



La Norma

UNI 14181:2015

**Aspetti innovativi
e conferme**

Dott. Maurizio Bettinelli



NORMA
EUROPEA

Emissioni da sorgente fissa
Assicurazione della qualità di sistemi di misurazione automatici

UNI EN 14181

FEBBRAIO 2015

Stationary source emissions
Quality assurance of automated measuring systems

Guida tecnica per i gestori dei Sistemi di Monitoraggio in continuo delle Emissioni in atmosfera (SME)

Aggiornamento 2012

Manuali e Linee Guida 87/2013

Bettinelli Maurizio – C.M.B. sas
www.kosmosnet.it



DESTINATARI

Il presente corso (che si rivolge principalmente a Responsabili di Laboratorio, Supervisor e Tecnici di Laboratorio con incarichi di Coordinamento, Consulenti ed Auditor Interni ed Esterni, Responsabili del campionamento alle emissioni) vuole affrontare e discutere alcune problematiche tecniche inerenti la taratura dei sistemi automatici di monitoraggio alle emissioni (SME) con particolare riguardo alla QAL-2, QAL-3 e AST.



KOSMOSNET

Workshop

La nuova Norma
**UNI EN ISO
14181:2015** –
Aspetti innovativi e
conferme

18 Novembre 2015

Centro Congressi
HOTEL SHERATON PADOVA

Corso Argentina, 5

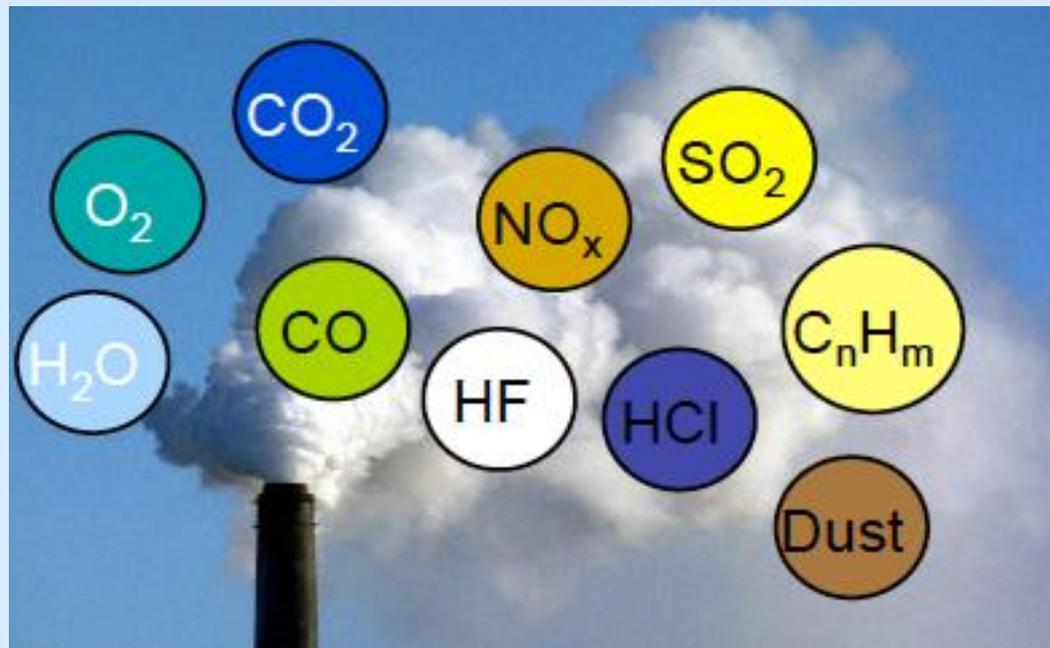
35129 Padova

www.kosmosnet.it

SCOPO DELLA NORMA

La Norma 14181:2015 descrive le procedure per la garanzia della qualità degli SME (sistemi di monitoraggio in continuo delle Emissioni).

Serve a dimostrare l'affidabilità della strumentazione utilizzata per il rispetto dei limiti alle emissioni



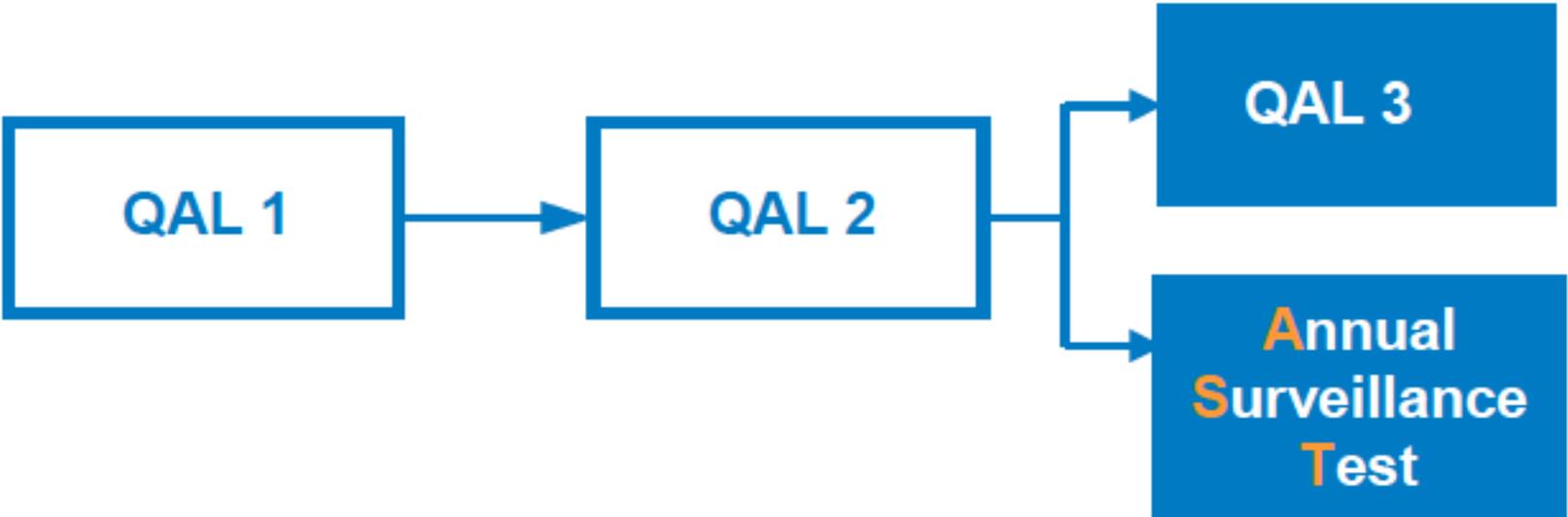
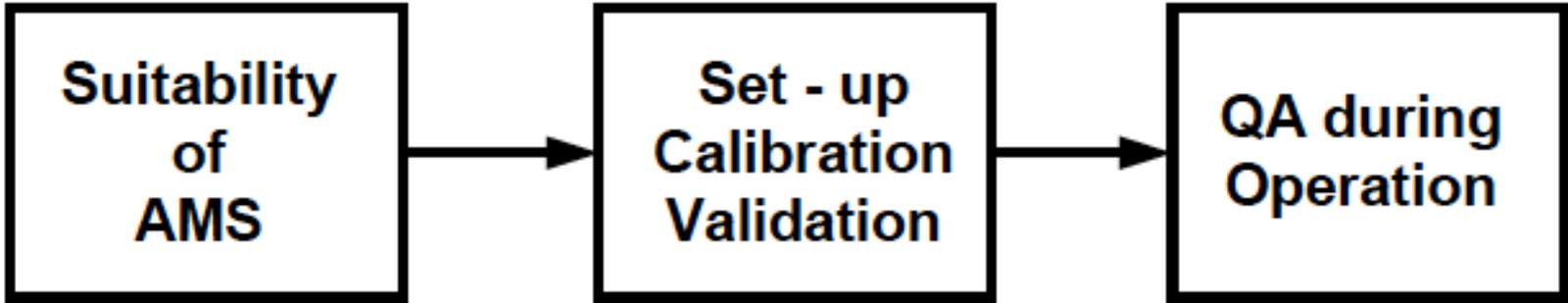
APPLICAZIONE DEGLI SME

L'installazione di analizzatori in continuo per le emissioni atmosferiche sono espressamente previsti dalla normativa vigente per:

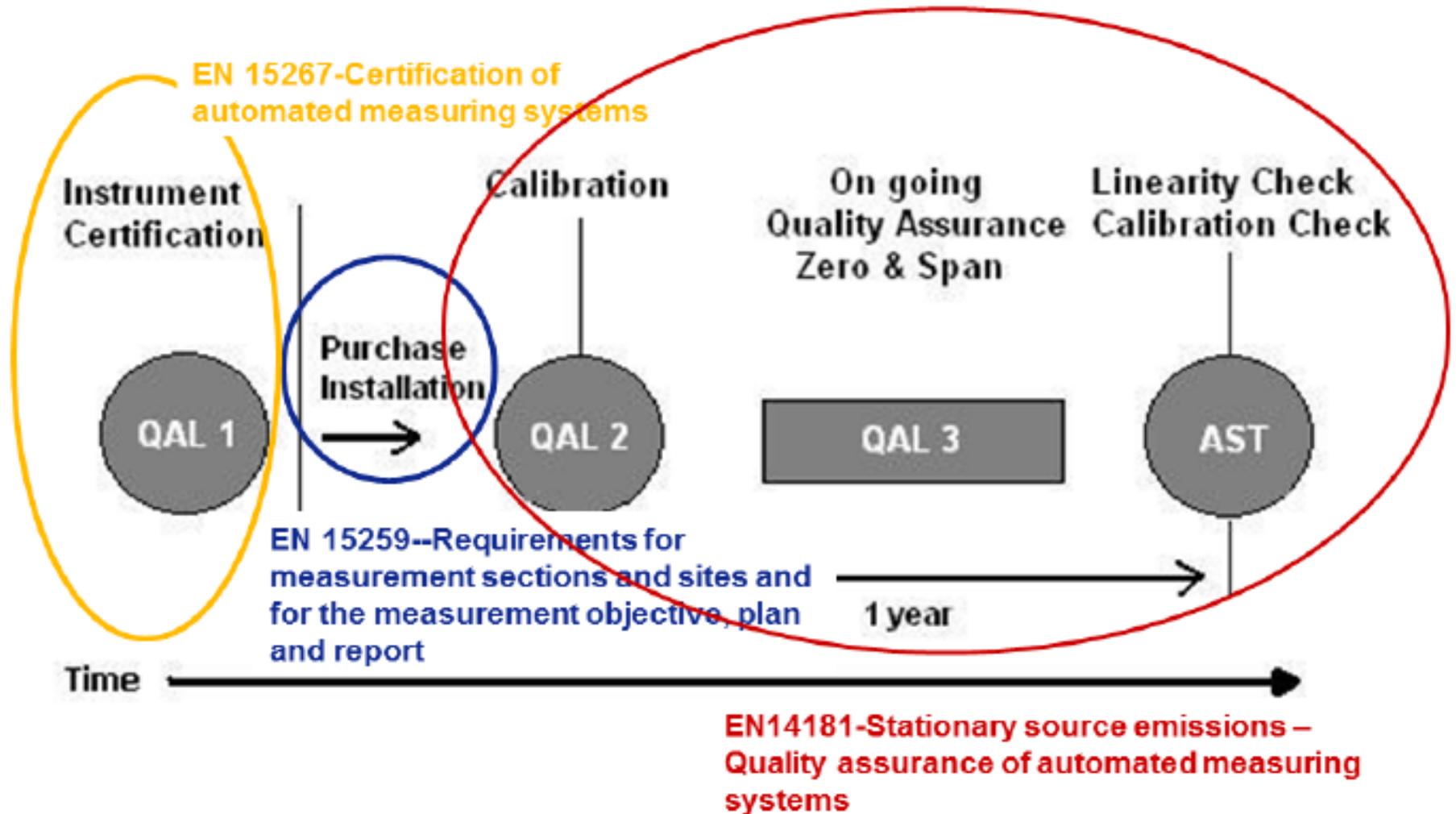
- ✚ grandi impianti di combustione (Allegato II alla parte quinta del D.Lgs. n. 152/06 e s.m.i.)
- ✚ impianti di incenerimento e coincenerimento (parte quarta, Titolo III-bis, del D.Lgs. n. 152/06 e s.m.i.)
- ✚ raffinerie (Allegato I, Parte IV, alla parte quinta del D.Lgs. n. 152/06 e s.m.i.)
- ✚ impianti che hanno emissioni con flusso di massa di solventi in uscita superiori ai 10 kg/h (parte quinta del D.Lgs. n. 152/06 e s.m.i.)
- ✚ impianti per il recupero, anche energetico, dei rifiuti (D.M. 05/02/1998)
- ✚ impianti termici industriali sopra i 6 MW e civili sopra i 1,5 MW, relativamente alla verifica della buona conduzione della combustione (parte quinta del D.Lgs. n. 152/06 e s.m.i.).



QA Levels for Monitoring



RELAZIONE CON ALTRE NORME

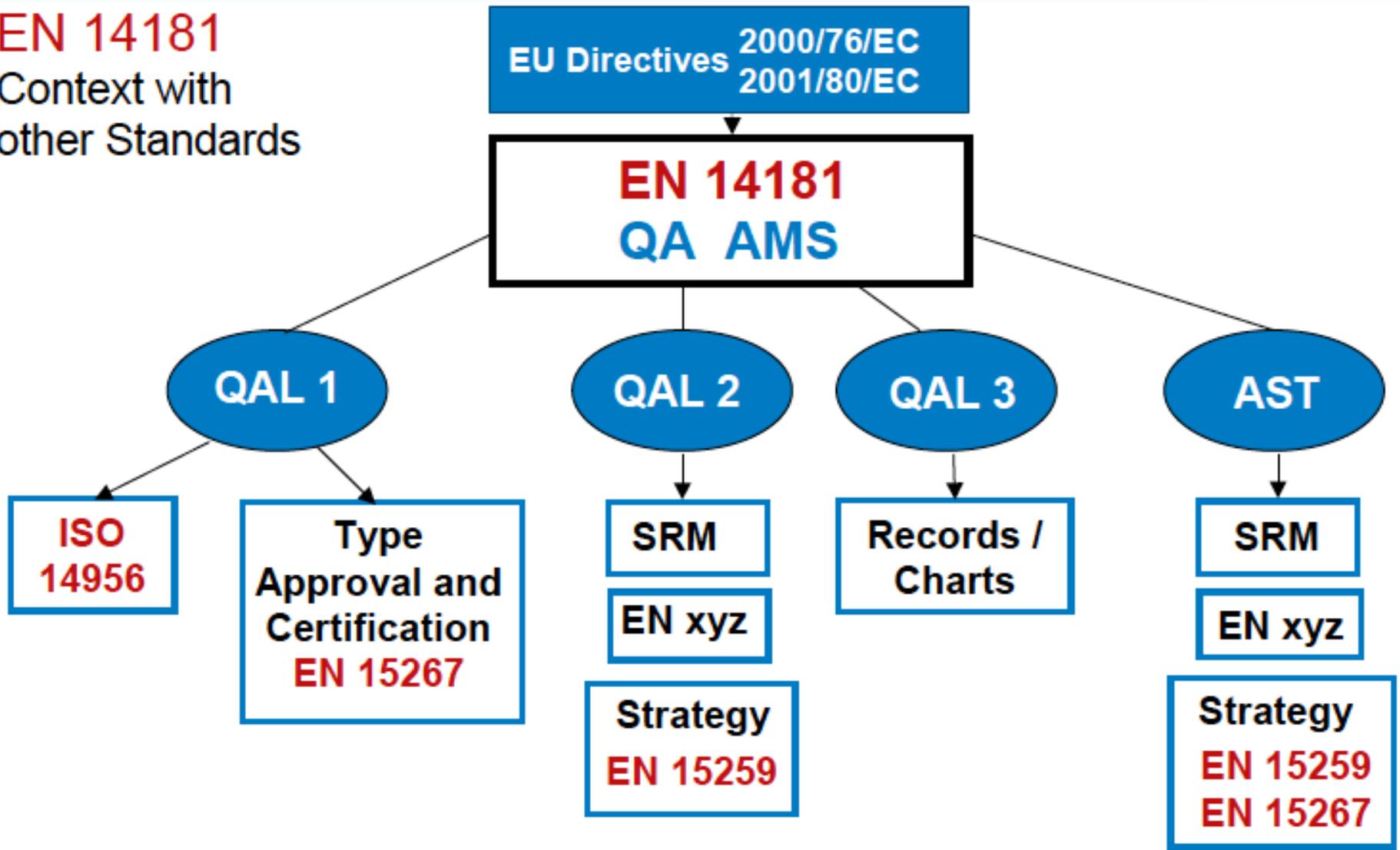


Il sistema di acquisizione e di trattamento dei dati (DAHS) non viene trattato all'interno della Norma

Problema	Cause	Rimedi
Problemi di Interfacciamento		
risposta al sistema di acquisizione (DAHS) diversa rispetto a quella strumentale	i segnali, l'interfaccia oppure i sensori introducono un errore	Comparare il segnale al sistema di acquisizione con quello registrato direttamente allo strumento
Problemi di sincronizzazione	Clock del DAHS e del sistema di controllo non sincronizzati	Verificare il clock
Problemi di calcolo		
Arrotondamenti inesatti	Arrotondamenti inesatti possono portare a risultati affetti da errore	Adeguare gli arrotondamenti alle necessità
Parametri non corretti	L'inserimento di parametri non corretti può produrre errori sistematici	Reinserire i valori corretti
Equazioni non corrette	L'inserimento di equazioni non corrette può introdurre errori di calcolo sistematici	Richiedere agli sviluppatori del software le equazioni e correggere il codice
Routine di correzione non corrette		
Correzione automatica di zero o span	Questi aggiustamenti non possono essere garantiti e possono portare a errori	Non permettere correzioni automatiche o richiedere che ogni correzione venga stampata
Correzioni legati alla portata	Se non correlati alle condizioni di esercizio questi fattori possono produrre errori sistematici	Effettuare un test in ogni condizione di prevalenza e ricalcolare i fattori per ognuna
Correzioni legate a problemi del sistema di diluizione	La correzione della pressione e della temperatura può portare ad errori	Richiedere ai fornitori quali siano i fattori utilizzati e come vengano calcolati
Aggiustamenti di Bias	L'aggiustamento di Bias per eliminare un errore sistematico può essere utilizzata	Evitare le correzioni di Bias eliminando le cause che le rendano necessarie. Più basso è il Bias migliore è l'accuratezza dello SME



EN 14181
Context with
other Standards



**SPECIFICA
TECNICA**

Qualità dell'aria
Misurazione di emissioni da sorgente fissa
Applicazione della EN ISO/IEC 17025:2005 a misurazioni
periodiche

**UNI CEN/TS
15675**

APRILE 2008

**NORMA
EUROPEA**

Qualità dell'aria
Misurazione di emissioni da sorgente fissa
Requisiti delle sezioni e dei siti di misurazione e dell'obiettivo,
del piano e del rapporto di misurazione

UNI EN 15259

APRILE 2008



INTERNATIONAL
STANDARD

ISO
14956

First edition
2002-08-15

**Air quality — Evaluation of the suitability of
a measurement procedure by comparison
with a required measurement uncertainty**

EN 15267-3

English Version

Air quality - Certification of automated measuring systems - Part
3: Performance specifications and test procedures for
automated measuring systems for monitoring emissions from
stationary sources



Acronimi:

1. **CEM** = Continuous Emissions Monitoring
2. **AMS – SME** = Automatic Measurement Systems
3. **QAL** = Quality Assurance Levels
4. **IED** = Industrial Emission Directive
5. **BAT** = Best Available Techniques
6. **BREF** = BAT Reference Note
6. **ELV** = Emission Limit Values
7. **VCR** = Valid Calibration Range
8. **MPU** = Maximun Permissible Uncertainty



Alcune considerazioni preliminari:

1. La UNI 14181 si applica **unicamente** ai CEMs utilizzati per verificare la rispondenza ai limiti di legge e installati permanentemente ai camini degli impianti di potenza e degli inceneritori di rifiuti (capitoli III e IV della IED)

2. **Non si applica ai CEMs portatili** come quelli impiegati nei SRM e per quelli impiegati al di fuori degli scopi della IED

3. La UNI 14181 si applica ai sistemi di misura e **non ai sistemi di acquisizione, raccolta e registrazione dati (DHAS)** utilizzati dai CEMs stessi



DOCUMENTI DI RIFERIMENTO a livello Europeo:

1. Direttiva 2010/75/EU on Industrial Emissions



2. Performance Standards for Continuous Emission Monitoring Systems – The Environment Agency’s Monitoring Certification Scheme (MCERTS), www.mcerts.net

3. TGN M2. Monitoring of stack emissions to air. Environment Agency.

4. TGN M1. Sampling requirements for monitoring stack emissions to air from industrial installations. Environment Agency.



DOCUMENTI DI RIFERIMENTO (2):

5.TGN M2. Monitoring of stack emissions to air. Environment Agency.

6.TGN M1. Sampling requirements for monitoring stack emissions to air from industrial installations. Environment Agency.

7.UNI EN ISO 14956. Air quality — Evaluation of the suitability of a measurement procedure by comparison with a required measurement uncertainty

8.UNI EN TS 14793. Intralaboratory procedure for an alternative method compared to a reference method.

9.Method Implementation Document (MID 15259) for BS EN 15259:2007, Stationary source emissions – Requirements for the measurement sections and sites and for the measurement objective, plan and report



DOCUMENTI DI RIFERIMENTO a livello Italiano:

Normativa Nazionale

- Parte quinta del D.Lgs. n. 152/06 e s.m.i.: “Norme in materia di tutela dell’aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera” ed in particolare l’Allegato VI “Criteri per la valutazione della conformità dei valori limite misurati ai valori di emissione” e l’Allegato II “Grandi impianti di combustione” (ex D.M. 21/12/1995);
- Parte quarta, Titolo III-bis, del D.Lgs. n. 152/06 e s.m.i.: “Incenerimento e coincenerimento di rifiuti”;
- D.M. 5 febbraio 1998 e s.m.i.: “Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22”;
- D.Lgs. n. 59/05 e s.m.i.: “Attuazione integrale della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell’inquinamento;
- D.M. 31/01/2005: “Linee guida recanti i criteri per l’individuazione e l’utilizzazione delle migliori tecnologie disponibili (ex art. 3, comma 2, D.Lgs. n. 372/99)” ed in particolare l’Allegato 2 “Linee guida in materia di sistemi di monitoraggio”.



Norme tecniche di riferimento

- UNI EN 14181:2005 “Emissioni da sorgente fissa – Assicurazione della qualità di sistemi di misurazione automatici”;
- UNI EN 15267-3:2008 “Qualità dell’aria – Certificazione dei sistemi di misurazione automatici – Criteri di prestazione e procedimenti di prova per sistemi di misurazione automatici per monitorare le emissioni da sorgenti fisse”;
- UNI EN ISO 14956:2004 “Qualità dell’aria – Valutazione dell’idoneità di una procedura di misurazione per confronto con un’incertezza di misura richiesta”;
- UNI EN 15259:2008 “Qualità dell’aria – Misurazione di emissioni da sorgente fissa – Requisiti delle sezioni e dei siti di misurazione e dell’obiettivo, del piano e del rapporto di misurazione”;
- UNI EN 13284-1:2001 “Emissioni da sorgente fissa – Determinazione della concentrazione in massa di polveri in basse concentrazioni – Metodo manuale gravimetrico”;
- UNI EN ISO 9169:2006 “Qualità dell’aria - Definizione e determinazione delle caratteristiche prestazionali di un sistema di misurazione automatico”;



Direttiva 2010/75/EU on Industrial Emissions

- ELV si applicano solo durante la marcia “normale” degli impianti (esclusi quindi gli start-up e gli shut-down)
- Mercurio e HF devono essere monitorati negli impianti alimentati a carbone e a lignite.
- Altri Parametri che possono essere richiesti sono TOC, HF Metalli e Diossine (per gli inceneritori)
- Oltre ai parametri stabiliti si devono monitorare anche i parametri periferici : ossigeno , vapor acqueo, temperature e pressione utilizzati per normalizzare le concentrazioni a specifiche condizioni

IED Annex V (>300 MW thermal input)

	Existing Plant (Part 1)			New Plant (Part 2)		
	Solid fuel	Liquid fuel	Natural gas	Solid fuel	Liquid fuel	Natural gas
SO ₂	200	200	35	150	150	35
NO _x	200	150	100	150	100	100
Dust	20	20	5	10	10	5
CO	-	-	100	-	-	100
REF. O ₂ dry	6%	3%	3%	6%	3%	3%

Table 4 Waste incineration and co-incineration compliance requirements

	C_{waste}	Incineration	Annually	C_{proc}	Co-incineration	Biomass
	Daily average 11% O ₂ dry	Half-hourly A (100%)	OR B (97%)	Daily average mg/m ³ 6% O ₂ dry		
Species	Continuous	mg/m ³	mg/m ³	50 - 100 MW	100 - 300 MW	> 300 MW
SO ₂	50	200	50	200	200	200
NO _x	200	400	200	350	300	300
Dust	10	30	10	50	30	30
CO	50	100	150	Permit or actual levels if ELV not defined		
TOC	10	20	10			
HCl	10	60	10			
HF	1	4	2			
Trace species	Periodic	mg/m ³	30m - 8h			
Cd+Th	0.05			0.05		
Hg	0.05			0.05		
Sb+As+Pb+Cr+Co+ Cu+Mn+Ni+V	0.50			0.50		
	Periodic	ng/m ³	6h - 8h	ng/m ³		
Dioxins and furans	0.10			0.10		
Notes:				Notes:		
1. CO daily limit is applied as annual percentile (97%).				1. Dust limit also applies to < 50MW as 50 mg/m ³		
2. CO percentile B is defined as 95% of 10 min averages (daily basis).				2. Half-hourly limits may not apply		
3. CO limits may be relaxed to 100 mg/m ³ hourly average for FBC.				3. Convert to common O ₂ reference		
4. NO _x daily limit 400 mg/m ³ existing plant < 6 t/h (permit by 28/12/02)				$\frac{V_{waste} \times C_{waste} + V_{proc} \times C_{proc}}{V_{waste} + V_{proc}} = C$		
5. NO _x percentiles apply only to plant above 6 t/h.						
6. Incinerator ELVs apply if >40% by heat is from hazardous waste.						

Direttiva 2010/75/EU on Industrial Emissions

-La direttiva fissa anche dei **intervalli di confidenza per l'incertezza** che, in funzione delle regolamentazioni nazionali, viene sottratta dal valore di emissione, sia come % ELV o come % del valore misurato.

-Questa sottrazione viene effettuata sulle **medie orarie per gli impianti di combustione** e sulle medie di mezz'ora **per gli impianti di incenerimento dei rifiuti**

Table 3 IED Confidence Intervals

Species	Confidence interval (95%)
SO ₂	20%
NO _x	20%
Dust	30%
CO	10%
TOC	30%
HCl	40%
HF	40%



Principali osservazioni nella revisione 2015:

1. La nuova revisione della Norma 14181 ribadisce il fatto che gli **AMS** siano conformi alle richieste esplicitate nella IED per quanto riguarda gli impianti di potenza e gli inceneritori.

2. Gli intervalli di confidenza previsti per l'ELV sono ora definiti **come MPU** (massima incertezza permessa)

3. Sia per gli impianti di potenza che per gli impianti di co-incenerimento le procedure e i criteri delle QA si applicano agli **daily ELV**. Ogni variazione di questi limiti o l'introduzione di altri parametri inseriti nel BREF potrà avere un significativo impatto sulle QA esistenti



4. Tutte le QAL2 / AST devono essere condotte da un laboratorio accreditato ISO 17025 che nel suo elenco prove è accreditato anche per la Norma 14181

5. Il **range di misura dell'AMS** può essere scelto in modo tale da fittare meglio il valore del **short term ELV** (orario o su base di mezz'ora)



Principali variazioni nella revisione 2015:

1. È stato inserito un nuovo metodo per quelle situazioni in cui le concentrazioni degli inquinanti sono molto basse e non è possibile verificare le performances dell'AMS (possono essere utilizzati materiali di riferimento in combinazione con i dati della QAL2)
2. È previsto, in alcune circostanze, un numero ridotto di punti per la QAL2 e sono variate le modalità di identificazione e di segnalazione degli outliers
3. È stata introdotta una maggior flessibilità nello sviluppo delle carte di controllo per la QAL3
4. Sono stati modificati i criteri per l'elaborazione delle prove funzionali e della QAL2 relativamente ai parametri periferici (O2 e vapore acqueo)
5. Sono stati aggiornati i riferimenti alle norme per la certificazione degli strumenti (UN EN 15267) e per la localizzazione delle misure (UNI EN 15529).

L'Appendice K della Norma riporta le principali variazioni presenti nella seconda revisione



Annex K (informativa)

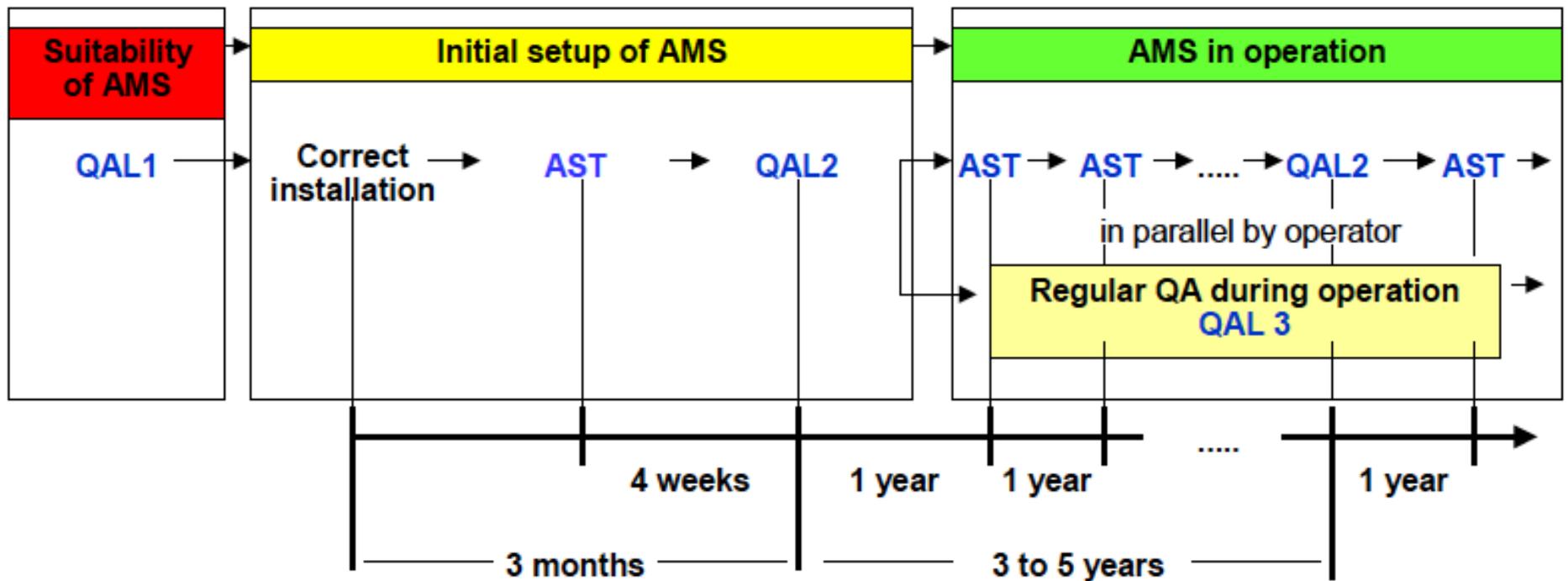
Modifiche tecniche significative

paragrafo	Modifiche Tecniche
5.1	Sono stati aggiunti nuovi requisiti in caso di nuove installazioni di AMS. <u>Gli AMS devono essere certificati in accordo alla UNI EN 15267 parte-1-2-3.</u> Sono state aggiunte modalità di trattamento per gli AMS già installati che non sono stati certificati in accordo alla EN15267 parte -1-2-3
5.3	E' stato aggiunto il riferimento alla EN 15259
6.2	<u>Sono state aggiunte raccomandazioni per l'effettuazione degli step più importanti dei test funzionali previsti per i sistemi di misura dei parametri periferici</u>
6.3	Se non è la prima QAL2 condotta sull'AMS, e se l'operatore dimostra che i livelli di emissione sono più bassi rispetto all'ultima QAL2, possono essere condotte meno di 15 misure parallele Il numero di misure parallele può essere ridotto a 5 in un giorno, se tutte le misure effettuate con il metodo di riferimento (SRM) e almeno il 95% dei valori misurati con AMS, alle condizioni standard, a partire dall'ultima QAL2 o AST, sono inferiori all'intervallo di confidenza specificato nella direttiva Europea per il daily ELV
6.3	In caso di impianti di abbattimento a umido con contenuto di vapore d'acqua costante, <u>la conversione a base secca o base umida può essere effettuata utilizzando le</u> misure di vapore d'acqua dell'AMS
6.4.1	<u>Sono stati aggiunti requisiti per l'identificazione e la registrazione degli outliers di un set di misure</u>
6.4.3	E' stata aggiunta una nuova procedura per il trattamento dei dati formanti un low level cluster

	cluster
6.5	E' stato aggiunto un minimo limite superiore per il range di calibrazione pari al 15 % dell' ELV
6.5	E' stato aggiunto il trattamento dei dati eccedenti il range di calibrazione valido nel caso di impianti con funzionamento discontinuo o di malfunzionamento dell'impianto
6.6	Le procedure descritte sono state modificate per tener conto della nuova procedura di trattamento dei dati formati low level clusters (inserite al 6.4.3)
6.6	Sono state inserite raccomandazioni per la taratura degli AMS relativamente ai parametri periferici (O2 e vapor acqueo)
7	Sono state riviste le procedure di assicurazione di qualità durante la fase operativa (QAL3) Sono state descritte con maggior dettaglio le modalità di selezione e uso delle carte di controllo per la registrazione delle misure allo zero ed allo SPAN
8.5	La tabella con i valori di K e t è stata spostata all'Appendice J



Concept scheme of EN 14181:



QAL 1, EN 14181:

Approved AMS



QAL 1: Suitability of AMS

Standard **ISO 14956** specifies:

- Evaluation of the applicability of the method based on laboratory performance and confirmatory field test
- Requirements on dynamic behaviour of AMS
- **EN 15627** specifies requirements and test procedures

To be performed by **Accredited Test Laboratory**

Scope of work:

- Type Approval
- Performance Evaluations
- Uncertainty Calculations



EN 15267 part 3

Minimum requirements and test procedures

Complete AMS

A **complete AMS** consists of:

- Heated or unheated **probe**, including necessary filters
- **Heated or unheated line** from the probe to the **cooler / analyzer**
- **pump**
- e.g. **cooler** (if necessary)
- **Analyzer**
- **Measurement output, status signals etc.**
- **Manuals**
- **special equipment for QAL 3** if required
- **Reference Standards**, without certified bottle gases
- **Type approval report**
- **Letters, supplementary report etc.** about changes to the instrument



QAL 2, EN 14181: Set-up & Calibration & Validation



QAL 2: Installation and Functionality of AMS

- Quality assurance of installation
- Calibration using SRM
- Uncertainty calculations

To be performed by a **Accredited Test Laboratory**

- Scope of work:
- Correct Installation
 - Functionality Checks
 - Calibration Function
 - Variability & Uncertainty
 - Data Validation



AMS for monitoring official limit values require a certification of suitability and the associated notification in the Federal Gazette.

The following points shall be observed:

- Is the QAL1 test valid for that particular plant type?
- Is the certification range appropriate for the half-hour limit value to be monitored?
- Are additional measuring ranges for monitoring the daily limit value available?
- Is the AMS appropriate for the parameters of that particular plant?



QAL2 = Calibration of automated measuring systems

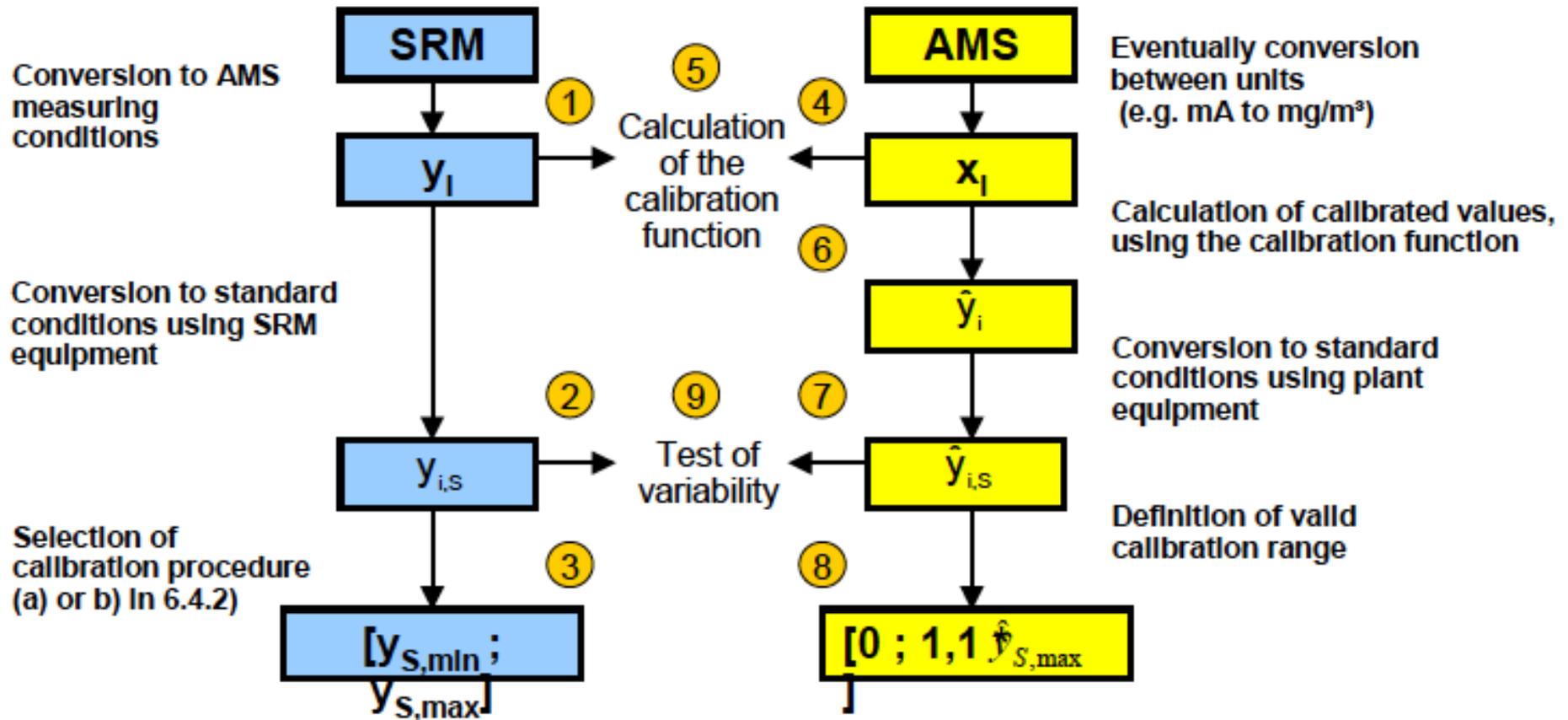
Relevant for Plant operators
 Accredited test house EN 17025

▪ Procedures for the first QAL2:

- Confirmation of the installation
- Functional test
- Calibration of the AMS with standard reference methods (SRM)
- Determination of the validity range of the calibration curve
- Determination of the variability of the AMS and verification of compliance with the specified uncertainty
- Reporting



Flow chart for calibration procedure and test for variability



- **Functional test according to Annex A**
- **At least 15 valid paired measurements with a SRM.
The following points shall be observed:**
 - Distribution over a min. of 3 days within 4 weeks
 - Max. 1 measurement per hour
 - All operating modes of the plant shall be covered
 - Calibration period: 3 days
 - All parameters for normalisation shall be determined separately
- **Determination of variability and verification of compliance with the specified uncertainty**



QAL2 shall be performed:

- At least every 5 years
- At shorter intervals, if stipulated by other legal requirements
- At shorter intervals, if indicated in the notification of approval

A calibration is also necessary, if:

- The values measured are frequently outside the range of validity of the calibration curve
- The operating conditions of the plant undergo significant changes
- Any changes or repairs which will affect the results obtained are made to the AMS or any of its parts
- The AMS did not pass the AST

A period of max. 6 months is specified for the execution and implementation of QAL2 (Process concluded by report of competent authorities).



QAL 3, EN 14181: Drift and Precision



QAL 3: QA during on-site Operation by Records / Control Charts

- **Quality assurance of measuring data**
 - **Frequent zero and span checks of AMS**
- **Guarantee and documentation of AMS quality**
 - **Evaluation of results**

To be performed by **Process Operator**

Scope of work:

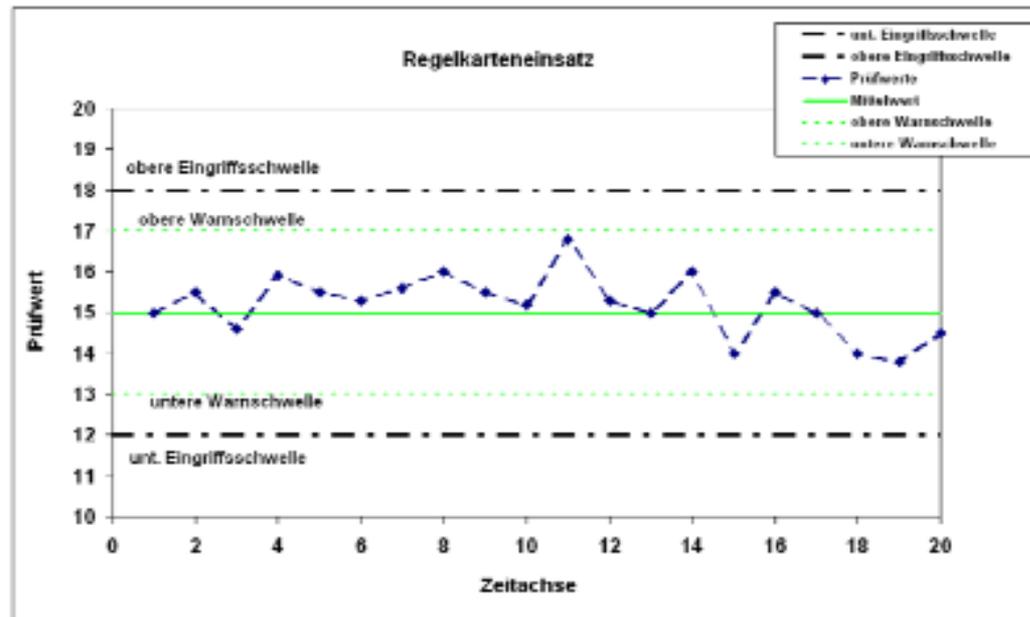
- Zero & Span Drift Control
- Precision of AMS
- Evident Documentation



The EN 14181 QAL3 procedure serves the purpose of ensuring and demonstrating the quality of the AMS through regular drift and precision checks.

Drift and precision controls shall be achieved by the use of control charts:

Shewart control charts or **CUSUM control charts**, manual evaluation is permitted in exceptional cases



AST, EN 14181: Annual Surveillance Test



AST: Installation and Functionality of AMS

- Evaluation, if AMS is functioning correctly and performance remains valid
- Check if AMS's calibration and variability remain as previously determined during QAL2

To be performed by a **Accredited Test Laboratory**

- Scope of work:
- Functionality Checks
 - Confirmation of Calibration Function
(by 5 comparison measurements with SRM)
 - Variability & Validity of calibration function



Certificazione degli AMS

La certificazione EN 15267-3 è relativa al solo analizzatore o a tutto il sistema completo? (linea di campionamento e analizzatore)

Se in QAL1 sono definiti alcuni dispositivi che sono stati oggetto di certificazione TUV le deviazioni in una eventuale installazione (cioè sostituzione di una parte della linea con un altro modello) come vengono trattati in termini di adeguatezza della strumentazione?



Certificazione degli AMS

Si riporta , per conoscenza quanto riportato in un convegno

System integrator:

A system integrator is a supplier of measuring systems, who purchases analysers from other manufacturers and combines these with other bought-in parts and/or parts designed and manufactured by his own company in order to produce a complete system.



Certificazione degli AMS

Problem:

According to Directive EN 15267, only a complete measuring system can undergo certification and not just the analyser.

➤ If a system integrator purchases an analyser which belongs to a previously suitability-tested complete system, this does not mean that the analyser in combination with the complete system of the system integrator is suitability-tested as well.

➤ Certificates associated to the original performance testing are not transferable to the measuring system of the system integrator.



There are also many variations of these basic forms and as analysers are typically designed for use with specific types of sampling system, testing and subsequent approvals will certify a CEM with a stated type of sampling system.

As industrial processes often differ in their requirements, some flexibility is allowed in the selection of the sampling system with the CEM. However, the installed CEM must not deviate from the type of sampling system specified on the certificate to ensure the CEM is not degraded, such that it no longer meets the required performance specifications.

Such allowable variations could include:

- A different length of sampling line to that which was tested.
- A different brand or model of sampling system, so long as there is evidence from third-party testing or witnessed testing that the alternative components meet the required performance specifications and have been tested on analogous systems. For example: an MCERTed permeation dryer may replace an existing permeation dryer, however, a chiller system would not be accepted unless its performance could be proved to be equivalent to the original either through MCERTS testing or witness test data.
- Additional manifolds and heated valves used to allow more than one analyser to share a sampling system.

To summarise: MCERTS and EN 14181 have provisions for systems integration. As long as sampling systems conform to the type originally tested and certified, and there is evidence from third-party testing that the sampling system installed does not degrade performance below the MCERTS requirements, then the alternative sampling system is permitted.

BIAS dei metodi di riferimento

- La norma assume che i **metodi SRM non abbiano BIAS** e che ogni variabilità osservata sia dovuta agli AMS.
- Questo e' un punto debole della norma in quanto, in alcuni casi **l'incertezza associata agli SRM puo' essere anche piu' grande di quella degli AMS.**
- In particolare la Norma 14181 valuta la variabilità dei risultati sperimentali ma non prevede alcun test per il BIAS.
- La funzione di taratura viene quindi determinata supponendo che la risposta del metodo SRM sia corretta e priva di incertezza.
- A partire da queste considerazioni è questionabile il fatto che quando la pendenza della regressione è compresa tra 0,9 e 1,1 la funzione di taratura deve essere applicata, in quanto entrambe le variabili (AMS e SRM) sono affette da incertezze.



BIAS dei metodi di riferimento

- La QAL2 potrebbe essere piu' propriamente vista come una verifica dell'AMS e questo non costringerebbe ad applicare fattori correttivi.
- Tuttavia questa è una deviazione da quanto indicato dalla norma che prevede una implementazione della QAL2 entro 6 da quando evidenziata la necessità e quindi questa pratica dovrebbe essere concordata con AC.
- D'altra parte la 14181 riconosce che una taratura QAL2 può essere considerata ancora valida dall'AC se si può dimostrare che non ci sono significative differenze tra la nuova e vecchia taratura.



Test Funzionali

- È stata armonizzata la lista dei test funzionali combinando i requisiti della QAL2 con quelli della AST.
- I test di funzionalità devono essere condotti da un laboratorio accreditato ISO 17025 o da un laboratorio riconosciuto dalla AC.
- In particolare il test di linearità viene condotto prima della QAL2, in aggiunta alla AST.
- Questa modalità ha il vantaggio di fornire dei dati su materiali di riferimento che possono essere utilizzati , in alcune circostanze, per estrapolare la funzione di taratura.



Prove in parallelo AMS/SRM

- **Per le prove di QAL2, bisogna disporre di almeno 15 misure valide (di solito vengono acquisite almeno 18 misure), suddivise in modo uniforme su almeno 3 giorni di campionamento, non necessariamente consecutivi, ma comunque compresi in un periodo massimo di 4 settimane.**
- **La QAL2 è prevista all'installazione di un nuovo AMS e in seguito ogni 5 anni, o ogni 3 anni nel caso degli impianti di incenerimento rifiuti, sulla base della Direttiva UE 200/76/CE. In determinati casi è possibile prevedere frequenze maggiori:**
 - **in caso di richieste particolari da parte dell'Autorità Competente oppure dello stesso esercente**
 - **ad ogni cambio sostanziale delle condizioni operative dell'impianto (es. modifica del sistema di abbattimento fumi)**
 - **ad ogni cambio sostanziale del sistema di misurazione emissioni (es. sostituzione di uno strumento per la misurazione di un gas)**
 - **in caso di mancato rispetto del range di validità delle rette di calibrazione secondo le indicazioni della norma UNI EN 14181:2005 al paragrafo 6.5**
 - **in caso di fallimento delle prove AST che vengono effettuate negli anni che intercorrono tra una QAL2 e la successiva**



Metodi di riferimento

I metodi di riferimento utilizzati per gli inceneritori sono indicati dal D.Lgs. 46 del 2014:

Parametro	Metodo di riferimento
O ₂	UNI EN 14789:2006
SO ₂	UNI EN 14791:2006
CO	UNI EN 15058:2006
NO-NO ₂ -NO _x	UNI EN 14792:2006
HCl	UNI EN 1911:2010
HF	ISO 15713:2006
NH ₃	EPA CTM 027 1997
H ₂ O	UNI EN 14790:2006
COT	UNI EN 12619:2013
Polveri totali	UNI EN 13284-1:2003
Portata	UNI EN ISO 16911-1:2013



Elaborazione dei dati

- Una delle novità dell'edizione 2015 della norma è l'utilizzo di test statistici sulle coppie di valori AMS/SRM prima di utilizzare i dati per costruire la retta di taratura allo scopo di eliminare eventuali outliers.
- La norma non dà indicazione sul tipo di test da utilizzare, ma specifica che deve essere eseguito: "The data sets obtained in the parallel measurements shall be checked for possible outliers. The method used to assess outliers and reasons for excluding outliers shall be given in the QAL2 report. Outliers shall be reported and identified in the calibration data tables and diagrams"
- Questo significa prevedere l'effettuazione di un numero maggiore di prelievi rispetto ai 15 necessari per determinare la retta di correlazione
- Attualmente qualcuno utilizza il test di Huber con dei buoni risultati.



Test di Huber

➔ Elaborazione senza scartare valori anomali

XX	Ditta: XXXX				Parametro: NOx
LabAnalysis srl	Analizzatore:				

SISTEMA AUTOMATICO DI MISURA (AMS)				SISTEMA DI RIFERIMENTO (SRM)								
Durata	$x_{M,i}$	T	P	H ₂ O	O ₂	$y_{M,i}$	T	P	H ₂ O	O ₂	$y_{S,i}$	
(min)	(mg/Nm ³) ± 0,000	K	mbar	% (v/v)	% (v/v) ± 0,000	(mg/Nm ³) ± 0,000	K	mbar	% (v/v)	% (v/v) ± 0,000	(mg/Nm ³) ± 0,000	
60	138,8				4,13	141,0					4,24	151,5
60	141,1				4,37	144,4					4,50	157,5
60	135,5				3,56	143,7					3,58	148,5
60	129,5				3,83	172,5					4,02	182,8
60	132,0				3,39	135,2					3,36	138,0
60	132,9				3,39	135,2					3,31	137,6
60	124,9				2,68	125,8					2,60	123,0
60	133,6				3,38	135,4					3,32	137,9
60	132,6				3,61	134,2					3,64	139,1
60	134,3				3,75	134,0					3,78	140,0
60	129,4				3,21	127,9					3,28	129,9
60	112,4				2,76	130,4					3,35	133,0
60	134,1				3,48	139,1					3,55	143,5
60	131,3				3,28	133,8					3,36	136,6
60	118,6				2,85	121,3					2,62	118,7
60	122,0				2,69	126,6					2,55	123,5
60	131,8				3,09	134,7					2,96	134,4
60	128,0				2,87	128,0					2,81	127,6

Offset	0 (mg/Nm ³) zecco
O ₂ rif.	3 % (v/v) zecco
$y_{M,max}$ (da prove in parall.)	130,2 (mg/Nm ³) zecco
$y_{M,max}$ (da prove in parall.+prove linearità)	130,2 (mg/Nm ³) zecco
$y_{M,min}$ (da prove in parall.)	135,8 (mg/Nm ³) zecco
$y_{M,min}$ (da prove in parall.+prove linearità)	135,8 (mg/Nm ³) zecco

Alle condizioni di riferimento:

$y_{M,max}$ (da prove in parall.)	182,8 (mg/Nm ³) ± 3 % O ₂
$y_{M,max}$ (da prove in parall.+prove linearità)	182,8 (mg/Nm ³) ± 3 % O ₂
$y_{M,min}$ (da prove in parall.)	118,7 (mg/Nm ³) ± 3 % O ₂
$y_{M,min}$ (da prove in parall.+prove linearità)	118,7 (mg/Nm ³) ± 3 % O ₂
$y_{M,max} - y_{M,min}$ (da prove in parall.) =	64,1 (mg/Nm ³) ± 3 % O ₂
$y_{M,max} - y_{M,min}$ (da prove in parall.+prove linearità) =	64,1 (mg/Nm ³) ± 3 % O ₂

Limite di emissione (ELV) ≤ 260 (mg/Nm³) ± 3 % O₂

15% Limite di emissione (ELV) $\leq 39,0$ (mg/Nm³) ± 3 % O₂

Intervallo di confidenza massimo (IC_{max}) $\leq 52,0$ (mg/Nm³) ± 3 % O₂

Quindi:
 $y_{M,max} - y_{M,min}$ (da prove in parall.) \leq IC_{max}
 $y_{M,min}$ (da prove in parall.) \leq 15% ELV

Per calcolare la funzione di taratura viene utilizzato il METODO A

Parametro: NOx

FUNZIONE DI TARATURA

$$\hat{y}_{M,i} = 48,194 + 0,673 x_{M,i}$$

Validità funzione di taratura

$$0,00 \leq \hat{y}_{S,i} \leq 170,42$$

Test di variabilità

S_n = 11,070
k_n = 0,980
D_n = 28,531

TEST PASSATO

Intervallo di confidenza massimo (IC _{max})	20 % 52,0 (mg/Nm ³) ± 3 % O ₂
Intervallo di confidenza sperimentale	8,52 % 22,14 (mg/Nm ³) ± 3 % O ₂

Legenda:

- $y_{M,i}$ - i-esimo valore calibrato dall'AMS
- $x_{M,i}$ - i-esimo valore misurato dall'AMS
- $y_{S,i}$ - i-esimo valore misurato dall'AMS in condizioni di riferimento
- $\hat{y}_{M,i}$ - i-esimo valore calibrato dall'AMS in condizioni di riferimento
- $\hat{y}_{S,max}$ - max. valore calibrato dall'AMS in condizioni di riferimento
- $\hat{y}_{S,min}$ - min. valore calibrato dall'AMS in condizioni di riferimento
- D_n - media dei quadrati dei residui
- n - numero di prove effettuate
- z_p - deviazione standard delle differenze D
- k_n - parametro di un test t² con un valore dS del 50%

condo la norma UNI EN 14181:2015 non vengono impiegati eventuali dati elementari non validi o non disponibili nel



Test di Huber

► Il test restituisce 2 coppie di valori anomale, che vengono scartate nella successiva elaborazione

XX	Ditta: XXX		Parametro: NOx		Offset	0 (mg/Nm3) secco	Parametro: NOx
LabAnalysis srl	Analizzatore:				O ₂ rif.	3 % (v/v) secco	
					x _{M,i} (da prove in parall.)	131,3 (mg/Nm3) secco	FUNZIONE DI TARATURA
					x _{M,i} (da prove in parall.+prove linearità)	131,3 (mg/Nm3) secco	
					y _{M,i} (da prove in parall.)	133,8 (mg/Nm3) secco	Validità funzione di taratura
					y _{M,i} (da prove in parall.+prove linearità)	133,8 (mg/Nm3) secco	
					Alle condizioni di riferimento:		TEST PASSATO
					y _{M,i} (da prove in parall.)	157,5 (mg/Nm3) ± 3 % O ₂	
					y _{M,i} (da prove in parall.+prove linearità)	157,5 (mg/Nm3) ± 3 % O ₂	Intervallo di confidenza massimo (IC _{max})
					y _{M,i} (da prove in parall.)	118,7 (mg/Nm3) ± 3 % O ₂	
					y _{M,i} (da prove in parall.+prove linearità)	118,7 (mg/Nm3) ± 3 % O ₂	Intervallo di confidenza sperimentale
					y _{M,max} - y_{M,min}} (da prove in parall.) =}	38,7 (mg/Nm3) ± 3 % O ₂	
					y _{M,max} - y_{M,min}} (da prove in parall.+prove linearità) =}	38,7 (mg/Nm3) ± 3 % O ₂	Legenda:
					Limite di emissione (ELV)	260 (mg/Nm3) ± 3 % O ₂	
					15% Limite di emissione (ELV)	39,0 (mg/Nm3) ± 3 % O ₂	x _{M,i}} : 1°-esimo valore misurato dall'AMS
					Intervallo di confidenza massimo (IC _{max})	52,0 (mg/Nm3) ± 3 % O ₂	x _{M,i}} : 1°-esimo valore misurato dall'AMS in condizioni di riferimento
					Quindi:		x _{M,i}} : 1°-esimo valore calibrato dall'AMS in condizioni di riferimento
					y _{M,max} - y_{M,min}} (da prove in parall.)}	< IC _{max}	y _{M,max}} : max valore calibrato dall'AMS in condizioni di riferimento
					y _{M,i}} (da prove in parall.)	≥ 15% ELV	D _{M,i}} : medio degli scartamenti D _i
					Per calcolare la funzione di taratura viene utilizzato il METODO		H: numero di prove effettuate
					Legenda:		
					x _{M,i}} : 1°-esimo valore misurato dall'AMS		
					y _{M,i}} : 1°-esimo valore misurato dall'SRM		
					y _{S,i}} : 1°-esimo valore rilevato dall'SRM in condizioni di riferimento		
					x _{M,max}} : medio dei valori x _{M,i}}		
					x _{M,min}} : medio dei valori x _{M,i}}		

SISTEMA AUTOMATICO DI MISURA (AMS)	SISTEMA DI RIFERIMENTO (SRM)					
Durata	g _{M,i}}	T P H ₂ O O ₂	g _{S,i}}	T P H ₂ O O ₂	g _{S,i}}	
(min)	(mg/Nm ³) zocco K mbar x (v/v) x (v/v) zocco	(mg/Nm ³) zocco K mbar x (v/v) x (v/v) zocco	(mg/Nm ³) zocco K mbar x (v/v) x (v/v) zocco	(mg/Nm ³) zocco K mbar x (v/v) x (v/v) zocco	(mg/Nm ³) zocco K mbar x (v/v) x (v/v) zocco	
60	138,8		4,13	141,0	4,24	151,5
60	141,1		4,37	144,4	4,50	157,5
60	135,5		3,56	143,7	3,58	148,5
60						
60	132,0		3,39	135,2	3,36	138,0
60	132,9		3,39	135,2	3,31	137,6
60	124,9		2,68	125,8	2,60	123,0
60	133,6		3,38	135,4	3,32	137,9
60	132,6		3,61	134,2	3,64	139,1
60	134,3		3,75	134,0	3,78	140,0
60	129,4		3,21	127,9	3,28	129,9
60						
60	134,1		3,48	139,1	3,55	143,5
60	131,3		3,28	133,8	3,36	136,6
60	118,6		2,65	121,3	2,62	118,7
60	122,0		2,69	126,6	2,55	123,5
60	131,8		3,09	134,7	2,96	134,4
60	128,0		2,87	129,0	2,81	127,6



La funzione di taratura e la sua validità

➡ Il calcolo della funzione di taratura può avvenire secondo 3 diversi metodi (ne è stato aggiunto uno rispetto alla versione precedente della norma):

➡ $y_{s,max} - y_{s,min} \geq IC_{MAX}$ **Metodo A**

➡ $y_{s,max} - y_{s,min} < IC_{MAX}$ e contemporaneamente $y_{s,min} \geq 15\%$ ELV **Metodo B**

➡ $y_{s,max} - y_{s,min} < IC_{MAX}$ e contemporaneamente $y_{s,min} < 15\%$ ELV **Metodo C**

➡ La funzione di taratura, calcolata secondo uno dei 3 metodi descritti, viene applicata al sistema in esame ed in generale è valida, in base alla norma, da zero sino alla maggiore tra le seguenti 2 quantità:

➡ valore massimo misurato dal sistema in esame, tarato ed espresso alle condizioni di riferimento, incrementato del 10%

➡ 20% dell'ELV



Esempi di applicazione

Vengono di seguito riportati 3 esempi di applicazione della norma su altrettanti parametri suddivisi per casistiche verificando il cambiamento che si ha nell'elaborazione dei dati passando dalla vecchia edizione della norma alla nuova:

Esempio 1: Elaborazione con metodo A

Esempio 2: Elaborazione con metodo B

Esempio 3: Elaborazione con metodo C

Presi dalla Presentazione del Dott. Stefano Maggi di LABANALYSIS



Esempio 1: Elaborazione secondo 14181:2005

Exx	Ditta: XXX	Parametro: CO
LabAnalysis srl	Analizzatore: XXX	

Durata (min)	SISTEMA AUTOMATICO DI MISURA (AMS)					SISTEMA DI RIFERIMENTO (SRM)					Y _{S,i} (mg/Nm ³) s 11% O ₂	
	X _{M,i} (mg/Nm ³) umido	T K	P mbar	H ₂ O z (r/r)	O ₂ z (r/r)	Y _{M,i} (mg/Nm ³) umido	T K	P mbar	H ₂ O z (r/r)	O ₂ z (r/r)		
30	10.1			19.8	13.5	11.1			21.4	13.2	18.1	
30	1.0			14.1	13.9	1.1			15.4	13.7	1.8	
30	1.2			12.5	14.1	1.2			14.2	13.5	1.9	
30	0.2			15.4	13.0	1.1			16.9	12.6	1.5	
30	1.1			13.0	14.0	1.1			14.5	13.7	1.8	
30	3.6			11.9	15.2	3.5			13.8	15.3	7.1	
30	19.9			14.0	14.1	19.9			15.4	14.0	33.7	
30	0.7			15.5	13.6	1.5			16.9	13.4	2.4	
30	35.8			14.0	14.1	35.8			15.8	14.1	61.9	
30	2.0			13.8	14.1	2.1			15.3	14.0	3.5	
30	0.8			10.9	14.8	1.5			12.3	14.8	2.7	
30	0.9			9.7	15.0	1.7			10.9	14.9	3.2	
30	0.9			9.2	15.1	1.7			10.7	15.1	3.3	
30	3.0			8.5	15.5	3.6			10.0	15.4	7.2	
30	1.6			9.0	14.2	2.5			10.9	14.1	4.2	

Offset	0 (mg/Nm ³) umido
O ₂ rif.	11 % (v/v) secco
Y _{H1,media}	5.5 (mg/Nm ³) umido
Y _{H1,media}	6.0 (mg/Nm ³) umido
Alle condizioni di riferimento:	
Y _{max}	61.9 (mg/Nm ³) s 11% O ₂
Y _{min}	1.5 (mg/Nm ³) s 11% O ₂
Y _{max} - Y _{min} =	60.4 (mg/Nm ³) s 11% O ₂
Limite di emissione (ELV)	50 (mg/Nm ³) s 11% O ₂
15% ELV	7.5 (mg/Nm ³) s 11% O ₂
Quindi:	
Y _{max} - Y _{min}	> 15% ELV
Per calcolare la funzione di taratura viene utilizzato il METODO A	

FUNZIONE DI TARATURA

$$\hat{Y}_{M,i} = 0,53 + 0,98 \times X_{M,i}$$

Validità funzione di taratura

$$0,0 \leq \hat{Y}_{S,i} \leq 66,4$$

Test di variabilità

s ₀	0,754
k ₀	0,976
σ ₀	2,551

TEST PASSATO

Limite intervallo di confidenza	10 %
Intervallo di confidenza sperimentale	5,0 (mg/Nm ³) s 11% O ₂
	3,0 %
	1,5 (mg/Nm ³) s 11% O ₂

Legenda:

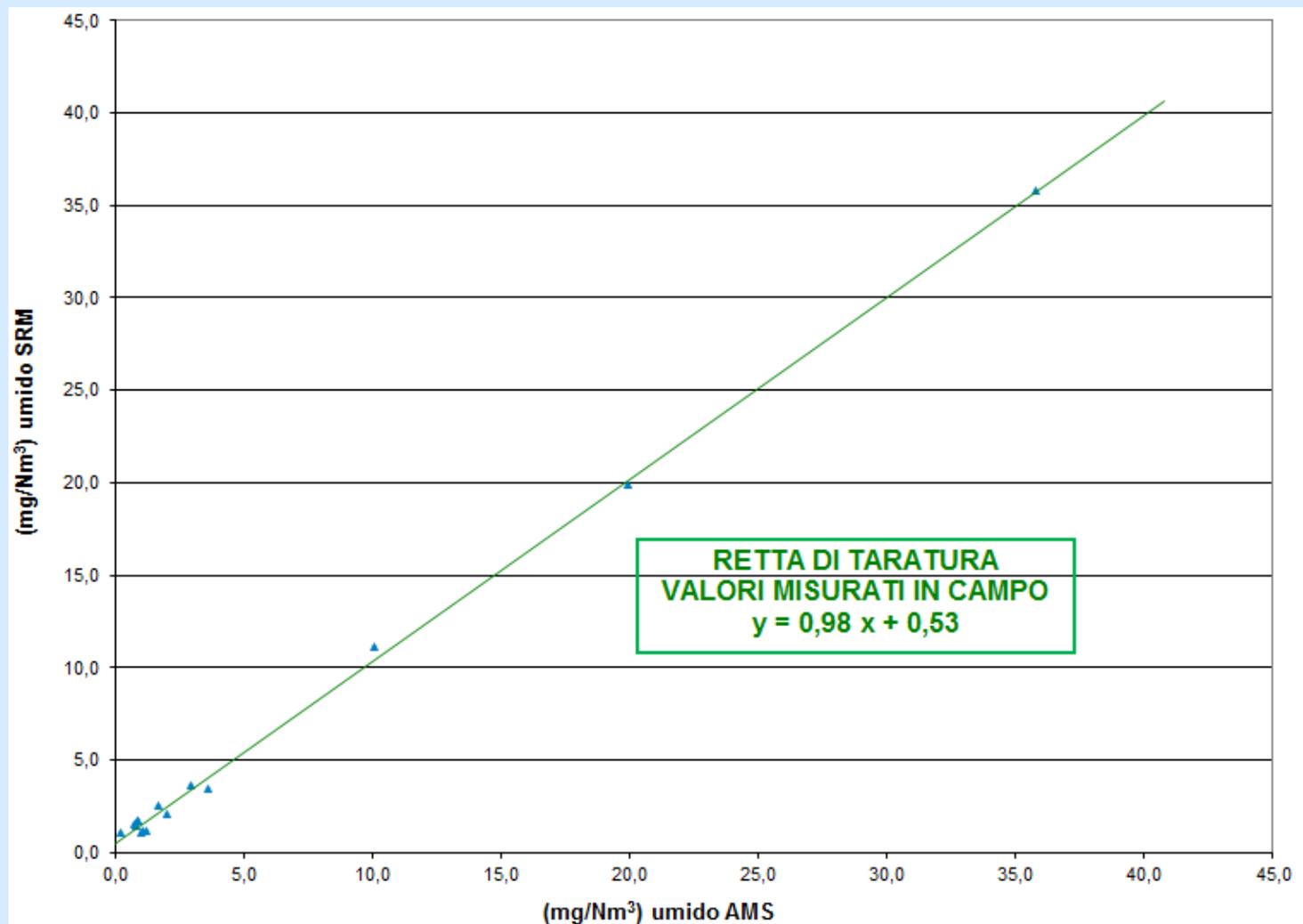
X_{M,i}: i-esimo valore misurato dall'AMS
 Y_{M,i}: i-esimo valore misurato dall'SRM
 Y_{S,i}: i-esimo valore rilevato dall'SRM in condizioni di riferimento
 Y_{H1,media}: media dei valori Y_{H1,i}
 Y_{H2,media}: media dei valori Y_{H2,i}
 Y_{max}: massimo valore Y_{S,i}
 Y_{min}: minimo valore Y_{S,i}
 P: Num. = Numero Prelievo

Legenda:

Ŷ_{M,i}: i-esimo valore calibrato dell'AMS
 Y_{M,i}: i-esimo valore misurato dall'AMS
 X_{M,i}: i-esimo valore misurato dall'AMS in condizioni di riferimento
 Ŷ_{S,i}: i-esimo valore calibrato dell'AMS in condizioni di riferimento
 Ŷ_{S,max}: max valore calibrato dell'AMS in condizioni di riferimento
 D₀: media degli scostamenti D_i
 N: numero di prove effettuate
 s₀: deviazione standard delle differenze D_i
 k₀: parametro di un test χ² con un valore di β del 50%
 σ₀: incertezza fornita dal legislatore come % del valore limite



Esempio 1: Elaborazione secondo 14181:2005



Esempio 1: Elaborazione secondo 14181:2015

Prima bisogna calcolare la retta dell'acqua....

Exx	Ditta: XXXXXXXX	Parametro: H2O	Offset	0 % vlv	Parametro: H2O
LabAnalysis srl	Analizzatore: Sistema XXXXXXXX		O ₂ rif.	% (vlv) secco	
	Numero di serie: XXXXXXXXX		Y _{AMS,da} (da prove in parall.)	12,8 % vlv	
			Y _{AMS,da} (da prove in parall.+prove linearità)	12,8 % vlv	
			Y _{AMS,da} (da prove in parall.)	14,3 % vlv	
			Y _{AMS,da} (da prove in parall.+prove linearità)	14,3 % vlv	

Durata (min)	SISTEMA AUTOMATICO DI MISURA (AMS)					SISTEMA DI RIFERIMENTO (SRM)					Y _{S,i}
	X _{M,i} % vlv	T K	P mbar	H ₂ O % (v/v)	O ₂ % (v/v) secco	Y _{M,i} % vlv	T K	P mbar	H ₂ O % (v/v)	O ₂ % (v/v) secco	
30	19,8					21,4					21,4
30	14,1					15,4					15,4
30	12,5					14,2					14,2
30	15,4					16,9					16,9
30	13,0					14,5					14,5
30	11,9					13,8					13,8
30	14,0					15,4					15,4
30	15,5					16,9					16,9
30	14,0					15,8					15,8
30	13,8					15,3					15,3
30	10,9					12,3					12,3
30	9,7					10,9					10,9
30	9,2					10,7					10,7
30	8,5					10,0					10,0
30	9,0					10,9					10,9

Alle condizioni di riferimento:	
Y _{S,max} (da prove in parall.)	21,4 % vlv
Y _{S,max} (da prove in parall.+prove linearità)	21,4 % vlv
Y _{S,min} (da prove in parall.)	10,0 % vlv
Y _{S,min} (da prove in parall.+prove linearità)	10,0 % vlv
Y _{S,max} - Y _{S,min} (da prove in parall.) =	11,4 % vlv
Y _{S,max} - Y _{S,min} (da prove in parall.+prove linearità)	11,4 % vlv
=	
Limite di emissione (ELV)	25 % vlv
15% Limite di emissione (ELV)	3,75 % vlv
Intervallo di confidenza massimo (IC _{MAX})	7,50 % vlv
Quindi:	
Y _{S,max} - Y _{S,min} (da prove in parall.)	≥ IC _{MAX}
Y _{S,min} (da prove in parall.)	≥ 15% ELV
Per calcolare la funzione di taratura viene utilizzato il METODO A	

Legenda:	
X _{M,i}	i-esimo valore misurato dall'AMS
Y _{M,i}	i-esimo valore misurato dall'SRM
Y _{S,i}	i-esimo valore rilevato dall'SPM in condizioni di riferimento
Y _{AMS,da}	media dei valori Y _{M,i}
Y _{AMS,da}	media dei valori Y _{M,i}
Y _{S,max}	massimo valore Y _{S,i}
Y _{S,min}	minimo valore Y _{S,i}
P.Num.	Numero Prelievo

Funzione di taratura	$\hat{Y}_{M,i} = 1,547 + 1,000 \times X_{M,i}$								
Validità funzione di taratura	NON APPLICABILE								
Test di variabilità	<table border="1"> <tr><td>f₀</td><td>0,199</td></tr> <tr><td>k_f</td><td>0,976</td></tr> <tr><td>σ₀</td><td>3,827</td></tr> <tr><td>TEST</td><td>PASSATO</td></tr> </table>	f ₀	0,199	k _f	0,976	σ ₀	3,827	TEST	PASSATO
f ₀	0,199								
k _f	0,976								
σ ₀	3,827								
TEST	PASSATO								
Intervallo di confidenza massimo (IC _{MAX})	30 %								
	7,5 % v/v								
Intervallo di confidenza sperimentale	1,6 %								
	0,40 % v/v								

Legenda:	
Y _{S,i}	i-esimo valore calibrato dell'AMS
Y _{M,i}	i-esimo valore misurato dall'AMS
Y _{S,i}	i-esimo valore misurato dall'AMS
Y _{S,i}	i-esimo valore calibrato dell'AMS in condizioni di riferimento
Y _{S,max}	max valore calibrato dell'AMS in condizioni di riferimento
D _v	media degli scostamenti D _i
N _s	numero di prove effettuate
S _s	deviazione standard delle differenze D _i
k _f	parametro di un test χ ² con un valore di β del 50%
Δ _v	incertezza fornita dal legislatore come % del valore limite

condo la norma UNI EN 14181:2015 non vengono impiegati eventuali dati elementari non validi o non disponibili al prelievo



Esempio 1: Elaborazione secondo 14181:2015

Poi quella dell'ossigeno....

Exx		Ditta: XXXXXXXX		Parametro: O2	
LabAnalysis srl		Analizzatore: XXXXXXXX		Numero di serie: XXXXXXXXXX	

Durata (min)	SISTEMA AUTOMATICO DI MISURA (AMS)					SISTEMA DI RIFERIMENTO (SRM)					
	$x_{M,i}$ % v/v umido	T K	P mbar	H ₂ O % (v/v)	O ₂ % (v/v) secco	$y_{S,i}$ % v/v umido	T K	P mbar	H ₂ O % (v/v)	O ₂ % (v/v) secco	$y_{S,i}$ % v/v secco
30	10,9			21,3		10,4			21,4		13,2
30	12,0			15,6		11,6			15,4		13,7
30	12,3			14,0		11,6			14,2		13,5
30	11,0			16,9		10,5			16,9		12,6
30	12,2			14,5		11,7			14,5		13,7
30	13,4			13,4		13,2			13,8		15,3
30	12,1			15,5		11,9			15,4		14,0
30	11,5			17,0		11,1			16,9		13,4
30	12,1			15,5		11,9			15,8		14,1
30	12,2			15,3		11,9			15,3		14,0
30	13,2			12,4		12,9			12,3		14,8
30	13,5			11,2		13,3			10,9		14,9
30	13,7			10,7		13,5			10,7		15,1
30	14,2			10,0		13,9			10,0		15,4
30	12,9			10,5		12,6			10,9		14,1

Offset	0 % v/v umido
O ₂ rif.	% (v/v) secco
$y_{M,max}$ (da prove in parall.)	12,5 % v/v umido
$y_{M,min}$ (da prove in parall.+prove linearità)	12,5 % v/v umido
$y_{M,max}$ (da prove in parall.)	12,1 % v/v umido
$y_{M,min}$ (da prove in parall.+prove linearità)	12,1 % v/v umido

Alle condizioni di riferimento:

$y_{M,max}$ (da prove in parall.)	15,4 % v/v secco
$y_{M,max}$ (da prove in parall.+prove linearità)	15,4 % v/v secco
$y_{M,min}$ (da prove in parall.)	12,6 % v/v secco
$y_{M,min}$ (da prove in parall.+prove linearità)	12,6 % v/v secco
$y_{M,max} - y_{M,min}$ (da prove in parall.)	2,8 % v/v secco
$y_{M,max} - y_{M,min}$ (da prove in parall.+prove linearità)	2,8 % v/v secco

Limite di emissione (ELV)	21 % v/v secco
15% Limite di emissione (ELV)	3,15 % v/v secco
Intervallo di confidenza massimo (IC _{MAX})	2,10 % v/v secco

Quindi:

$y_{M,max} - y_{M,min}$ (da prove in parall.)	≥ IC _{MAX}
$y_{M,min}$ (da prove in parall.)	≥ 15% ELV

Per calcolare la funzione di taratura viene utilizzato il METODO A

Legenda:

- $x_{M,i}$: i-esimo valore misurato dall'AMS
- $y_{S,i}$: i-esimo valore misurato dall'SRM
- $y_{M,i}$: i-esimo valore rilevato dall'SRM in condizioni di riferimento
- $\bar{x}_{M,i}$: media dei valori $x_{M,i}$
- $\bar{y}_{M,i}$: media dei valori $y_{M,i}$
- y_{max} : massimo valore $y_{M,i}$
- y_{min} : minimo valore $y_{M,i}$
- P.Num.: Numero Prelievo

Parametro: O2	
FUNZIONE DI TARATURA	
$\hat{y}_{M,i} = -1,395 + 1,083 \cdot x_{M,i}$	
Validità funzione di taratura	
NON APPLICABILE	
Test di variabilità	
$\%_0$	0,138
k_0	0,976
σ_0	1,071
TEST	PASSATO
Intervallo di confidenza massimo (IC _{MAX})	10 %
	2,1 % v/v secco
Intervallo di confidenza sperimentale	1,3 %
	0,28 % v/v secco

condo la norma UNI EN 14181:2015 non vengono impiegati eventuali dati elementari non validi o non disponibili al prelievo



Esempio 1: Elaborazione secondo 14181:2015

Infine quella del CO

Exx	Ditta: XXXXXXXX	Parametro: CO
LabAnalysis srl	Analizzatore: Sistema XXXXXXXX	
	Numero di serie: XXXXXXXXX	

Offset	0 (mg/Nm3) umido
O ₂ rif.	11 % (v/v) secco
y _{1,max,ref} (da prove in parall.)	5.5 (mg/Nm3) umido
y _{1,max,ref} (da prove in parall.+prove linearità)	5.5 (mg/Nm3) umido
y _{1,min,ref} (da prove in parall.)	6.0 (mg/Nm3) umido
y _{1,min,ref} (da prove in parall.+prove linearità)	6.0 (mg/Nm3) umido

Alle condizioni di riferimento:

y _{1,max} (da prove in parall.)	61,9 (mg/Nm3) ± 11% O ₂
y _{1,max} (da prove in parall.+prove linearità)	61,9 (mg/Nm3) ± 11% O ₂
y _{1,min} (da prove in parall.)	1,5 (mg/Nm3) ± 11% O ₂
y _{1,min} (da prove in parall.+prove linearità)	1,5 (mg/Nm3) ± 11% O ₂
y _{1,max} - y _{1,min} (da prove in parall.) =	60,4 (mg/Nm3) ± 11% O ₂
y _{1,max} - y _{1,min} (da prove in parall.+prove linearità)	60,4 (mg/Nm3) ± 11% O ₂

Limite di emissione (ELV) 50 (mg/Nm3) ± 11% O₂
 15% Limite di emissione (ELV) 7,50 (mg/Nm3) ± 11% O₂
 Intervallo di confidenza massimo (IC_{max}) 5,00 (mg/Nm3) ± 11% O₂

Quindi:
 y_{1,max} - y_{1,min} (da prove in parall.) ≥ IC_{max}
 y_{1,min} (da prove in parall.) < 15% ELV

Per calcolare la funzione di taratura viene utilizzato il **METODO A**

Legenda:
 y_{M,i}: i-esimo valore misurato dall'AMS
 y_{1,i}: i-esimo valore misurato dall'AMS
 y_{1,i,r}: i-esimo valore misurato dall'AMS in condizioni di riferimento
 y_{1,i,r}: i-esimo valore rilevato dall'SRM in condizioni di riferimento
 y_{1,max,r}: media dei valori y_{1,i,r}
 y_{1,min,r}: media dei valori y_{1,i,r}
 y_{1,max,r}: massimo valore y_{1,i,r}
 y_{1,min,r}: minimo valore y_{1,i,r}
 P.Num.: Numero Prelievo

Parametro: CO

FUNZIONE DI TARATURA

$$\hat{y}_{M,i} = 0,53 + 0,98 \times x_{M,i}$$

Validità funzione di taratura

$$0,00 \leq \hat{y}_{S,i} \leq 65,7$$

Test di variabilità

s _b	0,863
k _b	0,976
σ _b	2,551
TEST	PASSATO

Intervallo di confidenza massimo (IC _{max})	10 %
	5,0 (mg/Nm3) ± 11 % O ₂
Intervallo di confidenza sperimentale	3,5 %
	1,7 (mg/Nm3) ± 11 % O ₂

Legenda:
 y_{M,i}: i-esimo valore calibrato dell'AMS
 y_{1,i}: i-esimo valore misurato dall'AMS
 y_{1,i,r}: i-esimo valore misurato dall'AMS in condizioni di riferimento
 y_{1,i,r}: i-esimo valore calibrato dell'AMS in condizioni di riferimento
 y_{1,max,r}: max valore calibrato dell'AMS in condizioni di riferimento
 D_b: media degli scostamenti D_i
 N: numero di prove effettuate
 s_b: deviazione standard delle differenze D_i
 k_b: parametro di un test χ² con un valore di β del 50%
 σ_b: incertezza fornita dal legislatore come % del valore limite

condo la norma UNI EN 14181:2015 non vengono impiegati eventuali dati elementari non validi o non disponibili al prelievo



Esempio 2: Elaborazione secondo 14181:2005

Exx	Ditta: XXX	Parametro: NOX
LabAnalysis srl	Analizzatore: XXX XXX	

Durata (min)	SISTEMA AUTOMATICO DI MISURA (AMS)					SISTEMA DI RIFERIMENTO (SRM)					
	$x_{M,i}$ (mg/Nm ³) umido	T K	P mbar	H ₂ O z (v/v)	O ₂ z (v/v) secco	$y_{M,i}$ (mg/Nm ³) umido	T K	P mbar	H ₂ O z (v/v)	O ₂ z (v/v) secco	$y_{S,i}$ (mg/Nm ³) s 11% O ₂
60	145,9			8,8	13,0	127,7			10,3	13,2	272,3
60	140,7			8,8	13,2	124,1			9,8	13,3	268,3
60	156,7			8,2	13,2	141,0			8,8	13,3	300,5
60	145,2			8,5	13,1	127,7			9,2	13,3	273,2
60	147,4			8,6	13,2	129,1			9,7	13,2	275,0
74	146,0			8,8	13,1	128,5			8,9	13,1	269,2
60	130,7			8,9	13,2	115,5			9,3	13,2	243,5
60	140,0			8,9	13,1	125,1			8,0	13,1	258,2
60	149,5			8,7	12,9	134,4			9,4	12,8	272,2
60	142,8			8,7	13,0	127,8			9,2	12,9	259,3
60	170,1			9,1	12,7	151,9			9,7	12,6	300,1
70	139,4			9,1	13,0	125,1			9,3	12,8	253,8
60	142,3			9,2	12,9	126,0			10,3	12,8	255,5
60	140,8			9,3	12,9	127,0			9,6	12,6	251,8
60	149,0			8,8	12,4	130,7			9,9	12,2	247,4

Offset	0 (mg/Nm ³) umido
O ₂ rif.	6 % (v/v) secco
$y_{M,media}$	145,8 (mg/Nm ³) umido
$y_{S,media}$	129,4 (mg/Nm ³) umido
Alle condizioni di riferimento:	
y_{max}	300,5 (mg/Nm ³) s 11% O ₂
y_{min}	243,5 (mg/Nm ³) s 11% O ₂
$y_{max} - y_{min}$	57,0 (mg/Nm ³) s 11% O ₂
Limite di emissione (ELV)	350 (mg/Nm ³) s 11% O ₂
15% ELV	52,5 (mg/Nm ³) s 11% O ₂
Quindi:	
$y_{max} - y_{min}$	> 15% ELV
Per calcolare la funzione di taratura viene utilizzato il METODO A	

Legenda:	
$x_{M,i}$	i-esimo valore misurato dall'AMS
$y_{M,i}$	i-esimo valore misurato dall'SRM
$y_{S,i}$	i-esimo valore rilevato dall'SPM in condizioni di riferimento
$\bar{x}_{M,AMS}$	media dei valori $x_{M,i}$
$\bar{y}_{M,SRM}$	media dei valori $y_{M,i}$
y_{max}	massimo valore $y_{M,i}$
y_{min}	minimo valore $y_{M,i}$
P.Num.	Numero Prelievo

FUNZIONE DI TARATURA	
$\hat{y}_{M,i} =$	$-3,46 + 0,91 \cdot x_{M,i}$
Validità funzione di taratura	
$0,0 \leq \hat{y}_{S,i} \leq 372,8$	

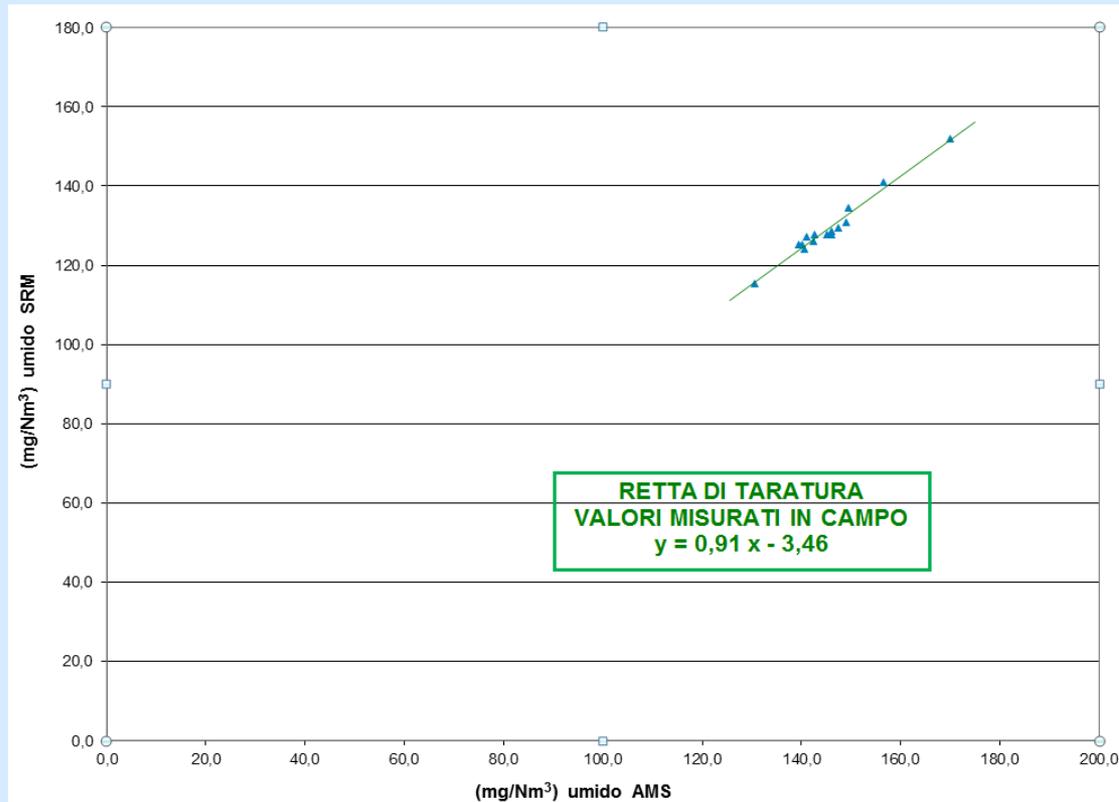
Test di variabilità	
s_0	3,980
k_v	0,976
σ_0	35,714
TEST	PASSATO

Limite intervallo di confidenza	20 %
	70,0 (mg/Nm ³) s 11% O ₂
Intervallo di confidenza sperimentale	2,3 %
	8,0 (mg/Nm ³) s 11% O ₂

Legenda:	
$\hat{y}_{M,i}$	i-esimo valore calibrato dell'AMS
$x_{M,i}$	i-esimo valore misurato dall'AMS
$y_{M,i}$	i-esimo valore misurato dall'AMS in condizioni di riferimento
$\hat{y}_{S,i}$	i-esimo valore calibrato dell'AMS in condizioni di riferimento
$\hat{y}_{M,max}$	max valore calibrato dell'AMS in condizioni di riferimento
$D_{M,i}$	media degli scostamenti D_i
N	numero di prove effettuate
s_0	deviazione standard delle differenze D_i
k_v	parametro di un test χ^2 con un valore di β del 50%
$\sigma_{M,i}$	incertezza fornita dal legislatore come % del valore limite



Esempio 2: Elaborazione secondo 14181:2005



Esempio 2: Elaborazione secondo 14181:2015

Cambiando edizione della norma viene anche modificato il metodo di calcolo.

Exx	Ditta: XXX	Parametro: NOX	Offset	0 (mg/Nm3) umido	Parametro: NOX
LabAnalysis srl	Analizzatore: XXX		O ₂ rif.	6 % (v/v) secco	
	Numero di serie: XXX		y _{1,AMS} (da prove in parall.)	145,8 (mg/Nm3) umido	
			y _{1,SRM} (da prove in parall.+prove linearità)	145,8 (mg/Nm3) umido	
		y _{2,AMS} (da prove in parall.)	123,4 (mg/Nm3) umido		
			y _{2,SRM} (da prove in parall.+prove linearità)	123,4 (mg/Nm3) umido	

Durata (min)	SISTEMA AUTOMATICO DI MISURA (AMS)					SISTEMA DI RIFERIMENTO (SRM)					
	X _{M,i} (mg/Nm3) umido	T (K)	P (mbar)	H ₂ O (v/v)	O ₂ (v/v)	y _{M,i} (mg/Nm3) umido	T (K)	P (mbar)	H ₂ O (v/v)	O ₂ (v/v) secco	y _{S,i} (mg/Nm3) s 6 % O2
60	145,9			9,4	13,0	127,7	10,3	13,2			272,3
60	140,7			9,4	13,2	124,1	9,8	13,3			268,3
60	156,7			8,8	13,1	141,0	8,8	13,3			300,5
60	145,2			9,1	13,1	127,7	9,2	13,3			273,2
60	147,4			9,2	13,2	129,1	9,7	13,2			275,0
74	146,0			9,4	13,1	128,5	8,9	13,1			269,2
60	130,7			9,5	13,2	115,5	9,3	13,2			243,5
60	140,0			9,5	13,1	125,1	8,0	13,1			258,2
60	149,5			9,3	12,9	134,4	9,4	12,8			272,2
60	142,8			9,3	12,9	127,8	9,2	12,9			259,3
60	170,1			9,7	12,7	151,9	9,7	12,6			300,1
70	139,4			9,7	12,9	125,1	9,3	12,8			253,8
60	142,3			9,8	12,9	126,0	10,3	12,8			255,5
60	140,8			9,9	12,8	127,0	9,6	12,6			251,8
60	149,0			9,4	12,4	130,7	9,9	12,2			247,4

Alle condizioni di riferimento:	
y _{1,AMS} (da prove in parall.)	300,5 (mg/Nm3) s 6% O2
y _{2,AMS} (da prove in parall.+prove linearità)	300,5 (mg/Nm3) s 6% O2
y _{1,SRM} (da prove in parall.)	243,5 (mg/Nm3) s 6% O2
y _{2,SRM} (da prove in parall.+prove linearità)	243,5 (mg/Nm3) s 6% O2
y _{1,AMS} - y _{1,SRM} (da prove in parall.) =	57,0 (mg/Nm3) s 6% O2
y _{2,AMS} - y _{2,SRM} (da prove in parall.+prove linearità) =	57,0 (mg/Nm3) s 6% O2
Limite di emissione (ELV)	350 (mg/Nm3) s 6% O2
15% Limite di emissione (ELV)	52,50 (mg/Nm3) s 6% O2
Intervallo di confidenza massimo (IC _{max})	70,00 (mg/Nm3) s 6% O2
Quindi:	
y _{1,AMS} - y _{1,SRM} (da prove in parall.)	< IC _{max}
y _{2,AMS} (da prove in parall.)	≥ 15% ELV

Per calcolare la funzione di taratura viene utilizzato il **METODO B**

Legenda:	
x _{M,i}	i-esimo valore misurato dall'AMS
y _{M,i}	i-esimo valore misurato dall'AMS
y _{S,i}	i-esimo valore misurato dall'AMS in condizioni di riferimento
y _{1,i}	i-esimo valore calibrato dell'AMS in condizioni di riferimento
y _{2,i}	max valore calibrato dell'AMS in condizioni di riferimento
D _i	media degli scostamenti D _i
N	numero di prove effettuate
s _D	deviazione standard delle differenze D _i
k _α	parametro di un test t ² con un valore di β del 50%
α	incertezza fornita dal legislatore come % del valore limite

condo la norma UNI EN 14181:2015 non vengono impiegati eventuali dati elementari non validi o non disponibili al prelievo



Esempio 3: Elaborazione secondo 14181:2005

Exx	Ditta: XXX			
LabAnalysis srl	Analizzatore: XXX		Parametro: COT	

Durata (min)	SISTEMA AUTOMATICO DI MISURA (AMS)					SISTEMA DI RIFERIMENTO (SRM)					Y _{s,i} (mg/Nm ³) ± 6% O ₂
	X _{M,i} (mg/Nm ³) umido	T K	P mbar	H ₂ O z (v/v)	O ₂ z (v/v) secco	Y _{M,i} (mg/Nm ³) umido	T K	P mbar	H ₂ O z (v/v)	O ₂ z (v/v) secco	
60	1.6			8.8	13.0	0.7			10.3	13.2	1.5
60	1.3			8.8	13.2	0.6			9.8	13.3	1.3
60	2.0			8.2	13.2	0.5			8.8	13.3	1.0
60	1.9			8.5	13.1	0.6			9.2	13.3	1.4
60	1.4			8.6	13.2	0.7			9.7	13.2	1.4
74	1.3			8.8	13.1	0.6			8.9	13.1	1.3
60	1.3			8.9	13.2	0.7			9.3	13.2	1.4
60	1.3			8.9	13.1	0.6			8.0	13.1	1.3
60	1.1			8.7	12.9	0.7			9.4	12.8	1.5
60	1.1			8.7	13.0	0.8			9.2	12.9	1.5
60	1.1			9.1	12.7	0.7			9.7	12.6	1.5
70	1.1			9.1	13.0	0.8			9.3	12.8	1.6
60	1.1			9.2	12.9	0.7			10.3	12.8	1.5
60	1.1			9.3	12.9	0.8			9.6	12.6	1.5
60	1.0			8.8	12.4	0.8			9.9	12.2	1.5

Offset	0 (mg/Nm ³) umido
O ₂ rif.	6 % (v/v) secco
Y _{M,max} ref	1.3 (mg/Nm ³) umido
Y _{M,min} ref	0.7 (mg/Nm ³) umido
Alle condizioni di riferimento:	
Y _{M,max}	1.6 (mg/Nm ³) ± 6% O ₂
Y _{M,min}	1.0 (mg/Nm ³) ± 6% O ₂
Y _{M,max} - Y _{M,min}	0.6 (mg/Nm ³) ± 6% O ₂
Limite di emissione giornaliero (ELV)	
15% Limite di emissione giornaliero (ELV)	20 (mg/Nm ³) ± 6% O ₂
	3 (mg/Nm ³) ± 6% O ₂
Quindi:	
Y _{M,max} - Y _{M,min}	< 15% ELV
Per calcolare la funzione di taratura viene utilizzato il METODO B	

Legenda:	
Y _{M,i}	i-esimo valore misurato dall'AMS
Y _{S,i}	i-esimo valore misurato dall'SRM
Y _{S,ref}	i-esimo valore rilevato dall'SRM in condizioni di riferimento
Y _{M,max} ref	media dei valori Y _{M,i}
Y _{M,min} ref	media dei valori Y _{M,i}
Y _{M,max}	massimo valore Y _{M,i}
Y _{M,min}	minimo valore Y _{M,i}
P	Numero Prelievo

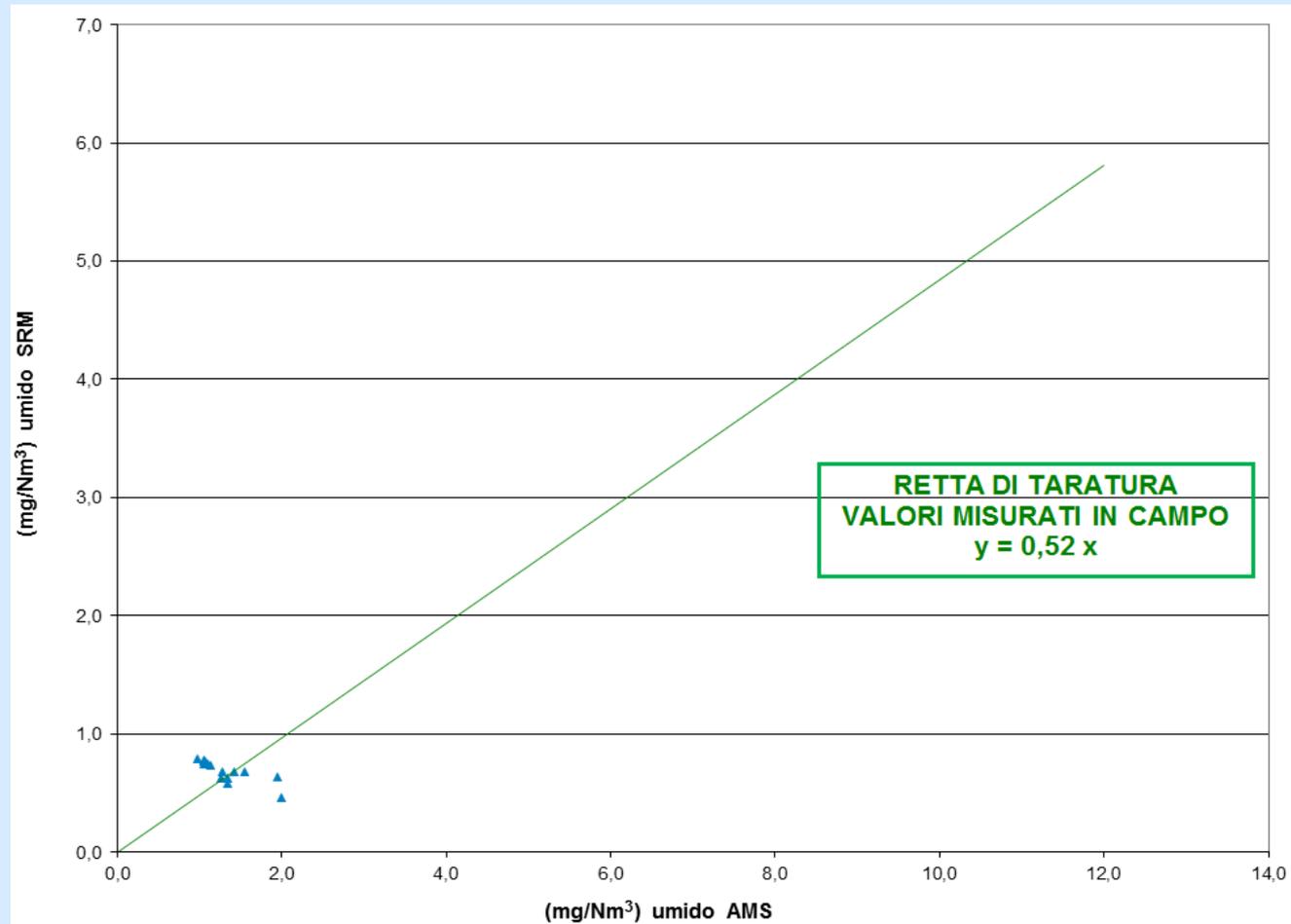
Parametro: COT	
FUNZIONE DI TARATURA	
$\hat{Y}_{M,i} = 0,00 + 0,52 \cdot X_{M,i}$	
Validità funzione di taratura	
$0,0 \leq \hat{Y}_{S,i} \leq 2,4$	
Test di variabilità	
s ₀	0.476
k _v	0.976
g ₀	3.061
TEST	PASSATO
Limite intervallo di confidenza	30 %
	6.0 (mg/Nm ³) ± 6% O ₂
Intervallo di confidenza sperimentale	4.8 %
	0.95 (mg/Nm ³) ± 6% O ₂

Legenda:	
Y _{M,i}	i-esimo valore calibrato dell'AMS
Y _{M,i}	i-esimo valore misurato dall'AMS
Y _{S,i}	i-esimo valore misurato dall'AMS in condizioni di riferimento
Y _{S,ref}	i-esimo valore calibrato dall'AMS in condizioni di riferimento
Y _{S,max} ref	max valore calibrato dell'AMS in condizioni di riferimento
O ₂ ref	media degli scostamenti O ₂
N	numero di prove effettuate
s ₀	deviazione standard delle differenze D _i
k _v	parametro di un test χ ² con un valore di β del 50%
g ₀	incertezza fornita dal legislatore come % del valore limite

na la norma UNI EN 14181:2005 non vengono impiegati eventuali dati elementari non validi o non disponibili nel calcolo



Esempio 3: Elaborazione secondo 14181:2005



Esempio 3: Elaborazione secondo 14181:2015

Exx	Ditta: XXX		Parametro: COT	
LabAnalysis srl	Analizzatore: XXX			
	Numero di serie: XXX			

Durata (min)	SISTEMA AUTOMATICO DI MISURA (AMS)					SISTEMA DI RIFERIMENTO (SRM)					
	$x_{n,i}$ (mg/Nm3)	T	P	H ₂ O	O ₂	$y_{n,i}$ (mg/Nm3)	T	P	H ₂ O	O ₂	$y_{s,i}$ (mg/Nm3) ± 6% O ₂
60	1,6			9,4	13,0	0,7			10,3	13,2	1,5
60	1,3			9,4	13,2	0,6			9,8	13,3	1,3
60	2,0			8,8	13,1	0,5			8,8	13,3	1,0
60	1,9			9,1	13,1	0,6			9,2	13,3	1,4
60	1,4			9,2	13,2	0,7			9,7	13,2	1,4
74	1,3			9,4	13,1	0,6			8,9	13,1	1,3
60	1,3			9,5	13,2	0,7			9,3	13,2	1,4
60	1,3			9,5	13,1	0,6			8,0	13,1	1,3
60	1,1			9,3	12,9	0,7			9,4	12,8	1,5
60	1,1			9,3	12,9	0,8			9,2	12,9	1,5
60	1,1			9,7	12,7	0,7			9,7	12,6	1,5
70	1,1			9,7	12,9	0,8			9,3	12,8	1,6
60	1,1			9,8	12,9	0,7			10,3	12,8	1,5
60	1,1			9,9	12,8	0,8			9,6	12,6	1,5
60	1,0			9,4	12,4	0,8			9,9	12,2	1,5
à Zero	0,3			9,4	13,0	0,0			9,4	13,0	0,0
à ELV	12,3			9,4	13,0	12,0			9,4	13,0	24,7

Offset	0 (mg/Nm3) umido
O ₂ rif.	6 % (v/v) secco
$x_{n,ref}$ (da prove in parall.)	1,3 (mg/Nm3) umido
$x_{n,ref}$ (da prove in parall.+prove linearità)	1,9 (mg/Nm3) umido
$y_{n,ref}$ (da prove in parall.)	0,7 (mg/Nm3) umido
$y_{n,ref}$ (da prove in parall.+prove linearità)	1,3 (mg/Nm3) umido

Alle condizioni di riferimento:

$y_{s,ref}$ (da prove in parall.)	1,6 (mg/Nm3) ± 6% O ₂
$y_{s,ref}$ (da prove in parall.+prove linearità)	24,7 (mg/Nm3) ± 6% O ₂
$y_{s,ref}$ (da prove in parall.)	1,0 (mg/Nm3) ± 6% O ₂
$y_{s,ref}$ (da prove in parall.+prove linearità)	0,0 (mg/Nm3) ± 6% O ₂
$y_{s,max} - y_{s,min}$ (da prove in parall.) =	0,6 (mg/Nm3) ± 6% O ₂
$y_{s,max} - y_{s,min}$ (da prove in parall.+prove linearità)	24,7 (mg/Nm3) ± 6% O ₂

Limite di emissione (ELV)	20 (mg/Nm3) ± 6% O ₂
15% Limite di emissione (ELV)	3,00 (mg/Nm3) ± 6% O ₂
Intervallo di confidenza massimo (IC _{Max})	6,00 (mg/Nm3) ± 6% O ₂

Quindi:

$y_{s,max} - y_{s,min}$ (da prove in parall.)	< IC _{Max}
$y_{s,max}$ (da prove in parall.)	< 15% ELV

Per calcolare la funzione di taratura viene utilizzato il METODO C

Legenda:
$x_{n,i}$ - i-esimo valore misurato dall'AMS
$y_{n,i}$ - i-esimo valore misurato dall'SRM
$y_{s,i}$ - i-esimo valore rilevato dall'SRM in condizioni di riferimento
$x_{n,ref}$ - media dei valori $x_{n,i}$
$y_{n,ref}$ - media dei valori $y_{n,i}$
$y_{s,max}$ - massima valore $y_{s,i}$
$y_{s,min}$ - minima valore $y_{s,i}$

Legenda:
$x_{n,i}$ - i-esimo valore calibrato dall'AMS
$x_{n,i}$ - i-esimo valore misurato dall'AMS
$x_{s,i}$ - i-esimo valore misurato dall'AMS in condizioni di riferimento
$y_{s,i}$ - i-esimo valore calibrato dall'AMS in condizioni di riferimento
$y_{s,max}$ - max valore calibrato dall'AMS in condizioni di riferimento
D - media dei quadrati dei residui
N - numero di prove effettuate
σ_D - deviazione standard dello differenza D
k_{95} - parametro di un t-test con un valore di 95%

Parametro: COT

FUNZIONE DI TARATURA
$\hat{y}_{M,i} = -0,61 + 1,01 \cdot x_{M,i}$

Validità funzione di taratura
$0,00 \leq \hat{y}_{S,i} \leq 4,00$

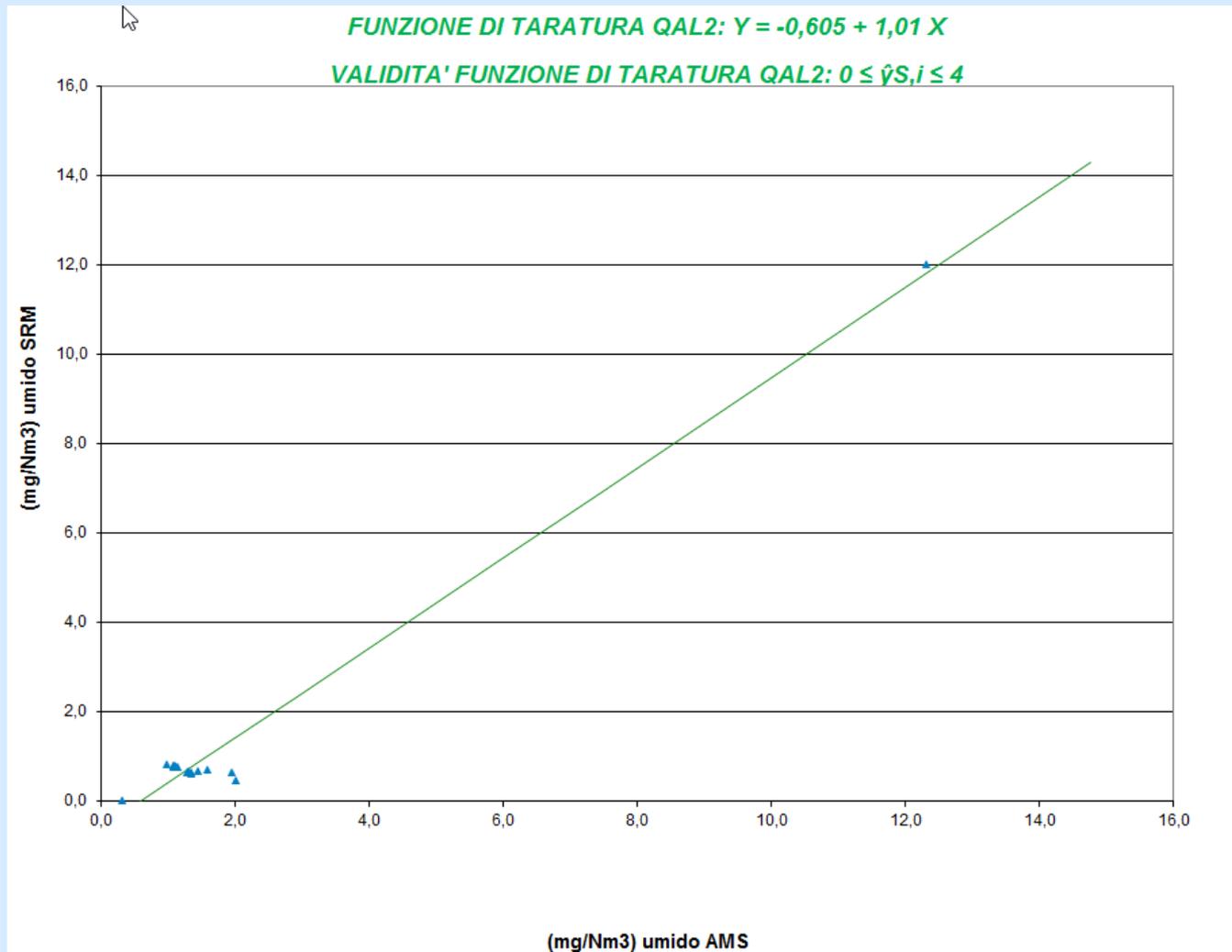
Test di variabilità
$s_p = 0,788$
$k_p = 0,976$
$\sigma_p = 3,061$
TEST PASSATO

Intervallo di confidenza massimo (IC _{Max})	30 %
	6,0 (mg/Nm3) ± 6% O ₂
Intervallo di confidenza sperimentale	7,9 %
	1,6 (mg/Nm3) ± 6% O ₂

Secondo la norma UNI EN 14181:2015 non vengono impiegati eventuali dati elementari non validi o non disponibili nel



Esempio 3: Elaborazione secondo 14181:2015



Campo di misura e campo di linearità

- Il **campo di misura** è definito nella nuova revisione della norma come:
“Il range a cui l’AMS è settato per operare durante l’uso”
- Normalmente la AC chiede che il range comprenda il massimo **short-term ELV**.
- Il range di misura può perciò essere più grande del range di certificazione. Il range specificato per il test di linearità (Appendice A) è stato modificato da *“2 volte il limite di emissione”* in *“almeno al short-term ELV”*
- Esiste quindi una **maggior flessibilità** nello stabilire sia il range di linearità che il range di misura. Per il range di linearità ci si dovrebbe riferire ad un multiplo appropriato del *short-term ELV* ma il range di misura può essere più ampio per tener conto di condizioni operative dell’impianto anomale (sebbene è prudente, in questo caso, includere materiali di riferimento *aggiuntivi oltre al set di 5 livelli di concentrazione vicini al short-term ELV*



Campo di misura e campo di linearità

- Per un impianto di combustione regolato dalla IED, il short-term ELV (orario) è il doppio dell' ELV(mensile) (o circa 1,8 volte l'ELV (giornaliero). In questo caso il range specificato dalle due edizioni della norma è simile e confrontabile con quello indicato dalla QAL1 (2,5* ELV giornaliero)
- Per un inceneritore sempre regolato dalla IED il short-term ELV è invece compreso tra 1-2 volte l'ELV (giornaliero) e quindi si spiega il fattore moltiplicatore previsto dalla QAL1 (1,5*ELV giornaliero)



Test di linearità

Conc level	% Span gas	Expected value (c) (mg/m ³)	AMS readings (Y _c) (mg/m ³)	d _c (mg/m ³)	d _{c,rel} (%)	Result
1	0%	0.0	0.0	2.4	0.8%	PASS
2	20%	44.3	37.2	-5.0	-1.6%	
3	40%	88.6	84.9	-2.0	-0.7%	
4	60%	132.8	131.8	0.2	0.1%	
5	80%	177.1	178.4	2.1	0.7%	

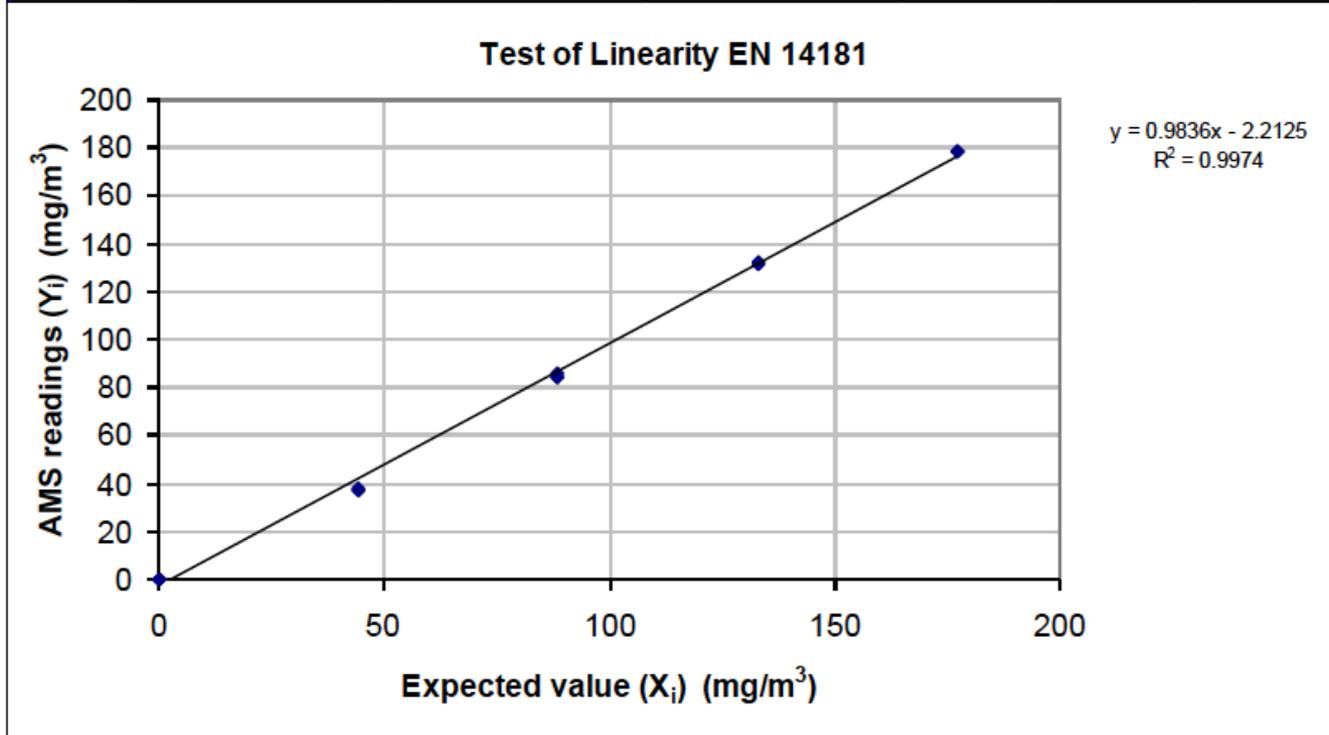


Figure 4 Typical linearity test results (NO_x analyser)



Test di linearità

- Il test viene superato quando la deviazione standard relativa, confrontata con il range di linearità, è inferiore a 5% per ogni livello di concentrazione
- Poiché la deviazione standard ad ogni punto è divisa per il range di linearità, è facile capire che è più facile superare il test quando il settaggio del range è più elevato.
- Questo è un argomento a favore del settaggio del range per rispondere alle condizioni operative normali e poi aumentare il test di linearità con concentrazioni più elevate.



Misure parallele con SRM (QAL2 e AST)

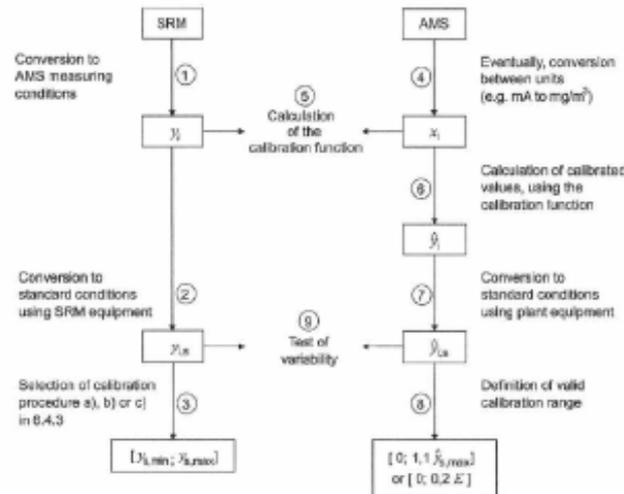
- La nuova revisione della norma consente di effettuare una AST invece di una QAL2 se:
 - ✓ Le misure con SRM prese durante AST

e

- ✓ almeno 95% delle medie AMS a breve termine, riportate prima dell'AST, sono inferiori a MPU di un valore pari all'intervallo di confidenza specificato dalla IED (es. 95% delle misure semiorarie di HCI durante l'anno sono inferiori al 40% del ELV giornaliero.)



UNI EN 14181:2015: QAL2



	Intervallo di confidenza
NOx	20%
Polveri	30%
SO ₂	20%
CO	10%
NH ₃	40%
NH ₃	10%
COT	30%
HCl	40%
HF	40%
Hg	40%

ELV < 20 mg/Nm³
ELV > 20 mg/Nm³

La funzione taratura ha la forma generale:
 $y_l = a + b \cdot x_l + \epsilon_l$
I coefficienti della retta di taratura vengono calcolati

Valutazione con p e ELV
Applicazione minimi quadrati

A: $(y_{s,max} - y_{s,min}) \geq p(\%) \times ELV$

$$\hat{b} = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad \hat{a} = \bar{y} - \hat{b}\bar{x}$$

B: $(y_{s,max} - y_{s,min}) < p(\%) \times ELV$
 $y_{s,min} \geq 15\% ELV$

$$\hat{b} = \frac{\bar{y}}{\bar{x} - Z} \quad \hat{a} = -\hat{b}Z$$

C: $(y_{s,max} - y_{s,min}) < p(\%) \times ELV$
 $y_{s,min} < 15\% ELV$

$$\hat{b} = \frac{\bar{y}}{\bar{x} - Z} \quad \hat{a} = -\hat{b}Z$$

USE: Public

UNI EN 14181:2015: Costruzione retta QAL2 con valori minori del LOQ

AMS < LOQ e SRM < LOQ;
 AMS con dati validi prossimi al LOQ e SRM < LOQ
 AMS < LOQ e SRM con dati validi prossimi al LOQ

6.10 Repeatability standard deviation at zero point

The AMS shall meet the performance criteria for repeatability standard deviation at the zero point specified in Clause 8.

NOTE 1 The detection limit is two times the repeatability standard deviation at zero.

NOTE 2 The quantification limit is four times the repeatability standard deviation at zero.

$$\text{AMS LOQ} = 4 \times (\text{repeatability std at zero [\%]} \times \text{CR [mg/m}^3\text{)})$$

SRM LOQ: per metodi che prevedono il gorgogliamento è stato valutato sulla base del campo di applicabilità della norma



Certified Performance

The instrument was evaluated for use under the following conditions:

Ambient Temperature Range: 5°C to 40°C
 IP65 (only suitable for ventilated rooms unless additional dust ingress control is present)

Note: The requirement for the protection class of the enclosure is not fulfilled. The measuring system needs to be installed with an IP65 enclosure to meet the requirements of EN 15207-3. If the instrument is supplied with an enclosure, then the ambient temperature shall be monitored inside the enclosure to ensure that it stays within the above ambient temperature range.

Results are expressed as error % reading, unless otherwise stated

Test	Results expressed as % of the quantification range				Other results	MCERTS specification
	<0.5	<1	<2	<5		
Response time						
SO ₂					140s	<200s
NO					130s	<200s
CO					137s	<200s
HCl					311s	<400s
NH ₃					957s	<400s
O ₂					140s	<200s
CO ₂					142s	<200s
H ₂ O					140s	<200s
Repeatability standard deviation at zero point					Note 1	
SO ₂	0.28					<2.0%
NO	0.08					<2.0%
CO	0.18					<2.0%
HCl	0.38					<2.0%
NH ₃	0.27					<2.0%
O ₂	0.08					<0.2%
CO ₂	0.01					<2.0%
H ₂ O	0.08					<2.0%



UNI EN 14181:2015: Esempio costruzione retta QAL2 ($y=x$)

AMS/SRM con valori < LOQ (minore di 5 coppie valide)

NH ₃	Dispositivo	LOQ (mg/Nm ³)
AMS	MCS 100E HW	0.18
SRM	strumentazione conforme EPA ctm-027:1997 (sistema di campionamento isocinetico + Cromatografia Ionica)	0.1

($y=a+bx$) $a=0$ e $b=1$

NH ₃	Dispositivo	LOQ (mg/Nm ³)
AMS	LDS6	0.3
SRM	strumentazione conforme EPA ctm-027:1997 (sistema di campionamento isocinetico + Cromatografia Ionica)	0.1

Prova n°	SRM mg/Nm ³	AMS mg/Nm ³	O ₂ SRM %	O ₂ AMS %	SRM mg/Nm ³ O ₂ ref	AMS mg/Nm ³ O ₂ ref
1	<0.1	<0.18	5.20	5.02	<0.1	<0.18
2	<0.1	0.21	5.00	4.96	<0.1	0.20
3	<0.1	0.28	6.20	5.58	<0.1	0.27
4	<0.1	0.24	6.30	5.56	<0.1	0.23
5	<0.1	0.25	6.70	5.75	<0.1	0.25
6	<0.1	0.19	5.70	5.56	<0.1	0.18
7	<0.1	0.22	5.90	5.55	<0.1	0.21
8	<0.1	0.19	5.70	5.53	<0.1	0.18
9	<0.1	0.27	5.70	5.56	<0.1	0.26
10	<0.1	0.26	5.90	5.26	<0.1	0.25
11	<0.1	0.26	5.90	5.26	<0.1	0.25
12	<0.1	0.30	5.60	5.83	<0.1	0.30
13	<0.1	<0.18	5.60	5.52	<0.1	<0.18
14	<0.1	<0.18	6.10	5.71	<0.1	<0.18
15	<0.1	<0.18	6.10	5.48	<0.1	<0.18

Prova n°	SRM mg/Nm ³	AMS mg/Nm ³	O ₂ SRM %	O ₂ AMS %	SRM mg/Nm ³ O ₂ ref	AMS mg/Nm ³ O ₂ ref
1	<0.1	<0.3	7.01	6.70	<0.1	<0.3
2	<0.1	<0.3	7.49	7.18	<0.1	<0.3
3	<0.1	<0.3	7.80	7.44	<0.1	<0.3
4	<0.1	<0.3	7.62	7.24	<0.1	<0.3
5	<0.1	<0.3	7.60	7.24	<0.1	<0.3
6	<0.1	<0.3	7.70	7.48	<0.1	<0.3
7	<0.1	<0.3	7.64	7.68	<0.1	<0.3
8	<0.1	<0.3	7.59	7.48	<0.1	<0.3
9	<0.1	<0.3	7.77	7.55	<0.1	<0.3
10	<0.1	<0.3	8.01	7.82	<0.1	<0.3
11	<0.1	<0.3	7.69	7.48	<0.1	<0.3
12	<0.1	<0.3	7.62	7.46	<0.1	<0.3
13	<0.1	<0.3	7.42	7.33	<0.1	<0.3
14	0.17	<0.3	7.49	7.35	0.22	<0.3
15	0.14	<0.3	7.46	7.31	0.18	<0.3

UNI EN 14181:2015: Esempio costruzione retta QAL2 ($y=bx$)

AMS/SRM con valori < LOQ (con almeno 5 coppie valide)

($y=a+bx$) $a=0$ e b =con MC

NH ₃	Dispositivo	LOQ (mg/Nm ³)
AMS	MCS 100E HW	0.18
SRM	strumentazione conforme EPA ctm-027:1997 (sistema di campionamento isodinetico + Cromatografia Ionica)	0.1

$y = bx$ con **$b = 1.03$** ;
 ci sono 12 coppie AMS/SRM valide;
 110% $y_{max} = \mathbf{1,38}$ mg/Nm³ @ 6 % O₂

coppie sotto il L.O.Q. non utilizzate	
materiale certificato	
ELV	5 20% 1 mg/Nm ³

Max AMS	1.12
Applicando la retta	1.15
Normalizzazione max AMS per O ₂	1.26
110% y_s max	1.38

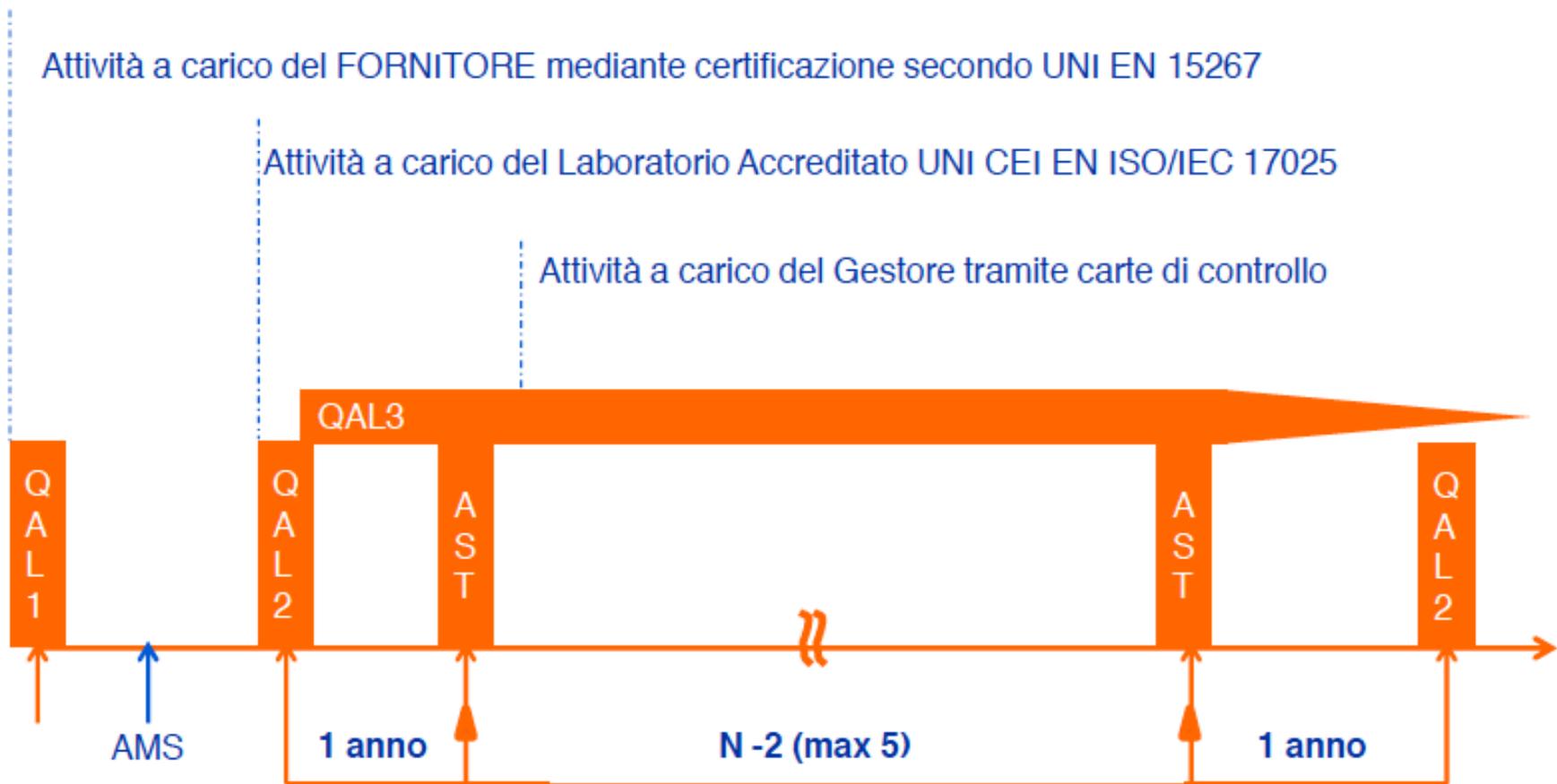
AMS mg/Nm ³	SRM mg/Nm ³
<0.18	0.28
<0.18	0.48
0.48	0.50
0.51	0.83
0.52	1.17
0.49	0.96
0.47	1.03
0.39	0.96
0.83	1.06
0.52	1.14
<0.18	0.94
0.58	1.05
1.12	1.36
0.76	1.22
0.36	0.51
5.32	4.99

UNI EN 14181:2015: Focus operativo

Attività a carico del FORNITORE mediante certificazione secondo UNI EN 15267

Attività a carico del Laboratorio Accreditato UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Attività a carico del Gestore tramite carte di controllo



UNI EN 14181:2015: QAL2 Possibile criterio operativo anno (n + 1)

AMS/SRM con valori < LOQ (minore di 5 coppie valide)

$$\frac{n^{\circ} \text{ medie errate valide} < LOQ}{n^{\circ} \text{ medie errate valide TOT}} * 100$$

≥ 90%

< 90%

Verifica condizione y=x

Test funzionale

+

Almeno 5 prove in un giorno

Operatività QAL2

Test funzionale

+

Almeno 18 prove in 3 giorni

AMS/SRM con valori < LOQ (con almeno 5 coppie valide)

Operatività QAL2

Test funzionale

+

Almeno 18 prove in 3 giorni