



Il presente documento riguarda una procedura di **calcolo dell'Intervallo di Confidenza sperimentale** ( $I_c$ ) da detrarre ai valori di misurazione degli analizzatori del sistema di misura delle emissioni (SME) prima del confronto con i limiti di legge.

L'intervallo di confidenza è statisticamente definito come segue (Rif. ISO 3534-1:1993):

quando  $T_1$  e  $T_2$  sono due funzioni dei valori osservati tali che, essendo  $\theta$  un parametro della popolazione da stimare, la probabilità  $\Pr(T_1 \leq \theta \leq T_2)$  è almeno uguale a  $(1-\alpha)$  [dove  $(1-\alpha)$  è un numero fisso, positivo e minore di 1], l'intervallo  $T_1$  e  $T_2$  è un intervallo di confidenza bilaterale  $(1-\alpha)$  per  $\theta$ .

L'intervallo di confidenza del 95% è illustrato nella figura a pagina seguente, dove:

$T_1 = \theta - 1,96 \cdot \sigma_0$  limite di confidenza del 95% superiore

$T_2 = \theta + 1,96 \cdot \sigma_0$  limite di confidenza del 95% inferiore

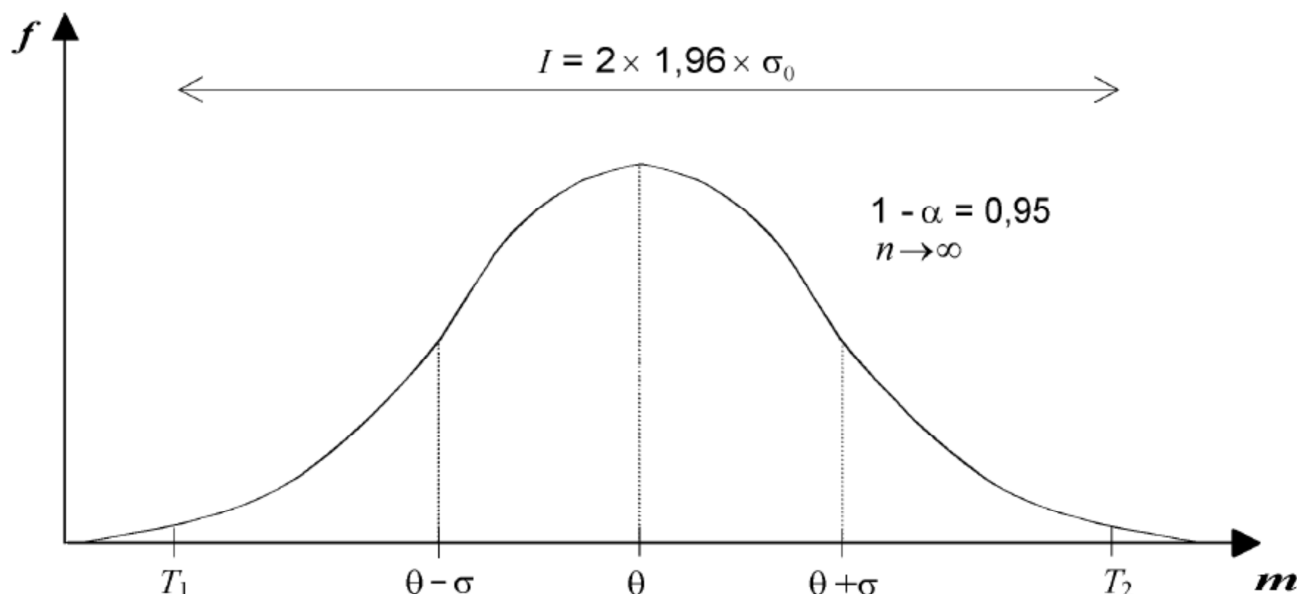
$I = T_2 - T_1 = 2 \cdot 1,96 \cdot \sigma_0$  lunghezza dell'intervallo di confidenza

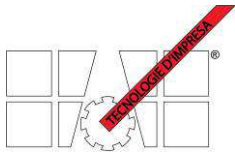
$\sigma_0 = I / (2 \cdot 1,96)$  scarto tipo associato all'intervallo

$n$  numero dei valori osservati

$f$  frequenza delle osservazioni

$m$  valore misurato





Nell'ambito della norma UNI EN 14181:2005, lo scarto tipo  $\sigma_0$  è stimato tramite misurazioni parallele con metodi di riferimento (SRM), come previsto dal procedimento QAL2.

Il requisito per  $\sigma_0$  è fornito dal legislatore in termini di "budget di incertezza consentito" ovvero di variabilità; nelle procedure della UNI EN 14181:2005 la variabilità è data da  $\sigma_0$  stesso ovvero da un quarto della lunghezza dell'intervallo di confidenza al 95 % [ $\sigma_0 = l / (2 * 1,96)$ ], dove 1,96 è il fattore di copertura da utilizzare per il calcolo dell'incertezza.

Poiché in alcune direttive UE (2000/76 EC per impianti di incenerimento, 2001/80/EC per grandi impianti di combustione, 2010/75/EU sulle emissioni industriali), l'incertezza di uno SME, espressa come metà della lunghezza dell'intervallo di confidenza al 95 % è rappresentata da una percentuale P del valore limite di emissione (E), l'espressione appropriata per  $\sigma_0$  risulta:

$$\sigma_0 = PE/1,96$$

A livello sperimentale, durante le prove QAL2, la variabilità dei valori misurati è calcolata come scarto tipo ( $S_D$ ) delle differenze  $D_i$  nelle misurazioni parallele; l'accettazione di uno SME è subordinato al rispetto dei requisiti sull'incertezza per ciascun inquinante, da verificare tramite il seguente test:

$$S_D \leq \sigma_0 * kv$$

cioè

$$S_D \leq (PE/1,96) * kv$$

Dove kv è il valore tabulato di una prova  $\chi^2$  con un valore  $\beta$  del 50%, dipendente dal numero di misurazioni parallele effettuate nella prova QAL2.



L'intervallo di confidenza sperimentale ( $I_c$ ), che dovrà essere inferiore o uguale alla massima incertezza consentita dalla legislazione (PE), è calcolato utilizzando alcuni dei risultati delle prove QAL2, tramite la formula:

$$I_c [\text{mg}/\text{Nm}^3] = (S_D * 1,96) / k_v$$

Lo stesso intervallo può essere espresso come percentuale del valore limite di emissione tramite la formula:

$$I_c [\%] = [(S_D * 1,96) / (E * k_v)] * 100$$

In particolare è l'intervallo di confidenza espresso in unità di concentrazione a dover essere detratto dai valori di concentrazione misurati da SME; la detrazione sarà applicata ai valori medi, a valle dei processi di validazione, taratura e normalizzazione.

Di seguito gli intervalli di confidenza al 95 % previsti dai Decreti Legislativi 152/2006, 133/2005, 46/2014.

INQUINANTE	INTERVALLI DI CONFIDENZA AL 95 %	Riferimento Decreto
Biossido di zolfo ( $\text{SO}_2$ )	20 % di E	D.Lgs. 152/06, D.Lgs (133/05), D.Lgs 46/14
Ossidi di azoto ( $\text{NO}_x$ ) espressi come biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ )	20 % di E	D.Lgs. 152/06, D.Lgs (133/05), D.Lgs 46/14
Polveri	30 % di E	D.Lgs. 152/06, D.Lgs (133/05), D.Lgs 46/14
Monossido di carbonio (CO)	10 % di E	D.Lgs (133/05), D.Lgs 46/14
Acido cloridrico (HCl)	40 % di E	D.Lgs (133/05), D.Lgs 46/14
Acido fluoridrico (HF)	40 % di E	D.Lgs (133/05), D.Lgs 46/14
Carbonio Organico Totale (COT)	30 % di E	D.Lgs (133/05), D.Lgs 46/14
Ammoniaca ( $\text{NH}_3$ )	30 % di E	D.Lgs (133/05), D.Lgs 46/14