

Problemi metodologici e metrologici nella valutazione degli indicatori di inquinamento acustico in ambito abitativo

Daniele Sepulcri
ARPAV – Dipartimento Provinciale di Venezia
dsepulcri@arpa.veneto.it

ARGOMENTI

Misure in ambiente abitativo DM 16/3/98 :

- Dispersione dei risultati
- Fattori di incertezza
- Problemi metrologici
- Confronto con i limiti

Un metodo di misura dovrebbe essere adottato a livello normativo solo quando:

- E' validato, cioè ne è stata verificata la precisione e l'accuratezza all'interno del campo di misura**
- Consente di eseguire misure con incertezza compatibile con gli scopi della misura**

DM 16 marzo 98 : ???

Verifica accuratezza e precisione di un metodo:

- prove interlaboratorio su vasta scala

(norme della serie UNI ISO 5725)

Prove interlaboratorio ARPA Veneto

Codice Laboratorio	Misure a finestre aperte			Misure a finestre chiuse		
	L_A	L_R	L_D	L_A	L_R	L_D
2	53,6	44,5	9,1	40,8	30,9	9,9
4	57,2	47,0	10,2	41,2	30,7	10,5
5	59,8	49,4	10,4	43,4	35,9	7,5
6	56,2	46,7	9,5	41,2	32,8	8,4
7	52,5	41,8	10,7	40,7	29,9	10,8
8	60,6	52,4	8,2	44,5	37,5	7,0
9	54,3	42,1	12,2	41,9	34,5	7,4
10	52,5	44,5	8,0	40,0	33,0	7,0
Dev. Standard	3,2	3,6	1,5	1,5	2,7	1,6

Dev. St. misure di controllo: Ambientale 0,8 dB

Residuo 0,7 dB

Cause della dispersione dei risultati:

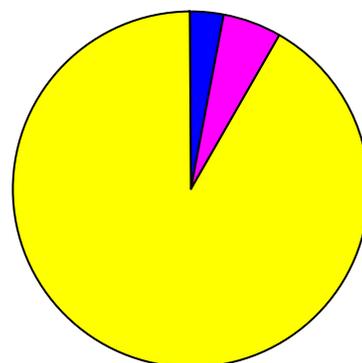
Incertezza strumentale

Incertezza di campionamento

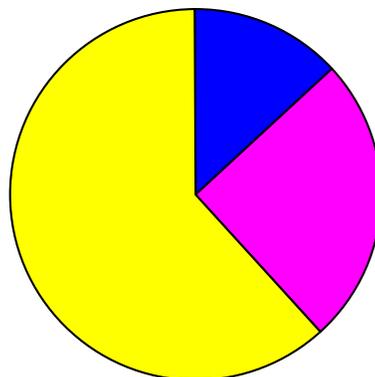
Dispersione dovuta a diverse scelte individuali (ambiguità normativa)

Interconfronto ARPA Veneto Stima contributi alla varianza

Rumore ambientale f.a.



Rumore differenziale



Risultati prove interlaboratorio regionali

**-Dispersione a livello patologico,
difficilmente compatibile con le finalità delle misure**

Principale fonte di dispersione: ambiguità interpretative
(Condizioni di misura, scelta eventi da scartare, altre scelte operative)

**-Dispersione controllabile solo con modifiche normative
o standard interpretativi accettati da tutti**

**ARPA VENETO -→ tentativo di definire
procedure omogeneizzate
(non ancora riuscito)**

Approccio "minimale" all'incertezza fonometrica:

Se considero il fenomeno sonoro che si verifica qui e ora non come un campione di un fenomeno più vasto nel tempo e nello spazio, ma come l'oggetto stesso della misura, posso limitarmi a stimare l'incertezza strumentale e trascurare l'incertezza di campionamento

Incertezza strumentale:

Può essere stimata in modo semplice con metodi tipo B o misti

Le informazioni sono disponibili (tarature, specifiche strumentali ecc.)

Valori tipici stimati per incertezza strumentale

$\pm 1 \div 2$ dB (inc. estesa $k=2$)

E' possibile ottenere incertezze strumentali inferiori a 1 dB

- **Stime più accurate quando necessario (es. tenere conto delle spettro)**
- **Effetto della covarianza (livello differenziale)**

RISULTATI DELLA TARATURA

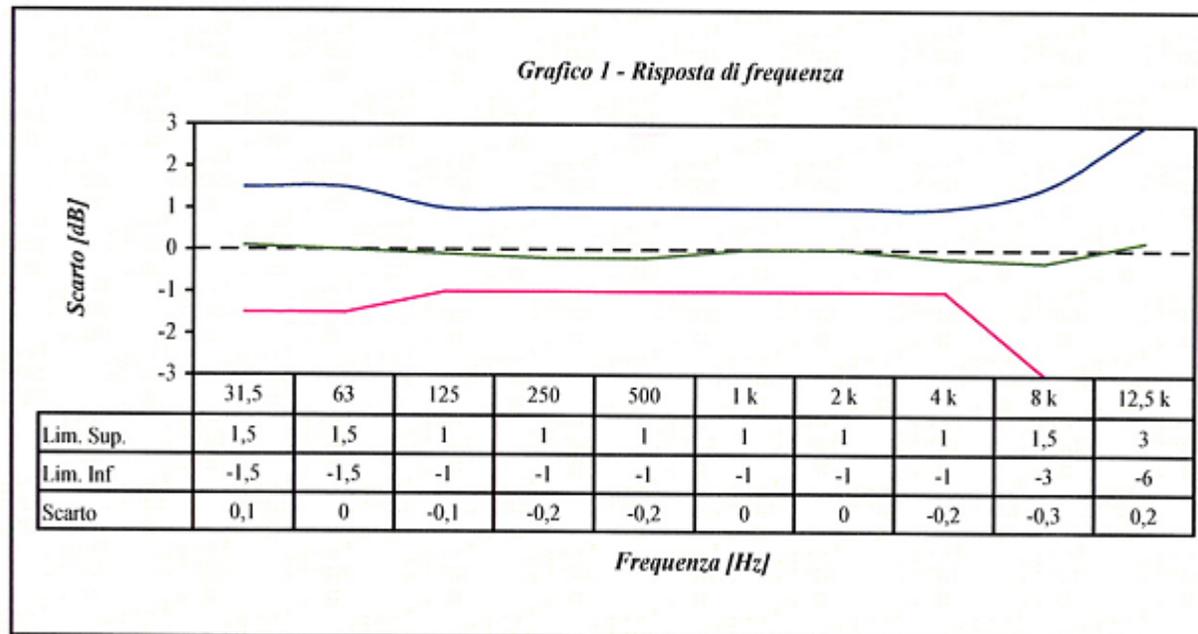
PROVA 1: *Taratura acustica del fonometro in prova*

Il fonometro in prova è stato regolato in modo da visualizzare un livello di pressione sonora pari a quello generato dal pistonofono applicando le correzioni previste. ($k_0 = 0,3 \text{ dB}$)

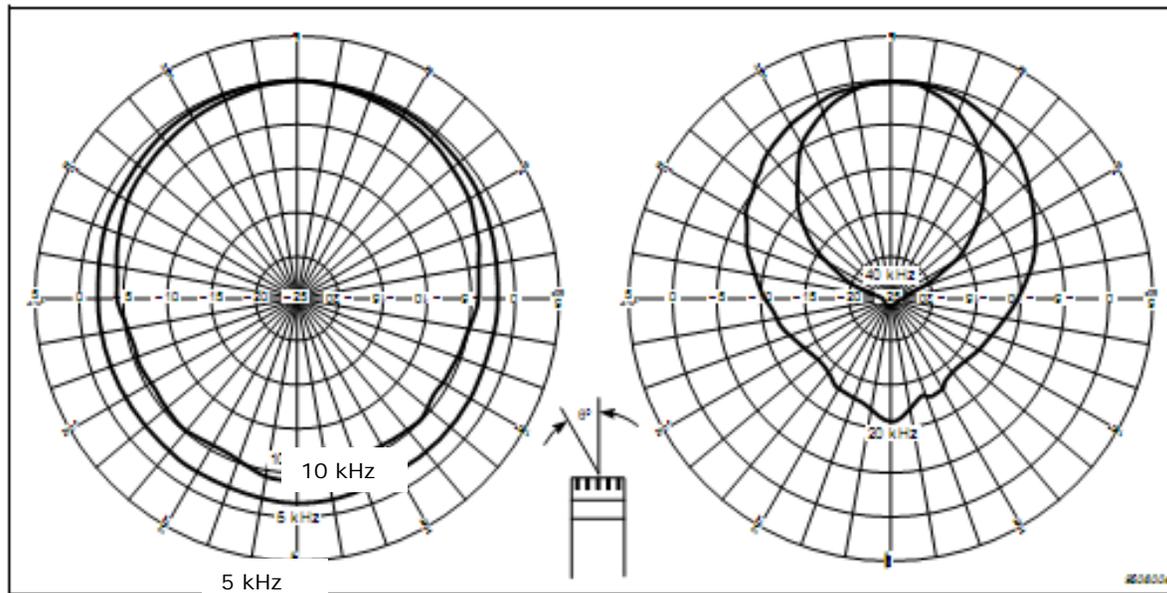
PROVA 2: *Risposta di frequenza acustica dell'intero strumento*

Gamma dinamica di prova: $50 \div 110 \text{ dB}$

Livello di riferimento: $94,0 \pm 0,02 \text{ dB a } 1 \text{ kHz}$



Direzionalità del microfono



Problemi dell' approccio "minimale" nelle misure di rumore differenziale

- 1) Esiste sempre una componente di incertezza di campionamento nella individuazione del punto spazio temporale di massimo impatto, compatibile con i requisiti della norma (anche nell'ipotesi di soluzione di tutte le ambiguità interpretative)**

Problemi dell' approccio "minimale" nelle misure di rumore differenziale

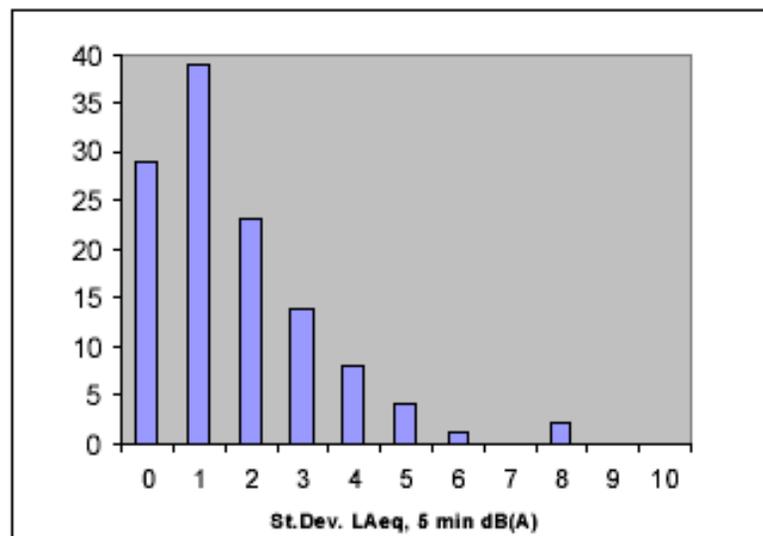
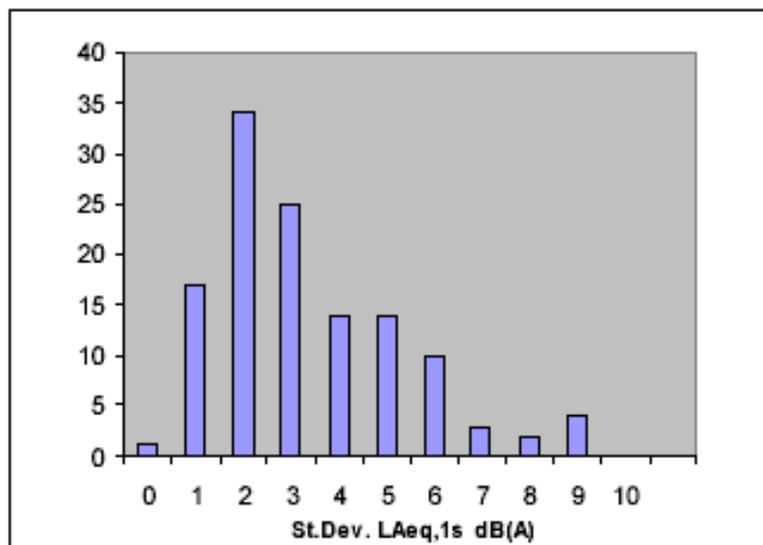
2) La misura del rumore residuo deve necessariamente essere fatta mediante campionamento (misura di un evento sonoro diverso da quello che si deve valutare).

Una volta esclusi i "bias" noti e prevedibili, rimane una componente di fluttuazione casuale del livello sonoro residuo.

Una stima oggettiva e documentabile dell'incertezza di campionamento richiederebbe caso per caso una approfondita analisi spazio temporale dell'ambiente acustico, che comporta un notevole impiego di risorse e non rientra nella normale prassi delle misure di rumore differenziale

Il problema assume rilievo nel caso di livelli sonori prossimi ai limiti e/o alle soglie di applicabilità

Analisi sperimentale delle fluttuazioni casuali del livello di rumore residuo con diversi tempi di integrazione (Comune di Venezia)



Problematiche delle misure a livelli estremamente bassi

(soglia di applicabilità del limite differenziale notturno a f.c. : 25 dB(A))

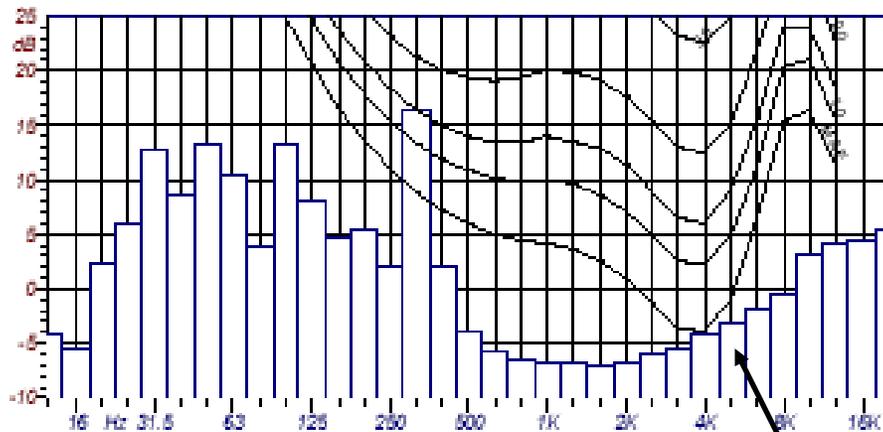
-incremento delle incertezze strumentali (influenza non trascurabile del rumore elettronico)

-necessità di valutare livelli sonori al di sotto del limite inferiore del campo di misura in caso di presenza di componenti tonali, impulsive o a bassa frequenza

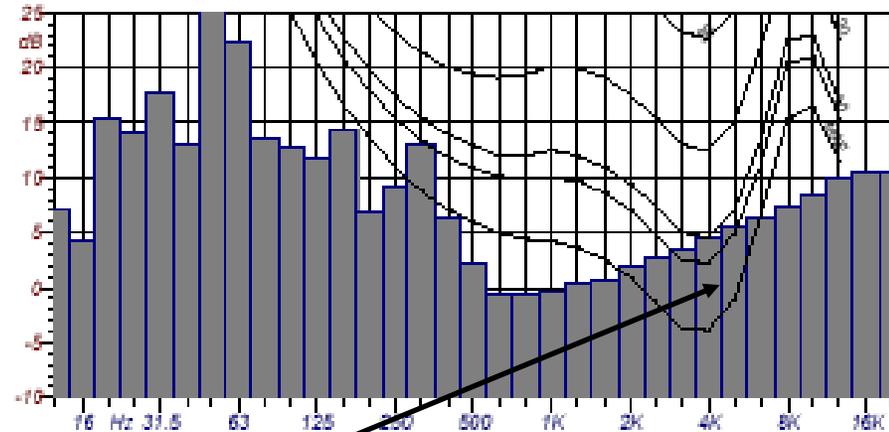
-impossibilità di decidere sull'applicabilità dei fattori correttivi per componente tonale/BF

Ricerca componenti tonali a bassi livelli sonori

Microfono da
800 mV/Pa



Microfono da
50 mV/Pa



Rumore elettronico

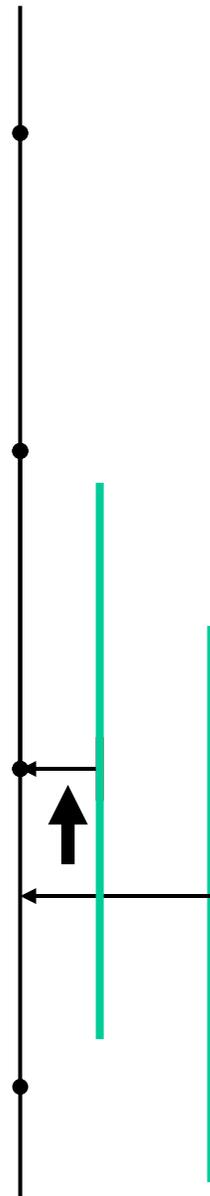
Incertezza e arrotondamento

DM 16 marzo 98: arrotondamento a 0,5 dB

Effetto dell'arrotondamento

Valore arrotondato

Valore misurato

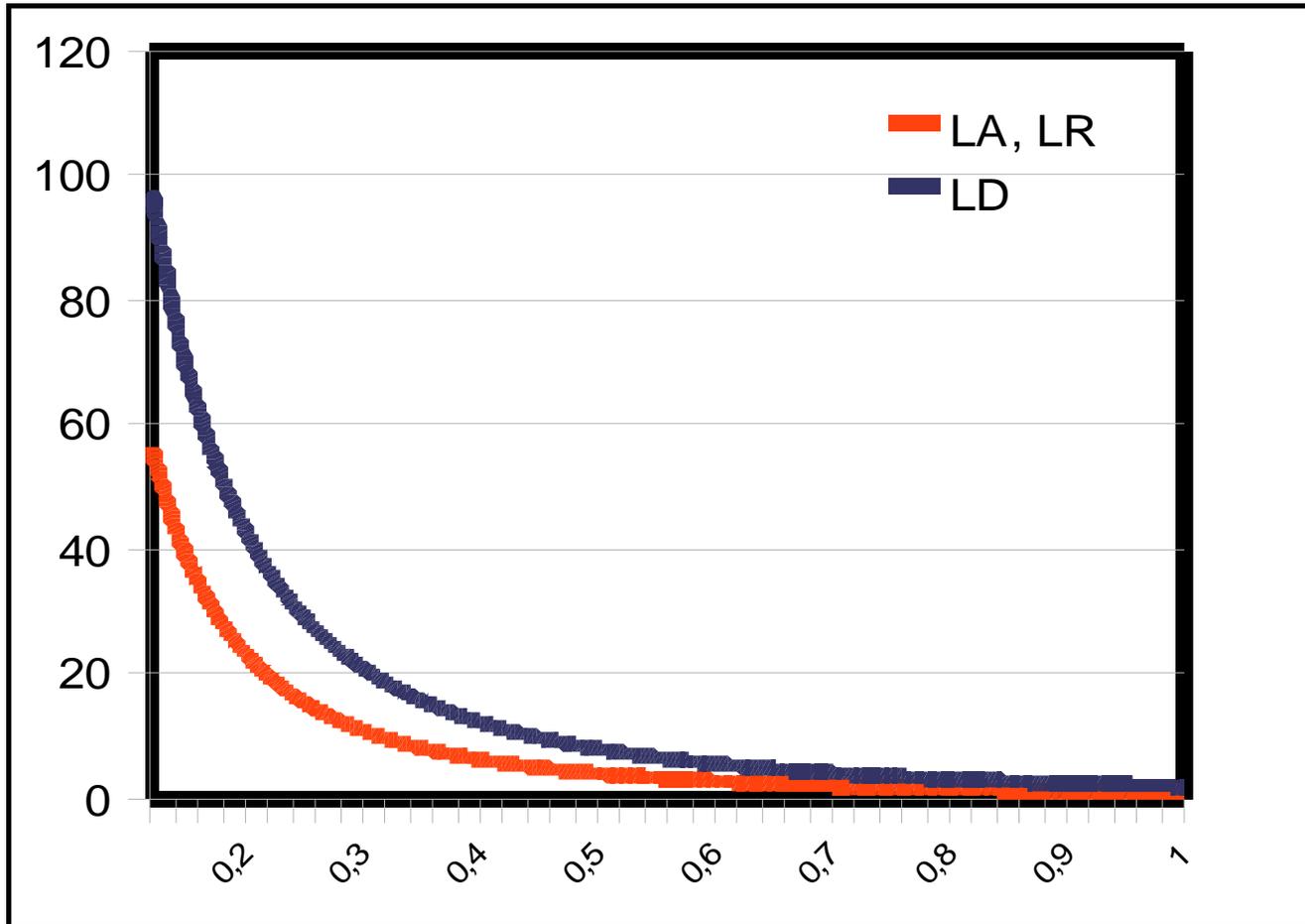


**L'operazione di arrotondamento
introduce un termine aggiuntivo all'incertezza
sul valore arrotondato**

**Questo termine può essere valutato con il metodo
standard (ISO 13005) (distribuzione rettangolare)**

**Sul livello differenziale, se calcolato da valori arrotondati
questa incertezza va considerata due volte (fattore $\sqrt{2}$)**

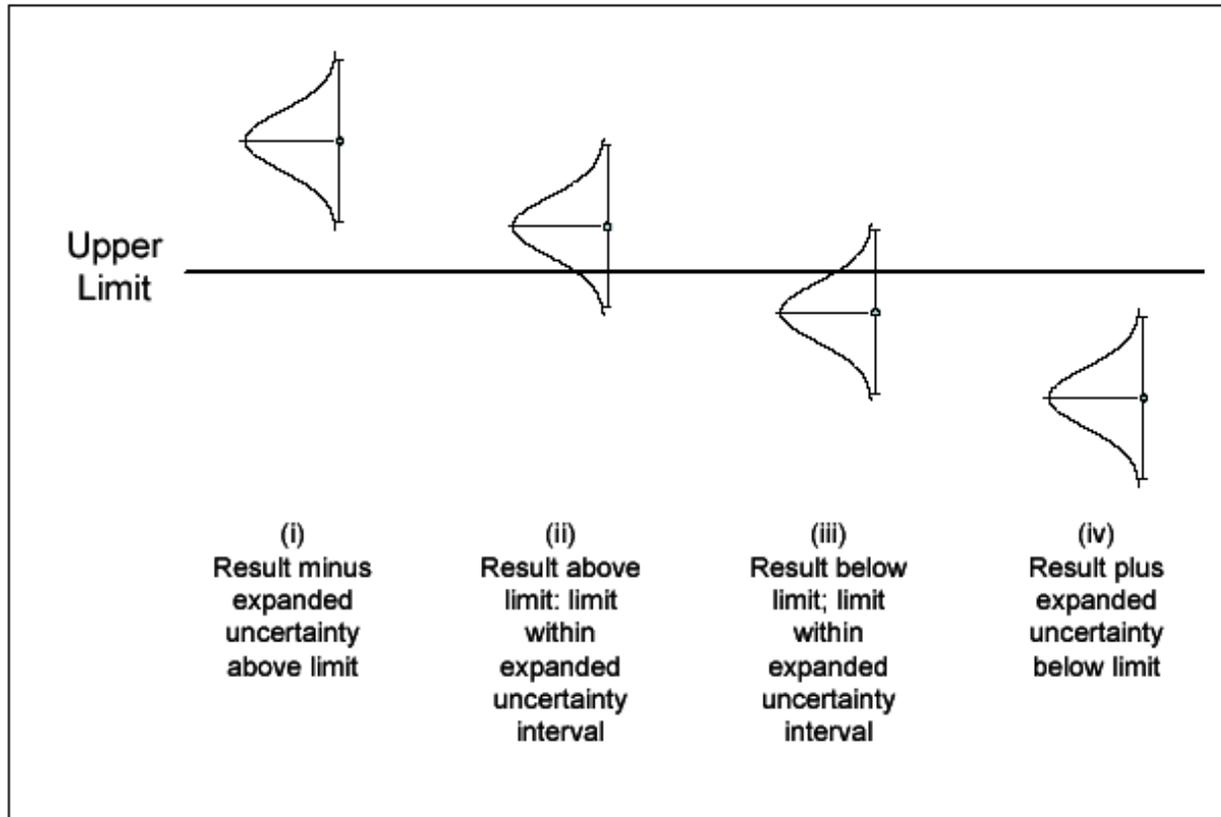
$$U_{arr} = 0,4 \text{ dB (inc. estesa } k=2)$$



Incremento percentuale all'incertezza causato dall'arrotondamento in funzione dell'incertezza sul valore non arrotondato

Quando possiamo dire che è stato accertato il superamento o non superamento del limite?

Figure 1 Assessment of Compliance with an Upper Limit



Certezza è un termine convenzionale

**A monte esiste una convenzione esplicita o
implicito sul livello accettabile di probabilità
di un'affermazione**

**Definire il livello di probabilità accettabile
non è un problema metrologico ma politico**

Una volta definito il livello di probabilità accettabile, bisogna stabilire regole di decisione per i casi in cui non si raggiunge la "certezza"

La domanda a cui rispondere non è "supera o non supera il limite?" ma "quali conseguenze pratiche (sanzioni, provvedimenti amministrativi) conseguono a questo tipo di risultato?"

Il problema non è metrologico ma politico/giuridico

Approccio ingenuo

Confrontare il valore numerico della misura direttamente con il limite, ignorando l'incertezza

Equivale ad affidare la decisione al caso

E' praticabile solo se accompagnato da restrizioni sull'entità massima dell'incertezza

Approccio "in dubio pro reo"

Il limite si considera superato solo se tutto l'intervallo di incertezza lo supera

E' conforme al principio dell'"onere della prova"

Può comportare un rischio elevato di non rilevare superamenti reali

Non è adatto quando lo scopo della misura non è sanzionatorio
(es in fase di rilascio autorizzazioni)

Approccio "in dubio pro reo"

Il limite si considera superato solo se tutto l'intervallo di incertezza lo supera

E' conforme al principio dell'"onere della prova"

Può comportare un rischio elevato di non rilevare superamenti reali

Non è adatto quando lo scopo della misura non è sanzionatorio
(es in fase di rilascio autorizzazioni)



arpav