



Il 26 marzo 2024 si è svolta presso il Centro Incontri dell'Unione Industriali di Torino in V. Vela 21 la prima delle tre Conferenze di Metrologia organizzate dal CDT per i propri soci e che saranno tenute dall'Ing. Alessandro Balsamo di INRiM – Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica.

Il titolo di questa prima conferenza è "Metrologia che cos'è" mentre le altre due, che saranno tenute il 14 maggio e il 18 giugno, hanno come titolo rispettivamente "Il Sistema Internazionale delle Unità di Misura (SI)" e "Misurare per decidere". Nell'ottica di un naturale approfondimento della conoscenza del mondo metrologico, il 4 Giugno si terrà inoltre una visita presso i laboratori INRiM di Strada delle Cacce 91, Torino.



Il 4 giugno è prevista una visita ai Laboratori INRiM in Strada delle Cacce, 91 – Torino.

[Homepage | INRiM](#)

L'INRiM è stato formalmente costituito nel 2006, ma la sua storia è ben più antica in quanto ha assunto le attività che precedentemente erano affidate all'Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris e all'Istituto di Metrologia Gustavo Colonnetti, fondati entrambi a Torino nel secolo scorso. È un ente pubblico di ricerca scientifica che svolge e promuove la ricerca nell'ambito della metrologia; realizza, sviluppa e mantiene i campioni nazionali per le unità di misura necessari per la riferibilità e per il valore legale delle misure nei settori dell'industria, del commercio, della ricerca scientifica e della salvaguardia della salute e dell'ambiente.

Inoltre valorizza, diffonde e trasferisce le conoscenze e i risultati ottenuti nella scienza delle misure e nella ricerca sui materiali, per favorire lo sviluppo tecnologico nazionale e il miglioramento della qualità della vita e dei servizi per il cittadino.



L'Ing. Michele Verdi, socio CDT e Membro del Team T-S, organizzatore del ciclo di eventi, presenta il relatore Ing. Alessandro Balsamo, Dirigente di Ricerca dell'INRiM, Struttura AE Metrologia applicata e Ingegneria, Settore AE 02 Metrologia della lunghezza. L'ing. Balsamo ha una esperienza pluridecennale nella metrologia dimensionale, ed in particolare sulle macchine di misura a coordinate: è autore di circa 150 pubblicazioni scientifiche, titolare di brevetti: oltre ad avere ricoperto importanti posizioni in INRiM, è molto attivo nell'ambito della normazione internazionale e nazionale, essendo membro della Commissione tecnica ISO/TC213 , che ha in carico il sistema delle norme GPS (Global Product Specification), per cui è stato Responsabile di Progetto di 3 norme internazionali, e della commissione tecnica UNI/CT 047 TPD e GPS. Oltre all'attività di ricerca e normazione, l'Ing. Balsamo ha un ruolo attivo nel supporto all'industria come fondatore dell'associazione CMMCLUB di cui è Presidente. L'associazione intende sviluppare la cultura tecnica e scientifica nel settore della metrologia, fornisce un validissimo supporto al suo corretto impiego quotidiano nelle realtà industriali, e costituisce un importante network di 60 aderenti tra costruttori e di utenti.

L'Ing. Alessandro Balsamo, Dirigente di Ricerca dell'INRiM, Struttura AE Metrologia applicata e Ingegneria, Settore AE 02 Metrologia della lunghezza, è stato presentato dal nostro Socio Michele Verdi: oltre al ruolo ricoperto in INRiM, è anche membro della UNI/CT 047 – Documentazione, specificazione e verifica geometriche dei prodotti – ed è Presidente e Fondatore del CMM Club Italia, Associazione di costruttori e utenti di Macchine di Misura, il che ne dimostra l'impegno anche nel campo del supporto diretto alle Imprese.

È seguita l'introduzione del Presidente del CDT Antonio Errichiello che ha ringraziato il relatore a nome dei Soci per l'opportunità che l'INRiM ha dato loro di ampliare le proprie conoscenze sul "meraviglioso mondo della Metrologia", scienza e tecnica che permette di decidere correttamente sulla base di dati ottenuti con misurazioni accurate, ossia giuste e precise, non soltanto sui luoghi di lavoro, ma anche a casa e in ogni momento della vita quotidiana.



In questa prima conferenza il relatore ha illustrato ai Soci presenti i fondamenti della Metrologia, disciplina scientifica prima ancora che tecnica: dopo avere spiegato cos'è e a cosa serve, ne ha illustrato i concetti di base e la terminologia, soffermandosi poi sulle unità e i sistemi di misura. Ha infine descritto la Convenzione del Metro e l'accordo di mutuo riconoscimento BIPM-MRA, sottolineando l'importanza che ha per il nostro Paese essere fra gli attori principali a livello internazionale nel campo metrologico.

*NOTA: Nel seguito della presente news sono riportate diverse slides selezionate fra tutte quelle utilizzate durante la conferenza che l'Ing. Balsamo ha cortesemente permesso di inserire nel sito web del CDT. Sono consultabili al seguente link [\[mettere il link\]](#)*

## **1. Metrologia: cos'è e a che cosa serve**

Prima di tutto è necessario non inciampare nelle parole, definendo quindi i concetti di base illustrati nella seguente slide:

Dunque ...

## Metrologia

*scienza della misurazione e delle sue applicazioni*

*NOTA: La metrologia comprende tutti gli aspetti teorici e pratici della misurazione, qualunque sia l'incertezza di misura e il campo d'applicazione.*

[VIM 2.2]

Il VIM è il Vocabolario Internazionale di Metrologia, che definisce in modo autorevole tutti i termini e i concetti principali della metrologia



In secondo luogo avere ben chiaro che misurazione e grandezza (fisica, chimica, elettrica, etc.) sono strettamente collegate fra di loro come riportato nelle due seguenti slides

Che cosa significa *misurare*?

### Misurazione

*processo volto a ottenere sperimentalmente uno o più valori che possono essere ragionevolmente attribuiti a una grandezza*

[VIM 2.1]

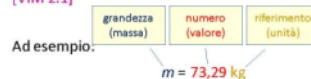


Che cos'è una *grandezza*?

### Grandezza

*proprietà di un fenomeno, corpo o sostanza che può essere espressa quantitativamente mediante un numero e un riferimento*

[VIM 2.1]



Si può sintetizzare l'essenza della Metrologia con il pensiero dello scienziato Lord Kelvin, il quale insegnava che: "Solo se si può misurare ed esprimere numericamente ciò di cui si sta parlando si può affermare di saperne qualcosa, altrimenti la conoscenza sarà povera e insoddisfacente. E comunque non scientifica".

Ma non occorre essere uno scienziato per giovare della possibilità di misurare, come illustra la slide seguente

## «Ma le misure le fanno solo gli scienziati ...»



- Ora
- Intensità segnale GSM
- Intensità segnale WiFi
- Capacità residua della batteria
- Posizione globale (GPS)
- Intensità luminosa (per telecamera e schermo)
- Prossimità (per controllo audio)
- Pressione barometrica
- Accelerazione di gravità vettoriale (orientazione)
- Velocità angolare vettoriale (giroscopio)
- Campo magnetico terrestre (bussola)
- Temperatura interna
- ...

INRiM  
ISTITUTO NAZIONALE  
DI FISICA METROLOGICA

Ma a che serve "misurare"? Beh, alcuni esempi sono riportati qui di seguito

## Ma misurare servirà a qualcosa?



*"Estimates of the cumulative contribution of measurement related R&D range from 0.8 % of GDP to 2 % of GDP"*

[Michael King, The economic impact of measurement, Measurement+Control, 38/4, 2005]

Diagnostica medica precoce possibile solo con misurazioni raffinatissime



Monitoraggio secolare del clima

INRiM  
ISTITUTO NAZIONALE  
DI FISICA METROLOGICA

In campo industriale ci sono prodotti che misurano (strumentazione e apparecchiature di misura), altri che vengono misurati (la grande maggioranza) e infine quelli che devono essere misurati anche durante la loro produzione per verificare che siano "in tolleranza", requisito tassativo per consentirne la compatibilità fisico-funzionale con altri prodotti.

## 2. Concetti di base e terminologia

In Metrologia è essenziale utilizzare correttamente i termini perché esprimono concetti e il loro utilizzo approssimativo genera confusione concettuale. Il testo di riferimento è il VIM (Vocabolario Internazionale di Metrologia).

Inoltre, come precisato nelle slides che seguono, misurare ha un costo e quindi deve essere un'azione mirata e non fatta solo per abitudine e senza sapere bene cosa farsene dei dati quantitativi ottenuti: **prima** si definisce lo scopo per cui si misura e **dopo** si stabilisce cosa misurare e come misurarlo.

## Termini? No, concetti!

- I termini sono importanti
  - Perché permettono di comunicare correttamente
  - Soprattutto, i termini s'appoggiano e danno corpo a concetti: conoscere i termini richiede di capire i concetti
- Il testo di riferimento è il VIM (Vocabolario Internazionale di Metrologia)
  - = JCGM 200-2008/2012
  - = Guida ISO/IEC 99-2007
  - = UNI/CEI 70099-2008



NRIM

## Importanza del misurando

- In definitiva, misurare costa; prima di farlo, è opportuno chiarire fino in fondo perché, lo scopo per cui si misura
- Può sembrare strano, ma quante volte si misura senza sapere che cosa si intende misurare né perché ... ☹
- Definizione del **misurando** e motivazione per cui si misura sono due facce della stessa medaglia
- Una definizione non accurata (cioè non unica) porta ad **incertezza di definizione (VIM 2.27)**

NRIM

A titolo di esempio, si può osservare che misurare il "diametro" di un cerchio, senza altre specificazioni, quali ad es. il diametro massimo inscritto di un foro (che ne determina la luce interna) oppure il diametro minimo circoscritto di un albero (che ne determina l'ingombro esterno), comporta incertezza di definizione con il rischio di non ottenere l'informazione che interessa realmente.

### Ad esempio ... il diametro di un cerchio



- **Cerchio perfetto:** il diametro è unico; però ... non esiste in natura!
- **Cerchio reale** (errore di forma esagerato)
- **Ai minimi quadrati:** le aree esterna e interna sono uguali. Valore medio
- **Minimo circoscritto:** minimo diametro che contiene tutta la forma reale. Ingombro esterno
- **Massimo inscritto:** massimo diametro tutto interno alla forma reale. Luce interna
- Se non si riflette su quale sia il diametro d'interesse e non lo si precisa, si ha incertezza di definizione, e si rischia di non ottenere l'informazione d'interesse

NRIM

Una misura può essere o meno "accurata", in funzione sia della sua "giustezza" che della sua "precisione"

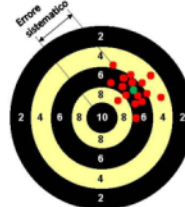
La giustezza è data dalla concordanza "esterna" fra la media di un grande numero di misurazioni effettuate ripetutamente nelle medesime condizioni operative (persona che fa le misurazioni, metodo di misura, misurando, strumentazione utilizzata, ambiente in cui si opera) e un valore di riferimento. In pratica, è tanto migliore quanto minore è lo scostamento (bias) fra tale media e il valore di riferimento assegnato: nella slide sottostante è la distanza fra il pallino verde (media delle misure) e il centro del bersaglio (valore di riferimento).

### Giustezza (di misura)

(VIM 2.14)  
grado di concordanza tra la media di un numero infinito di valori misurati ripetuti e un valore di riferimento

NOTA 1 La giustezza di misura non è una grandezza e a essa non si assegna un valore numerico. ...

- La **giustezza** è caratteristica di un **valore di misura** (medio) e non di uno **strumento**
  - Tuttavia si può dire che uno strumento è giusto se produce misure giuste
- La **giustezza** è quantificata dall'**errore sistematico (VIM 2.17)**



NRIM

La precisione è data dalla concordanza "interna" fra i valori ottenuti da un certo numero di misurazioni ripetute nelle medesime condizioni operative.

In pratica, è tanto migliore quanto meno sono dispersi i valori misurati, indipendentemente da dove siano collocati rispetto al centro del bersaglio (valore di riferimento)



## Precisione (di misura)

(VIM 2.15)  
grado di concordanza tra indicazioni o valori misurati ottenuti da un certo numero di misurazioni ripetute dello stesso oggetto o di oggetti simili, eseguite in condizioni specificate

NOTA 1 Generalmente, la precisione di misura è espressa numericamente mediante misure d'imprecisione, quali scarto tipo, varianza, ...

...

- Le condizioni specificate possono essere
  - Condizioni di ripetibilità (VIM 2.20)
  - Condizioni di riproducibilità (VIM 2.24)



INRIM

L'insieme della giustezza e della precisione determina l'accuratezza di una misura, nel senso che se i valori misurati sono *giusti* e *precisi* allora sono definibili come *accurati* (vedi slide sottostante)

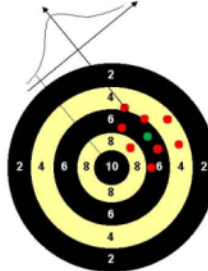
## Accuratezza (di misura)

(VIM 2.13)  
grado di concordanza tra un valore misurato e un valor vero di un misurando

NOTA 1 L'accuratezza di misura non è una grandezza e a essa non si assegna un valore numerico. ...

...

- Valori misurati *giusti* e *precisi* sono *accurati*
- L'*accuratezza* è quantificata dall'*incertezza di misura* (VIM 2.26)



INRIM

NOTA: I concetti sopra espressi sono fondamentali per valutare la "qualità" delle misurazioni fatte non solo in laboratorio, ma anche sul campo (ad esempio nei reparti produttivi di aziende manifatturiere) dove è necessario decidere tempestivamente se un determinato particolare è conforme o no alle specifiche assegnate, che è poi lo scopo della misura...

In diversi settori di attività esistono delle prescrizioni specifiche per valutare tale "qualità": ad es. nel settore automotive è tassativo utilizzare un ben determinato approccio noto agli operatori del settore come MSA (Measurement Systems Analysis) Nota MV: suggerisco di mantenere il resoconto focalizzato su quanto detto da Balsamo. MSA non è mai stato da lui citato.

Per "errore di misura" s'intende la differenza fra un valore misurato e il "valore vero" del misurando Tale errore è in parte noto, e quindi compensabile con appositi accorgimenti, e in parte ignoto dovendo quindi essere accettato come intrinseco al sistema di misurazione utilizzato. La stima della sua entità dà luogo alla "incertezza di misura", concetto fondamentale, ma la cui importanza è largamente sottovalutata: come il relatore ha sottolineato "Una misura composta solo da un valore e non accompagnata dall'incertezza vale (metrologicamente) poco!"

## Errori ed incertezza

**Errore (di misura) (VIM 2.16)**  
valore misurato di una grandezza meno un valore di riferimento di una grandezza

- Gli errori possono essere
  - Noti**, quando si sta misurando una grandezza già nota; ad esempio nella taratura o verifica di uno strumento
  - Incogniti**, nelle misurazioni ordinarie per ottenere informazioni su una grandezza

Gli errori **noti** si correggono

**Incertezza (di misura) (VIM 2.26)**  
parametro non negativo che caratterizza la dispersione dei valori che sono attribuiti a un misurando, sulla base delle informazioni utilizzate

- Degli errori **incogniti** si stima l'entità, e la si esprime in termini probabilistici con l'*incertezza*.

INRIM

Senza volere entrare in dettagli tecnici, per i quali si rimanda alle slides presenti nel sito web del CDT, è opportuno sottolineare che errori e incertezza sono due cose diverse e da non confondere:

### Errori ed incertezza

### Non confondiamo errori ed incertezza

- Hanno in comune:
  - La dimensione (unità di misura), uguale a quella del misurando
  - Esprimono la discordanza del valor misurato dal valor vero
- Differiscono perché:
  - L'incertezza è l'espressione sintetica di una distribuzione di probabilità dell'errore
  - L'errore ha segno; l'incertezza è sempre positiva
  - L'errore è una grandezza; quando noto, può (deve) essere corretto ed eliminato
  - L'incertezza è un parametro probabilistico (es. scarto tipo); non serve a correggere il valor misurato
  - L'errore o è noto o è incognito; l'incertezza si stima

A cosa serve avere una stima dell'incertezza? La risposta non è difficile: una bassa incertezza dei dati disponibili consente di prendere decisioni più "mirate" mentre nel caso di un'incertezza elevata si può fare meno affidamento sulla correttezza delle decisioni prese e quindi delle loro conseguenze concrete.

### A che cosa serve l'incertezza?

"In God we trust,  
All others must  
bring data".  
W. Edwards Deming

29

Sono stati poi esposti concetti e applicazioni pratiche relativi alla taratura e alla verifica degli strumenti insieme con la determinazione dell' "Errore Massimo Ammesso" (MPE).

Molto sinteticamente (e sempre rimandando alle slides presenti nel sito web del CDT) la taratura differisce da una verifica in quanto la prima implica una correzione dell'indicazione data dallo strumento mentre la seconda attesta che uno strumento soddisfa o non soddisfa ai requisiti specificati per lo strumento stesso, tipicamente l'MPE

### Taratura, verifica ed MPE

- La taratura ha senso se poi s'effettua una correzione dell'indicazione
- Se si vuole "solo" stare tranquilli che uno strumento si comporti come atteso, senza correzioni, allora serve una verifica
- Per uno strumento, la quantificazione della prestazione attesa è espressa mediante un MPE

### 3. Unità e sistemi di misura

Il risultato di una misura, cioè il valore di una grandezza misurata, non è composto solo da un numero (razionale), ma anche da un riferimento ad un'altra grandezza dello stesso tipo presa come "unità" (di misura). Se i riferimenti sono diversi, il numero che esprime il valore cambia, ma la grandezza misurata è ovviamente la stessa: ad es.  $m = 73,29 \text{ kg} = 161,58 \text{ lb}$ . Le unità di misura sono state scelte, oltre che in base alla loro stabilità nel tempo e alla loro facile riproducibilità, anche in modo da corrispondere a grandezze non troppo grandi o troppo piccole, fermo restando che si possono esprimere con multipli e sottomultipli.

Una necessità, anche questa spesso sottovalutata come importanza, è di esplicitare le unità di misura utilizzate quando i dati sono scambiati fra organizzazioni che ne adoperano di differenti fra di loro: il fallimento della missione NASA-MCO, vedi slide, è stato determinato proprio da un comportamento inidoneo al mantenimento di una corretta riferibilità delle grandezze in gioco!

NASA: Mars Climate Orbiter (MCO)

- Missione per studiare clima, atmosfera e superficie di Marte
  - Lanciato il 1998-12-11
  - Perso il 1999-09-23
- Commissione d'esperti per determinare le cause
  - *The 'root cause' of the loss of the spacecraft was the failed translation of English units into metric units in a segment of ground-based, navigation-related mission software*



**Unità di misura sbagliate possono costare milioni!**

37

INRIM


NOTA: Fu la mancata conversione da Libbra-forza a Newton che portò l'Orbiter a schiantarsi sul suolo marziano invece di orbitargli intorno!

Le unità di misura sono innumerevoli, ma è in atto da tempo un'attività di razionalizzazione: per lunghezza, area e volume c'erano unità di misura diverse quali ad es. piede, giornata, brenta... che oggi sono ridotte a una: il metro (m) con le sue potenze metro quadrato ( $m^2$ ) e metro cubo ( $m^3$ )  
La tendenza all'unificazione ha portato alla creazione del Sistema Internazionale delle Unità di Misura (SI) posto sotto la "Convenzione del Metro"

### 4. La Convenzione del Metro

La Convenzione del metro

- Trattato diplomatico firmato il 1875-05-20 da 17 Paesi
  - Per l'Italia, C. Nigra, plenipotenziario del re Vittorio Emanuele II
- Oggi, 64 Paesi Membri e 36 Associati
- La Convenzione del Metro è il più duraturo trattato diplomatico, sopravvissuto (fra il resto) a due guerre mondiali
- Il 20 maggio è la **Giornata mondiale della metrologia**
- Il 2025-05-20 si celebrerà il 150° anniversario



INRIM

Consiste in un Trattato diplomatico sottoscritto da 17 stati il 20 maggio 1875 che ha stabilito le linee da seguire per la determinazione di unità di misura internazionalmente valide. Oggi è riconosciuto e seguito da 64 Paesi Membri e 36 Associati.

Questa Convenzione ha costituito tre Organizzazioni con il compito di operare congiuntamente:

- Conférence Générale des Poids et Mesures (CGPM) costituito dai delegati dei Paesi membri



- Comité International des Poids et Mesures (CIPM) Comitato amministrativo del Trattato
- Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) Centro internazionale di metrologia, Sèvres

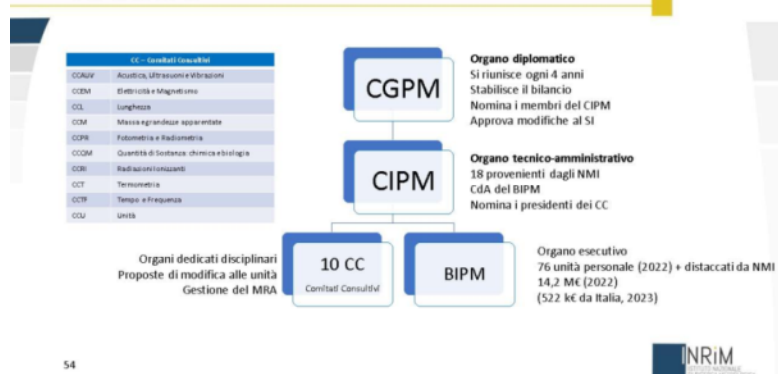
## Che cos'è la Convenzione del metro

- Crea il BIPM – *Bureau International des Poids et Mesures* a Sevrés (FR)
- Stabilisce la struttura internazionale della Metrologia
  - CGPM – Conferenza Generale dei Pesi e delle Misure
  - CIPM – Comitato Internazionale dei Pesi e delle Misure
- Garantisce la metrologia mondiale, ed in particolare
  - SI: Sistema internazionale delle unità di misura
  - MRA: Accordo di Mutuo riconoscimento



A queste Organizzazioni si aggiungono 10 Comitati Consultivi, uno per ciascun settore metrologico. La struttura della Convenzione del Metro è illustrata nella slide sottostante

## Struttura



## 5. L'accordo di mutuo riconoscimento BIPM-MRA

Fra gli Istituti di Metrologia Nazionali – NMI (per l'Italia l'INRiM) è stato stipulato nel 1999 il Mutual Recognition Arrangement – MRA relativamente ai campioni di misurazione nazionali ed ai certificati di taratura. Si tratta del più importante accordo siglato dopo la Convenzione del Metro prima illustrata, ma non è un trattato diplomatico: è un reciproco riconoscimento in base al quale gli NMI possono ritenere validi i certificati di taratura emessi dai loro omologhi in altri Paesi. Per la continuità di tali accordi è necessaria una verifica periodica dell'accuratezza dei campioni di misura nazionali mantenuti dagli NMI.

## Che cos'è lo MRA

- MRA = *Mutual Recognition Arrangement*
  - Sotto l'egida della Convenzione del Metro, ma accordo separato
  - Non fra governi ma fra Istituti di Metrologia Nazionali (NMI – *National Metrology Institutes*)
- Obiettivi
  - Stabilire il **grado d'equivalenza** fra i campioni nazionali mantenuti dagli NMI
  - Fornire il **riconoscimento mutuo dei certificati** di taratura e misura rilasciati dagli NMI
  - In questo modo, fornire ai governi e ad altre parti **fondamenta tecniche solide per accordi più ampi** in tema di scambi, commercio e regolamentazioni internazionali

Ai fini dell'MRA il mondo è stato suddiviso in 6 Organizzazioni Regionali Metrologiche (MRO) che organizzano l'MRA nella propria regione coordinandosi a livello mondiale

### Le RMO (*Regional Metrology Organisations*)

- Il mondo è suddiviso in 6 RMO
  - AFRIMETS Intra-Africa Metrology System
  - APMP Asia Pacific Metrology Programme
  - COOMET Euro-Asian Cooperation of National Metrological Institutes
  - EURAMET European Association of National Metrology Institutes
  - GULFMET Gulf Association for Metrology
  - SIM Inter-American Metrology System
- Hanno il compito di organizzare lo MRA nella propria regione, coordinarsi a livello mondiale e proporre modifiche e novità ai confronti di misura e allo MRA



57



La realizzazione concreta dell'MRA è descritta nella slide sottostante con un esempio reale di CMC (Calibration & Measurement Capability) relativo ai blocchetti pianparalleli in acciaio e ceramica gestiti da INRiM: per avere un'idea degli ordini di grandezza di cui si sta parlando si pensi che il valore dell'incertezza estesa U è un po' meno di 50 nanometri (in unità "improprie", ma piuttosto diffuse nelle aziende, corrisponde a 5 centesimi di "micron"... ) su una lunghezza di 100 mm

### Come di realizza lo MRA

- Ciascun NMI partecipante adotta uno schema di qualità secondo la ISO/IEC 17025
- Ciascun NMI partecipante dichiara le proprie CMC (*Calibration and Measurement Capability*), inserite nel proprio sistema di qualità
- Esempio di CMC dell'INRiM

Oggetto	Misurando	Campo	Incetezza	Condizioni/Restrizioni
Blocchetti pianparalleli	Lunghezza al centro (ISO 3650)	(0,5 - 100) mm	$U = \sqrt{[(18 \text{ nm})^2 + 0,34 \times 10^{-2} L^2]}$	Acciaio e ceramica

- Ogni CMC è
  - analizzata per via documentale dalla propria RMO (con supervisione delle altre)
  - Validata sperimentalmente mediante misure effettive
  - Approvata

58

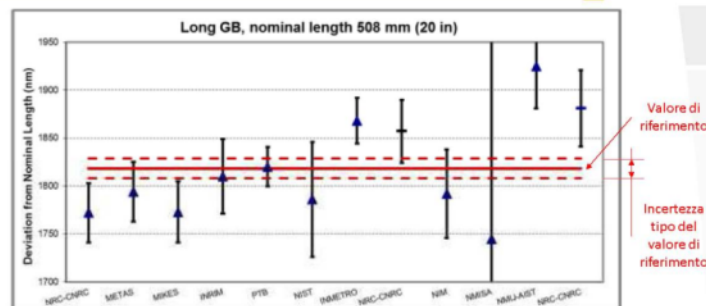


Ciascun NMI opera secondo lo schema di Gestione per la Qualità della ISO/IEC 17025; le CMC dichiarate di propria pertinenza sono analizzate documentalmente nell'ambito dell'RMO di cui si fa parte e validate sperimentalmente con misure effettive analizzate, verificate ed approvate.

Le CMC approvate sono registrate in un Data Base di Confronti Chiave - KCDB a livello mondiale e sono periodicamente verificate sia a livello gestionale che come risultati sperimentali.

È interessante sapere che per verificare se un NMI misura correttamente c'è un sistema di interscambio di "campioni viaggianti" sui quali ciascun NMI fa le misurazioni previste. Successivamente vengono confrontati i risultati ottenuti con il valore di riferimento pari alla media pesata di tutti i risultati: se il modulo dell'errore normalizzato commesso è  $\leq$  dell'incertezza estesa allora la CMC è convalidata; in caso contrario occorre definire e attuare specifiche azioni correttive.

### Esempio di risultato di confronto



62



Nella slide seguente sono riportate le conclusioni generali che si possono trarre da quanto esposto in questa prima interessante conferenza condotta con maestria dall'Ing. Balsamo, *in primis* che **"Misurare serve a conoscere, e quindi a capire e decidere"**

## Conclusioni

- Misurare serve a conoscere, e quindi a capire e decidere
- Misurare costa; ma misurare ad un livello (d'incertezza) non sufficiente per lo scopo semplicemente non serve
- Per garantire l'uniformità internazionale delle unità di misura, esiste la Convenzione del Metro (dal 1875) che cura il Sistema internazionale delle unità, SI, e l'Accordo di Mutuo Riconoscimento
- Lo MRA è l'equivalente internazionale dell'accreditamento nazionale
- La metrologia è pronta per un mondo davvero globale



**INRiM**  
ISTITUTO NAZIONALE  
DI RICERCA METROLOGICA

Al termine della conferenza ci si è trasferiti nel vicino Circolo di UI-TO per il consueto buffet di networking durante il quale l'Ing. Balsamo, a dimostrazione dell'interesse suscitato, ha risposto alle domande di diversi Soci, specificatamente sulla difficile misura della temperatura dell'aria. Al riguardo può essere utile ricordare che il 28 settembre 2023 è stata inaugurata nel parco di Stupinigi la prima Stazione Climatologica di Riferimento italiana, gestita dall'INRiM insieme alla SMI. La Stazione fa parte del nascente network mondiale di stazioni climatologiche di massimo livello, interconnesse tra loro, candidando quindi l'INRiM come centro di eccellenza nella metrologia per il clima.







***A cura di Giovanni Zurlo – Consigliere CDT e Membro del Team T-S***