

# **Indicazioni Operative per la Qualità della Misura in Radioprotezione**

## ***Composizione del Gruppo di Lavoro***

Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro - ISPESL

*(F. Campanella – coordinatore, A. Ceccatelli)*

Associazione Italiana di Radioprotezione - AIRP

*(V. Klamert, S. Sandri)*

Associazione Nazionale Professionale Esperti Qualificati - ANPEQ

*(C. Bergamini, E. Calenda, F. Malgieri)*

Istituto Nazionale di Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti – INMRI - ENEA

*(M. Bovi)*

## **INDICE**

Introduzione.....	pag. 4
Scopo del documento.....	pag. 5
Scheda strumento.....	pag. 6
Scheda rapporto di misura.....	pag. 8
Istruzioni di compilazione delle schede.....	pag. 12
Glossario.....	pag. 21
Bibliografia.....	pag. 24

## INTRODUZIONE

L'ISPESL, organo tecnico scientifico di consulenza per il Ministero della Salute, è coinvolto quale autorità competente per il rilascio ed il rinnovo dei nulla osta di categoria A correlati all'utilizzo delle radiazioni ionizzanti nei luoghi di lavoro.

Nell'assolvimento del proprio ruolo, esegue istruttorie di verifica anche basate sull'analisi della documentazione tecnica presentata dal richiedente. Tale documentazione, in sede di rinnovo, comprende anche le “valutazioni radioprotezionistiche periodiche” elaborate dall'Esperto Qualificato, ovvero tutte le informazioni che connotano l'espletamento di tali valutazioni. Tra di esse, acquistano, ovviamente, particolare rilievo le misure in radioprotezione eseguite nell'ambito delle attività di sorveglianza fisica. Proprio partendo dall'analisi statistica della documentazione che usualmente viene valutata, l'ISPESL ha evidenziato che, in realtà, sia il modo di effettuare le misure, sia soprattutto quello di rendicontarle, risente di una sostanziale mancanza di standardizzazione, in ciò quindi rendendo spesso non semplice l'interpretazione delle medesime.

L'Istituto ha quindi pensato di costituire un Gruppo di Lavoro su “La qualità della misura in radioprotezione”, che ha lavorato sulle problematiche di cui sopra e secondo gli scopi di seguito evidenziati.

Hanno partecipato: ISPESL (Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro), AIRP (Associazione Italiana di Radioprotezione), ANPEQ (Associazione Nazionale Professionale Esperti Qualificati), INMRI-ENEA (Istituto Nazionale di Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti).

Le presenti Indicazioni Operative, scaturite dal lavoro del Gruppo, sono da considerarsi prodromo per una Linea Guida per la cui realizzazione l'ISPESL si impegna a proporre al Ministero del Lavoro, all'APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici) e agli Enti e Associazioni che hanno già contribuito in modo proficuo alla stesura di questo documento, un percorso comune che possa portare ad un risultato di rilievo per tutta la comunità scientifica di settore.

## SCOPO DEL DOCUMENTO

Il presente documento costituisce uno **strumento operativo e procedurale** per l'esecuzione ed il rendiconto delle misure in radioprotezione, al fine di ottenere risultati accurati e riproducibili. Il documento, che si riferisce esclusivamente alle misure effettuate "direttamente" dall'Esperto Qualificato nell'ambito dei compiti assegnatigli dal D. Lgs. 230/95 e s.m.i. e che quindi non si applica a quelle effettuate da servizi e/o laboratori "esterni", per le quali verrà realizzato un documento a sé stante, si propone di fornire **un protocollo per la presentazione del risultato di una misurazione**, strutturato in modo da contenere tutte le informazioni correlate al risultato stesso, ovvero l'intero processo metrologico utilizzato.

Le schede contenute nel documento rappresentano una sorta di "foglio di lavoro" per facilitare la stesura del rapporto di misura, affinché questo possa essere facilmente interpretato da parte degli operatori e degli organi di vigilanza e controllo. Il rapporto di misura non comprende la "valutazione radioprotezionistica", obiettivo finale della misurazione, la quale continuerà ad essere riportata dall'Esperto Qualificato nell'apposito registro.

Il presente documento, pertanto, è stato redatto al fine di perseguire un **obiettivo di qualità delle misure in radioprotezione**, basato su un metodo oggettivo ed omogeneo rispondente ai requisiti tecnici contenuti nella normativa in riferimento.

Lo sviluppo del documento si basa sui seguenti argomenti:

- Scelta opportuna dello strumento da utilizzare per ciascuna specifica operazione di misura, in relazione al tipo e alle caratteristiche della radiazione.
- Utilizzazione di strumenti correttamente e periodicamente tarati, con riferibilità ai campioni primari nazionali o internazionali.
- Effettuazione di controlli periodici di corretto funzionamento degli strumenti utilizzati.
- Adozione di procedure di misura standardizzate e validate.
- Effettuazione di una corretta analisi dei dati ottenuti.
- Valutazione dell'incertezza da associare al risultato finale della misurazione.
- Stesura di un rapporto di misura in cui siano riportate, in modo chiaro ed esauriente, le informazioni relative alla procedura utilizzata e alle operazioni eseguite per ottenere il risultato finale.

# SCHEMA STRUMENTO

Data \_\_\_\_\_

Pag. 1 di 2

<b>N ° SCHEMA</b> _____		<b>TIPOLOGIA STRUMENTO</b> _____				
<b>SEZIONE ANAGRAFICA</b>						
		<b>STRUMENTO o LETTORE</b>			<b>SONDA</b>	
Casa costruttrice						
Modello strumento						
N° matr/serie strumento						
Anno acquisto						
<b>CARATTERISTICHE TECNICHE</b>						
Tipo di rivelatore						
Grandezza misurata						
Tipo di radiazione						
Intervallo di energia						
Campo di misura in modalità rateo						
Campo di misura in modalità integrazione						
<b>TARATURA</b>						
Laboratorio certificante	Certificato		Qualità della radiazione	Grandezza di riferimento	Coefficiente di taratura	Incertezza estesa (95%)
	N°	Data				
<b>CONFERMA METROLOGICA (lettura della sorgente di prova o del sistema di riferimento)</b>						
Metodo utilizzato						

**SCHEMA STRUMENTO**

*Scheda N°.....Revisione N°.....Data Rev..... sigla compilatore.....*



# SCHEDA RAPPORTO DI MISURA

Pag. .... di .....

<b>N °SCHEDA</b>		<b>DATA</b>			
<b>SITO</b>					
<b>STRUMENTO</b>					
Modello					
N°scheda strumento					
<b>CONTROLLI PRELIMINARI</b>					
Esito del controllo di buon funzionamento					
Conferma metrologica	Letture				
	Variazione %				
<b>DESCRIZIONE DELLA MISURAZIONE</b>					
<b>MODALITA' DI LETTURA</b>					
<b>RISULTATI FINALI</b>					
Codice misura	Valore medio (u. m.)_____	Scarto tipo (u. m.)_____	Coefficiente di taratura (u. m.)_____	Risultato finale (u. m.)_____	Incertezza estesa (%) k = _____

**RAPPORTO DI MISURA**    **SCHEDA N°**.....**Data**.....**sigla compilatore**.....



<b>MISURE IN MODALITA' INTEGRAZIONE</b>
---

Codice misura	Descrizione punto di misura	Condizioni ambientali				
Letture di fondo (u. m.)_____	Tempo di misura (u.m.)_____	Rateo di fondo (u.m.)_____	Correzione linearità scale	Correzione condizioni ambientali (T,P)	Correzione per dipendenza energetica della risposta	Rateo di fondo corretto (u.m.)_____
		Valor medio fondo corretto (u.m.) _____				
		Scarto tipo sperimentale fondo (u.m.) _____				
Letture (u. m.)_____	Tempo di misura (u.m.)_____	Rateo (u.m.)_____	Correzione linearità scale	Correzione condizioni ambientali (T,P)	Correzione per dipendenza energetica della risposta	Rateo corretto (u.m.)_____
		Valor medio corretto (u.m.) _____				
		Scarto tipo sperimentale (u.m.) _____				

<b>NOTE</b>
-------------


**MISURE IN MODALITA' RATEO**

<b>Codice misura</b>	<b>Descrizione punto di misura</b>		<b>Condizioni ambientali</b>	
<b>Letture di fondo (u. m.)_____</b>	<b>Correzione linearità scale</b>	<b>Correzione condizioni ambientali (T,P)</b>	<b>Correzione per dipendenza energetica della risposta</b>	<b>Letture di fondo corrette (u.m.)_____</b>
<b>Valor medio fondo corretto (u.m.) _____</b>				
<b>Scarto tipo sperimentale fondo (u.m.) _____</b>				
<b>Letture (u. m.)_____</b>	<b>Correzione linearità scale</b>	<b>Correzione condizioni ambientali (T,P)</b>	<b>Correzione per dipendenza energetica della risposta</b>	<b>Letture corrette (u.m.)_____</b>
<b>Valor medio corretto (u.m.) _____</b>				
<b>Scarto tipo sperimentale (u.m.) _____</b>				

**NOTE**


NOTE

Qualifica : \_\_\_\_\_

Nome Cognome: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

# ISTRUZIONI

## **ISTRUZIONI PER LA COMPILAZIONE DELLA SCHEDA STRUMENTO**

La scheda strumento deve essere compilata per ciascuno strumento di misura utilizzato per le misurazioni riportate nella SCHEDA RAPPORTO DI MISURA.

***Nota** - Per strumento si intende l'insieme costituito dall'apparato elettronico di misura (lettore) e dal rivelatore (sonda) associato, indipendentemente se essi siano tra loro integrati in un unico corpo o non integrati (ad es. sonde ad innesto oppure collegate al lettore mediante cavi). In questo secondo caso, lo strumento è caratterizzato dalla possibilità di utilizzare più sonde intercambiabili e per ciascuna combinazione "lettore + sonda" utilizzata deve essere compilata una SCHEDA STRUMENTO separata.*

### **DATA**

Riportare la data di compilazione iniziale della scheda.

### **N° SCHEDA**

Riportare il numero progressivo assegnato per identificare univocamente lo strumento.

### **TIPOLOGIA STRUMENTO**

Indicare la tipologia dello strumento utilizzando una delle seguenti sigle:

**PSA** (Pluri Sonda Analogico): strumento non integrato che può utilizzare più sonde, a **lettura analogica**.

**PSD** (Pluri Sonda Digitale): strumento non integrato che può utilizzare più sonde, a **lettura digitale**.

**USA** (Unica Sonda Analogico): strumento con un'unica sonda integrata con l'apparato di misura, a **lettura analogica**.

**USD** (Unica Sonda Digitale): strumento con un'unica sonda integrata con l'apparato di misura, a **lettura digitale**.

### **SEZIONE ANAGRAFICA**

Riportare i dati che identificano univocamente lo strumento. Per le tipologie di strumenti integrati (USA ed USD) i dati debbono essere riportati soltanto nella prima colonna, mentre per le tipologie di strumenti non integrati (PSA e PSD) nella prima colonna debbono essere riportati i dati relativi al lettore e nella seconda colonna quelli relativi alla specifica sonda utilizzata. Negli specifici campi vanno indicati:

Casa costruttrice: denominazione della casa costruttrice dello strumento.

Modello strumento: sigla che identifica il modello dello strumento.

N° matricola/serie strumento: sigla specificata su una etichetta apposta sullo strumento e che lo identifica in modo univoco (ad es. il numero di serie assegnato dal costruttore, numero di inventario dell'utilizzatore, etc.).

Anno di acquisto: anno di acquisizione dello strumento, in assenza di questa informazione indicare la data presunta sulla base delle informazioni disponibili all'utilizzatore (ad esempio registrazioni delle misurazioni, documenti, etc.).

## CARATTERISTICHE TECNICHE

Riportare le caratteristiche tecniche **indicate dal costruttore** nel manuale operativo dello strumento:

Tipo di rivelatore: riportare il tipo di rivelatore inserito nello strumento o nella sonda (ad es. contatori GM, contatore GM compensato, scintillatore, contatore proporzionale, contatore BF<sub>3</sub>, camera a ionizzazione, rivelatore a stato solido).

Grandezza misurata: riportare la grandezza in termini della quale lo strumento è stato tarato (ad es. kerma in aria, equivalente di dose ambiente, etc.).

Tipo di radiazione: riportare le radiazioni per le quali lo strumento può essere impiegato (ad es. radiazione x, gamma, etc.).

Intervallo di energia: per ogni tipo di radiazione riportare l'intervallo di energia nel quale può essere impiegato lo strumento.

Campo di misura in modalità rateo: riportare l'intervallo di misura dello strumento nella modalità rateo, per ogni scala di misura utilizzabile.

Campo di misura in modalità integrazione: riportare l'intervallo di misura dello strumento nella modalità integrazione, per ogni scala di misura utilizzabile.

## TARATURA

Riportare le informazioni che attestino le tarature dello strumento effettuate nel corso degli anni.

*Nota - Sono considerate valide soltanto le tarature certificate da organismi riconosciuti. In Italia tali organismi sono rappresentati dall'Istituto Nazionale di Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti (INMRI-ENEA) e dai Centri di Taratura SIT accreditati (Servizio di Taratura in Italia).*

Laboratorio certificante: riportare la denominazione del laboratorio accreditato che ha effettuato la taratura.

Certificato N° Data: riportare il numero del certificato di taratura e la corrispondente data di emissione del certificato.

Qualità della radiazione: indicare la qualità della radiazione con cui è stato tarato lo strumento.

Grandezza di riferimento: la grandezza fisica misurata.

Coefficiente di taratura: riportare il valore del coefficiente di taratura con la relativa unità di misura.

Incertezza estesa: valore riportato nel certificato di taratura.

## CONFERMA METROLOGICA (lettura della sorgente di prova o del sistema di riferimento)

Riportare le informazioni ed i risultati relativi ai controlli effettuati mediante la sorgente di prova o il sistema (materiali) di riferimento.

Metodo: descrivere brevemente il metodo utilizzato, sia a seguito di una taratura sia periodicamente, per effettuare test di funzionalità e verifiche di stabilità dello strumento mediante l'impiego di una sorgente di controllo o di materiali di riferimento.

Descrivere anche le modalità di lettura (numero di letture consecutive, ad intervalli di tempo, etc.).

Variazione massima accettabile: specificare il limite massimo (in %) di variazione della lettura con la sorgente di prova (o con il sistema di riferimento) rispetto alla lettura ottenuta nelle stesse condizioni subito dopo la taratura, che l'operatore considera accettabile.

Data e Lettura: riportare i dati relativi alle conferme metrologiche effettuate.

*Nota - quando, nel corso del tempo, intervengono cambiamenti significativi della metodologia descritta, sarà necessario ricompilare la SCHEDA STRUMENTO aggiornandone il numero di revisione e la data di compilazione.*

## **MODALITA' DEL CONTROLLO DI BUON FUNZIONAMENTO**

Riportare le informazioni relative alle modalità di effettuazione dei controlli del corretto funzionamento dello strumento utilizzato.

Metodo: descrivere brevemente il metodo utilizzato per il controllo di buon funzionamento dello strumento, specificando quali sono i controlli indicati dal manuale d'uso dello strumento e quali quelli eventualmente introdotti ed indicando anche eventuali metodi empirici applicati per la validazione del risultato in termini di riproducibilità. In particolare, descrivere anche come viene espresso l'esito del controllo di buon funzionamento. Questo controllo dovrebbe essere fatto prima di ogni seduta di misura.

## **IDENTIFICAZIONE COMPILATORE**

Riportare nella parte finale le informazioni necessarie ad individuare chiaramente l'esperto qualificato (ed il suo numero di iscrizione all'albo) che ha compilato la scheda ed è responsabile per i dati inseriti. Il compilatore deve apporre la sua firma nella parte finale della scheda e siglarne tutte le pagine.

## **NUMERO DI REVISIONE**

Il numero di revisione della scheda andrà indicato al piè di pagina con la rispettiva data di revisione, la sigla del compilatore della scheda e il N° di identificazione della Scheda Strumento.

Ogni modifica significativa dello strumento che possa comportare variazioni della risposta (ad es. sostituzione del rivelatore (sonda) o di parti elettroniche, o modifica della metodologia di verifica di funzionalità e test etc.) comporterà la compilazione di una nuova revisione della SCHEDA STRUMENTO. Di conseguenza il N° SCHEDA indicato nella prima pagina resterà invariato, ma sarà incrementato di una unità il numero di revisione riportato in fondo a tutte le pagine insieme alla data della revisione. Nella prima stesura della scheda il numero di revisione sarà "0" e la data associata coinciderà con quella di compilazione iniziale della scheda.

## **ISTRUZIONI PER LA COMPILAZIONE DELLA SCHEDA RAPPORTO DI MISURA**

La scheda RAPPORTO DI MISURA deve essere compilata durante la fase di attività di esecuzione delle misurazioni e deve contenere tutte le informazioni necessarie all'Esperto Qualificato per effettuare la valutazione di competenza.

Ogni scheda identifica un solo sito di misura e può prevedere uno o più punti di misura per lo stesso sito.

### **N° SCHEDA**

Riportare un numero progressivo assegnato dal compilatore per identificare univocamente la scheda di misura.

### **DATA**

Riportare la data di esecuzione delle misurazioni o, nel caso di misurazioni effettuate in tempi diversi, indicare l'intervallo temporale di esecuzione di tutte le diverse misure effettuate (ad es. dal 03/11/2000 al 24/12/2000).

### **SITO**

Indicare l'ambiente in cui si effettua la misura, facendo eventualmente riferimento ad una planimetria allegata. I diversi punti di misura dovranno essere riportati sulla pianta o descritti nella scheda ed identificati con codici univoci da riportare nella tabella dei RISULTATI FINALI.

### **STRUMENTO**

Riportare i dati che identificano univocamente lo strumento, negli specifici campi vanno indicati:

Modello: sigla che identifica il modello dello strumento.

N° scheda strumento: numero della SCHEDA STRUMENTO compilata che identifica in modo univoco lo strumento utilizzato.

### **CONTROLLI PRELIMINARI**

Riportare i risultati ottenuti nel controllo di buon funzionamento e nella conferma metrologica dello strumento effettuati prima della misurazione. La metodologia adottata per tali controlli deve essere quella descritta nella SCHEDA STRUMENTO corrispondente.

Esito del controllo di buon funzionamento: riportare l'esito del controllo di buon funzionamento dello strumento, come descritto nella SCHEDA STRUMENTO.

Conferma metrologica: riportare il valore della lettura e la variazione %.

Variazione rispetto al valore di riferimento: riportare il valore della variazione percentuale della lettura con la sorgente di prova (o con il sistema di riferimento) rispetto alla lettura ottenuta nelle stesse condizioni subito dopo la taratura dello strumento e riportata nella SCHEDA STRUMENTO.

### **DESCRIZIONE DELLA MISURAZIONE**

Specificare lo scopo della misurazione e le caratteristiche (tipo, energia, etc.) della radiazione.

### **MODALITA' DI LETTURA**

Descrivere i criteri generali utilizzati per la selezione delle modalità di lettura nell'attività di misura (scelta della scala di misura, scelta della modalità integrazione/rateo, numero di letture consecutive, intervalli di tempo, etc.).

## RISULTATI FINALI

Codice misura: riportare il codice che identifica univocamente il punto di misura in base alla descrizione o alla planimetria eventualmente allegata.

Valore medio: riportare il valore medio delle misurazioni corrette (correzione linearità scale, correzione condizioni ambientali e correzione per dipendenza energetica della risposta) sottratto del valore medio corretto del fondo (specificati nella tabella MISURE).

Scarto tipo: riportare il valore dello scarto tipo sperimentale,  $s_n$ , associato al valore medio sopra specificato.

Coefficiente di taratura: indicare il valore del coefficiente di taratura riportato nel certificato di taratura per la radiazione considerata.

Risultato finale: riportare il prodotto aritmetico dei valori specificati nelle colonne 2 (Valore medio) e 4 (Coefficiente di taratura).

Incertezza estesa: riportare il valore, in percentuale, dell'incertezza estesa associata al risultato finale con un livello di confidenza stimato di circa 95 % ed il fattore di copertura  $k$  utilizzato per ottenerla.

Nell'ipotesi di una distribuzione di probabilità normale, il valore del fattore di copertura  $k$  da utilizzare per estendere l'incertezza ad un livello di confidenza di circa 95 % è posto uguale al fattore  $t$  della distribuzione t-Student corrispondente ad una probabilità  $p=95,45$  %. Un esempio dei possibili valori di  $k$  sono riportati in tabella in funzione del numero di gradi di libertà effettivi  $v_{eff}$  associati al risultato della misurazione (vedi anche norma UNI CEI ENV 13005:2000, Guida all'espressione dell'incertezza di misura (2000)).

$v_{eff}$	1	2	3	4	5	6	7	8	10	20	50	$\infty$
$k$	13,97	4,53	3,31	2,87	2,65	2,52	2,43	2,37	2,28	2,13	2,05	2,00

## NOTE

Riportare tutte le indicazioni aggiuntive che vengano ritenute utili ai fini di una migliore identificazione degli ambienti oggetto di misura/valutazione e/o delle condizioni di misura.

## MISURE IN MODALITÀ' INTEGRAZIONE

Riportare i dati relativi alle misurazioni effettuate in modalità di integrazione, **compilando un foglio per ogni punto di misura.**

Codice misura: riportare il codice che identifica univocamente il punto di misura in base alla descrizione o alla planimetria eventualmente allegata.

Descrizione punto di misura: descrivere tutte le caratteristiche del punto di misura importanti ai fini dello scopo e del risultato della misurazione (ad es. ubicazione, geometria, distanze, materiali, etc.)

Condizioni ambientali: riportare le condizioni ambientali durante la fase di misura (temperatura, pressione, umidità, etc.).

Letture di fondo: riportare almeno 3 valori di lettura del fondo strumentale acquisiti nelle condizioni sperimentali di misura sopra descritte.

u.m.: riportare l'unità di misura in cui è espressa la scala dello strumento, specificando anche l'eventuale multiplo o sottomultiplo.

Tempo di misura: durata della misura di fondo (secondi, minuti, ore).

Rateo di fondo: rapporto tra il valore di lettura di fondo e il tempo di misura.

Correzione per linearità: valore della correzione da applicare dovuta alla non-linearità della scala di misura dello strumento. Tale correzione si applica nel caso in cui la misura venga effettuata utilizzando una scala di misura diversa da quella di riferimento per la taratura, in questo caso anche il valore della correzione deve essere specificato nel certificato di taratura.

*Nota - Nel caso in cui si utilizzi direttamente la scala di misura di riferimento per la taratura, porre il valore uguale ad 1.*



Correzione condizioni ambientali: valore della correzione da applicare dovuta alla differenza tra le condizioni ambientali (temperatura, pressione) di riferimento specificate nel certificato di taratura dello strumento e quelle effettive di misura.

*Nota 1 - Non è invece strettamente necessario, nelle situazioni d'uso ordinarie, apportare una correzione per umidità relativa, purchè questa sia compresa tra il 20 % ed il 70 %. L'incertezza conseguente all'omissione di tale correzione è, nelle suddette condizioni, trascurabile rispetto all'incertezza complessiva.*

*Nota 2 - Nel caso in cui si utilizzi un rivelatore che non richiede questo tipo di correzione (camera a ionizzazione sigillata, contatore G.M., ecc), porre il valore uguale ad 1.*

Correzione per dipendenza energetica della risposta: valore della correzione da applicare dovuta alla dipendenza della risposta dello strumento dall'energia della radiazione. Tale correzione può essere determinata sperimentalmente mediante l'utilizzo di più fattori di taratura a diverse energie della radiazione (riportati sul certificato di taratura) oppure tramite calcolo utilizzando la curva di risposta in funzione dell'energia riportata nel manuale di applicazioni dello strumento.

*Nota 1 - Nel calcolo dell'incertezza estesa si dovrà tenere conto del contributo dovuto alla stima teorica o sperimentale effettuata.*

*Nota 2 - E' comunque richiesto almeno un punto di taratura per verificare le indicazioni del costruttore.*

*Nota 3 - E' importante che l'operatore abbia stimato la distribuzione di energia della radiazione prima di effettuare la misura.*

*Nota 4 - Nel caso in cui si utilizzi un rivelatore operante in modalità "impulso" (camera a ionizzazione ad impulso, contatore GM, etc.) questa correzione per la lettura di fondo coincide con quella per la lettura della grandezza considerata, il che equivale a correggere il netto (valore della lettura sottratto del valore di fondo)*

Rateo di fondo corretto: riportare il valore del rateo di fondo corretto per condizioni ambientali e per linearità.

Valore medio fondo corretto: riportare la media aritmetica dei valori delle letture di fondo.

Scarto tipo sperimentale fondo: riportare il valore dello scarto tipo sperimentale associato alla media dei valori delle letture di fondo.

**Letture:** riportare riga per riga i valori di lettura ottenuti in n misurazioni ripetute della grandezza considerata integrate in un tempo di misura t.

*Nota 1 - Il valore di n deve essere generalmente compreso tra 3 e 10. Eccezionalmente, nel caso sia necessario effettuare misure integrate su tempi particolarmente lunghi ( $t > 30$  minuti), l'operatore potrà effettuare una singola misurazione.*

*Nota 2 - I valori delle misurazioni effettuate dovrebbero essere letti, ove possibile, lontano dagli estremi della scala.*

u.m.: riportare l'unità di misura in cui è espressa la scala dello strumento, specificando anche l'eventuale multiplo o sottomultiplo.

Tempo di misura: durata della misura (secondi, minuti, ore).

Rateo: rapporto tra il valore di lettura e il tempo di misura.

Correzione per linearità: valore della correzione da applicare dovuta alla non-linearità della scala di misura dello strumento. Tale correzione si applica nel caso in cui la misura venga effettuata utilizzando una scala di misura diversa da quella di riferimento per la taratura. Il valore della correzione deve essere specificato nel certificato di taratura o nel manuale dello strumento.

*Nota - Nel caso in cui si utilizzi direttamente la scala di misura di riferimento per la taratura, porre il valore uguale ad 1.*

Correzione condizioni ambientali: valore della correzione da applicare dovuta alla differenza tra le condizioni ambientali (temperatura, pressione) di riferimento specificate nel certificato di taratura dello strumento e quelle effettive di misura.

*Nota 1 - Non è invece strettamente necessario, nelle situazioni d'uso ordinarie, apportare una correzione per umidità relativa, purchè questa sia compresa tra il 20 % ed il 70 %. L'incertezza*

*conseguente all'omissione di tale correzione è, nelle suddette condizioni, trascurabile rispetto all'incertezza complessiva.*

**Nota 2** - *Nel caso in cui si utilizzi un rivelatore che non richiede questo tipo di correzione (camera a ionizzazione sigillata, contatore G.M., ecc), porre il valore uguale ad 1.*

**Correzione per dipendenza energetica della risposta:** valore della correzione da applicare dovuta alla dipendenza della risposta dello strumento dall'energia della radiazione. Tale correzione può essere determinata sperimentalmente mediante l'utilizzo di più fattori di taratura a diverse energie della radiazione (riportati sul certificato di taratura) oppure tramite calcolo utilizzando la curva di risposta in funzione dell'energia riportata nel manuale di applicazioni dello strumento.

**Nota 1** - *Nel calcolo dell'incertezza estesa si dovrà tenere conto del contributo dovuto alla stima teorica o sperimentale effettuata.*

**Nota 2** - *E' comunque richiesto almeno un punto di taratura per verificare le indicazioni del costruttore.*

**Nota 3** - *E' importante che l'operatore abbia stimato la distribuzione di energia della radiazione prima di effettuare la misura.*

**Rateo corretto:** riportare il valore del rateo corretto per condizioni ambientali e per linearità.

**Valore medio corretto:** riportare la media aritmetica dei valori delle misurazioni effettuate.

**Scarto tipo sperimentale:** andrà riportato il valore dello scarto tipo sperimentale associato alla media dei valori delle misurazioni effettuate.

## **NOTE**

Riportare tutte le indicazioni aggiuntive che vengano ritenute utili ai fini di una migliore identificazione degli ambienti oggetto di misura/valutazione e/o delle condizioni di misura.

## **MISURE IN MODALITA' RATEO**

Riportare i dati relativi alle misurazioni effettuate in modalità di rateo, **compilando un foglio per ogni punto di misura.**

In questo foglio, non sono presenti le colonne relative al **tempo di misura** e al calcolo del **rateo**, poiché i valori di lettura, sia per il fondo sia per la grandezza misurata, sono già costituiti da ratei.

**Codice misura:** riportare il codice che identifica univocamente il punto di misura in base alla descrizione o alla planimetria eventualmente allegata.

**Descrizione punto di misura:** descrivere tutte le caratteristiche del punto di misura importanti ai fini dello scopo e del risultato della misurazione (ad es. ubicazione, geometria, distanze, materiali, etc.)

**Condizioni ambientali:** riportare le condizioni ambientali durante la fase di misura (temperatura, pressione, umidità, etc.).

**Letture di fondo:** riportare almeno 3 valori di lettura del fondo strumentale acquisiti nelle condizioni sperimentali di misura sopra descritte.

**u.m.:** riportare l'unità di misura in cui è espressa la scala dello strumento, specificando anche l'eventuale multiplo o sottomultiplo.

**Correzione per linearità:** valore della correzione da applicare dovuta alla non-linearità della scala di misura dello strumento. Tale correzione si applica nel caso in cui la misura venga effettuata utilizzando una scala di misura diversa da quella di riferimento per la taratura, in questo caso anche il valore della correzione deve essere specificato nel certificato di taratura.

**Nota** - *Nel caso in cui si utilizzi direttamente la scala di misura di riferimento per la taratura, porre il valore uguale ad 1.*

**Correzione condizioni ambientali:** valore della correzione da applicare dovuta alla differenza tra le condizioni ambientali (temperatura, pressione) di riferimento specificate nel certificato di taratura dello strumento e quelle effettive di misura.

**Nota 1** - *Non è invece strettamente necessario, nelle situazioni d'uso ordinarie, apportare una correzione per umidità relativa, purchè questa sia compresa tra il 20 % ed il 70 %. L'incertezza conseguente all'omissione di tale correzione è, nelle suddette condizioni, trascurabile rispetto all'incertezza complessiva.*

**Nota 2** - Nel caso in cui si utilizzi un rivelatore che non richiede questo tipo di correzione (camera a ionizzazione sigillata, contatore G.M., ecc), porre il valore uguale ad 1.

Correzione per dipendenza energetica della risposta: valore della correzione da applicare dovuta alla dipendenza della risposta dello strumento dall'energia della radiazione. Tale correzione può essere determinata sperimentalmente mediante l'utilizzo di più fattori di taratura a diverse energie della radiazione (riportati sul certificato di taratura) oppure tramite calcolo utilizzando la curva di risposta in funzione dell'energia riportata nel manuale di applicazioni dello strumento.

**Nota 1** - Nel calcolo dell'incertezza estesa si dovrà tenere conto del contributo dovuto alla stima teorica o sperimentale effettuata.

**Nota 2** - E' comunque richiesto almeno un punto di taratura per verificare le indicazioni del costruttore.

**Nota 3** - E' importante che l'operatore abbia stimato la distribuzione di energia della radiazione prima di effettuare la misura.

**Nota 4** - Nel caso in cui si utilizzi un rivelatore operante in modalità "impulso" (camera a ionizzazione ad impulso, contatore GM, etc.) questa correzione per la lettura di fondo coincide con quella per la lettura della grandezza considerata, il che equivale a correggere il netto (valore della lettura sottratto del valore di fondo)

Valore medio fondo corretto: riportare la media aritmetica dei valori delle letture di fondo.

Scarto tipo sperimentale fondo: riportare il valore dello scarto tipo sperimentale associato alla media dei valori delle letture di fondo.

**Letture:** riportare riga per riga i valori di lettura ottenuti in n misurazioni ripetute della grandezza considerata.

**Nota 1** - Il valore di n deve essere generalmente compreso tra 3 e 10.

**Nota 2** - i valori delle misurazioni effettuate dovrebbero essere letti, ove possibile, lontano dagli estremi della scala.

u.m.: riportare l'unità di misura in cui è espressa la scala dello strumento, specificando anche l'eventuale multiplo o sottomultiplo.

Correzione per linearità: valore della correzione da applicare dovuta alla non-linearità della scala di misura dello strumento. Tale correzione si applica nel caso in cui la misura venga effettuata utilizzando una scala di misura diversa da quella di riferimento per la taratura. Il valore della correzione deve essere specificato nel certificato di taratura o nel manuale dello strumento.

**Nota** - Nel caso in cui si utilizzi direttamente la scala di misura di riferimento per la taratura, porre il valore uguale ad 1.

Correzione condizioni ambientali: valore della correzione da applicare dovuta alla differenza tra le condizioni ambientali (temperatura, pressione) di riferimento specificate nel certificato di taratura dello strumento e quelle effettive di misura.

**Nota 1** - Non è invece strettamente necessario, nelle situazioni d'uso ordinarie, apportare una correzione per umidità relativa, purchè questa sia compresa tra il 20 % ed il 70 %. L'incertezza conseguente all'omissione di tale correzione è, nelle suddette condizioni, trascurabile rispetto all'incertezza complessiva.

**Nota 2** - Nel caso in cui si utilizzi un rivelatore che non richiede questo tipo di correzione (camera a ionizzazione sigillata, contatore G.M., ecc), porre il valore uguale ad 1.

Correzione per dipendenza energetica della risposta: valore della correzione da applicare dovuta alla dipendenza della risposta dello strumento dall'energia della radiazione. Tale correzione può essere determinata sperimentalmente mediante l'utilizzo di più fattori di taratura a diverse energie della radiazione (riportati sul certificato di taratura) oppure tramite calcolo utilizzando la curva di risposta in funzione dell'energia riportata nel manuale di applicazioni dello strumento.

**Nota 1** - Nel calcolo dell'incertezza estesa si dovrà tenere conto del contributo dovuto alla stima teorica o sperimentale effettuata.

**Nota 2** - E' comunque richiesto almeno un punto di taratura per verificare le indicazioni del costruttore.

*Nota 3 - E' importante che l'operatore abbia stimato la distribuzione di energia della radiazione prima di effettuare la misura.*

Valore medio corretto: riportare la media aritmetica dei valori delle misurazioni effettuate.

Scarto tipo sperimentale: andrà riportato il valore dello scarto tipo sperimentale associato alla media dei valori delle misurazioni effettuate.

#### **NOTE**

Riportare tutte le indicazioni aggiuntive che vengano ritenute utili ai fini di una migliore identificazione degli ambienti oggetto di misura/valutazione e/o delle condizioni di misura.

#### **IDENTIFICAZIONE COMPILATORE**

Ogni scheda nella sua parte finale dovrà contenere le informazioni necessarie che individuino chiaramente la persona che ha eseguito i controlli e le misure descritte nella scheda. Il compilatore deve apporre la sua firma nella parte finale della scheda e siglarne tutte le pagine.

Qualifica: riportare la qualifica del compilatore (E.Q., tecnico incaricato, etc.).

**SPECIFICARE A PIÈ DI PAGINA** il numero della scheda, la data delle misurazioni e la sigla del compilatore.

## GLOSSARIO ASSOCIATO ALLA COMPILAZIONE DELLA SCHEDA STRUMENTO E DELLA SCHEDA RAPPORTO DI MISURA (\*)

N	Termine	Definizione	Note
1	Accuratezza di misura	Grado di concordanza tra il <i>risultato</i> di una <i>misurazione</i> e un <i>valore vero</i> del <i>misurando</i> Nota 1 “accuratezza” è un concetto qualitativo. Nota 2 Il termine “precisione” non deve essere usato per “accuratezza”.	(2)
2	Correzione condizioni ambientali	Fattore correttivo per temperatura e pressione dato dalla formula: $k_{T,P} = \frac{273,2 + t}{273,2 + t_0} \cdot \frac{p_0}{p}$ Dove $t_0$ e $p_0$ sono i valori di temperatura e pressione in condizioni di riferimento.	
3	Fattore di copertura	Fattore numerico utilizzato come moltiplicatore dell’incertezza tipo composta per ottenere un’incertezza estesa ad un livello di fiducia specificato.	(2)
4	Gradi di libertà effettivi	Numero di gradi di libertà attribuibili alla stima effettuata ed ottenuto mediante una appropriata combinazione dei gradi di libertà associati ai diversi contributi di incertezza.	(2)
5	Incetezza di misura	Parametro, associato al <i>risultato</i> di una <i>misurazione</i> , che caratterizza la dispersione dei valori ragionevolmente attribuibili al <i>misurando</i> .	(1)
6	Incetezza estesa	Grandezza che definisce, intorno al risultato di una misurazione, un intervallo che ci si aspetta comprendere una frazione rilevante della distribuzione di valori ragionevolmente attribuibili al <i>misurando</i> (intervallo di confidenza).	(2)
7	Incetezza tipo	Incetezza dei risultati di una misurazione espressa come <i>scarto tipo</i> .	(2)
8	Incetezza tipo composta	Incetezza tipo del risultato di una misurazione allorquando il risultato è ottenuto mediante i valori di un certo numero di altre grandezze; essa è uguale alla radice quadrata positiva di una somma di termini che sono le varianze o le covarianze di quelle grandezze, pesate secondo la variazione del risultato della misurazione al variare di esse.	(2)
9	Media aritmetica	Somma dei valori divisa per il loro numero.	(2)
10	Metodo di misurazione	Sequenza logica di operazioni, descritte in termini generali, usate per effettuare una misurazione. Nota: il metodo di misurazione può essere qualificato in diversi modi come: metodo di sostituzione, metodo differenziale, metodo di zero.	(2)
11	Misurando	Grandezza in senso determinato sottoposta a <i>misurazione</i> .	(2)

(\*) Si fa presente che il glossario è stato tratto dai documenti citati nelle note (1), (2), e (3), omettendo alcune parti in relazione agli scopi del presente lavoro.

12	Misurazione	Insieme di operazioni che ha lo scopo di determinare un valore di una grandezza. Nota: tali operazioni possono essere effettuate automaticamente.	(2)
13	Modalità “impulso” (pulse mode)	Modalità operativa di uno strumento in cui la risposta è costituita da singoli impulsi elettrici generati in corrispondenza di ciascun evento di interazione della radiazione con il rivelatore.	
14	Ripetibilità (dei risultati di misurazioni)	Grado di concordanza tra i risultati di misurazioni successive dello stesso misurando effettuate nelle stesse <i>condizioni di misura</i> Nota 1. Queste condizioni sono denominate condizioni di ripetibilità Nota 2. Le condizioni di ripetibilità comprendono: - lo stesso procedimento di misurazione - lo stesso osservatore - lo stesso strumento di misura utilizzato nelle stesse condizioni -lo stesso luogo - ripetizione in un breve periodo di tempo Nota 3. La ripetibilità può essere espressa quantitativamente in termini delle caratteristiche di dispersione dei risultati	(2)
15	Risultato di una misurazione	Valore attribuito ad un <i>misurando</i> ottenuto mediante <i>misurazione</i> . Nota 1: quando si dà un risultato, occorre chiarire se ci si riferisce alla indicazione, al risultato bruto, al risultato corretto e se è stata effettuata una media tra diversi valori.	(2)
16	Scarto tipo sperimentale	Il parametro $s(q_k)$ che per una serie di $n$ misurazioni dello stesso misurando caratterizza dispersioni dei risultati ed è dato dalla formula: $s(q_k) = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (q_k - \bar{q})^2}{n-1}}$ dove $q_k$ è il risultato della $k$ -ma misurazione e $\bar{q}$ è la media aritmetica degli $n$ risultati considerati. Nota L'espressione $s(q_k)/\sqrt{n}$ è una stima dello scarto tipo della distribuzione di $\bar{q}$ ed è denominata <i>scarto tipo sperimentale della media</i> .	(2)
17	Strumento di misura	Dispositivo destinato ad essere utilizzato per effettuare misure, da solo o associato a uno o più dispositivi supplementari.	(2)
18	Taratura	Insieme di operazioni che determinano, in condizioni specificate, la relazione tra i valori delle grandezze indicate da uno strumento di misura o da un sistema di misura e i corrispondenti valori realizzati mediante i campioni.	(1)
19	Valore vero (di una grandezza)	Valore compatibile con la definizione di una data grandezza in senso determinato. Nota 1: esso è un valore che sarebbe ottenuto da una	(2)

		<p>misurazione perfetta.</p> <p>Nota 2: i valori veri sono per natura indeterminati.</p> <p>Nota 3: in connessione a “valore vero” si usa l’articolo indeterminativo “un” piuttosto che l’articolo determinativo “il” perché ci possono essere diversi valori compatibili con la definizione di una data grandezza in senso determinato.</p>	
20	Coefficiente di taratura	Fattore che converte l’indicazione dello strumento, corretta per le condizioni di riferimento specificate per la taratura, nel valore convenzionalmente vero della grandezza misurata.	(3)
21	Conferma metrologica	Insieme delle operazioni richieste per assicurare che una funzione di un apparecchio per misurazione sia in stato di conformità ai requisiti per l’utilizzazione richiesta. UNI EN 30012/1	(2)
22	Intervallo di confidenza	Intervallo entro il quale si stima che il valore del misurando possa trovarsi con una probabilità p dichiarata.	(2)
23	Laboratorio accreditato	Laboratorio la cui competenza a svolgere la funzione specifica (taratura di strumenti di misura) è attestata formalmente da un organismo di accreditamento riconosciuto a livello nazionale (SIT) ed internazionale (EA ed ILAC).	(3)

<sup>(1)</sup> La definizione riportata nel glossario è la traduzione dall’inglese della definizione riportata nel seguente documento pubblicato dall’“International Organization for Standardization, ISO” per conto di diversi organismi internazionali (BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML):  
ISO, International Vocabulary of basic and general terms in metrology, ISBN 92-67-01075-1 (1993)

<sup>(2)</sup> UNI CEI ENV 13005:2000, Guida all’espressione dell’incertezza di misura (2000)

<sup>(3)</sup> DOCUMENTI SIT (Servizio di Taratura in Italia) – Termini e Definizioni. Documento n. 517

## **BIBLIOGRAFIA**

ISO (International Organization for Standardization). International Vocabulary of basic and general terms in metrology, ISBN 92-67-01075-1 (1993)

UNI CEI ENV 13005:2000. Guida all'espressione dell'incertezza di misura (2000)

DOCUMENTI SIT (Servizio di Taratura in Italia). Termini e Definizioni. Documento n. 517