

# Definizioni metrologiche



**POLITECNICO  
MILANO 1863**

Area Affari Generali e Supporto Strategico  
Servizio Qualità di Ateneo

SQuA/LNG 15.004 - Agg. 02  
02/02/2020

## Linea guida

# Definizioni metrologiche

**SQuA/LNG 15.004**

Aggiornamento 02

del 20/02/2020

Verifica e approvazione:

Staff SQuA

Davide Lucca

Responsabile Assicurazione

Qualità di Ateneo

Stefano Menegozzi



## Sommario

1. SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE .....	5
2. RIFERIMENTI.....	5
3. DEFINIZIONI .....	5
3.1. Misure e dispositivi di misura.....	5
3.1.1. Misura.....	5
3.1.2. Dispositivo di misura .....	6
3.1.3. Campione .....	6
3.1.4. Materiale di riferimento .....	7
3.1.5. Trasduttore.....	7
3.1.6. Strumento di misura .....	7
3.1.7. Unità di formato .....	7
3.1.8. Catena di misura .....	7
3.2. Risultato di misura e sue caratteristiche .....	8
3.2.1. Risultato di Misura.....	8
3.2.2. Incertezza di misura.....	8
3.2.3. Scarto tipo.....	8
3.2.4. Incertezza tipo.....	9
3.2.5. Incertezza tipo composta .....	9
3.2.6. Incertezza estesa .....	9
3.2.7. Fattore di copertura .....	9
3.3. Caratteristiche dei dispositivi di misura.....	9
3.3.1. Risoluzione.....	9
3.3.2. Accuratezza.....	9
3.3.3. Sensibilità .....	9
3.3.4. Ripetibilità .....	10
3.3.5. Riproducibilità.....	10
3.3.6. Riferibilità.....	10
3.3.7. Taratura .....	10
3.3.8. Azzeramento.....	10
3.3.9. Messa a punto.....	10
3.3.10. Classe .....	10
3.3.11. Stabilità .....	11
3.3.12. Isteresi.....	11
3.3.13. Deriva.....	11

## 1. SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

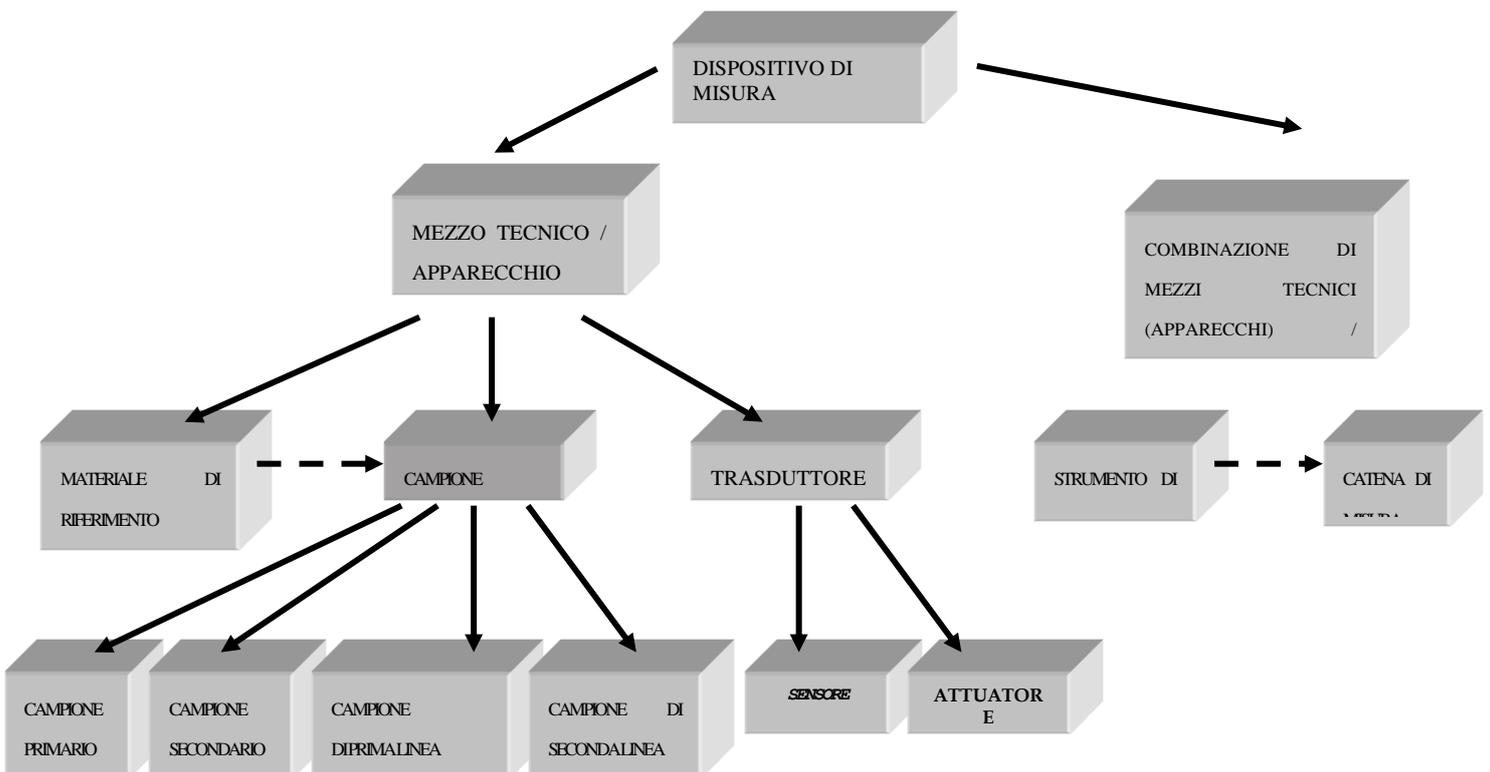
La presente procedura definisce la terminologia adottata all'interno della Sistema Qualità Politecnico in materia di misure, al fine di uniformare il linguaggio metrologico.

## 2. RIFERIMENTI

- UNI 4546: "Misure e misurazioni: termini e definizioni fondamentali";
- UNI 9225: "Precisione dei metodi di prova";
- UNI EN ISO 10012: "Sistemi di gestione della misurazione: requisiti per i processi e le apparecchiature di misurazione";
- VIM Vocabolario Internazionale di Metrologia;
- UNI CEI ENV 13005: "Guida all'espressione dell'incertezza di misura";
- EA-4/02: "Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration".

## 3. DEFINIZIONI

Sono di seguito riportate le definizioni utilizzate che rispondono a quanto indicato nello schema riportato in fig. 1.



### 3.1. Misure e dispositivi di misura

#### 3.1.1. Misura

Insieme di operazioni aventi lo scopo di determinare il valore della grandezza (in altri contesti viene utilizzato anche il termine “misurazione”).

La grandezza oggetto di misura può essere detta anche “misurando”.

### 3.1.2. Dispositivo di misura

Termine generale indicante il mezzo tecnico (detto anche apparecchio) o la combinazione di mezzi tecnici (detta anche apparecchiatura) atti ad eseguire misure.

### 3.1.3. Campione

Apparecchio che riproduce, durante l'uso, uno o più valori di una grandezza con un'incertezza nota.

Per la realizzazione e la conservazione di alcune unità di misura si usano sia campioni detti “naturali”, ovvero dispositivi nei quali un fenomeno fisico viene impiegato per riprodurre la voluta unità di misura, sia campioni detti “materiali” (o “artificiali”), ovvero dispositivi che materializzano la relativa unità di misura.

Sono campioni naturali la frequenza della radiazione corrispondente alla transizione tra i due livelli iperfini dello stato fondamentale del cesio 133 (campione di tempo), l'effetto Josephson (campione di tensione elettrica), l'effetto Hall quantistico (campione di resistenza elettrica), ecc.

Sono campioni materiali la massa del prototipo internazionale del kilogrammo conservato al Pavillon de Breteuil (Sèvres), gli elementi di una pesiera, i blocchetti di riscontro pianparalleli, ecc<sup>1</sup>.

#### 3.1.3.1. Campione primario

Campione che è designato o riconosciuto come avente le più alte qualità metrologiche nell'ambito di ciascun sistema metrologico nazionale<sup>2</sup>.

In Italia i campioni primari sono conservati presso gli Istituti Metrologici Nazionali G. Colonnetti e G. Ferraris e dall'E.N.E.A.

#### 3.1.3.2. Campione secondario

Campione il cui valore è stabilito per comparazione con un campione primario della stessa grandezza.

Sono campioni secondari quelli posseduti dai Centri LAT. ed equivalenti europei o internazionali mutuamente riconosciuti.

#### 3.1.3.3. Campione di prima linea (o di riferimento)

---

<sup>1</sup> Esistono casi, come ad esempio la grandezza esposizione, che definisce l'intensità di un fascio di radiazioni ionizzanti di natura elettromagnetica, in cui il campione primario non è mantenuto da un singolo laboratorio primario ma è definito attraverso un valor medio derivante da una procedura di confronto permanente tra vari laboratori primari.

<sup>2</sup> Sono noti gli scostamenti tra i valori di ciascun primario nazionale ed i corrispondenti campioni primari delle altre nazioni.

Campione avente in generale la più alta qualità metrologica disponibile in un determinato luogo o una determinata organizzazione, caratterizzato da riferibilità al campione primario.

#### **3.1.3.4. Campione di seconda linea (o di lavoro)**

Campione utilizzato per effettuare misure e tarare strumenti di misura o materiali di riferimento, caratterizzato da riferibilità diretta al campione di prima linea.

#### **3.1.3.5. Valore nominale di un campione materiale**

Numero, con associata unità di misura, relativo a un campione materiale che ha lo scopo di identificare il valore della grandezza che il campione riproduce.

### **3.1.4. Materiale di riferimento**

Mezzo tecnico costituito da un materiale o una sostanza per la quale una o più proprietà sono sufficientemente definite da essere utilizzate ai fini di misura. Nel caso in cui sia accompagnato da un certificato che ne attesti la riferibilità metrologica può essere utilizzato come campione

### **3.1.5. Trasduttore**

Apparecchio che genera una grandezza fisica in uscita il cui valore è legato al valore di una grandezza fisica in ingresso<sup>3</sup> da una dipendenza funzionale.

#### **3.1.5.1. Sensore**

Particolare trasduttore che, all'interno di un'apparecchiatura, si trova in diretta interazione con il misurando.

#### **3.1.5.2. Attuatore**

Particolare trasduttore che, all'interno di una apparecchiatura, consente l'impiego dell'informazione prodotta.

### **3.1.6. Strumento di misura**

Apparecchiatura che, posta in interazione con il misurando, fornisce nel suo formato d'uscita un'indicazione quantitativa dipendente dal valore del misurando stesso.

### **3.1.7. Unità di formato**

Minima graduazione della scala di uno strumento.

Nel caso in cui il formato di uscita sia analogico, è costituita dalla minima divisione della scala.

Nel caso in cui il formato di uscita sia digitale, è costituita dalla cifra meno significativa.

### **3.1.8. Catena di misura**

---

<sup>3</sup> Generalmente la grandezza fisica in uscita è più facilmente misurabile della grandezza fisica in ingresso.

Combinazione di apparecchi e/o strumenti di misura connessi tra loro, che permette di effettuare la misura di una grandezza

## 3.2. Risultato di misura e sue caratteristiche

### 3.2.1. Risultato di Misura

Informazione costituita da un valore, un'incertezza (opportunamente specificata) ed un'unità di misura, assegnate a rappresentare il misurando<sup>4</sup>.

### 3.2.2 Incertezza di misura

Parametro associato al risultato della misura che caratterizza la dispersione dei valori che possono essere ragionevolmente attribuiti al misurando.

In altri termini, l'incertezza di misura è la stima eseguita secondo procedimenti convenzionali<sup>5</sup> del livello di non conoscenza del misurando.

L'incertezza di misura può essere espressa, per esempio, da uno scarto tipo (o un suo multiplo assegnato) o dalla semiampiezza di un intervallo avente livello di fiducia stabilito.

All'incertezza di misura, in generale, contribuiscono più componenti. Talune di queste possono essere valutate dalla distribuzione statistica dei risultati di serie di misure e possono dunque essere caratterizzate mediante scarti tipo sperimentali; questa valutazione dell'incertezza è detta di **categoria A**. Le altre componenti, anch'esse caratterizzabili mediante scarti tipo, sono valutate da distribuzioni di probabilità ipotizzate sulla base dell'esperienza o di informazioni di altro tipo; questa valutazione dell'incertezza è detta di **categoria B**.

### 3.2.3. Scarto tipo

Nel caso di valutazione di categoria A dell'incertezza, rilevati, nelle medesime condizioni di misura,  $n$  valori  $x_i$  di uno stesso misurando, lo scarto tipo  $s$  è definito come:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

dove

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad \text{è la media dei valori } x_i.$$

Considerando la serie degli  $n$  dati come un campione estratto dalla distribuzione della variabile osservata,  $\bar{x}$  è uno stimatore non deviato della media  $\mu$  e  $S^2$  è uno stimatore non deviato della varianza  $\sigma^2$  della popolazione.

Nel caso di valutazione di categoria B dell'incertezza, lo scarto tipo è definito come la radice quadrata della varianza della distribuzione di probabilità ipotizzata.

<sup>4</sup> Talvolta il risultato della misura può essere costituito da una distribuzione di valori, sempre con associata un'incertezza e un'unità di misura.

<sup>5</sup> Allo stato attuale, il metodo convenzionale seguito per la stima dell'incertezza è quello indicato dalla norma UNI CEI ENV 13005.

### 3.2.4. Incertezza tipo

Incertezza del risultato di una misura espressa come scarto tipo.  
Si indica normalmente con il termine  $u(\cdot)$ .

### 3.2.5. Incertezza tipo composta

Incertezza tipo ottenuta per mezzo della combinazione, secondo procedimenti convenzionali, di diverse componenti di incertezza tipo.  
Si indica normalmente con il termine  $u_c(\cdot)$ .

### 3.2.6. Incertezza estesa

È ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo composta per un opportuno fattore in modo tale da definire un intervallo che ci si aspetta comprendere una frazione rilevante della distribuzione dei valori ragionevolmente attribuibili al misurando. La frazione può essere interpretata come la probabilità di copertura o livello di fiducia dell'intervallo.

Per poter associare uno specifico livello di fiducia definito dall'incertezza estesa è necessario fare ipotesi, esplicite o implicite, sulla distribuzione di probabilità attribuibile ai valori della misura. Il livello di fiducia che può essere associato a questo intervallo può essere conosciuto solo nei limiti entro i quali quelle ipotesi siano giustificate.

Si indica normalmente con  $U$ .

### 3.2.7. Fattore di copertura

Fattore moltiplicativo utilizzato per ottenere l'incertezza estesa a partire dall'incertezza tipo composta. Si indica normalmente con  $k$ .

$$U = k \cdot u_c(\cdot)$$

## 3.3. Caratteristiche dei dispositivi di misura

### 3.3.1 Risoluzione

Capacità di uno strumento di misura di distinguere stati diversi del misurando senza alcuna implicazione sulla capacità di valutare l'entità della variazione.

Nel caso di strumenti con formato di uscita digitale, la risoluzione coincide sempre con l'unità di formato.

### 3.3.2. Accuratezza

Termine utilizzato per esprimere la stima dello scarto tra il valore della misura ed il valore considerato vero del misurando<sup>6</sup>.

### 3.3.3. Sensibilità

<sup>6</sup> Poiché il valore vero del misurando non è noto, è possibile solamente stimare lo scarto, per esempio assumendo come riferimento il valore fornito da un dispositivo di misura di qualità metrologica superiore.

Rapporto tra variazione della grandezza in uscita e la corrispondente variazione della grandezza in ingresso di un dispositivo di misura.

### **3.3.4. Ripetibilità**

Grado di concordanza tra i risultati di misure successive dello stesso misurando effettuate nelle medesime condizioni di misura, eseguite in un breve intervallo temporale tale da mantenere praticamente costanti i valori delle variabili di influenza; tali condizioni comprendono lo stesso luogo, operatore, procedura di misura e strumento.

### **3.3.5. Riproducibilità**

Grado di concordanza tra i risultati di misure successive dello stesso misurando effettuate in condizioni di misura diverse. Perché il valore di riproducibilità sia valido è necessario specificare le condizioni variate, tra le quali il luogo, il principio, la procedura, l'operatore e lo strumento di misura, il campione di riferimento, i valori delle grandezze di influenza e l'intervallo di tempo tra le singole misure.

### **3.3.6. Riferibilità**

Proprietà di una misura di essere rapportata a quella fornita da un campione riconosciuto, attraverso una catena ininterrotta di tarature.

### **3.3.7. Taratura**

Procedimento che consiste nel confronto, in corrispondenza di definiti campi di variazione per le grandezze di influenza, tra un dispositivo di misura (dispositivo in taratura) ed un secondo avente caratteristiche metrologiche adeguate, al fine di ricavare l'incertezza del dispositivo di misura in taratura e l'insieme di dati di correzione.

### **3.3.8. Azzeramento**

Insieme di operazioni compiute su di un dispositivo di misura per imporre di fornire un valore di lettura nullo (o una grandezza fisica in uscita nulla) in corrispondenza ad uno stato di riferimento specifico del misurando.

### **3.3.9. Messa a punto**

Insieme di operazioni compiute su un dispositivo di misura affinché fornisca determinati valori di lettura (o grandezze fisiche in uscita) in corrispondenza a particolari valori noti del misurando.

### **3.3.10. Classe**

Categoria convenzionale cui appartengono i dispositivi di misura che rispettano prescritti limiti riguardo ad alcune caratteristiche metrologiche.

### **3.3.11. Stabilità**

Attitudine di un dispositivo di misura a mantenere costante il valore fornito in misure eseguite indipendentemente sullo stesso misurando in un intervallo di tempo definito, con identica procedura e nelle stesse condizioni per le grandezze d'influenza.

### **3.3.12. Isteresi**

Caratteristica in base alla quale un dispositivo di misura fornisce risultati differenti in corrispondenza ad un medesimo valore del misurando nel suo campo di variazione, quando a questo valore si pervenga per valori dapprima crescenti e, poi, decrescenti o viceversa.

### **3.3.13. Deriva**

Variazione in funzione di una grandezza d'influenza (tempo, temperatura, umidità, ecc.) di una caratteristica metrologica di un dispositivo di misura.