

# ADOTTATE LA SMART METROLOGY



UN PANNELLO DI SERVIZI COMPLETO  
PER ACCOMPAGNARVI

**DELTAMU ITALIA**  
Via G. Tiraboschi, 8  
20135 Milano  
+39 02 94765503



[www.deltamu.com](http://www.deltamu.com) - [ufficio-commerciale@deltamu.com](mailto:ufficio-commerciale@deltamu.com)

## TRASDUTTORE DI FORZA PER BANCHI PROVA ESIGENTI

La cella di carico di precisione *U15* (trasduttore di forza di riferimento) di HBM misura in modo affidabile la forza di trazione e compressione fino a 1 MN. È l'ideale per l'uso come sensore master nelle macchine di taratura, per le operazioni più insidiose sui banchi prova e come standard di trasferimento (ad esempio, quando si verificano o si tarano le macchine di taratura dei materiali o ancora per le misurazioni delle traslazioni per garantire la tracciabilità delle macchine di taratura in riferimento a uno standard). Grazie al ridotto spostamento del trasduttore di forza, la deformazione del banco prova è minima, anche sotto carico. L'elevata risoluzione della cella di carico di precisione *U15*, l'eccellente rapporto segnale-rumore e la ridotta incertezza di misura si basano sull'elevato segnale di uscita del trasduttore (> 4 mV da 25 kN). Ciò consente di utilizzare in modo ottimale il conseguente intervallo di misura dell'elettronica.

Per ulteriori informazioni: [www.hbm.com/it/2926/u15-trasduttori-di-forza-si-precisione-per-industria-e-ricerca](http://www.hbm.com/it/2926/u15-trasduttori-di-forza-si-precisione-per-industria-e-ricerca)

## MISURAZIONE PRECISA DI IMPULSI DIGITALI IN AMBIENTI DIFFICILI

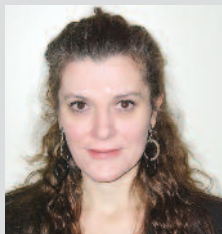
Il modulo digitale per la misurazione di impulsi e frequenza *MX460B-R* a 4 canali, con un robusto alloggiamento e dotato di connettori circolari, è la soluzione adatta per l'acquisizione di precisione dei segnali digitali nei test sui veicoli fuoristrada o nelle applicazioni sui banchi prova. *MX460B-R* acquisisce anche le informazioni derivanti dalle misurazioni dell'ampiezza degli impulsi o dei sensori dell'angolo della manovella per semplificare l'analisi del TDC (Top Dead Center) o l'analisi dei dati sulla base dell'angolo nelle prove dei motori a combustione. Il modulo consente l'analisi torsionale delle vibrazioni e il calcolo dell'angolo differenziale in tempo reale, grazie alla sua capacità di inoltrare i risultati all'automazione di prova e ai sistemi di controllo. I moduli robusti rappresentano ovviamente la prima scelta, in particolare nei test della trasmissione, in quanto vibrazione, temperatura e perdite di liquidi non devono avere impatti sul modulo e sul compito di prova. *SomatXR MX460B-R*, unito ai sensori di coppia HBM, e l'uso di interpolazione ed estrapolazione digitale avanzata garantiscono misurazioni digitali ad alta risoluzione della coppia e della velocità di rotazione con dinamica estesa fino a 1 MP/s e una frequenza di campionamento di 100 kS/s.

**Vantaggi**  
**Robusto:** Intervallo di temperatura: da -40 a +80 °C - Grado di protezione IP65/IP67 (polvere, acqua) - Resistente alle vibrazioni fino a min. 10 g - Resistente agli urti fino a 75 g - Utilizzo stand-alone sul campo grazie al registratore di dati *SomatXR*. **Risultati di misurazione precisi in ambienti ostili.**  
**Potente:** Acquisizione di coppia, velocità di rotazione, angolo, posizione o spostamento - Frequenze di campionamento fino a 100 kS/canale - Larghezza della banda di segnale fino a 40 kHz - Analisi delle vibrazioni torsionali - Calcolo dell'angolo differenziale. **Elevata sicurezza di funzionamento.**  
**Flessibile:** Per l'uso in mobilità negli ambienti ostili - Per l'uso sui banchi prova - Compatibile con altri sistemi di acquisizione dati - Uscite per la comunicazione Ethernet TCP/IP - Sincronizzazione con IEEE 1588 (PTPv2). **Facile da integrare ed espandere.**

Per ulteriori informazioni: [www.hbm.com/it/2224/somat-robusti-sistemi-per-acquisizione-mobile-dei-dati](http://www.hbm.com/it/2224/somat-robusti-sistemi-per-acquisizione-mobile-dei-dati)

# Smart metrology e Big Data

*Le decisioni appropriate al centro delle performance industriale e dello sviluppo sostenibile*



## THE PAGE OF SMART METROLOGY

Deltamu Italia is one of the leading permanent partners of the Journal, it brings together a group of experts in metrology that share an innovative vision of the profession, so that it is a carrier of added value in companies and in laboratories. Smart Metrology by Deltamu is a metrology that can adapt to all types of industrial facilities, from SMEs to international groups, an opportunity to gradually move from the Metrology of measurement equipment to the Metrology of processes.

## RIASSUNTO

Deltamu Italia è un collaboratore stabile della Rivista, riunisce un insieme di esperti in Metrologia che condividono una visione innovatrice della professione, affinché sia portatrice di valore aggiunto in azienda e nei Laboratori. La Smart Metrology di Deltamu è una metrologia in grado di adattarsi a tutti i tipi di strutture industriali, dalla PMI ai gruppi internazionali, un'opportunità per passare gradualmente dalla Metrologia degli strumenti alla Metrologia dei processi.

## SMART METROLOGY E BIG DATA

L'inizio del XXI secolo ha visto la nascita di una nuova rivoluzione industriale, la rivoluzione digitale. La maggioranza degli esperti concorda sul fatto che sia inesorabile, e probabilmente positiva, almeno per il mondo degli affari. Questa nuova tecnologia si basa sulla capacità di memorizzare i dati provenienti da varie fonti (in particolare attraverso gli oggetti connessi) in quantità senza precedenti e di sfruttarli attraverso funzionalità di calcolo sempre più elevate utilizzando le tecniche di Intelligenza Artificiale. Così, da un mondo caratterizzato da scarsità d'informazioni in cui l'industria ha dovuto accontentarsi di alcuni dati (non sempre affidabili come sperava) per prendere decisioni, passiamo a un mondo molto diverso in cui la questione diventa "come sfruttare tutte le informazioni disponibili?". Questo cambiamento di contesto impone una correlata modifica del modo di pensare per produrre i suoi effetti migliori.

In questo nuovo quadro chiamato "Big Data", che va dalla raccolta di dati agli algoritmi dell'intelligenza artificiale, pionieri (tra cui GAF A: Google, Apple, Facebook, Amazon) hanno rapidamente capito che la veridicità dei dati è una proprietà indispensabile, certamente necessaria. Ecco dunque il ruolo della metrologia: garantire l'affidabilità dei dati misurati. Il Metrologo Smart, pertanto deve essere il garante della produzione di dati affidabili ogni giorno nella sua azienda. La metrologia è infatti un aspetto molto più importante di quanto possa in realtà apparire al mondo industriale. Nonostante trent'anni di certificazione di qualità, essa non ha realmente ottenuto il suo riconoscimento. Spesso infatti la certificazione di qualità ha spinto le aziende a conformarsi al modello che viene utilizzato nella Metrologia Legale, cioè limitarsi a rispondere ai requisiti del revisore. È questo, tuttavia, un modello del tutto inappropriato per le aziende che dovrebbero invece implementare

una Metrologia Industriale.

Si apre ora un'occasione storica. Senza dati affidabili, l'industria non sarà in grado di beneficiare delle nuove tecnologie dei Big Data, a sua disposizione. Trascurando questi nuovi strumenti, perderebbe non solo la competitività, nei confronti dei suoi concorrenti, ma, ed è forse l'aspetto più importante, non coglierebbe l'opportunità di orientarsi risolutamente, chiedendo solo lo stretto necessario, in un approccio di conservazione delle risorse. Le decisioni appropriate sono dunque al centro della performance industriale e dello sviluppo sostenibile. E, poiché la metrologia è uno dei perni di questa necessità, il Metrologo Smart deve assumere questo ruolo. Il suo posto non è di fronte a un computer a pianificare, implementare e osservare una performance a fronte di dati spesso arbitrari. Dovrebbe invece essere "sulla macchina", su cui vengono effettuate le misurazioni, per garantire che esse siano veramente rappresentative della realtà che cercano di descrivere. Il suo ruolo è nella padronanza di tutti i fattori che contribuiscono a una misura. Dal metodo all'operatore, dalle condizioni ambientali alla qualità intrinseca del misurando che cerca di quantificare, deve assicurarsi che tutto sia sotto controllo, e una semplice etichetta verde apposta sullo strumento non è probabilmente sufficiente, anche se è ovviamente necessaria.

Gran parte delle attuali pratiche del mondo industriale sono invece state ispirate dalla Metrologia Legale che ha assicurato la condivisione dei rischi per almeno 200 anni. In particolare, nel commercio, un settore in cui si è cerca-

**Direttore tecnico-commerciale – Deltamu Italia srl**  
[alazzari@deltamu.com](mailto:alazzari@deltamu.com)

to di eliminare il dubbio, la metrologia legale ha avuto un tale successo nella sua missione che tutti abbiamo maturato il falso convincimento che le misure siano giuste. Dalla nostra infanzia, infatti, ogni risultato della misurazione ci viene presentato sotto forma di un unico valore e questa ripetizione quotidiana di una misura che è pari a un

singolo valore ci ha portato a pensare, inconsciamente, che questo valore rappresenti senza alcun dubbio la realtà. Le applicazioni industriali, più recenti di quelle commerciali, sono quindi nate nella convinzione che le misure fossero corrette, un falso principio che non ne ha comunque impedito il successo. Produciamo automobili, aerei, vaccini, a-

nalisi di biologia medica e tutto ciò che ci circonda, credendo che le misure siano giuste. E questo è stato possibile, perché si è cominciato a indagare il mondo "nella peggiore delle ipotesi". Le "sicurezze" sono state prese tra l'effettiva necessità (specifiche) e la necessità espressa (tolleranza ristretta) ... per essere sicuri! Ma ridurre la

## NEWS ▶

### NUOVO CONTROLLORE MULTIASSE PER ROBOTICA

L'**HEX RC** di Aerotech è un controllore di moto a 6 assi, ideale per il controllo di sistemi robotici come gli hexapod, che può essere montato in rack 4U ed è compatibile con **A3200**, la piattaforma di motion Automation 3200.

#### Potente architettura di controllo

L'**HEX RC** offre 6 assi di azionamento in grado di control-

lare qualsiasi combinazione di motori a spazzole, brushless o stepper. Esso esegue in modo digitale gli anelli sia a loop di corrente sia servo loop, per assicurare il massimo livello di precisione di posizionamento e prestazioni. Grazie all'architettura di controllo distribuita **A3200**, può col-

legarsi e controllare fino a 26 assi addizionali siano essi servo, stepper o piezo.

**Ambiente di programmazione flessibile**  
L'**A3200** Aerotech è focalizzato sulla facilità d'uso per il programmatore, abbrevia il tempo di sviluppo rispetto ad altri strumenti e offre la flessibilità di poter utilizzare i tool o i controllori più familiari ai programmatori. Un Ambiente di Sviluppo Integrato completo e un'esauritiva libreria .NET offre classi per il motion, I/O, informazioni di stato e diagnostiche.

Per ulteriori informazioni:

<https://www.aerotech.com/product-catalog/drives-and-drive-racks/hex-rc.aspx>.

Aerotech Italy: Simone Gelmini  
Tel. 327/8360128

E-mail: [sgelmini@aerotech.com](mailto:sgelmini@aerotech.com)



### DUE GIORNATE DEDICATE ALLA SIMULAZIONE: ARRIVANO I COMSOL DAY 2018

Anche quest'anno COMSOL® propone ai suoi utenti in tutto il mondo i **COMSOL Day**, giornate gratuite ricche di eventi dedicati alla simulazione. Due le date previste in Italia, a Brescia il 9 maggio e a Roma il 5 giugno

Minicorsi dedicati alla simulazione numerica, presentazioni di utenti esperti e soprattutto la possibilità di incontrarsi, confrontarsi e dialogare con la comunità COMSOL®: questa è l'idea che ha dato vita ai **COMSOL Day**, le giornate gratuite della simulazione che l'azienda propone ogni anno in tutto il mondo. Tra le location già annunciate, sono previste date in Francia (Parigi e Grenoble), in Germania (Munich, Gottinga e Stoccarda) e due date in Italia: il 9 maggio a Brescia e il 5 giugno a Roma. Sono invitati a partecipare tutti coloro che desiderano avvicinarsi alla simulazione numerica, saperne di più sulle app di simulazione o semplicemente incontrare di perso-

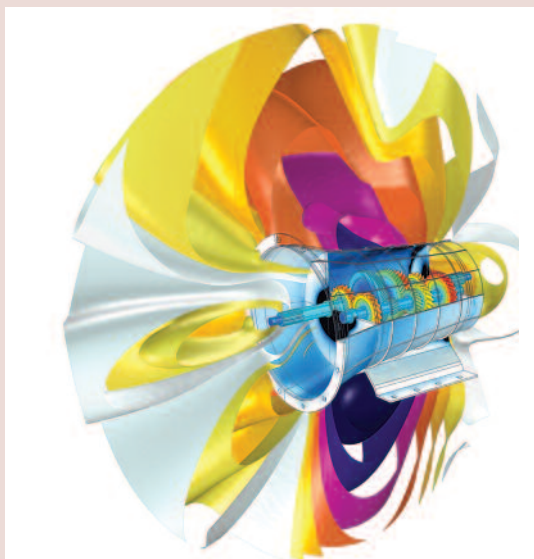
na altri utenti COMSOL. Il programma prevede:

- **sessioni plenarie** per introdurre i partecipanti al mondo della simulazione con COMSOL Multiphysics® e mostrare loro come le app di simulazione possano migliorare efficienza e produttività;
  - **minicorsi** gratuiti per l'approfondimento di temi specifici;
  - **presentazioni** da parte di utenti COMSOL, che racconteranno la propria esperienza di simulazione;
  - **momenti liberi di confronto** con altri utenti e con lo staff COMSOL.
- Tutti i partecipanti riceveranno una **licenza gratuita di prova** del software, che potranno installare sul proprio laptop e utilizzare anche nei giorni successivi all'evento.

È possibile **registrarsi sin da ora**:

Per registrarsi al COMSOL Day di Brescia (9 maggio 2018):  
<http://comsol.it/c/6mad>

Per registrarsi al COMSOL Day di Roma (5 giugno 2018):  
<http://comsol.it/c/6ma3>





tolleranza ha due importanti conseguenze molto costose:

1. Strumenti di produzione sovradimensionati rispetto alle reali necessità previste.
2. Una "esplosione" del rischio del Fornitore (dichiarare erroneamente non conformi delle entità in realtà conformi) che in ultima analisi danneggia anche i clienti.

La ISO 14253-1 [1], il cui principio base è riportato in Fig. 1, ci permette di comprendere in parte ciò che è successo e confrontando le sue raccomandazioni di "apparente buon senso" con la realtà delle pratiche industriali,

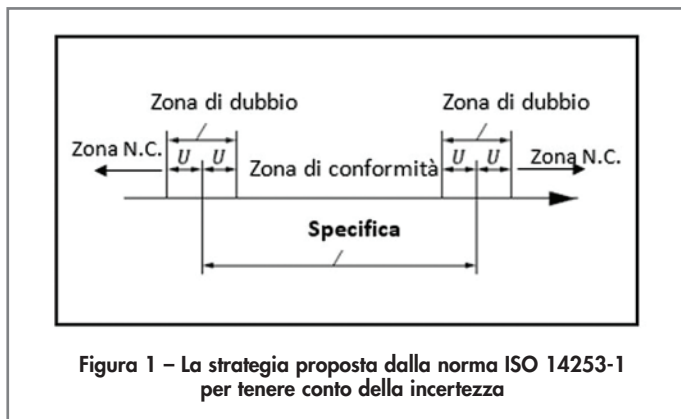


Figura 1 – La strategia proposta dalla norma ISO 14253-1 per tenere conto della incertezza

si comprendono meglio tutti i potenziali non ancora sfruttati della metrologia. Le convinzioni nei valori appena misurati hanno portato a specifiche che hanno proprietà simili a quelle della "zona di conformità" dello standard, ma la restrizione delle specifiche è stata fatta spesso senza alcuna base logica. Alcuni hanno cercato la sicurezza evocando una "qualità superiore", discriminando fra "chi può fare di più e chi di meno". Ma posto in questi termini, l'argomento è fuorviante perché chiedere troppo significa consumare troppo e spendere troppo, quindi in ultima analisi, si tratta di una carenza in termini di qualità! Prima che la ISO 14253-1 fosse pubblicata non c'era in effetti disponibilità di una guida scientificamente sostenibile su come si potesse scegliere il corretto livello d'incertezza per la verifica di una tolleranza assegnata: grazie all'utilizzo della ISO 14253-1, invece, la riduzione dei costi di produ-

zione può essere messa a confronto con l'incremento dei costi di misura e può essere determinata una situazione ottimale.

Sappiamo che la metrologia associa una quantità (un valore) a tutti i tipi di entità. Questa quantificazione, resa universale attraverso il Sistema Internazionale di unità di misura, induce una catena di decisioni che spaziano dalla definizione dei requisiti (tolleranze) alla dichiarazione di conformità attraverso la gestione dei processi. Tale catena manipola i numeri che esprimono la capacità delle entità di svolgere le proprie funzioni, sia che si tratti della capacità di un farmaco di guarire un paziente

sia di un pezzo meccanico di adattarsi all'insieme a cui è destinato. Ciò vale per tutti i tipi di entità e funzioni. In un mondo perfetto, tutto sembrerebbe molto semplice. Sarebbe sufficiente che il valore che materializza la grandezza (come definito nel VIM3 [2], Art. 1.1) appartenga all'intervallo di tolleranza che esprime il range di valori in cui l'entità può essere considerata conforme e ciò significherebbe semplicemente andare a verificare se questo valore è maggiore di un valore minimo e/o inferiore a un valore massimo. Ma in realtà, il risultato di una misura non può essere limitato a un singolo numero. Nella definizione 2.9, il VIM3 [2] afferma che il risultato di una misurazione è l'"insieme di valori attribuiti a un misurando congiuntamente a ogni altra informazione pertinente disponibile".

Quindi, non abbiamo un unico valore su cui prendere decisioni, ma un insieme di valori possibili, alcuni dei quali possono essere conformi, altri no. Questo malinteso del valore reale dell'entità solleva dubbi sulla sua conformità, quindi un rischio per la decisione da prendere, a qualsiasi livello della catena di cui sopra.

L'incertezza di misura, il risultato della imperfezione di tutti i fattori coinvolti nella produzione del risultato della misurazione (Fig.2), è alla radice del rischio. Poiché la misura non è "giusta", il valore reale è maggiore o minore del valore dichiarato.

La nozione di rischio è sempre più integrata nella nostra vita così come nell'industria. Sono spesso menzionati i concetti di "Rischio Cliente" e "Rischio Fornitore" e questo, naturalmente, comporta il principio della condivisione dei rischi. Tuttavia, questo concetto è a volte fuorviante.

La metrologia legale mira a garantire il commercio equo, assicurando che i rischi siano uguali per tutti, il fornitore e il cliente. Tuttavia, nel mondo industriale, la situazione è diversa: una decisione errata da parte del fornitore è subita anche da parte del cliente. Le decisioni sbagliate come "Rischio Fornitore" in ultima analisi sono ancora, direttamente o indirettamente, a carico del cliente.

Il JCGM-WG1 [3] ha pubblicato nel 2012 il documento JCGM 106 [4]

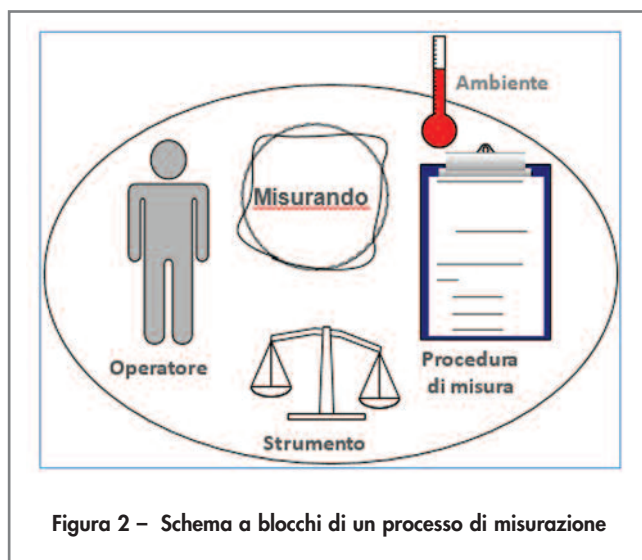


Figura 2 – Schema a blocchi di un processo di misurazione

divenuto nello stesso anno, ISO Guide 98-4 [5]. Questo standard spiega che i rischi, Cliente e Fornitore, non sono generati solo dalle incertezze di misura. In effetti, affinché possa esistere il Rischio Cliente, devono esserci in realtà entità non conformi. A prescindere dall'incertezza di misura, se non ci sono entità non conformi, il rischio del cliente è pari a zero. Il calcolo dei rischi richiede pertanto di conoscere, oltre alle incertezze di misura, le proprietà delle entità che devono essere misurate.

Migliorare la conoscenza dell'entità misurata tenendo conto di una conoscenza a priori è ancora un obiettivo del Metrologo Smart. Senza entrare nei dettagli matematici, il metrologo deve sempre ricordare che un valore misurato è la somma algebrica del valore reale ricercato e dell'errore di misura che si è verificato al momento della misurazione. Di conseguenza, il valore misurato può essere spiegato da una quasi infinità di combinazioni ( $V_{\text{Vero}}$ ;  $V_{\text{misurato}}$ ). Conoscendo la probabilità che un misurando assuma un dato valore vero (conoscenza a priori) e la probabilità di un dato errore di misura (conoscenza della incertezza di misura), è possibile calcolare la probabilità di ogni possibile combinazione che, come è noto, è semplicemente il prodotto della probabilità  $p(V_{\text{Vero}})$  per la probabilità  $p(V_{\text{misurato}})$ . Questo calcolo è sufficiente per cercare la combinazione più probabile per assegnare al valore "vero" il valore più probabile, tenuto conto di quelli effettivamente misurati. Questa è un'applicazione alla Smart Metrology di ciò che gli statistici chiamano inferenza bayesiana [6].

Tale tipo di conoscenza è una "conoscenza a priori" ed è una delle chiavi di quella che abbiamo più volte definito la Smart Metrology. Il Metrologo Smart dovrà quindi concentrarsi sulla sua valutazione, missione che lo differenzia dal metrologo tradizionale.

L'efficienza, che può essere definita come efficienza al giusto costo, è a volte un sottile equilibrio tra "Rischio Cliente" e "Rischio Fornitore" che dev'essere ricercato in qualsiasi campo.

Il cliente si aspetta la funzionalità al giusto costo, che è poi l'obiettivo finale a cui le aziende devono mirare. Il Metrologo Smart, nella misura in cui egli è uno degli artefici delle decisioni rilevanti, è de facto uno dei pilastri di questa prospettiva. Spetta al Metrologo favorire il passaggio dalla metrologia del mondo "nel peggiore dei casi" alla Metrologia efficiente, alla Smart Metrology.

Nelle pratiche "Metrologiche" delle aziende, in particolare quelle intraprese dopo gli standard di qualità ISO 9000, è possibile rilevare invece pratiche costose e spesso inutili, nonostante la loro apparente rilevanza. Vi sono in effetti tre principali aspetti che sono spesso affrontati dalla Metrologia tradizionale, ma che non corrispondono alle reali necessità e per i quali la Smart Metrology offre soluzioni diverse e più pertinenti: Taratura, MPE (Maximum Permissible Error) e capacità di processo sono in effetti aspetti chiave, che vanno però visti nell'ottica di un approccio Smart, allo scopo di garantire la conformità degli strumenti in ogni momento, prestazioni metrologiche conformi alle reali necessità, bilanciamento dei rischi con una strategia di "revisione" della tolleranza espressa.

Ancora una volta, la Smart Metrology è caratterizzata dalla costante ricerca di una padronanza effettiva delle decisioni.

### IN CONCLUSIONE: IL RUOLO DELLA SMART METROLOGY NELL'AZIENDA

Alla luce della nuova era che sta iniziando, è importante riposizionare la missione affidata al metrologo affinché esso entri a pieno titolo nel cuore della incipiente rivoluzione delle pratiche industriali.

La Smart Metrology è incentrata sulla valutazione dei rischi e sul loro bilanciamento verso il "solo necessario", lavorando nella direzione di un approccio di conservazione delle risorse necessarie. La gestione del rischio deve diventare lo strumento di questo miglioramento necessario.

Il Metrologo Smart dev'essere il garante della produzione di dati affidabili ogni giorno nella sua azienda.

### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

1. ISO 14253-1: *Geometrical product specifications (GPS) – Inspection by measurement of workpieces and measuring equipment – Part 1: Decision rules for proving conformity or nonconformity with specifications*
2. ISO/CEI GUIDE 99: *International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM)*
3. JCGM-WG1 – Working Group N°1 of Joint Committee for Guides in Metrology ([www.iso.org/sites/JCGM/JCGM-introduction.htm](http://www.iso.org/sites/JCGM/JCGM-introduction.htm))
4. JCGM 106:2012 – "Evaluation of measurement data – The role of measurement uncertainty in conformity assessment"
5. ISO/CEI GUIDE 98-4 *Uncertainty of measurement – Part 4: Role of measurement uncertainty in conformity assessment*
6. POU J-M, *Bayes, ou une façon si enthousiasmante de (re)considérer les mesures...*, ([www.smart-metrology.com/blog/2015/05/bayes-ou-une-facon-si-enthousiasmante-de-reconsiderer-les-mesures](http://www.smart-metrology.com/blog/2015/05/bayes-ou-une-facon-si-enthousiasmante-de-reconsiderer-les-mesures))
7. ISO/CEI GUIDE 98-3: *Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*
8. ISO/CEI GUIDE 98-3/S1: *Uncertainty of measurement Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995) Supplement 1: Propagation of distributions using a Monte Carlo method*
9. NF ISO 5725-2: *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method*
10. LEBLOND L. POU J-M, *Control of customer and supplier risks by the guardband method*, (International Journal of Metrology and Quality Engineering, Vol 6, N°2, 205, 2015).