



Paolo Bianco
Sinal

REQUISITI PER L'ACCREDITAMENTO DI LABORATORI CHIMICI

Il documento di riferimento per l'accreditamento dei laboratori di prova e taratura è la ISO/IEC 17025:1999, che è una norma orizzontale, i cui requisiti sono applicabili a tutti i tipi di laboratori; per ogni settore esistono peculiari applicazioni, per cui gli organismi di accreditamento, od altre organizzazioni, hanno redatto documenti interpretativi corredati di esempi. Relativamente ai laboratori chimici, alcuni requisiti della norma, in particolare relativi alla validazione dei metodi, incertezza di misura, riferibilità delle misure, richiedono chiarimenti ed interpretazioni.

La valutazione di conformità è fondamentale per produttori, consumatori, organismi di controllo; le prove e le tarature sono componenti fondamentali del processo di valutazione della conformità in quanto è dal confronto dei risultati con i limiti, contrattuali o di legge, che i prodotti vengono accettati o respinti, con le relative conseguenze economiche. La necessità di avere regole a livello internazionale per il funzionamento dei laboratori è legata alle attività commerciali: se si vogliono evitare contenziosi, i risultati delle prove devono essere confrontabili, quindi i laboratori devono garantire la riferibilità al SI delle misure effettuate. La prima edizione della ISO

Guide 25 (General requirements for the competence of calibration and testing laboratories) è del 1978, le successive revisioni del 1982 e 1990; nel 1999 l'ISO ha pubblicato la ISO/IEC 17025, che sostituisce la Guide 25.

Inizialmente la verifica di conformità (qualifica) dei laboratori era effettuata dai clienti (soprattutto la grande committenza); al fine di ridurre le ripetizioni delle verifiche, vennero istituiti gli schemi di accreditamento, ove un organismo indipendente, che opera in conformità con la Guida ISO 58 (ora sostituita dalla ISO/IEC 17011:2004) verifica ed attesta la competenza tecnica dei laboratori. L'instaurazione degli accordi di mutuo riconoscimento (EA a livello europeo, APLAC per l'a-

rea pacifica, ILAC a livello mondiale), basati su verifiche reciproche di conformità alle norme di riferimento (peer evaluations) consente di far riconoscere nella maggior parte dei Paesi i risultati dei laboratori accreditati.

Gli schemi di accreditamento sono stati sviluppati nel settore volontario, ma ultimamente anche il settore cogente (in particolare le Direttive dell'Unione Europea) richiede che i laboratori siano accreditati al fine autorizzativo per i controlli.

Inizialmente la maggior parte dei laboratori accreditati appartenevano ai settori meccanico, elettrico e civile, sia per la richiesta del mercato (settore elettrico, nucleare, impianti ecc.), sia perché le metodiche di

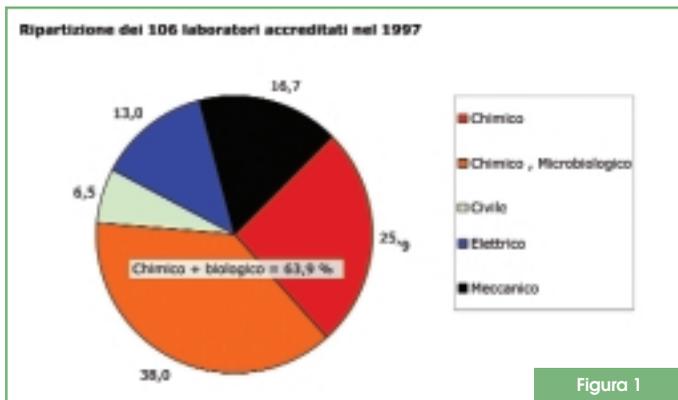


Figura 1

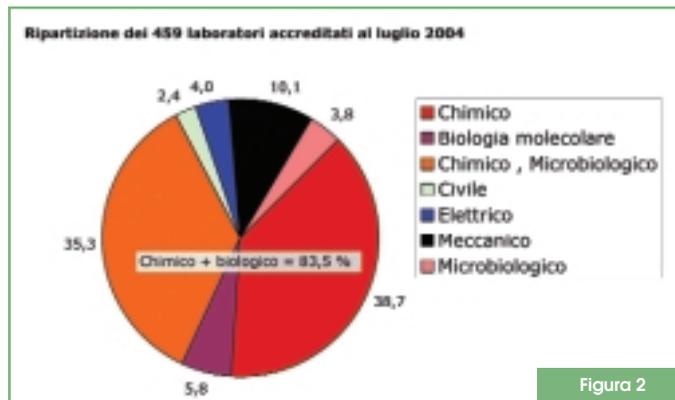


Figura 2

prova erano normative, le apparecchiature facilmente riferibili al SI ecc.; i laboratori che operano in questi settori sono mediamente medio-grandi, mentre i laboratori chimici e microbiologici hanno generalmente dimensioni ridotte. Va ancora rilevato che i laboratori inizialmente accreditati e classificati come chimici si occupavano di analisi di materiali, e solo successivamente sono aumentati quelli che si occupano di analisi ambientali e del settore agroalimentare.

Ultimamente, anche a seguito di richieste del sistema cogente, sono aumentate le richieste di accreditamento dei laboratori chimici, in particolare che si occupano di analisi agroalimentari ed ambientali, portandoli ad essere la maggioranza assoluta. Come si può evincere dai due diagrammi a torta (Figure 1 e 2), che riportano la ripartizione dei laboratori accreditati Sinal al 1997 e ad oggi, la distribuzione nel corso degli anni è cambiata notevolmente.

L'aumento dell'interesse per l'accREDITAMENTO da parte dei committenti (richiesta per la certificazione di prodotto, requisito del settore cogente per autorizzazioni) ha portato ai numeri attuali di laboratori accreditati ed in corso di accREDITAMENTO. Nella Figura 3 si riporta l'andamento di domande, accREDITAMENTI, rinunce dal 1990 al 2004.

Requisiti gestionali

La UNI CEI EN 45001 aveva sinteticamente indicato che "il laboratorio deve attuare un sistema qualità interno appropriato al tipo, al livello ed al volume dell'attività di prova eseguita", condensando i requisiti di sistema in meno di mezza pagina, che conteneva accenni al contenuto del Manuale della Qualità, alle azioni correttive, al riesame del

sistema. Gli organismi di accREDITAMENTO avevano richiesto, ed indicato nei certificati di accREDITAMENTO, la conformità alle parti applicabili della ISO 9002.

La nuova norma, nella sezione 4, fa riferimento a tutti i requisiti della ISO 9001:1994, ed in parte anticipa quelli della ISO 9001:2000; la differenza formale rispetto alla EN 45001 è notevole, ma nella sostanza, per i laboratori accREDITATI, la conformità a questi requisiti veniva già richiesta dal Sinal. Il WG 25 del CASCO (Conformity Assessment Committee) ha in corso la revisione della norma, attualmente allo stadio di DIS approvato per FDIS, al fine di allineare i requisiti gestionali a quelli della ISO 9001:2000.

Organizzazione

Già precedentemente veniva richiesta l'indipendenza del laboratorio, ora, soprattutto per quelli interni ad organizzazioni più ampie, devono essere messi sotto controllo i potenziali conflitti di interessi, che potrebbero influenzare l'operato del laboratorio.

Sistema qualità

Viene definito in dettaglio il contenuto della politica della qualità, che deve contenere almeno:

- l'impegno della direzione del laboratorio per la buona pratica professionale e la qualità dei risultati forniti al cliente;
- la dichiarazione della direzione del laboratorio relativa al servizio offerto;

- gli obiettivi del sistema qualità;

- l'impegno per tutto il personale coinvolto nelle attività di prova a conoscere la documentazione per la qualità ed attuare le politiche e procedure nel proprio lavoro;
- l'impegno del laboratorio ad essere conforme alla norma ISO/IEC 17025.

Controllo della documentazione

Sono stati introdotti requisiti specifici per controllo, revisione ed approvazione, emissione e correzione dei documenti, anche di origine esterna, ovvero metodi, normative, documenti dei clienti ecc.

Riesame delle richieste, delle offerte e dei contratti

Il laboratorio deve identificare le necessità del cliente, garantire che i requisiti, inclusi i metodi di prova usati, siano chiaramente definiti e deve avere la capacità e le risorse per soddisfare tali requisiti.

Subappalto delle prove e tarature

Il laboratorio deve verificare che i laboratori a cui subappalta prove, o fasi di prova, siano conformi ai requisiti della ISO/IEC 17025. I

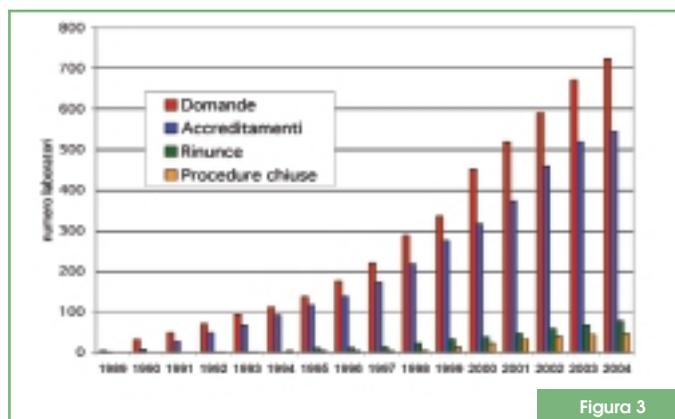


Figura 3

clienti devono essere informati per iscritto delle attività subappaltate. Poiché l'accreditamento viene concesso per le prove per cui viene verificata la competenza tecnica del laboratorio, le prove interamente subappaltate non possono essere accreditate dal Sinal, ma solo eventuali fasi di prova (non la fase di misurazione, ma, per esempio, il campionamento, una prova di conferma).

Approvvigionamento di servizi e forniture

La norma richiede che esistano procedure per la selezione, l'acquisto e l'accettazione dei materiali e prodotti utilizzati per le prove, e siano gestiti nella modulistica di sistema anche i "documenti di approvvigionamento". Devono inoltre essere valutati i fornitori di materiali di consumo e servizi critici per l'attività di prova, e devono essere mantenute registrazioni delle valutazioni, nonché la lista dei fornitori qualificati.

Servizi al cliente

Il laboratorio deve cooperare con i propri clienti o loro rappresentanti per chiarire le richieste dei clienti e per tenere sotto controllo le prestazioni del laboratorio. Il laboratorio deve inoltre garantire la riservatezza delle informazioni nei riguardi degli altri clienti.

Reclami

Il laboratorio deve avere una politica e procedura per la risoluzione dei reclami ricevuti dai clienti o da terze parti. Devono essere mantenute le registrazioni di tutti i reclami, delle indagini e delle azioni correttive effettuate.

Controllo delle attività non conformi; azioni correttive; azioni preventive

Il laboratorio deve avere procedure specifiche per la gestione delle non conformità e la definizione della necessità di azioni correttive. La norma prescrive l'analisi delle cause, la selezione ed l'attuazione dell'azione correttiva, il successivo monitoraggio per verificare l'efficacia ed eventuali verifiche ispettive supplementari. Viene richiesta l'identificazione di possibili cause di non conformità, con l'impiego dell'analisi dei dati, delle tendenze, dei rischi, dei risultati delle prove valutative.

Controllo delle registrazioni

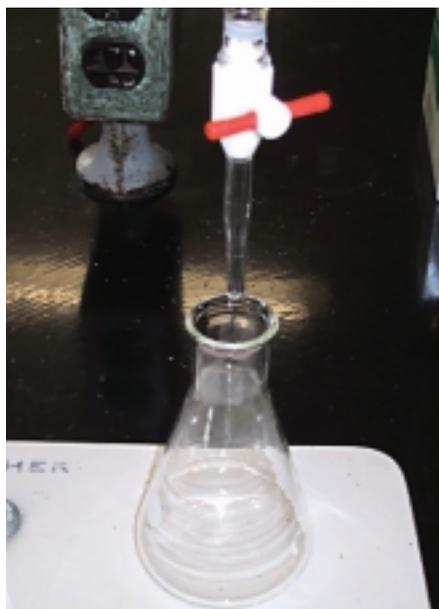
Il laboratorio deve stabilire e mantenere aggiornate procedure per l'identificazione, la raccolta, l'indicizzazione, l'accesso, la sistemazione in classificatori, l'archiviazione, la conservazione e la distruzione di registrazioni tecniche e relative alla qualità. Le registrazioni della qualità comprendono i rapporti di verifiche ispettive interne e i riesami da parte della direzione, come pure le registrazioni delle azioni correttive e preventive, dei reclami ecc.

Le registrazioni vanno conservate per un periodo di tempo pari almeno a quello definito dalla normativa cogente, ove applicabile, o concordato con i committenti. Il Sinal richiede, ove non esistano requisiti cogenti o contrattuali più stringenti, dei tempi minimi di conservazione delle registrazioni che permettano, durante le visite di valutazione, di verificare l'attività pregressa del laboratorio.

Nel caso di registrazioni su sistemi informatici, il laboratorio ne deve garantire la protezione da modifiche non autorizzate e, come per quelle su carta, gestire le correzioni tenendone traccia.

Verifiche ispettive interne

Il laboratorio deve eseguire periodicamente e secondo un piano e procedura prefissati, verifiche ispettive sulle sue attività per



accertare che le operazioni continuino ad essere conformi con i requisiti del sistema qualità e della norma di riferimento. Il piano delle verifiche ispettive deve coprire tutti gli elementi del Sistema Qualità, incluse le attività di prova e/o taratura. Le verifiche devono essere eseguite da personale addestrato e qualificato che è, quando le risorse lo permettono, indipendente dalle attività da verificare. Verifiche di seconda e terza parte non possono sostituire le verifiche ispettive interne del laboratorio. Quando i risultati delle verifiche mettono in dubbio l'efficacia delle operazioni o l'esattezza o la validità dei risultati di prova o di taratura, il laboratorio deve adottare in modo tempestivo azioni correttive, e deve informare per iscritto i clienti, se vi è evidenza che i risultati del laboratorio sono stati influenzati.

Riesami da parte della direzione

Il sistema qualità deve essere riesaminato sistematicamente e periodicamente da parte della direzione. Il riesame deve tenere conto di:

- idoneità delle politiche e delle procedure;
- rapporti dalla direzione e dal personale addetto alla supervisione;
- esiti delle verifiche ispettive recenti;
- valutazioni da parte di organismi esterni;
- risultati di prove valutative e confronti interlaboratorio;
- ogni variazione nel volume e tipo di lavoro;
- informazioni di ritorno dal cliente;
- reclami;
- ogni altro fattore di rilievo, come le attività di controllo qualità, le risorse e l'addestramento del personale.

Il Sinal richiede periodicità almeno annuale per il riesame.

La bozza di revisione della norma introduce un capitolo relativo al miglioramento continuo, per allineare i requisiti gestionali a quelli della ISO 9001:2000.

Requisiti di competenza tecnica

Generalità

Molti fattori determinano la correttezza e l'affidabilità delle prove e/o delle tarature eseguite da un laboratorio. Questi fattori includono contributi da fattori umani, condizioni ambientali, metodi di prova, apparec-

chiature, riferibilità delle misure, campionamento, manipolazione dei campioni, come di seguito illustrato.

Personale

La direzione del laboratorio deve garantire la competenza di tutti coloro che utilizzano apparecchiature specifiche, eseguono prove, valutano i risultati e firmano i rapporti di prova. Devono esistere procedure e registrazioni relative alla qualifica del personale ed alla sua supervisione, all'identificazione delle necessità di formazione specifica e sua pianificazione ed erogazione. Devono esistere mansionari che contengono i compiti e le responsabilità, e registrazioni relative alle autorizzazioni ad eseguire particolari prove, ad utilizzare apparecchiature, ad emettere i rapporti di prova ecc.

Condizioni ambientali

Il laboratorio deve tenere sotto controllo le condizioni ambientali (per esempio sterilità biologica, polvere, disturbi elettromagnetici, radiazioni, umidità, alimentazione elettrica, temperatura, livello sonoro e di vibrazione) che possono influire sui risultati delle prove. Devono esistere apposite procedure e registrazioni dei controlli effettuati. La norma rammenta la necessità di separazione di attività incompatibili (rischi di contaminazione).

Se le condizioni ambientali non sono conformi ai criteri di accettabilità stabiliti, il laboratorio deve sospendere l'attività e predisporre ed attuare idonee azioni correttive.

Metodi di prova e validazione dei metodi

Questo punto della norma è molto articolato e comprende i criteri di scelta dei metodi, la validazione dei metodi non normati, l'incertezza di misura ed il controllo dei dati. Il laboratorio deve adottare metodi e procedure appropriati per tutte le prove che rientrano nei suoi scopi. Tutte le istruzioni, le norme, i manuali e i dati di riferimento relativi all'attività da eseguire devono essere mantenuti aggiornati e devono essere facilmente disponibili al personale. Devono essere usati preferibilmente metodi pubblicati come norme internazionali, regionali o nazionali, ed il laboratorio deve garantire

l'utilizzo dell'edizione attualmente in vigore. Questo requisito si ricollega al paragrafo relativo al controllo della documentazione: il laboratorio dovrà avere procedure per l'aggiornamento della documentazione di origine esterna, non solo relativa ai metodi di prova, ma anche in relazione ai limiti di legge o alle specifiche contenute nei disciplinari, nel caso in cui fornisca tali informazioni od indichi la conformità del campione a requisiti.

Se il cliente (come spesso accade) non specifica il metodo da usare, il laboratorio deve scegliere quello più appropriato per le esigenze del cliente, ed informarlo del metodo scelto. Il laboratorio deve informare il cliente quando il metodo proposto dal cliente è considerato non essere appropriato od obsoleto.

L'introduzione di metodi di prova e di taratura sviluppati dal laboratorio deve essere pianificata e deve essere affidata a personale qualificato con risorse adeguate. La norma riporta (5.4.4) l'elenco delle informazioni che dovrebbero essere contenute in un metodo: dall'esame di questo elenco risulta che anche parecchi metodi normati sono incompleti, e dovrebbero essere integrati da documenti di dettaglio prodotti dal laboratorio.

La norma indica come possibili metodi applicabili anche quelli pubblicati su pubblicazioni o riviste specializzate, o specifiche del produttore delle apparecchiature. Il Sinal richiede, per questi metodi, come nel caso di applicazione di edizioni non più in vigore di norme, o progetti di norma non ancora classificati come metodi interni.

La validazione è un requisito che si applica ai metodi sviluppati dal laboratorio, ai metodi normati applicati al di fuori dello scopo prefissato, ed estensioni o modifiche di metodi normati. Per i metodi chimici esiste una guida per la validazione di EURACHEM, citata in bibliografia.

La validazione comprende la specifica dei requisiti, la determinazione delle caratteristiche dei metodi, un controllo che i requisiti possano essere soddisfatti utilizzando il metodo e una dichiarazione relativa all'idoneità



del metodo per lo scopo prefissato. In funzione dello sviluppo del metodo, dovrebbero essere eseguiti riesami regolari per verificare che le esigenze del cliente continuino ad essere soddisfatte.

Un laboratorio di taratura, o un laboratorio di prova che tara internamente le proprie apparecchiature, deve avere e deve applicare una procedura per stimare l'incertezza della misura per tutte le tarature e per i tipi di taratura. I laboratori accreditati devono fare riferimento al documento EA-4/02. Per quanto riguarda l'incertezza dei risultati delle prove, la norma ammette un approccio meno rigoroso dal punto di vista metrologico e statistico, richiedendo comunque di identificare tutti i contributi all'incertezza composta e di effettuare una stima ragionevole di tale incertezza.

L'approccio metrologico della UNI CEI ENV 13005 è arduo da affrontare per i laboratori chimici: una ragionevole stima dell'incertezza di misura si può ottenere anche dai parametri statistici di validazione dei metodi: se un laboratorio, effettuando una prova in doppio, rientra nel limite di ripetibilità, può utilizzare lo scarto tipo di riproducibilità (s_R) come stima dell'incertezza composta. Nel settore agroalimentare una grossolana stima di s_R si può ottenere dalla equazione di Horwitz:

dove RSD_R è lo scarto tipo relativo di riproducibilità e C la concentrazione espressa come frazione di massa. L'equazione di

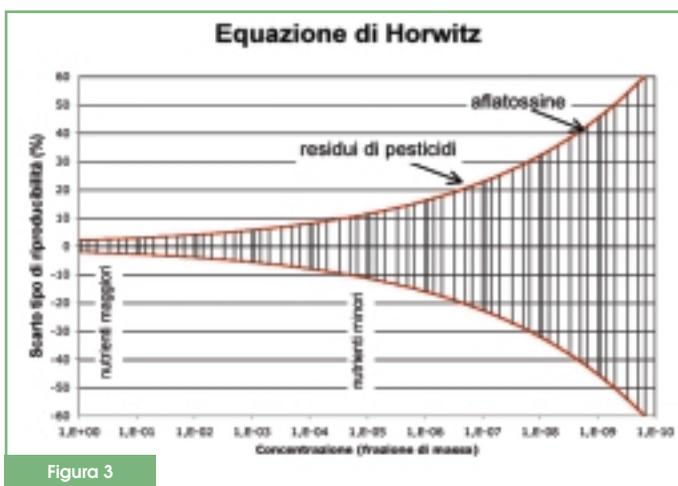


Figura 3

Horwitz deriva dal trattamento statistico dei dati di confronti

$$RSDR = 2^{(1-0,5\log C)}$$

interlaboratorio, ed è considerata valida per valori di C dall'unità fino a 10^{-9} (Figura 4); Thompson ha suggerito, al di sotto di 100 ppb, di utilizzare un valore del 20% della concentrazione. Relativamente al controllo dei dati, la norma richiede che i calcoli ed il trasferimento dei dati siano soggetti a controlli appropriati condotti in modo sistematico e, nel caso di impiego di elaboratori elettronici, il software sia documentato e validato per l'uso, siano redatte ed applicate procedure per la protezione dei dati e gli elaboratori elettronici siano sottoposti ad idonea manutenzione. Il software di origine commerciale viene ritenuto sufficientemente validato.

Apparecchiature

Il laboratorio deve essere dotato di tutte le attrezzature adeguate per il campionamento, per le misure e per le prove. Deve essere dimostrata l'adeguatezza delle apparecchiature, compreso il software, alle specifiche relative alle prove. Devono essere

stabiliti programmi di taratura e di manutenzione; per gli strumenti che sono utilizzati al di fuori del laboratorio possono essere necessarie ulteriori procedure. Ove possibile, devono essere utilizzate etichette od altri mezzi di identificazione per indicare lo stato di taratura delle apparecchiature.

Le apparecchiature devono essere utilizzate da personale autorizzato. Istruzioni aggiornate sull'utilizzo e manutenzione devono essere facilmente disponibili. Devono esistere registrazioni sulle apparecchiature (anagrafica, tarature, manutenzioni).

Riferibilità delle misure

Tutte le apparecchiature usate per le prove, comprese le apparecchiature per misure ausiliarie (per esempio per le condizioni ambientali) che hanno un'influenza significativa sull'accuratezza o sulla validità del risultato della prova, della taratura o del campionamento devono essere tarate prima di essere messe in servizio. Il laboratorio deve stabilire un programma per la taratura delle proprie apparecchiature.

Le tarature e le misure fatte dal laboratorio devono essere riferibili al Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Quando la riferibilità alle unità SI non è possibile e/o non è pertinente, la riferibilità può essere dimostrata, per esempio mediante l'utilizzo di materiali di riferimento certificati, l'utilizzo di metodi specificati o la partecipazione a circuiti interlaboratorio.

La riferibilità delle misure è un problema per

i laboratori chimici: le prove in cui si effettuano misure assolute con apparecchiature che si tarano con campioni riferibili (es. gravimetriche, gas-volumetriche, elettrochimiche) sono relativamente poche. Per tutte le altre misure si deve ricorrere all'impiego di materiali di riferimento per la taratura delle apparecchiature. Dato l'elevato costo dei materiali di riferimento certificati, l'impiego di questi dovrebbe essere limitato alle fasi di messa a punto e convalida dei metodi (per esempio prove di recupero nelle analisi di tracce), mentre per le tarature usuali è consigliato l'impiego di materiali commerciali, corredati di dichiarazione del fornitore della riferibilità a MR certificati. Anche per le prove valutative ed i confronti interlaboratorio si scoraggia l'impiego di materiali certificati, in quanto in questo caso è sufficiente che sia verificata l'omogeneità e la stabilità.

Il Sinal richiede, ove applicabile, la riferibilità ai campioni nazionali o internazionali attraverso tarature effettuate da centri accreditati dal SIT o da organismi in mutuo riconoscimento con il SIT.

Campionamento

Se il laboratorio esegue il campionamento di sostanze, di materiali o prodotti, deve avere piani e procedure di campionamento. Il Sinal accredita soltanto procedure di campionamento descritte in norme nazionali ed internazionali, nel caso in cui venga accreditato anche il relativo metodo di prova.

Manipolazione degli oggetti da provare e tarare

Il laboratorio deve avere procedure per il trasporto, la ricezione, la manipolazione, l'identificazione, la protezione, l'immagazzinamento, la conservazione e/o l'eliminazione degli oggetti da provare, al fine di protegge-

Reference Standard for Accreditation of Chemical Laboratories

ABSTRACT 

The reference standard for the accreditation of calibration and testing laboratories is the ISO/IEC 17025:1999 standard, which is an horizontal one, whose requirements can be applied to any kind of laboratories; for every sector there can be special applications, and so accreditation bodies, or other organizations, have drafted interpretative documents with related examples. For the chemical laboratories, some standard requirements, namely method validation, measurement uncertainty, traceability, require explanations and interpretations.

re l'integrità degli oggetti da provare o da tarare. Deve essere prevista la verifica dell'idoneità del campione per le prove, e la segregazione di campioni non idonei.

Assicurazione della qualità dei risultati di prova e taratura

Al fine di garantire la validità dei risultati forniti, il laboratorio deve avere procedure di controllo qualità per monitorare i propri risultati. Ove possibile, il laboratorio dovrebbe partecipare a circuiti interlaboratorio, organizzati in conformità alla guida ISO 43:1997 (o Guida ILAC G13), od utilizzare sistematicamente materiali di riferimento certificati o interni, o ripetere prove sullo stesso campione con lo stesso metodo o con metodi differenti, od infine verificare la correlazione tra differenti proprietà di un campione (per esempio, la somma dei risultati di una analisi di composizione non deve differire da 100%).

Devono esistere registrazioni di questa attività, ed il laboratorio deve dimostrare di gestire i risultati, utilizzando, per esempio, carte di controllo. Il Sinal può richiedere la partecipazione a circuiti interlaboratorio, e

di esaminare i risultati dei circuiti a cui partecipa volontariamente il laboratorio.

Presentazione dei risultati

Lo schema generale del rapporto di prova è il seguente:

- a) il titolo (per esempio 'Rapporto di Prova' o 'Certificato di Taratura');
- b) il nome e l'indirizzo del laboratorio, e il luogo dove le prove e/o le tarature sono state eseguite, se differente dall'indirizzo del laboratorio;
- c) un'identificazione univoca del rapporto di prova o del certificato di taratura (come il numero di serie), e una identificazione su ogni pagina al fine di garantire che ogni pagina sia riconosciuta come parte del rapporto di prova o del certificato di taratura, e una chiara identificazione della fine del rapporto di prova o del certificato di taratura;
- d) il nome e l'indirizzo del cliente;
- e) l'identificazione del metodo utilizzato;
- f) una descrizione, unitamente alla relativa condizione, e l'identificazione non ambigua dello/degli oggetto/i da provare o tarare;
- g) la data di ricevimento dello/degli oggetto/i provato/i o tarato/i quando questo è cri-

tica per la validità e l'applicazione dei risultati; e la/e data/e di esecuzione della prova o taratura;

- h) il riferimento a piani e procedure di campionamento utilizzati dal laboratorio o da altri organismi quando questi influiscono sulla validità o sull'applicazione dei risultati;
- i) i risultati di prova o di taratura, con le unità di misura, quando appropriato;
- j) il/i nome/i, la/le funzione/i e la/le firma/e o identificazione equivalente della/e persona/e che autorizzano il rilascio del rapporto di prova o del certificato di taratura;
- k) quando pertinente, una dichiarazione attestante l'effetto che i risultati si riferiscono solo agli oggetti provati o tarati.

Sono inoltre ammesse opinioni ed interpretazioni dei risultati. Il Sinal non ammette opinioni ed interpretazioni sui rapporti di prova con il marchio; nel caso di dichiarazioni di conformità a specifiche, dovranno essere riportate nel rapporto di prova i valori di riferimento e l'incertezza di misura dei risultati.

Nei casi di trasmissione di risultati per telefono, telex, fax o altri mezzi elettronici od elettromagnetici, dovranno essere soddisfatti i requisiti indicati per i documenti cartacei.

Bibliografia

Un'esauriva bibliografia occuperebbe troppo spazio in questa sede; molti riferimenti sono riportati nel documento Sinal DG-0007 che, come gli altri documenti Sinal, si può scaricare gratuitamente dal sito web (www.sinal.it, sezione Documentazione); per la parte di documentazione che può essere consultata/scaricata direttamente da internet (cataloghi norme, guide EA, ILAC, EURACHEM ecc.) i links sono riportati sullo stesso sito, oltre ad informazioni sull'aggiornamento normativo, tarature, confronti interlaboratorio ecc.

- UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2000: Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e taratura.
- UNI CEI ENV 13005:2000: Guida all'espressione dell'incertezza di misura.
- Guide EA (www.european-accreditation.org).
- Guide ILAC (www.ilac.org).
- Guide EURACHEM, in particolare EURACHEM/CITAC: Quantifying Uncertainty in Analytical Measurements, edizione 2, giugno 2000 (www.eurachem.ul.pt). La guida è stata tradotta in italiano ed è disponibile sul sito dell'Istituto Superiore di Sanità (www.iss.it), come Rapporto ISTISAN 03/30.
- ISO/TS 21748:2004 Guidance for the use of repeatability, reproducibility and trueness estimates in measurement uncertainty estimation.
- Manuali UNICHIM: Manuale n. 197:2003. Guida alla scelta e all'uso dei materiali di riferimento, Manuale 179/0/1/2 Linee guida per la validazione di metodi analitici nei laboratori chimici.
- UNI ISO 5725-1/2/3/4/6:2004 Accuratezza (esattezza e precisione) dei risultati e dei metodi di misurazione.
- Uncertainty of quantitative determinations derived by cultivation of microorganisms. Seppo I. Niemelä (www.mikes.fi/documents/upload/J4_2003.pdf)
- ARPA Emilia-Romagna: Linee guida per la validazione dei metodi analitici e per il calcolo dell'incertezza di misura, Bologna 2003.
- Royal Society of Chemistry - Analytical Methods Committee Technical Briefs (www.rsc.org/lap/rsccom/amc/amc_techbriefs.htm).
- SIT Doc-517:2002 Termini e definizioni (sit.imgc.cnr.it).