

ISTRUZIONE OPERATIVA PER IL SISTEMA DELLA QUALITA'
(Norma UNI EN ISO 9001:2015)
CARATTERIZZAZIONE DI TARATURA BILANCE
(COMPARATORI DI MASSA)

del 02/01/2018

Pag. 1 di 7

IO 8.7.1 CARATTERIZZAZIONE DI TARATURA BILANCE
(COMPARATORI DI MASSA) DELLA SACILE & DELUCCHI

INDICE DELLA ISTRUZIONE OPERATIVA

- 1 Scopo**
- 2 Riferimenti**
- 3 Considerazioni preliminari**
- 4 Operazioni preliminari e attrezzatura necessaria**
- 5 Sensibilità all'eccentricità del carico**
 - 5.1 Posizioni del carico per la misurazione e la sensibilità dell'eccentricità del carico**
- 6 Ripetibilità**
 - 6.1 Stima dello scarto tipo e dell'incertezza di ripetibilità della bilancia**
- 7 Linearità**
 - 7.1 Correzione da tabella**
- 8 Stesura del certificato di taratura (o rapporto di taratura)**

ISTRUZIONE OPERATIVA PER IL SISTEMA DELLA QUALITA'
(Norma UNI EN ISO 9001:2015)
CARATTERIZZAZIONE DI TARATURA BILANCE
(COMPARATORI DI MASSA)

del 02/01/2018

Pag. 2 di 7

1 - Scopo

Questa Istruzione Operativa elabora le procedure per la caratterizzazione di taratura delle bilance di proprietà della Sacile & Delucchi, usate come comparatori di massa per ottenere le relative masse secondarie usate per il controllo e la stesura delle relazioni di prova delle bilance della clientela, garantendone la riferibilità delle misure secondo tre parametri fondamentali: la risposta a carichi non centrati, la ripetibilità e la linearità.

2 - Riferimenti

- [1] UNI CEI EN 45501 “Aspetti metrologici di strumenti per pesare non automatici”, Gennaio 1998
- [2] 90/384/CEE “Direttiva del Consiglio del 20 giugno 1990 sull’armonizzazione delle legislazioni degli stati membri in materia di strumenti per pesare a funzionamento non automatico”
- [3] OIML R111 “International recommendation on weights of classes E₁, E₂, F₁, F₂, M₁, M₂”, 1994
- [4] A. Cappa, M. Mosca “Caratterizzazione di bilance”, IMGC rapporto interno P228, aggiornamento marzo 1998.

3 – Considerazioni preliminari

Nella misura in cui è previsto l’uso di campioni di massa tarati, si presuppone che di questi sia noto il “valore convenzionale di massa”, intesa come “la massa di campione avente la densità uguale a 8000 kg m⁻³ alla temperatura di 20°C, il quale equilibra, su una bilancia ideale, il corpo in aria avente densità 1,2 kg m⁻³ alla temperatura di 20°C” .

4 – Operazioni preliminari e attrezzatura necessaria

La caratterizzazione di una bilancia deve avvenire nel sito di utilizzo.

Prima di iniziare l’effettuazione delle misure vere e proprie occorre annotare tutte le caratteristiche della bilancia in taratura, dalla ditta costruttrice, al numero di matricola, alle caratteristiche metrologiche riportate sul manuale d’istruzione, oltre ad eventuali peculiarità dello strumento.

Si deve effettuare un’ispezione generale dello strumento per accertarsi che sia in condizioni di funzionamento ordinarie e non presenti evidenti anomalie meccaniche od elettriche.

Si devono verificare la sensibilità del supporto alle vibrazioni, la stabilità termica della stanza, la distanza da possibili fonti di turbolenza dell’aria e di disturbi elettromagnetici.

Nella taratura si utilizzeranno dei campioni di massa corredati dal relativo certificato di taratura, che dovrà essere valido, in base a quanto prescritto dal Sistema Qualità, ed indicarne la riferibilità. Dal punto di vista metrologico, la scelta della pesiera vincola l’incertezza che si otterrà dalla caratterizzazione . E’ opportuno scegliere, per minimizzarne l’effetto sull’incertezza di taratura, una pesiera con incertezza estesa di taratura inferiore a 0,29 *uf* della bilancia sottoposta a taratura.

Nella tabella 0 sono riportate le classi delle pesiere da scegliere, in funzione della portata e della unità di formato della bilancia, in ottemperanza al criterio predetto.

Sacile & Delucchi s.n.c. ISTRUZIONE OPERATIVA PER IL SISTEMA DELLA QUALITA' (Norma UNI EN ISO 9001:2015) CARATTERIZZAZIONE DI TARATURA BILANCE (COMPARATORI DI MASSA)	Cod. IO 8.7.1 Rev. 0 del 02/01/2018 Pag. 3 di 7
---	--

Tabella 0 – Guida alla scelta della pesiera da usarsi per minimizzare l'effetto sull'incertezza di taratura della bilancia

Portata bilancia	Unità di formato (<i>uf</i>) della bilancia									
	0,1 µg	1 µg	10 µg	100 µg	1 mg	10 mg	100 mg	1 g	10 g	100 g
≤ 50 kg							E2	F2	M2	M3
≤ 20 kg							E2	F2	M2	M3
≤ 10 kg					E1	E1	F1	M1	M3	M3
≤ 5 kg					E1	E2	F2	M2	M3	M3
≤ 2 kg				E1	E1	E2	F2	M2	M3	M3
≤ 1 kg				E1	E1	F1	M1	M3	M3	
≤ 500 g				E1	E2	F2	M2	M3	M3	
≤ 200 g			E1	E1	E2	F2	M2	M3	M3	
≤ 100 g			E1	E1	F1	M1	M3	M3		
≤ 50 g			E1	E1	F1	M1	M3	M3		
≤ 20 g		E1	E1	E2	F2	M2	M3	M3		
≤ 10 g		E1	E1	E2	F2	M2	M3			
≤ 5 g	E1	E1	E1	E2	F2	M2	M3			
≤ 2 g	E1	E1	E1	E2	F2	M2	M3			
≤ 1 g	E1	E1	E1	E2	F2	M2				

Durante le misurazioni la bilancia deve essere in equilibrio termico con l'ambiente, a tale proposito si deve:

- accendere la bilancia almeno dodici ore prima dell'inizio della taratura;
- porre, prima dell'inizio delle operazioni, le pesiere in prossimità della bilancia. Per il tempo di attesa utilizzare la tabella 00.

Durante le misure la temperatura deve essere rilevata e non subire variazioni oltre a $\pm 2^{\circ}\text{C}$, per le tarature effettuate con pesiere di classe E₁ o E₂, oltre a $\pm 5^{\circ}\text{C}$, per tarature effettuate con le altre pesiere.

Tra le operazioni preliminari è molto importante quella effettuata per rendere la bilancia sottoposta a taratura in equilibrio termico in presenza dell'operatore. Si deve prevedere la ripetizione di almeno una decina di pesature con un carico superiore al 50% della portata della bilancia. Le indicazioni di questa misura, probabilmente affette da una evidente deriva, non saranno registrate. La durata di questa operazione non deve essere inferiore a 10 minuti.

Si procederà, quindi, alla determinazione del tempo minimo di stabilizzazione t . Caricata la bilancia con un carico prossimo al massimo, si rilevano le letture ad intervalli di qualche secondo, continuando i rilevamenti per un periodo almeno doppio di quello di apparente stabilizzazione. Si ripeta tale operazione al carico minimo; il tempo t sarà assunto come il più lungo tra i due periodi determinati. Noto il tempo di stabilizzazione t , in funzione delle operazioni di carico e scarico previste, si fisserà un tempo T di intervallo tra le letture, da mantenere costante per tutte le prove. Questo dovrà tener conto oltre che di t , anche dei

Sacile & Delucchi s.n.c. ISTRUZIONE OPERATIVA PER IL SISTEMA DELLA QUALITA' (Norma UNI EN ISO 9001:2015) CARATTERIZZAZIONE DI TARATURA BILANCE (COMPARATORI DI MASSA)	Cod. IO 8.7.1 Rev. 0 del 02/01/2018 Pag. 4 di 7
---	--

tempi necessari per muovere i carichi attorno alla bilancia e per posizionarli correttamente nel ricettore di carico.

Tabella 00 – tempi di stabilizzazione termica delle masse in funzione della differenza di temperatura iniziale ΔT tra massa e bilancia.

ΔT	Valore della massa	Classe E1	Classe E2	Classe F1	Classe F2
$\pm 20^{\circ}\text{C}$	10,20,50 kg	45 h	27 h	12 h	3 h
	1,2,5 kg	18 h	12 h	6 h	2 h
	100,200,500 g	8 h	5 h	3 h	1 h
	10,20,50 g	2 h	2 h	1 h	0,5 h
	< 10 g	1 h			
$\pm 5^{\circ}\text{C}$	10,20,50 kg	36 h	18 h	4 h	1 h
	1,2,5 kg	15 h	8 h	3 h	1 h
	100,200,500 g	6 h	4 h	2 h	0,5 h
	10,20,50 g	2 h	1 h	1 h	0,5 h
	< 10 g	1 h			
$\pm 2^{\circ}\text{C}$	10,20,50 kg	27 h	10 h	1 h	0,5 h
	1,2,5 kg	12 h	5 h	1 h	0,5 h
	100,200,500 g	5 h	3 h	1 h	0,5 h
	<100 g	1 h			

5 - Sensibilità all'eccentricità del carico

Scopo della misura è di verificare eventuali anomalie nel funzionamento della bilancia imputabili alla sensibilità dello strumento al decentramento del carico sul ricettore di carico ; queste anomalie sono spesso piuttosto evidenti quando il decentramento del carico supera la metà della semidiagonale (o del raggio) del piatto ed il carico si avvicina alla portata massima.

Per fissare la particolarità operativa della misurazione si deve tener conto che: gli strumenti per pesare con carico appoggiato sono dotati di un ricettore del carico a piatto o a piattaforma di forma relativamente semplice ed avente uno o più punti di appoggio. Le modalità di misura variano in relazione al numero di punti di appoggio.

Per gli strumenti dove il ricettore del carico non ha più di quattro punti di appoggio, vengono identificate tre o quattro zone di caricamento più una centrale, il carico, possibilmente composto da un solo campione di massa, viene applicato ad una distanza dal centro compresa tra la metà ed un terzo della semidiagonale oppure del raggio, per piattelli di forma circolare. Carico sarà circa 1/3 della portata massima della bilancia, o in questo caso di caratterizzazione interna, carichi scelti dall'operatore in relazione allo scopo prefissato.

5.1- Posizioni del carico per la misurazione e la sensibilità all'eccentricità del carico

La massa utilizzata per la misurazione non deve essere necessariamente tarata.

Quando i carichi sono movimentati a mano, per assicurare la reperibilità di questa misura è bene utilizzare un supporto in materiale paramagnetico, opportunamente sagomato, inciso o disegnato per indicare la posizione dei carichi. Un foglio di carta, con un disegno che indichi le posizioni, è utile a questo scopo.

Tabella 1

Posizione	Lettera <i>L</i> /g
1	xxx
2	xxx
3	xxx
4	xxx
5	xxx
1	xxx

$$\text{diff}L_{\max} = L_{\max} - L_{\min}$$

Nella tab. 1 è riportato lo schema di rilievo dei dati per una bilancia a carico appoggiato, con ricettore del carico dotato di non più di quattro punti di appoggio .

Qualora la misurazione debba essere condotta con masse di valore maggiore o uguale a 5 kg, è consigliabile, se possibile, segnare sul piatto i punti esatti da ripetere le operazioni di controllo.

Il parametro $\text{diff}L_{\max}$ rappresenta la differenza tra il valore massimo e quello minimo delle lettere *L*.

6 – Ripetibilità

La ripetibilità dello strumento viene espressa dal dato che si riferisce a pesate per lettura diretta, cioè a come si ripete la lettura di una bilancia se uno stesso oggetto viene ripetutamente posto sul suo piatto.

Per gli strumenti ad un campo di pesatura, la misurazione va eseguita ad almeno due livelli di carico, cioè a pieno carico (Max) e a circa metà della portata ($\frac{1}{2}$ Max), utilizzando delle masse non necessariamente tarate, ma di qualità idonea a garantire una buona stabilità, e deve comprendere un numero *n* di letture con il carico di misura, intervallate da lettura al carico minimo (Min), che nella stragrande maggioranza dei casi corrisponderà a zero. Per gli strumenti con divisioni plurime la misurazione si ripete, per i due livelli di carico previsti, per ogni campo di pesatura parziale. Per gli strumenti a campi plurimi la ripetibilità si misura a due livelli di carico prossimi a Max e $\frac{1}{2}$ Max.

Circa il numero *n* di lettura di ripetere da adottare, tenendo conto delle norme metrico legali , questi sarà normalmente non inferiore a 10.

Le lettere *L_c*, corrette per la deriva, sono calcolate come segue:

$$L_{ci} = L_i - 0,5 (L_{\min i-1} + L_{\min i+1}) \text{ con } i=2,4,\dots$$

Nelle caselle del settore riassuntivo compariranno, riferite alla colonna corrispondente, il valore (media), il valore massimo (max) e il valore minimo (min).

ISTRUZIONE OPERATIVA PER IL SISTEMA DELLA QUALITA'
(Norma UNI EN ISO 9001:2015)
CARATTERIZZAZIONE DI TARATURA BILANCE
(COMPARATORI DI MASSA)

del 02/01/2018

Pag. 6 di 7

6.1 – Stima dello scarto tipo e della incertezza di ripetibilità della bilancia

Lo scopo tipo S_L di una bilancia e il parametro largamente utilizzato per descrivere la sua capacità di ripetere la stessa indicazione in corrispondenza dello stesso carico. I dati permettono di stimare lo scarto tipo in modo non polarizzato rispetto alla deriva. Si deve tener conto che i dati L_c non sono tra loro statisticamente indipendenti a causa di come sono stati ricavati. Una trattazione formalmente corretta richiede calcoli con formule matriciali.

In modo semplificato si può procedere nel modo seguente: si calcola L_{cm} il valore medio delle letture corrette per la deriva:

$$L_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^n L_{ci}}{n}$$

dove n è il numero di valori L_c osservati. Questo modo di procedere, molto semplice, non è corretto da un punto di vista teorico poiché non tiene conto delle correlazioni statistiche che esistono tra i valori L_{ci} . E' comunque accettabile perché si può dimostrare che è comunque sempre una sovrastima del valore S_L che si calcola tenendo conto oltre che di S_L anche dell'unità di formato uf .

7 – Linearità

Con questa misurazione ci si prefigge di verificare, su tutto il campo di misura, la corrispondenza tra l'indicazione della bilancia e il carico applicato, misurando la correzione che deve essere aggiunta all'indicazione e la sua incertezza estesa.

Non è sufficiente verificare il corretto funzionamento a pieno carico, ma occorre rilevare una vera e propria curva di taratura, che potrà poi essere data sotto forma di tabella o di grafico.

Durante questa misura è molto importante che i campioni di massa siano posti esattamente al centro del ricettore di carico. E' bene usare, a questo scopo, sagome centratrici di materiali paramagnetico, come fogli di carta con il disegno del centro. Eventuali carichi composti con più campioni verranno posti sul ricettore di carico con gli elementi sovrapposti, se possibile. Per l'esecuzione di questa misurazione occorre evidentemente una serie di masse tarate, con incertezze adeguate all'incertezza di taratura della bilancia che si vuole ottenere.

La misurazione consiste in m lettere, a carichi equispaziati su tutto il campo di pesata, con carico crescente e con carico decrescente. Le lettere sotto carico sono intervallate da lettere a carico Min.

Il numero m deve essere scelto tenendo conto sia della normativa esistente sia delle esigenze di affidabilità della misura. Normalmente si adatta $m = 11$, scegliendo i carichi all'incirca uguali a:

$$\text{Min}, \text{Min} + 0,1 (\text{Max} - \text{Min}), \text{Min} + 0,2 (\text{Max} - \text{Min}), \dots, \text{Max}$$

ISTRUZIONE OPERATIVA PER IL SISTEMA DELLA QUALITA'
(Norma UNI EN ISO 9001:2015)
CARATTERIZZAZIONE DI TARATURA BILANCE
(COMPARATORI DI MASSA)

del 02/01/2018

Pag. 7 di 7

Si calcolerà innanzi tutto la lettura L_c , corretta per la deriva.

$$L_{ci} = L_i - 0,5 (L_{i-1} + L_{i+1}) \quad \text{per } i = 2,4,\dots$$

In seguito si potranno calcolare gli scostamenti ΔM_1 e ΔM_2 per carichi crescenti e decrescenti, tenendo conto dei valori presenti sui certificati delle masse impiegate M_c :

$$\Delta M_{1,2i} = M_{ci} - L_{ci} \quad \text{per } i = 2,4,\dots$$

e il ΔM medio, per ogni carico :

$$\Delta m_i = \frac{1}{2} (\Delta M_{1i} + \Delta M_{2i}) \quad \text{per } i = 2,4,\dots$$

7.1 – Correzione da tabella

Il calcolo del polinomio interpolare è il metodo matematicamente raccomandato per ovviare a difetti di linearità della scala, tuttavia è certamente lecito procedere alla linearizzazione usando direttamente la tabella relativa, i valori ΔM non direttamente rintracciabili in detta tabella potranno essere interpolati tra quelli esistenti.

Se L è la lettura della bilancia corrispondente ad un qualunque misurando, il suo valore convenzionale di massa M (se la temperatura è 20 °C e la densità dell'aria 1,2 kg m⁻³)

$$M = L + \Delta M$$

8 – Stesura del Certificato di taratura (o rapporto di taratura)

Il Certificato di taratura dovrà contenere oltre agli estremi riferimenti della reperibilità della misura, i dati di identificazione dell'oggetto di taratura, della procedura, dei campioni e degli strumenti usati, e della loro certificazione, tutti i dati significativi che emergono dalla misura. Si preciserà che i parametri identificati sono validi esclusivamente nelle condizioni di misura effettivamente riscontrate. Il certificato non deve avere indicazioni di scadenza.

La variazione di temperatura durante la misura della linearità dovrà essere registrata indicando la massima e la minima misura durante le operazioni.