 8 ore con un uso normale dell'apparecchio
  
- **Display**
  - STN monocromatico 128x64 pixel
  - retroilluminazione a LED
  
- **Tastiera**
  - 9 tasti oltre a quello di accensione/spegnimento
  
- **Canali in ingresso**
  - 2 canali di misura (alimentazione DC max 5 mA, abilitata o meno automaticamente secondo il tipo di sensore)
  - 1 canale fotocellula (velocità e riferimento angolare)
  
- **Sensori collegabili**
  - accelerometro CEMB TA-18S
  - velocimetro CEMB T1/40
  - accelerometro o velocimetro generico, con segnale max 4 V-PP
  - fotocellula 60-18.000 RPM
  - fotocellula alta velocità fino a 60.000 RPM.
  
- **Specifiche di misura**
  - Convertitore A/D: risoluzione 16 bit
  - Numero di medie: da 1 a 16
  - Larghezza filtro sincrono: da 1% a 100%
  - Campo di frequenza: fino a 1kHz (60kRPM) max
  - Capacità di memorizzazione dati: max 10 misure di vibrazione e 10 equilibrature
  - Limite di errore dello strumento: 5%



# Criteria di giudizio

**TABELLA A**  
**CATEGORIE DI MACCHINE PER I CRITERI DI GIUDIZIO**

Gruppo secondo ISO 10816 VDI 2056	MACCHINE
I – K	Parti di macchine che nelle condizioni di normale funzionamento sono strettamente solidali con l'insieme della macchina. Rettifiche. Alesatrici. Motori elettrici (fino a 15 kW) con buona esigenza di equilibratura, ad esempio per trapani da dentista, aerosol, apparecchi elettromedicali ed elettrodomestici di elevata qualità. Turbine e compressori di motori a getto. Compressori veloci.
II – M	Macchine di medie dimensioni, come motori elettrici da 15 a 100 kW, senza particolari fondazioni. Torni. Fresatrici. Macchine e azionamenti fino a 300 kW di costruzione rigida, senza parti con moto alternativo, su proprie fondazioni. Motori elettrici di serie con altezza dell'asse inferiore a 130 mm.
III – G	Categoria media più comune per una prima approssimazione. A questa categoria appartengono le macchine che non trovano collocazione in altre categorie. Grandi macchine con fondazioni rigide e pesanti, senza masse con moto alternativo. Turbine a gas, a vapore, turbosoffianti, grandi alternatori. Motori normali in genere e in particolare motori con altezza dell'asse da 130 a 230 mm. Ventilatori rigidi (classe A). Parti di macchine utensili.
IV – T	Grandi macchine con fondazioni a bassa rigidità, senza masse con moto alternativo. Turbine, alternatori, grandi motori, su fondazioni leggere e su navi. Motori elettrici con altezza dell'asse da 230 a 330 mm. Macchine idrauliche, pompe centrifughe. Ventilatori su struttura elastica (classe B). Riduttori di turbine. Macchine operatrici con elevate esigenze: per stampa, per filatura, per cartiere.
V – D	Macchine con masse alternative non equilibrabili, su fondazioni rigide nella direzione delle vibrazioni maggiori. Ventilatori su antivibranti (classe C). Motori con alberi a gomito a sei o più cilindri su fondazioni proprie. Motori a pistoni per vetture, autocarri, locomotori non montati su isolanti durante le prove. Macchine operatrici con masse non equilibrabili come telai per tessitura, scrematrici, depuratori centrifughi, lavatrici solo se fissate su basamenti rigidi senza ammortizzatori.
VI – S	Macchine con masse dotate di moto alternativo non equilibrabili, montate su fondazioni elastiche. Macchine con masse rotanti libere, con squilibri variabili non compensabili, con montaggio elastico, funzionanti senza collegamenti rigidi con altre parti come: lavatrici, ceste di centrifughe, setacci a vibrazione, macchine per le prove a fatica dei materiali, macchine vibranti per processi tecnologici, battitori di mulini, vibratorii. Macchine agricole, moltiplicatrici, trebbiatrici. Motori a 4 o più cilindri montati su autoveicoli e locomotori. Motori diesel a 4 o più cilindri. Motori diesel marini. Grandi motori a due tempi.

## CRITERI DI GIUDIZIO BASATI SULLA VELOCITÀ DI VIBRAZIONE MISURATA SU PARTI FISSE

Per quasi tutte le macchine la misura della velocità totale della vibrazione in valore efficace (RMS) su parti fisse della struttura è in grado di caratterizzare la macchina dal punto di vista vibratorio.

Il valore totale è calcolato nel campo di frequenza  $10 \div 1000$  Hz oppure per macchine lente ( $< 600$  RPM) nel campo  $2 \div 1000$  Hz. Si fa riferimento alla velocità massima sul supporto nelle tre direzioni di misura.

Con l'utilizzo della **Tabella A** si individua la classe di appartenenza della macchina in esame. Il grafico di pag. **B - 3** fornisce direttamente un giudizio dello stato vibratorio, ad esempio se la vibrazione misurata sul supporto di una rettifica (classe 1) è  $5 \text{ mm/s}$  (RMS) il giudizio è: la vibrazione è inammissibile per cui occorre investigare la causa e rimuoverla.

Il criterio basato sulla velocità è valido per frequenze comprese fra  $10 \text{ Hz}$  e  $400 \text{ Hz}$ . Al di sotto della frequenza di  $10 \text{ Hz}$  si potrebbero avere giudizi errati poiché le vibrazioni pur avendo velocità ammissibili avrebbero ampiezze di spostamento proibitive.

Per frequenze inferiori a  $10 \text{ Hz}$  occorre considerare il criterio basato sugli spostamenti. Invece per frequenze superiori a  $400 \text{ Hz}$  talvolta anche nel campo da  $300$  a  $400 \text{ Hz}$ , i giudizi in base alle velocità devono essere considerati con precauzione, poiché a tali frequenze alcuni fenomeni assumono un aspetto diverso ed occorre tenere conto dell'energia irradiata nell'ambiente circostante, delle vibrazioni dell'edificio o dell'ambiente (nave, aereo, veicolo) e dei disturbi fisiologici dell'uomo. Per alte frequenze possono essere utili le misure di accelerazione.

La classificazione di **Tabella A** e i valori di accettabilità riportati nel grafico sono conformi alla norma ISO 10816 in modo parziale. La norma ISO non contempla le classi V e VI ed inoltre rimanda a norme specifiche già pubblicate o che saranno pubblicate per ogni tipo di macchina (motori elettrici, macchine idrauliche, turbine a gas, ecc.).

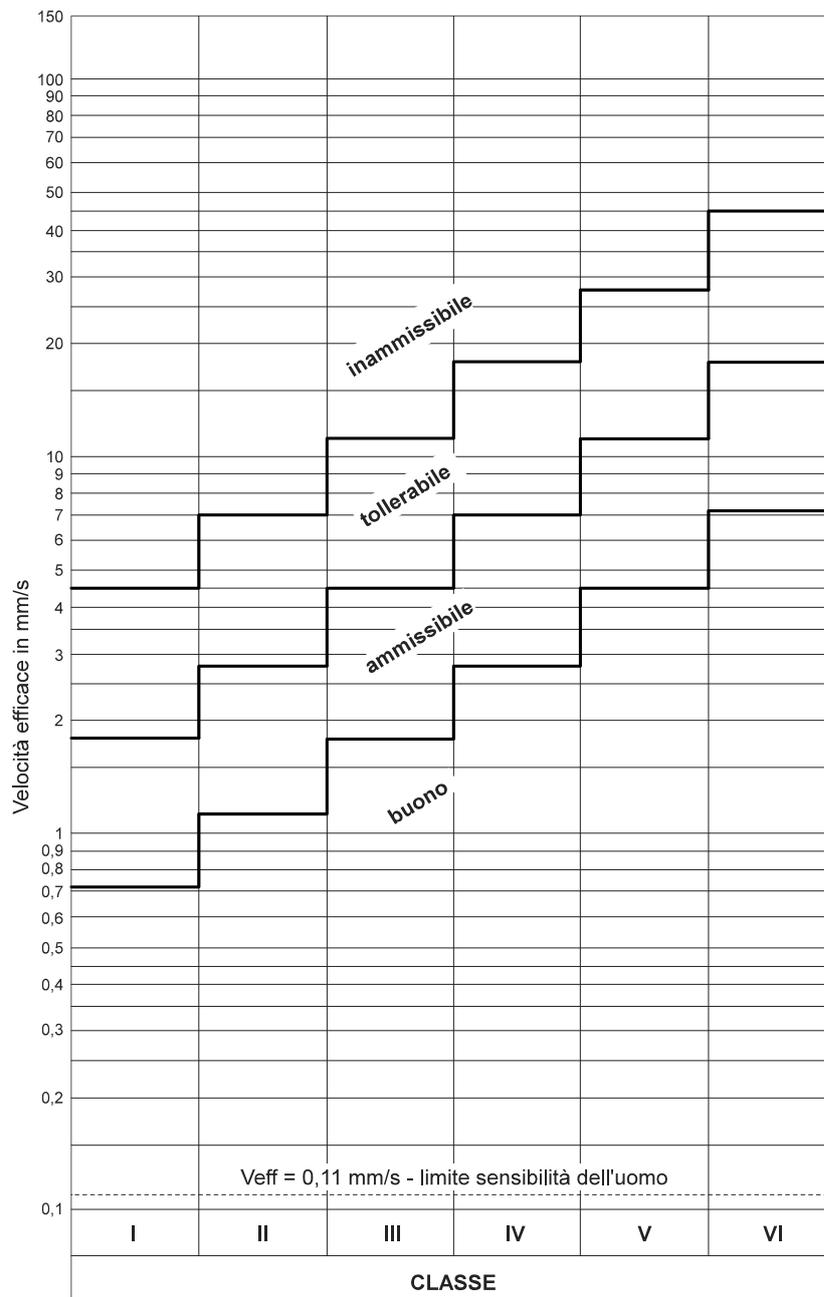


Grafico per giudicare le vibrazioni meccaniche in base alla velocità efficace di vibrazione.



# Guida all'interpretazione di uno spettro

## CASI TIPICI DI VIBRAZIONI DELLE MACCHINE

### 1. GUIDA RAPIDA DI PRIMO ORIENTAMENTO

Valori misurati nel controllo	$f$ = frequenza di vibrazione [cicli/min] o [Hz]
	$s$ = ampiezza di spostamento [ $\mu\text{m}$ ]
	$v$ = velocità di vibrazione [mm/s]
	$a$ = accelerazione di vibrazione [g]
	$n$ = velocità di rotazione di un pezzo [giri/min]

Rilevamenti frequenza	Cause	Note
1) $f = n$	Squilibri di corpi rotanti.	Intensità proporzionale allo squilibrio, prevalentemente in direzione radiale, cresce con la velocità.
	Inflessione del rotante.	Talvolta vibrazioni assai sensibili.
	Risonanza di corpi rotanti.	Velocità critica vicino a $n$ , intensità di vibrazione molto alta.
	Cuscinetti a rotolamento montati eccentrici.	Convieni equilibrare il rotante montato sui suoi cuscinetti.
	Disallineamenti.	Presente anche una vibrazione assiale notevole, oltre 50% della vibrazione trasversale; anche frequenti $f = 2n, 3n$ .
	Eccentricità di pulegge, ingranaggi, ecc.	Quando l'asse di rotazione non coincide con l'asse geometrico.
	Irregolarità del campo magnetico in macchine elettriche.	La vibrazione scompare interrompendo la corrente.
	Cinghia con lunghezza un multiplo esatto dello sviluppo della puleggia.	Con lo stroboscopio si possono bloccare contemporaneamente cinghia e puleggia.
	Ingranaggio con un dente difettoso.	Sovvente si sovrappone a una vibrazione di squilibrio.
	Forze alterne	È presente la seconda e terza armonica
2) $f \cong n$ con battimenti	Sovrapposizione di difetti di squilibrio meccanico e irregolarità del campo magnetico.	Nei motori asincroni; il battimento è dovuto allo scorrimento.
3) $f \cong (0,40 \div 0,45) n$	Cuscinetti a strisciamento con lubrificazione difettosa.	Per $n$ elevato, sopra la 1° critica. Controllare con stroboscopio. Moto di precessione del perno (oil whirl).
	Gabbia cuscinetto rotolamento difettosa.	Eventuali armoniche
4) $f = \frac{1}{2} n$	Labilità meccanica del rotante.	È una sub-armonica che spesso si presenta ma quasi mai è importante.
	Gusci allentati del cuscinetto a strisciamento. Cedimenti meccanici.	Presente spesso anche $f = 2n, 3n, 4n$ e mezzie armoniche.
5) $f = 2n$	Disallineamento Allentamento meccanico	È presente forte vibrazione assiale. Bulloni allentati, gioco eccessivo delle parti mobili e dei cuscinetti, cricche e rotture nella struttura: presenti sub-armoniche e armoniche superiori.
6) $f$ è un multiplo esatto di $n$	Cuscinetti a rotolamento disallineati oppure forzati nella sede. Ingranaggio difettoso	Frequenza = $n \times$ numero sfere o rulli. Controllare con stroboscopio. $f = \varkappa n$ ( $\varkappa$ = numero denti difettosi). Per usura generale, denti mal fatti se $\varkappa$ = numero totale denti.

	Disallineamenti con eccessivi giochi assiali.	Sovente dovuti ad allentamenti meccanici.
	Giranti con pale (pompe, ventilatori).	$f = n \times \text{numero pale (o canali)}$
7) $f$ molto maggiore di $n$ non un multiplo esatto	Cuscinetti a rotolamento danneggiati.	Frequenza, intensità e fase instabili. Vibrazione assiale.
	Cuscinetti a strisciamento con attrito eccessivo.	Lubrificazione difettosa totalmente o in zone. Udibile stridio.
	Cinghie troppo tese.	Udibile stridio caratteristico.
	Cinghie multiple non omogenee.	Scorrimento fra le cinghie.
	Ingranaggi a basso carico.	Urti fra denti per mancanza di carico; vibrazione instabile.
	Giranti con pale per azione del fluido (cavitazione, riflusso, ecc.).	Frequenza e intensità instabili. $f = n \times \text{numero di pale} \times \text{numero di canali}$ Frequente vibrazione assiale.
8) $f = \text{frequenza naturale di altre parti}$	Cuscinetti a strisciamento con giochi eccessivi.	Esaltazione per urto (oil whip) delle vibrazioni di altre parti. Controllare con stroboscopio.
	Cinghie eccitate da vibrazione di altre parti.	Esempi: pulegge eccentriche o squilibrate, disallineamenti, squilibri di rotanti.
9) $f$ instabile con battimenti	Cinghie multiple non omogenee. Cinghia con più giunte.	Intensità instabile.
10) $f = n_c$ $n \neq n_c$	( $n_c = \text{velocità critica dell'albero}$ ) Cuscinetti a rotolamento.	Per rotanti sopra la velocità critica.
	( $n_c = \text{frequenza di rete}$ ) Motori elettrici, generatori.	Presenti anche armoniche.
12) $f = f_c < n$ oppure $f = 2f_c$	Cinghia con una zona con difetto di elasticità.	$f_c$ è la frequenza della cinghia. $f_c = \pi D n / l$ ( $D = \text{diametro puleggia}$ ; $l = \text{lunghezza cinghia}$ ).

*Vibrazioni assiali sensibili*, sopra il 10% della vibrazione trasversale, indicano alcune tipiche cause:

- disallineamento (sopra il 40%);
- inflessione dell'albero, specie di motori elettrici;
- cuscinetti reggispinta difettosi;
- eccentricità ellittica del rotore di motori elettrici;
- forze derivanti da tubazioni;
- fondazioni distorte;
- attrito delle tenute premistoppa, ecc.;
- sfregamenti assiali del rotante;
- cuscinetti radiali difettosi;
- accoppiamenti difettosi;
- cinghie difettose.

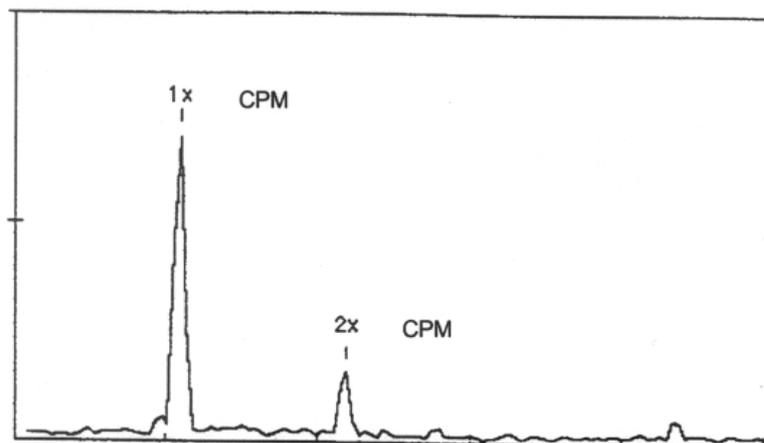
## 2. SPETTRI TIPICI DELLE VIBRAZIONI RELATIVI AI DIFETTI PIU' COMUNI

**Nota:** I seguenti spettri sono puramente indicativi. Quelli ottenuti con lo strumento N500 hanno aspetto grafico differente.

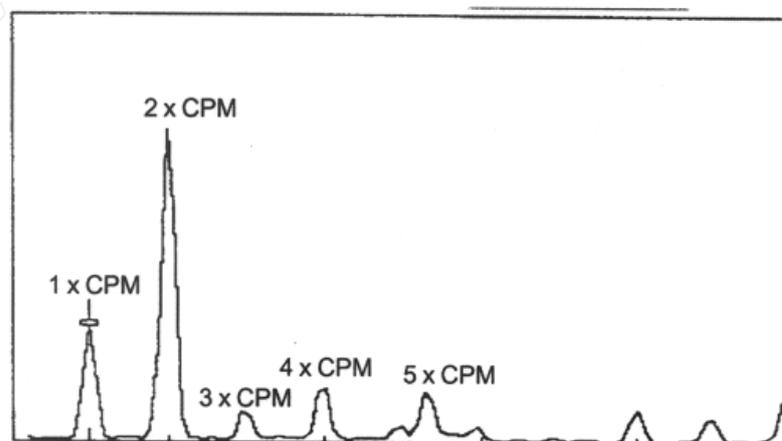
Nel seguito si riportano gli spettri delle vibrazioni tipiche, originate dai difetti più comuni che si trovano nella esperienza pratica.

**CPM** = velocità di rotazione dell'albero in giri al minuto.

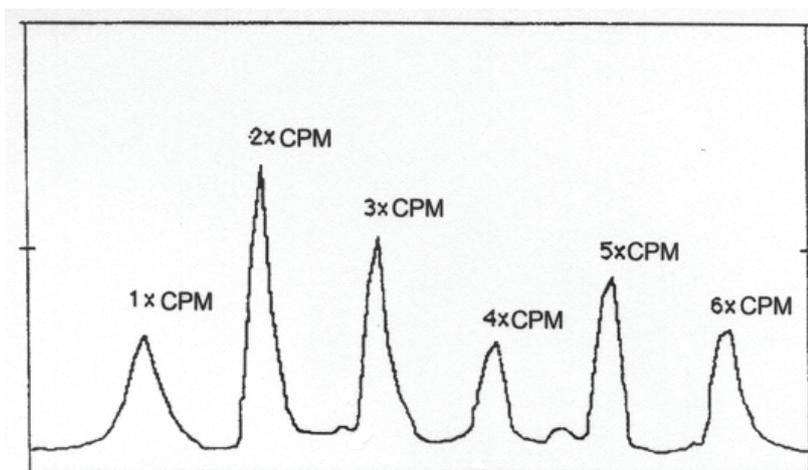
### 1. SQUILIBRIO



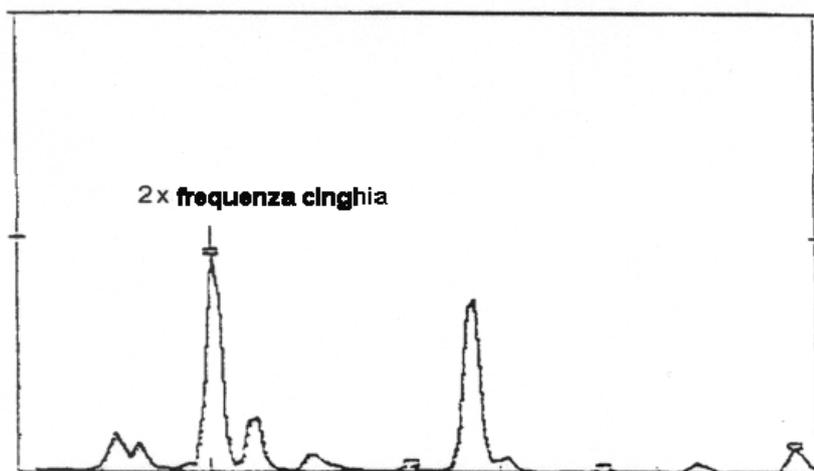
### 2. DISALLINEAMENTO



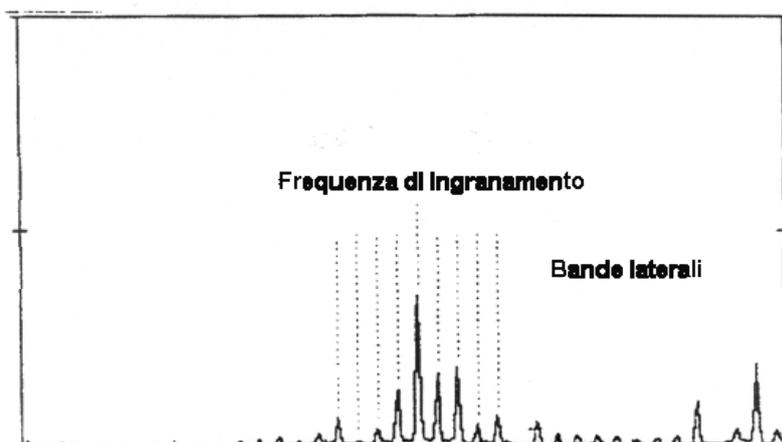
### 3. ALLENTAMENTO MECCANICO/GIOCO



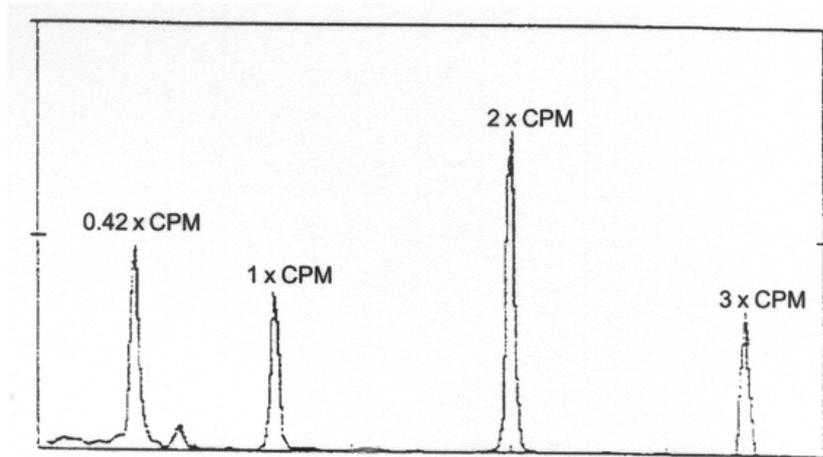
### 4. CINGHIA



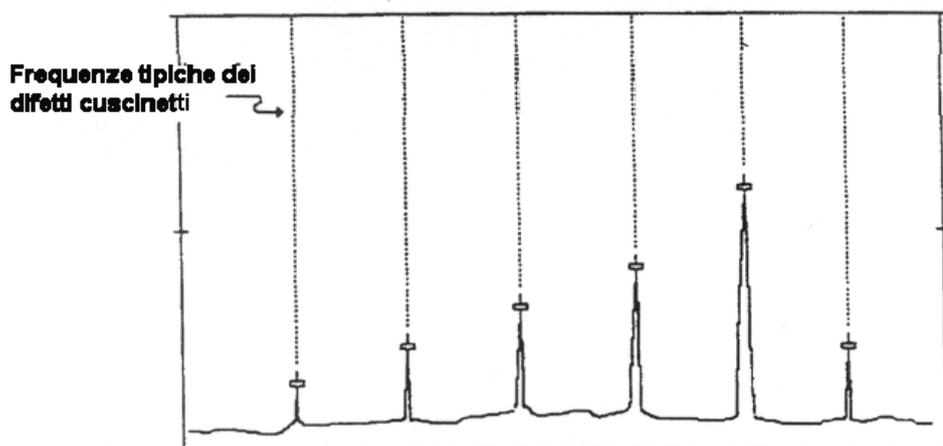
### 5. INGRANAGGI



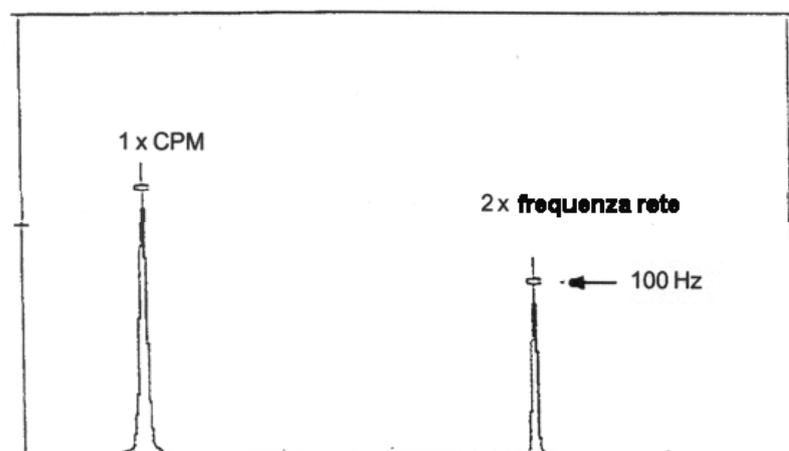
## 6. CUSCINETTI A STRISCIAMENTO



## 7. CUSCINETTI A ROTOLAMENTO



## 8. MOTORI ELETTRICI



### 3. FORMULE PER IL CALCOLO DELLE FREQUENZE TIPICHE DEI DIFETTI CUSCINETTI

#### SIMBOLI:

**FTF** = frequenza gabbia  
**BPFO** = difetto su pista esterna  
**BPFI** = difetto su pista interna  
**BSP** = difetto su rullo/sfera

Le frequenze dei cuscinetti possono essere calcolate conoscendo:

**S** = numero giri albero  
**PD** = diametro primitivo  
**BD** = diametro sfera/rullo  
**N** = numero di sfere/rulli  
**Θ** = angolo di contatto

Caso più comune:

**a - anello esterno fisso** (anello interno rotante)

$$FTF = \frac{S}{2} \cdot \left[ 1 - \left( \frac{BD}{PD} \right) \cdot \cos\Theta \right]$$
$$BPFO = \frac{S}{2} \cdot N \cdot \left[ 1 - \left( \frac{BD}{PD} \right) \cdot \cos\Theta \right]$$
$$BPFI = \frac{S}{2} \cdot N \cdot \left[ 1 + \left( \frac{BD}{PD} \right) \cdot \cos\Theta \right]$$
$$BSP = \frac{S}{2} \cdot \left( \frac{PD}{BD} \right) \cdot \left[ 1 - \left( \left( \frac{BD}{PD} \right) \cdot \cos\Theta \right)^2 \right]$$

**b - anello esterno rotante** (anello interno fisso)

$$FTF = \frac{S}{2} \cdot \left[ 1 + \left( \frac{BD}{PD} \right) \cdot \cos\Theta \right]$$
$$BPFO = \frac{S}{2} \cdot N \cdot \left[ 1 - \left( \frac{BD}{PD} \right) \cdot \cos\Theta \right]$$
$$BPFI = \frac{S}{2} \cdot N \cdot \left[ 1 + \left( \frac{BD}{PD} \right) \cdot \cos\Theta \right]$$
$$BSP = \frac{S}{2} \cdot \left( \frac{PD}{BD} \right) \cdot \left[ 1 - \left( \left( \frac{BD}{PD} \right) \cdot \cos\Theta \right)^2 \right]$$

**Formule di calcolo approssimate ( $\pm 20\%$ )**

**FTF** = 0.4 x S **(a)** oppure 0.6 x S **(b)**  
**BPFO** = 0.4 x N x S **(a)** oppure **(b)**  
**BPFI** = 0.6 x N x S **(a)** oppure **(b)**  
**BSP** = 0.23 x N x S (N < 10) **(a)** oppure **(b)**  
= 0.18 x N x S (N ≥ 10) **(a)** oppure **(b)**

# Informazioni per la creazione di *template* (modelli) personalizzati per i certificati generati dal programma CEMB N-Pro.

## Codici Numerici

Al momento della creazione del certificato, il software CEMB N-Pro sostituisce automaticamente nel modello alcuni codici predefiniti (della forma #x#) con le corrispondenti informazioni, relative alla misura in quel momento visualizzata.

Affinché la sostituzione sia effettuata correttamente, utilizzare soltanto i codici seguenti:

#1#	Data attuale
#2#	Ora attuale
#3#	Nota numero 1 aggiunta alla misura
#4#	Immagine del grafico dello spettro del canale A
#5#	Immagine del grafico dello spettro del canale B
#6#	Nome della misura
#7#	Percorso ( <i>path</i> ) della cartella contenente la misura
#8#	Numero di serie dell'apparecchio N100 o N300
#11#	Tipo della misura (Pk, PP, RMS)
#12#	Tipo sensore collegato al canale A
#13#	Tipo sensore collegato al canale B
#14#	Misura ( <i>overall</i> , 1xRPM, 2xRPM, ...)
#15#	Numero di medie (solo per misura <i>overall</i> )
#16#	Larghezza del filtro sincrono, in % (solo per misure sincrone o equilibrate)
#17#	Frequenza massima misurata (solo per misura <i>overall</i> )
#18#	Numero di linee dello spettro
#19#	Nota numero 2 aggiunta alla misura
#20#	Nota numero 3 aggiunta alla misura
#48#	Modello dell'apparecchio con cui è stata fatta la misura (N100, N300)
#49#	Versione firmware dell'apparecchio N100 o N300

#50#	Unità di misura delle frequenze e delle velocità
#51#	Data in cui è stata eseguita la misura
#61#	Ora in cui è stata eseguita la misura
#301#	Valore totale ( <i>overall</i> ) della vibrazione del canale A
#302#	Valore totale ( <i>overall</i> ) della vibrazione del canale B
#311#	Valore della vibrazione sincrona del canale A
#312#	Valore della vibrazione sincrona del canale B
#321#	Fase della vibrazione sincrona del canale A
#322#	Fase della vibrazione sincrona del canale B
#331#	Frequenza della vibrazione sincrona del canale A
#332#	Frequenza della vibrazione sincrona del canale B
#351#	Unità di misura della vibrazione (g, mm/s, $\mu\text{m}$ , ...)
#401#	Frequenza del picco n°1 della vibrazione del canale A
#402#	Frequenza del picco n°2 della vibrazione del canale A
#...#	Frequenza del picco n°... della vibrazione del canale A
#405#	Frequenza del picco n°5 della vibrazione del canale A
#426#	Valore del picco n°1 della vibrazione del canale A
#427#	Valore del picco n°2 della vibrazione del canale A
#...#	Valore del picco n°... della vibrazione del canale A
#430#	Valore del picco n°5 della vibrazione del canale A
#451#	Frequenza del picco n°1 della vibrazione del canale B
#452#	Frequenza del picco n°2 della vibrazione del canale B
#...#	Frequenza del picco n°... della vibrazione del canale B
#455#	Frequenza del picco n°5 della vibrazione del canale B
#476#	Valore del picco n°1 della vibrazione del canale B
#477#	Valore del picco n°2 della vibrazione del canale B

#...#	Valore del picco n°... della vibrazione del canale B
#480#	Valore del picco n°5 della vibrazione del canale B
#601#	Valore dello squilibrio iniziale sul piano P1 (in unità U)
#602#	Fase dello squilibrio iniziale sul piano P1 (in gradi °)
#603#	Valore della vibrazione iniziale sul piano P1
#604#	Fase della vibrazione iniziale sul piano P1 (in gradi °)
#605#	Valore dello squilibrio attuale (finale) sul piano P1 (in unità U)
#606#	Fase dello squilibrio attuale (finale) sul piano P1 (in gradi °)
#607#	Valore dello squilibrio iniziale sul piano P2 (in unità U)
#608#	Fase dello squilibrio iniziale sul piano P2 (in gradi °)
#609#	Valore della vibrazione iniziale sul piano P2
#610#	Fase della vibrazione iniziale sul piano P2 (in gradi °)
#611#	Valore dello squilibrio attuale (finale) sul piano P2 (in unità U)
#612#	Fase dello squilibrio attuale (finale) sul piano P2 (in gradi °)

Nel caso di *multi-report* (certificato prodotto mettendo assieme i dati di N diverse misure) è necessario utilizzare codici della forma #x-y# dove

- x = codice numerico elencato nella tabella precedente
- y = numero progressivo della misura che compone il *multi-report* (1, 2, ... N)

Ad esempio:

- #6-1# = nome della misura n° 1 del *multi-report*
- #11-2# = tipo della misura n° 2 del *multi-report*
- ...

## Suggerimenti per la personalizzazione dei certificati

L'utilizzo di un modello (*template*) HTML per la creazione dei certificati offre al cliente la completa libertà di personalizzare quelli distribuiti da CEMB assieme al programma, o di crearne nuovi. Clienti con esigenze particolari possono autonomamente inserire loghi o immagini, modificare dimensioni e colori delle scritte.

Poiché questi *template* sono un documento HTML, è opportuno che vengano modificati o creati con programmi adatti a tali scopi, detti **editor HTML**. Il loro utilizzo è analogo a quello di un normale applicativo di elaborazione testi (*Microsoft Word, Openoffice Writer, ...*), con la differenza che i documenti sono generati e salvati **direttamente** in formato HTML: in questo modo l'aspetto grafico del documento non viene alterato durante il salvataggio. Contrariamente, utilizzando programmi di elaborazione testi e salvando poi in formato HTML, è possibile che allineamenti, spaziature, dimensioni, ... risultino modificati dopo la conversione e il salvataggio: in questi casi il modello HTML finale può risultare diverso da

quanto si sarebbe voluto creare. Questa situazione è sperimentata frequentemente da chi utilizza *Microsoft Word 2000* o superiore.

Sono disponibili numerosi editor HTML, se ne segnalano solamente alcuni:

- KompoZer                    multilingua, e scaricabile gratuitamente dal sito <http://www.kompozer.net/>
- W3C Amaya                multilingua, e scaricabile gratuitamente dal sito <http://www.w3.org/Amaya/>
- Mozilla Composer        multilingua, parte della suite Mozilla Seamonkey, scaricabile gratuitamente dal sito <http://www.seamonkey-project.org/>
- Adobe Dreamweaver     multilingua, e a pagamento

Per agevolare l'utilizzatore, il programma KompoZer è incluso nel CD assieme al software CEMB N-Pro.

## **Creazione di certificati in formato *PDF***

Per poter generare certificati in formato PDF è sufficiente aver installato sul proprio PC una stampante PDF virtuale, e selezionarla dopo aver premuto il tasto  nel software CEMB N-Pro.

Qualora non si disponga ancora di una stampante di questo tipo, può essere installata PDFCreator, scaricabile gratuitamente dal sito <http://sourceforge.net/projects/pdfcreator/>

Una volta installata, una nuova stampante chiamata PDFCreator sarà visualizzata nella finestra 'Stampanti e fax' accanto alle stampanti reali collegate al PC.

## Elenco dei simboli utilizzati nell'apparecchio

### Funzioni accessibili dal quadro principale

	misura della vibrazione (vibrometro)
	equilibratura
	impostazione dei parametri di funzionamento dell'apparecchio

### Funzioni accessibili dalla barra delle funzioni aggiuntive

	accesso alla pagina di archivio misure
	visualizzazione della lista dei picchi più elevati presenti nella vibrazione
	accesso alla procedura di taratura (autoapprendimento) per l'equilibratura corrente
	accesso alla procedura di taratura (autoapprendimento) per una nuova equilibratura
	valore della massa test utilizzata nel passo attuale dell'autoapprendimento dell'equilibratura
	posizione angolare della massa test utilizzata nel passo attuale dell'autoapprendimento dell'equilibratura
	salvataggio della misura attuale nell'archivio
	caricamento dall'archivio e visualizzazione della misura selezionata
	eliminazione della misura selezionata dall'archivio
	svuotamento dell'archivio (eliminazione di tutte le misure)

## Parametri di funzionamento

 ACC-1	accelerometro n°1, oppure accelerometro del tipo 1 (nel caso se ne abbiano due di tipo differente)
 ACC-2	accelerometro n°2, oppure accelerometro del tipo 2 (nel caso se ne abbiano due di tipo differente)
 VEL-1	velocimetro n°1, oppure velocimetro del tipo 1 (nel caso se ne abbiano due di tipo differente)
 VEL-2	velocimetro n°2, oppure velocimetro del tipo 2 (nel caso se ne abbiano due di tipo differente)
	data attuale
	ora attuale
	unità di misura da utilizzare per le grandezze fisiche
	intensità della retroilluminazione del display
	tempo dopo il quale la retroilluminazione del display si spegne automaticamente, conteggiato dalla pressione dell'ultimo tasto
	tempo dopo il quale l'apparecchio si spegne automaticamente, conteggiato dalla pressione dell'ultimo tasto

## Informazioni sulla misura

	misura in corso/ eseguita sul canale A
	misura in corso/ eseguita sul canale B
	sensore collegato al canale visualizzato: lo strumento abilita il canale alla misura
	sensore non collegato al canale visualizzato: lo strumento disabilita il canale (non esegue la misura)
Overall	valore globale della vibrazione
N	numero delle misure mediate per il calcolo della vibrazione globale
1 x RPM	valore della vibrazione sincrono alla velocità di rotazione
3 x RPM	valore della vibrazione sincrono alla terza armonica della velocità di rotazione
	larghezza del filtro sincrono
g	vibrazione espressa in g (1 g = 9.81 m/s <sup>2</sup> )

	vibrazione espressa in mm/s
	vibrazione espressa in µm (1 µm = 10 <sup>-6</sup> m)
	vibrazione espressa in inch/s (1 inch/s = 25.4 mm/s)
	vibrazione espressa in mils (1 mil = 25.4 µm)
	misura del valore efficace della vibrazione
	misura del valore di picco della vibrazione
	misura del valore di picco-picco della vibrazione
	frequenze e velocità espresse in giri al minuto (RPM)
	frequenze e velocità espresse in rotazioni al secondo (Hz)
	canale disabilitato (misura non eseguita)
	vibrazione superiore al limite massimo misurabile dall'apparecchio
	ampiezza e frequenza della componente più elevata nella vibrazione
	segnale di velocità assente, o velocità inferiore a quella minima consentita
	velocità superiore a quella massima consentita
	velocità non stabile
	equilibratura eseguita su un solo piano (statica)
	equilibratura eseguita su due piani (dinamica) utilizzando due sensori
	equilibratura eseguita su due piani (dinamica) utilizzando un solo sensore posizionato sul piano P1 o P2, rispettivamente
	correzione per aggiunta di materiale
	elenco dei passi della procedura di autoapprendimento per l'equilibratura
	indicatore del passo attuale di taratura
	passo di taratura ancora da eseguire
	passo di taratura già eseguito
	massa test utilizzata nell'autoapprendimento

## Simboli specifici per i dati caricati dall'archivio

	archivio misure di vibrazione
	archivio equilibrature
	visualizzazione della misura salvata nella posizione n° 3 dell'archivio
	valore globale della vibrazione
	ampiezza della componente più elevata nella vibrazione
	frequenza della componente più elevata nella vibrazione
	squilibrio del rotante
	squilibrio iniziale del rotante (primo lancio di taratura) e squilibrio residuo (fine dell'equilibratura)

## Messaggi per l'operatore

	premere OK per avviare la misura
	premere OK per confermare la sovrascrittura dei dati, qualsiasi altro tasto per abbandonare
	premere OK per confermare l'operazione precedentemente selezionata, qualsiasi altro tasto per abbandonare
	misura in corso: attendere il completamento
	processo di misura attivo: premere OK per fermarlo quando si intende accettare il risultato
	collegamento con PC attivo: avviare il software CEMB N-Pro per trasferire i dati

## Stato batteria

	batteria completamente carica
	batteria parzialmente carica
	batteria quasi scarica
	batteria completamente scarica: procedere ad una ricarica entro 5 minuti

## PRECISIONE DI EQUILIBRATURA DEI ROTANTI RIGIDI

**L'equilibratura ha lo scopo di migliorare la distribuzione delle masse di un corpo rotante in modo tale che esso ruoti nei suoi supporti senza creare forze centrifughe superiori ad un valore limite ammissibile.**

Questo scopo può e deve essere raggiunto solo fino ad un certo limite; infatti dopo l'equilibratura rimangono inevitabilmente squilibri residui. Come nelle lavorazioni dei pezzi sulle macchine utensili, essendo impossibile ottenere dimensioni "esattamente" uguali a quelle indicate sul disegno, si stabiliscono "tolleranze di lavorazione", il cui valore varia da caso a caso secondo le esigenze di ogni singolo pezzo, così nell'equilibratura occorre ottenere la precisione di equilibratura adatta ad ogni singolo caso, stabilendo il "massimo squilibrio residuo ammissibile" o "tolleranza di equilibratura".

È evidente che una equilibratura insufficiente causerebbe vibrazioni non tollerabili con tutti i conseguenti disturbi o danni. Sarebbe però errore equilibrare un rotante con precisione superiore a quella necessaria per un regolare e tranquillo servizio della macchina su cui il rotante sarà montato, spingendo ad esempio la precisione di equilibratura alla massima consentita dalle macchine equilibratrici disponibili. Infatti, ciò facendo, non si migliorerebbero praticamente le qualità del rotante ma si aumenterebbe inutilmente il tempo necessario per l'equilibratura e quindi il costo dell'operazione.

Nel fissare la tolleranza di equilibratura è inoltre necessario tener presente il concetto della "riproducibilità", ossia del valore minimo che può essere sicuramente ritrovato facendo più prove. Ad esempio se con la semplice operazione di smontare e rimontare un pezzo sull'equilibratrice o di equilibrarlo in tempi differenti sulla macchina reale si manifesta una variazione di eccentricità di 5 micron, non ha senso equilibrare quel pezzo con precisione molto inferiore a 5 micron.

**È necessario pertanto che per ogni rotante venga determinata e prescritta la tolleranza tecnicamente ed economicamente più conveniente.**

Sui disegni deve quindi essere indicato:

- il valore dello squilibrio residuo massimo ammissibile per ciascuno dei piani di correzione, pure precisati;
- dove e come devono essere applicate le masse di correzione, oppure dove può essere asportato materiale senza danneggiare il pezzo;
- i perni sui quali deve essere appoggiato il rotante sulla equilibratrice;
- il campo consigliabile della velocità di equilibratura;
- tutti gli altri dati opportuni di caso in caso per mettere in grado l'operatore di fare una rapida e sicura equilibratura.

Questo vale per i rotanti rigidi, mentre per quelli flessibili occorrono altre specificazioni. Come le operazioni di equilibratura sono diverse secondo che il rotante può essere considerato rigido o flessibile, così anche la precisione o tolleranza di equilibratura è diversa nei due casi. Basti infatti osservare che nel rotante flessibile l'effetto dello squilibrio viene amplificato dall'inflessione elastica, così che si generano sui supporti forze di entità diverse da quelle relative a un rotante rigido con uguale squilibrio. Si deduce che, a parità di ogni altra condizione, le tolleranze di equilibratura dei due casi saranno diverse se si vorranno ottenere sui supporti uguali forze o vibrazioni.

Quanto sarà esposto, se non diversamente specificato, varrà solo per rotanti rigidi.

### UNITA' DI MISURA DELLA TOLLERANZA DI EQUILIBRATURA

La tolleranza di equilibratura è data dal prodotto dello squilibrio massimo ammissibile per la sua distanza dall'asse di rotazione.

Se si divide la tolleranza di equilibratura per il peso del rotante si ottiene lo "squilibrio specifico". Questo viene detto anche "eccentricità residua tollerabile" poiché nel caso di squilibrio statico esprime l'eccentricità del baricentro del rotante dall'asse di rotazione causato dallo squilibrio ammissibile.

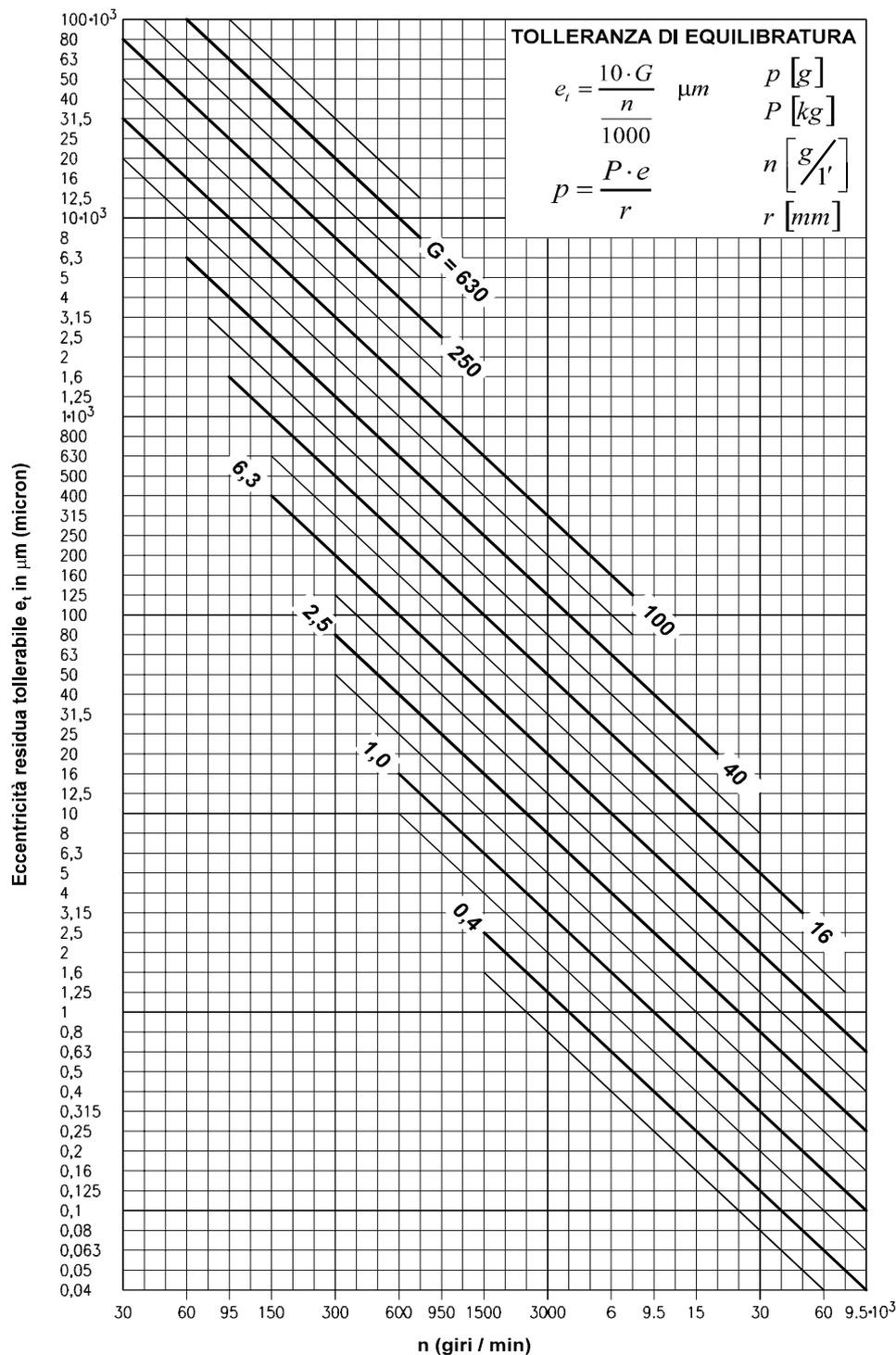
### SIMBOLI

$p$ (grammi)	= squilibrio massimo ammissibile
$r$ (mm)	= distanza di $p$ dall'asse di rotazione
$P$ (kg)	= peso del rotante
$n$ (giri/min)	= velocità di rotazione in servizio normale
$p \cdot r$ (g·mm)	= squilibrio residuo massimo tollerabile
$e = \frac{p \cdot r}{P}$	= eccentricità residua tollerabile (micrometro)
$G$ (mm/s)	= grado di equilibratura (vedere tabella)

## 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
<b>0,4</b>	Giroscopi Mandrini, dischi e indotti di rettifiche di alta precisione <i>Fusi di filatura</i>
<b>1,0</b>	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 esigenze di equilibratura</i>
<b>2,5</b>	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
<b>6,3</b>	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
<b>16</b>	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>
<b>40</b>	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>
<b>100</b>	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>
<b>250</b>	Alberi a gomito completi di motori diesel a 4 cilindri, montati rigidamente con velocità del pistone a 9 m/s
<b>630</b>	Alberi a gomito completi di grandi motori montati rigidamente a 4 tempi Alberi a gomito completi di motori diesel marini montati elasticamente
<b>1600</b>	Alberi a gomito completi di grandi motori a due tempi montati rigidamente
<b>4000</b>	Alberi a gomito completi di motori diesel marini, montati rigidamente, con qualsiasi numero di cilindri, con velocità dei pistoni inferiore a 9 m/s



### USO DEL DIAGRAMMA DELLA 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. Possono essere comunque opportune e talvolta necessarie delle correzioni, in particolare quando la macchina abbia caratteristiche costruttive sostanzialmente diverse da quelle delle macchine tradizionali della stessa categoria.

## CONDIZIONI DI VALIDITÀ DEL DIAGRAMMA DELLE TOLLERANZE DI EQUILIBRATURA

1. I valori di tolleranza si riferiscono all'intero rotante; se i piani di correzione sono due e se il rotante è all'incirca simmetrico, a ciascun piano di correzione compete una tolleranza uguale alla metà del valore trovato purché i piani di correzione siano simmetrici rispetto al baricentro e vicini ai supporti; in caso di forte disimmetria del rotante o della posizione dei piani di correzione occorre una opportuna differente ripartizione dello squilibrio residuo fra i due piani di correzione.
2. I valori di tolleranza valgono indifferentemente per squilibri statici e di coppia.
3. Il rotante deve ritenersi rigido nell'intero campo delle velocità di servizio e nelle effettive condizioni di lavoro nella macchina reale (cuscinetti, supporti, basamento, fondazioni, accoppiamenti con altri rotanti, azionamento, ecc.).

### NOTA 1 - Gradi di equilibratura 0,4 - 1

Per i rotanti che rientrano nelle classi 0,4 e 1 la tolleranza di equilibratura deve essere di norma controllata con il metodo diretto sperimentale.

L'influenza dei mezzi di trascinamento del rotante e dei cuscinetti può essere rilevante.

### NOTA 2 - Uso di attrezzi ausiliari

Nei rotanti che per l'equilibratura devono essere montati su alberi ausiliari o flange ausiliarie le tolleranze indicate hanno significato solo se si controlla, oltre allo squilibrio dell'albero o flangia ausiliaria, anche il gioco di montaggio e la tolleranza di lavorazione del pezzo nei riguardi delle concentricità con l'asse di rotazione sia per l'albero ausiliario come per l'albero definitivo. La somma degli squilibri residui e dei giochi tradotti in valori di eccentricità deve essere evidentemente inferiore alla tolleranza di equilibratura, poiché altrimenti la precisione di equilibratura ottenuta sarebbe illusoria.

### NOTA 3 - Rotanti assemblati

Nei rotanti assemblati gli squilibri delle parti componenti devono essere sommati vettorialmente, tenendo anche conto degli squilibri che derivano dal montaggio (tolleranze di lavorazione, giochi, chiavette, viti di pressione, ecc.).

Lo squilibrio risultante dopo l'assemblaggio deve essere inferiore a quello indicato nei diagrammi per il rotante completo: in caso contrario occorre eseguire l'equilibratura del rotante dopo l'assemblaggio, scegliendo due opportuni piani di correzione.

## METODO DIRETTO SPERIMENTALE

Il valore più preciso e sicuro del massimo squilibrio residuo tollerabile si ottiene solo con prove dirette.

A tale scopo si equilibra il rotante su macchina equilibratrice con la massima precisione possibile, poi lo si monta nella sua macchina in condizioni di servizio.

Si aggiungono in successive prove squilibri crescenti finché le vibrazioni dei supporti o della macchina diventano sensibili. Si stabilisce lo squilibrio massimo ammissibile in relazione al valore trovato, ad esempio un terzo.

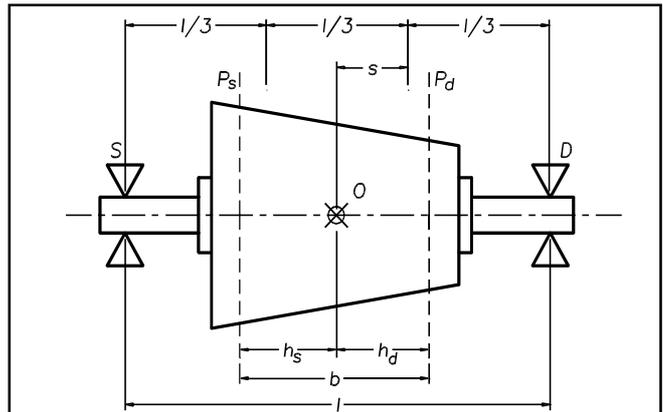
Le prove devono essere fatte sistematicamente in modo da considerare tutti i possibili casi di vibrazione e tutte le possibili condizioni del rotante e posizione degli squilibri aggiunti.

## RIPARTIZIONE DELLO SQUILIBRIO RESIDUO TOLLERABILE FRA I DUE PIANI DI CORREZIONE

Per gran parte dei rotanti è possibile una ragionevole ripartizione del totale squilibrio residuo tollerabile  $\bar{U}$  del rotante su ciascun piano di correzione con uno dei seguenti metodi, da scegliere secondo le condizioni specificate.

Con  $U_s$  e  $U_d$  sono indicati gli squilibri residui tollerabili rispettivamente per il piano di correzione di sinistra e di destra (vedi figure).

Il baricentro del rotante è indicato con  $\bar{O}$ .

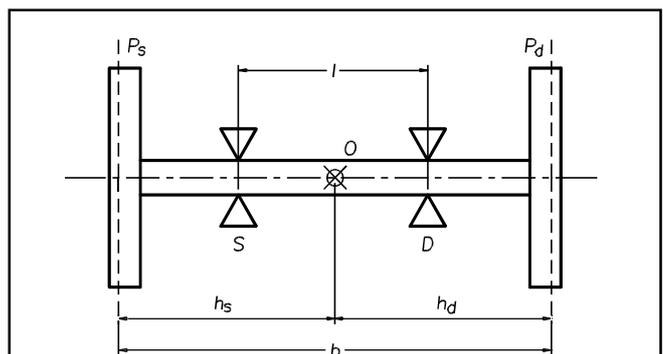


1) Se  $\frac{l}{3} < b < l$ ;  $s < \frac{l}{3}$  con  $h_s \cong h_d$  si può considerare

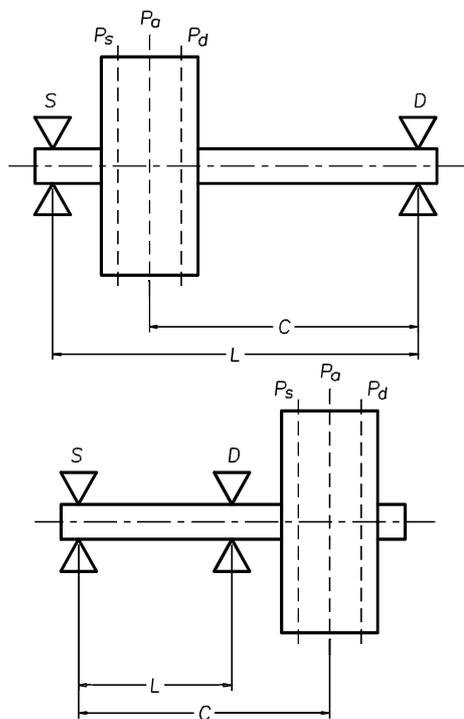
$$U_s = U_d = \frac{1}{2} U$$

Con  $h_s \neq h_d$  ma  $0,3b < h_s < 0,7b$  si può considerare

$$U_s = \frac{h_d}{b} U; U_d = \frac{h_s}{b} U$$



2) Se  $b > l$  conviene considerare un valore maggiorato di squilibrio globale da ripartire come sopra



3) Se  $b < \frac{l}{3}$  conviene ricorrere a un piano ausiliario  $P_a$  (che può coincidere con  $P_s$  o  $P_d$ ) per il quale lo squilibrio

massimo ammissibile è  $U_a = \frac{U}{2} \frac{l}{2c}$

e inoltre per i piani  $P_s$  e  $P_d$

$$U_s = U_d = \frac{U}{2} \frac{3l}{4b}$$

4) In generale lo squilibrio residuo ammissibile per uno dei piani di correzione è dato dal prodotto dello squilibrio residuo globale ammissibile dell'intero rotante per il rapporto fra la distanza dell'altro piano di correzione del baricentro del rotante e la distanza fra i piani di correzione.

Se il rotante non rientra in nessuno dei metodi semplificati indicati, occorre seguire il metodo generale, valido per qualsiasi rotante e per qualsiasi posizione dei piani di correzione.

Il metodo generale è esposto nel fascicolo CEMB N. 8 (che viene inviato in omaggio su richiesta) e in International Standard ISO 1940/1 (1986-09-01).

## DIAGRAMMI D'USO PRATICO PER CORREGGERE LO SQUILIBRIO

### FORATURA SU ACCIAIO:

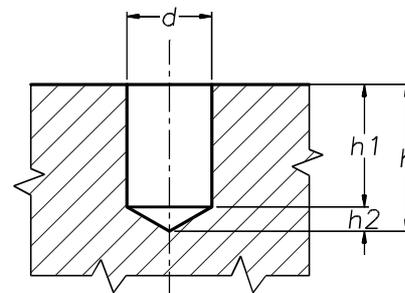
Utilizzare i diagrammi da 1 a 5 secondo le esigenze. Ogni diagramma fornisce, in funzione del peso da asportare (P) e del diametro della punta (d) la profondità di foratura (h) necessaria; le curve sono tracciate tenendo conto della forma conica (120°) della punta, per acciaio (densità 7.85 kg/dm<sup>3</sup>), utilizzando il criterio di seguito descritto:

Unità di misura:

P in grammi

d in mm

h<sub>1</sub>-h<sub>2</sub>-h in mm



Il peso totale asportato da una foratura è:  $P = 7.85 \cdot 10^{-3} \cdot V$  (dove V è il volume totale del foro) (1) considerando che:

$V = V_1 + V_2$  dove

$$V_1 = \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot h_1 \text{ (Volume parte cilindrica) e}$$

$$V_2 = \frac{1}{3} \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot h_2 \text{ (Volume parte conica)}$$

$$h_1 = h - h_2 ; h_2 = \frac{d}{2} \tan 30^\circ \quad \text{la (1) diventa:}$$

$$P = 7.85 \cdot 10^{-3} \left( \frac{\pi}{4} d^2 h - 0.1511 \cdot d^3 \right) \quad (2)$$

### FORATURA SU ALLUMINIO, GHISA ecc.

Noto il peso da asportare occorre moltiplicarlo per un coefficiente di correzione dovuto alla diversa densità dei materiali. Il peso ricavato viene utilizzato nei diagrammi (1 ÷ 5) per avere il corretto valore di profondità (h).

### TABELLA COEFFICIENTE DI CORREZIONE

MATERIALE	D Densità di riferimento (Kg/dm <sup>3</sup> )	Coefficiente di correzione (7.85/D)
ALLUMINIO	2.7	2.91
GHISA	7.25	1.09
OTTONE	8.5	0.92
RAME	8.9	0.88

ESEMPIO:

Squilibrio da togliere  $P = 10$  grammi. Punta utilizzata  $d = 14$  mm. Materiale rotante ALLUMINIO.  $P \text{ corretto} = 10 \times 2.91 = 29.1$  Dal diagramma 1 si ricava  $h = 27$  mm

### CORREZIONE CON AGGIUNTA DI MATERIALE SU ACCIAIO:

Utilizzare il diagramma 6. Esso fornisce in funzione delle dimensioni commerciali spessore (S) e larghezza (L) il peso di un piatto lungo 1 cm. Per ottenere la lunghezza (l) necessaria, dividere lo squilibrio per il peso ricavato dal diagramma.

ESEMPIO: Squilibrio da aggiungere 50 grammi  
Piatto utilizzato 50x10 mm.

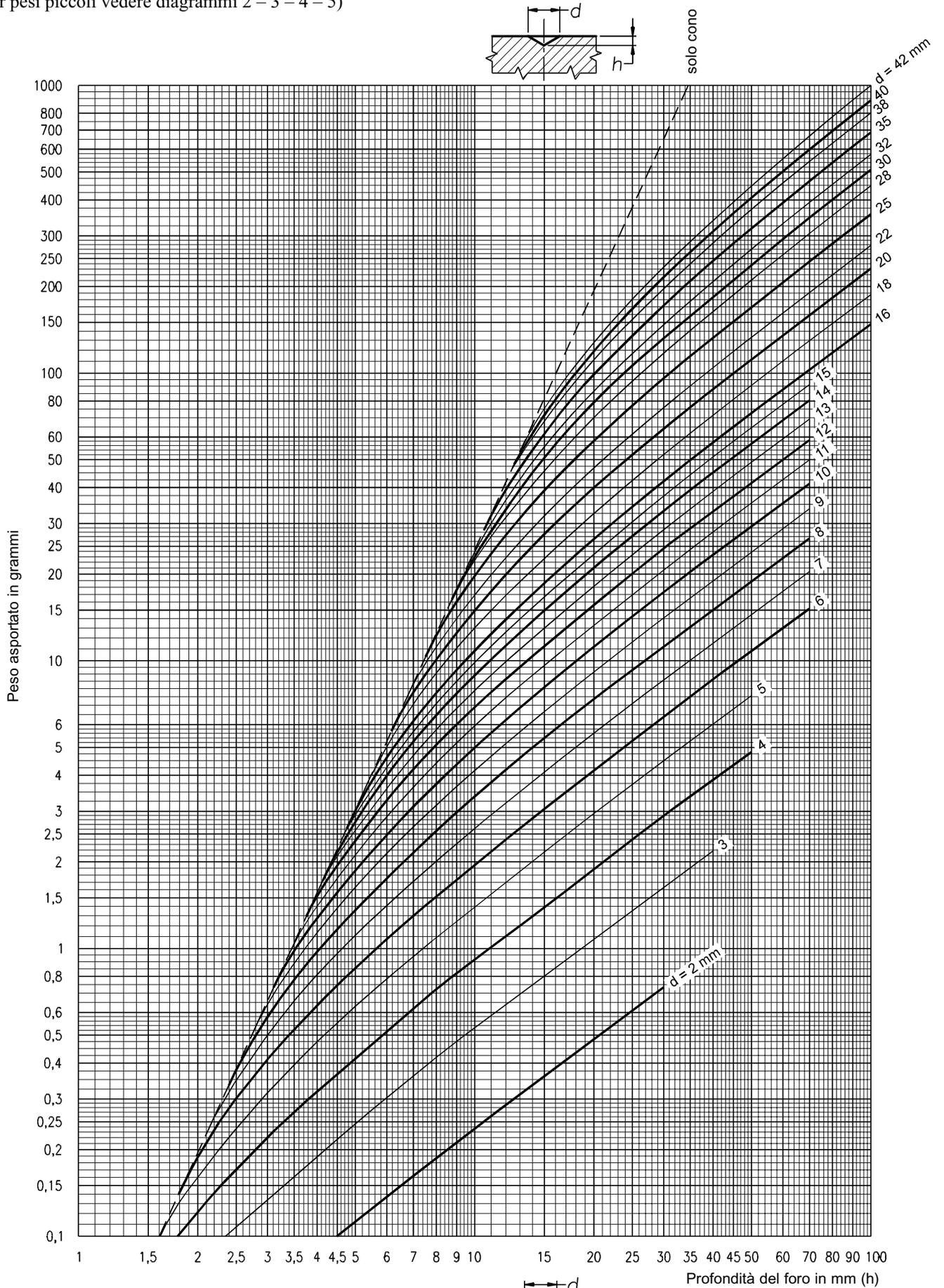
Dal diagramma si ricava un peso  $P = 39$  grammi/cm

$$\text{da cui } l = \frac{50}{39} = 1.3 \text{ cm.}$$



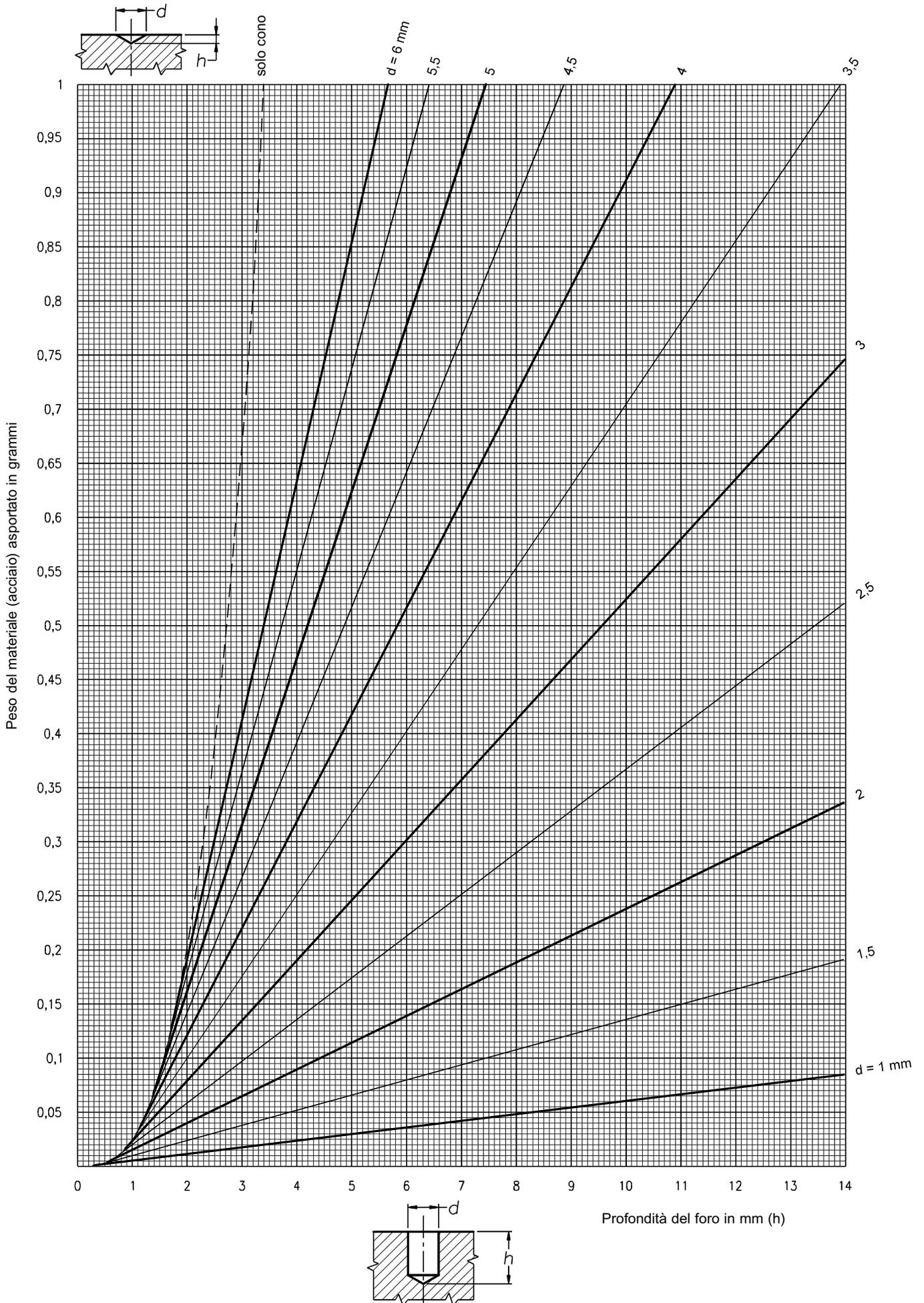
# 1 - DIAGRAMMA GENERALE DEL PESO ASPORTABILE MEDIANTE FORATURA SU ACCIAIO

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

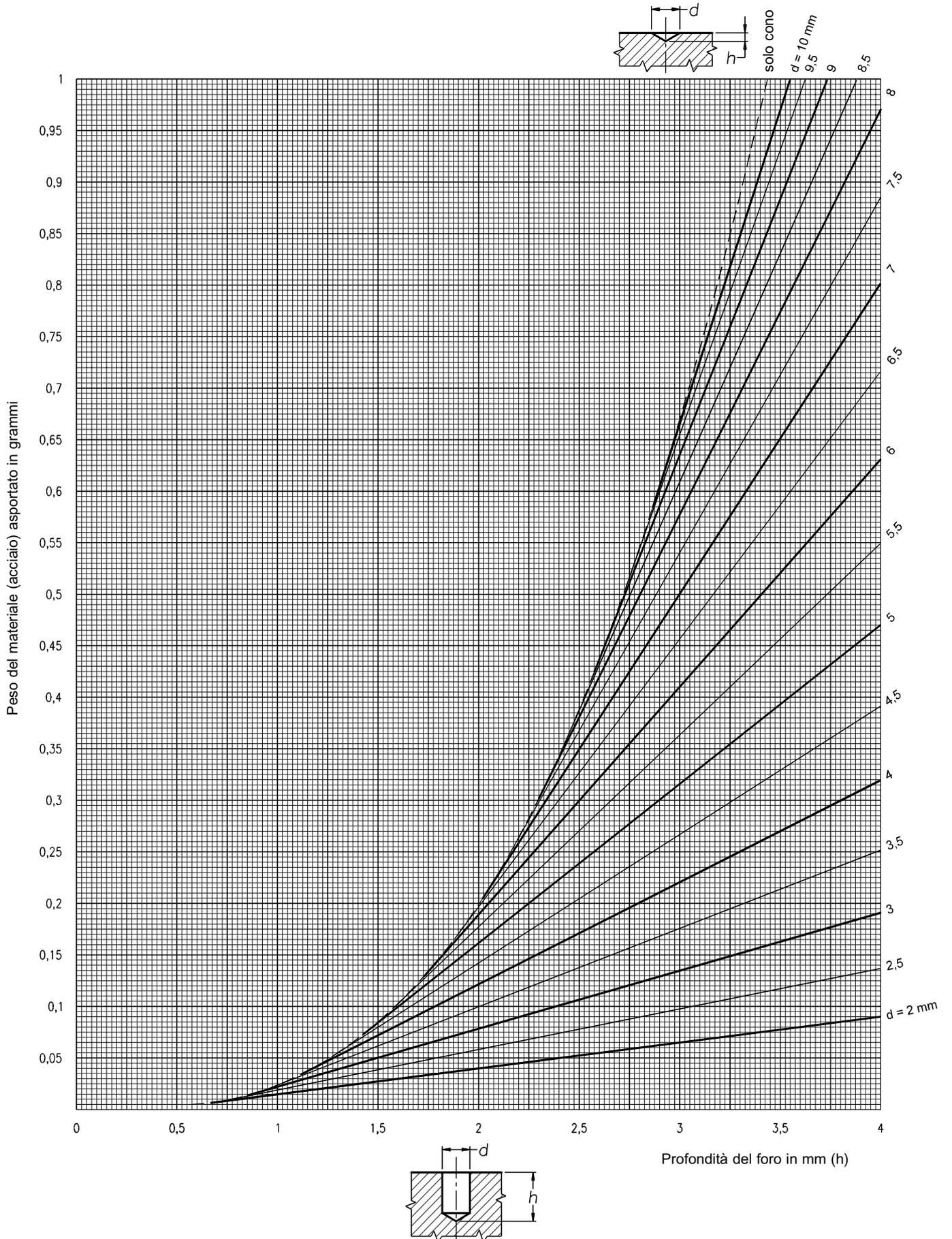




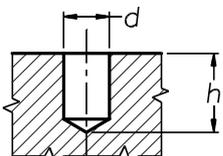
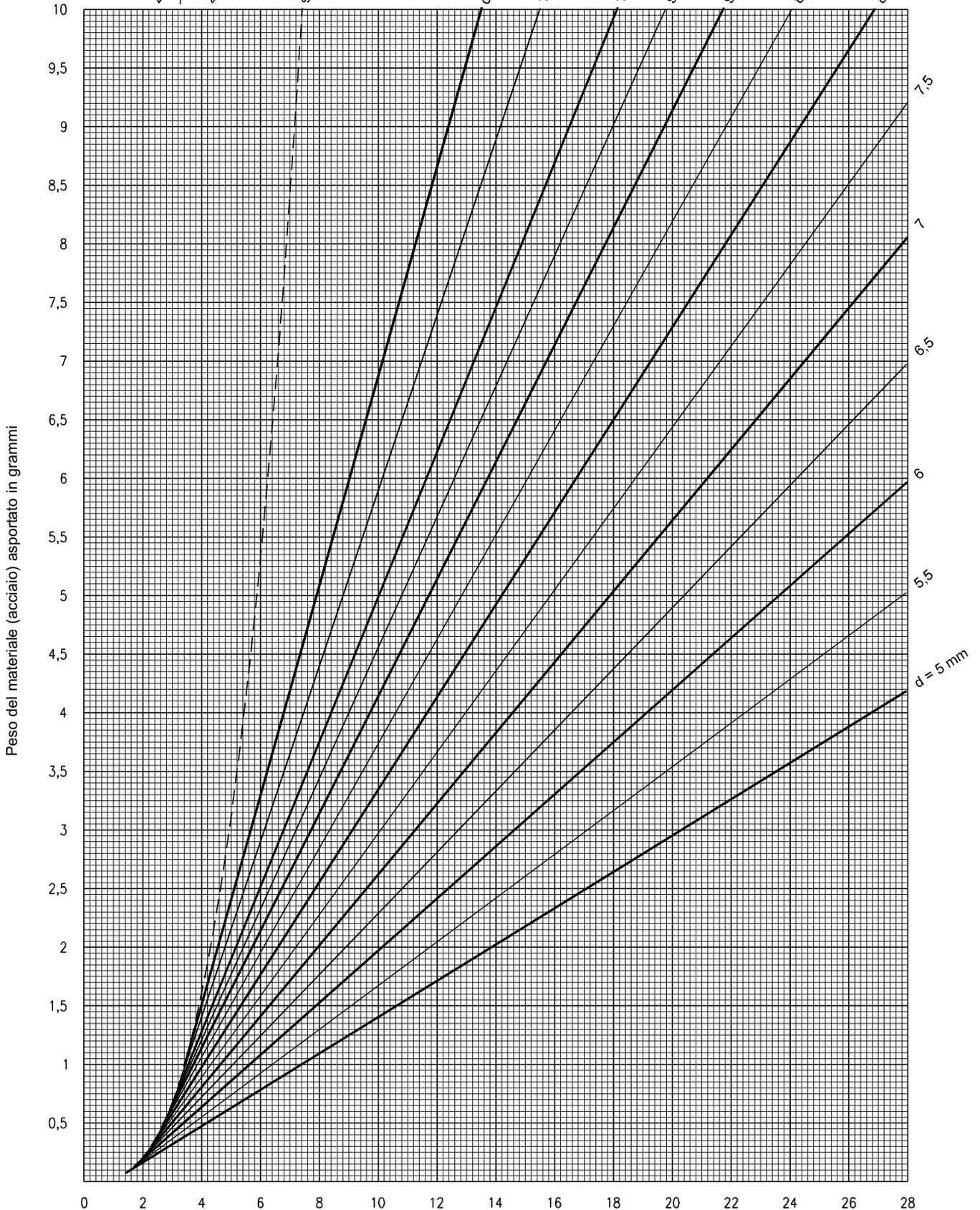
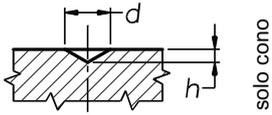
3 - DIAGRAMMA PER FORATURA FINE Ø 1 – 6 mm



4 - DIAGRAMMA PER FORATURA FINE Ø 2 – 10 mm



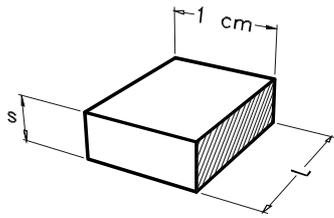
5 - DIAGRAMMA PER FORATURA FINE Ø 5 – 12 mm



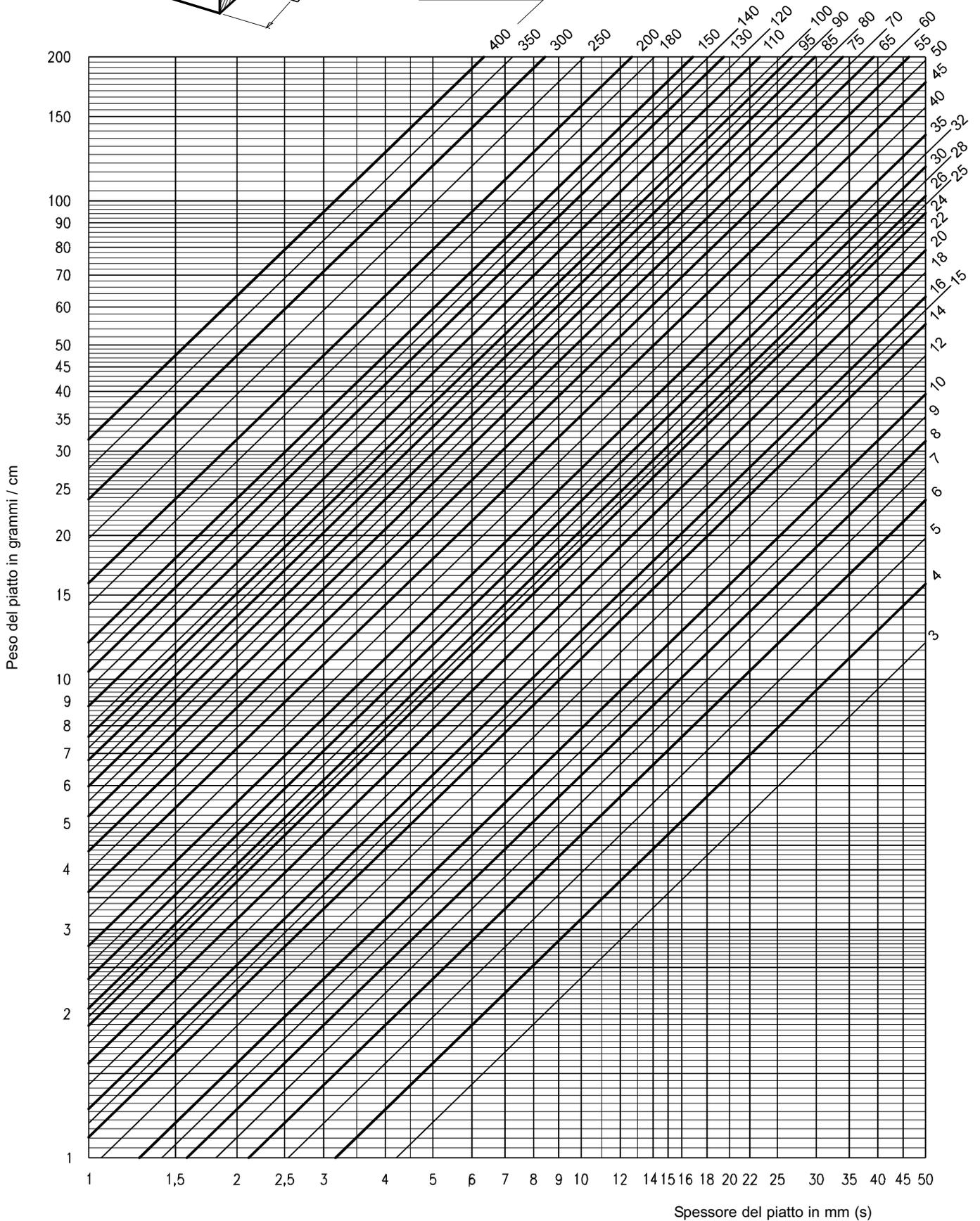
Profondità del foro in mm (h)

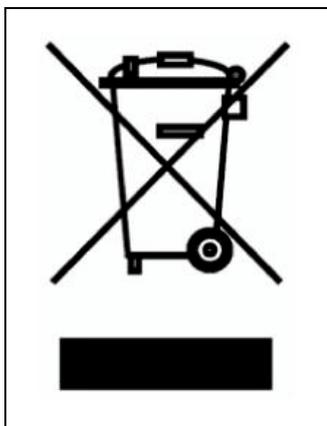
Peso del materiale (acciaio) asportato in grammi

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



Larghezza del  
piatto in mm (L)





### **INFORMAZIONE AGLI UTENTI**

***ai sensi dell'art. 13 del decreto Legislativo 25 luglio 2005,  
n. 151 "Attuazione delle Direttive 2002/95/CE, 2002/96/CE e 2003/108/CE, relative alla  
riduzione dell'uso di sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche,  
nonché allo smaltimento dei rifiuti"***

Il simbolo del cassonetto barrato riportato sull'apparecchiatura o sulla sua confezione indica che il prodotto alla fine della propria vita utile deve essere raccolto separatamente dagli altri rifiuti.

La raccolta differenziata della presente apparecchiatura giunta a fine vita è organizzata e gestita dal produttore.

L'utente che vorrà disfarsi della presente apparecchiatura dovrà quindi contattare il produttore e seguire il sistema che questo ha adottato per consentire la raccolta separata dell'apparecchiatura giunta a fine vita.

L'adeguata raccolta differenziata per l'avvio successivo dell'apparecchiatura dismessa al riciclaggio, al trattamento e allo smaltimento ambientalmente compatibile contribuisce ad evitare possibili effetti negativi sull'ambiente e sulla salute e favorisce il reimpiego e/o riciclo dei materiali di cui è composta l'apparecchiatura.

Lo smaltimento abusivo del prodotto da parte del detentore comporta l'applicazione delle sanzioni amministrative previste dalla normativa vigente.

