

5.4.6. Incertezza di misura

- Un laboratorio di taratura, o un laboratorio di prova che esegue le proprie tarature, deve avere e deve applicare una procedura per stimare l'incertezza della misura per tutte le tarature e per i tipi di taratura. Quindi si applica la GUM (UNI CEI ENV 13005:2000) o la guida EA-4/02.
- I laboratori di prova devono avere ed applicare procedure per stimare l'incertezza delle misure.
- Anche dove non si può definire rigorosamente, devono essere determinati i contributi all'incertezza complessiva.

Incertezza di misura

Parametro, associato al risultato di una misurazione, che caratterizza la dispersione dei valori che può essere ragionevolmente attribuita al misurando.

[VIM 3.9]

Differenti approcci

- Approccio GUM (UNI CEI ENV 13005)
 - Identificazione e quantificazione dei singoli contributi all'incertezza
 - Combinazione delle varianze pesate (legge di propagazione delle incertezze)
- Approccio classico “chimico”
 - Determinazione dei parametri statistici del metodo analitico (ripetibilità, riproducibilità)

Approccio GUM

Nella maggior parte dei casi un misurando Y non viene misurato direttamente ma viene determinato da N altre quantità X_1, X_2, \dots, X_N tramite la relazione funzionale f :

$$Y=f(X_1,X_2,\dots,X_N) \quad (1)$$

L'insieme delle quantità di ingresso può essere suddiviso in:

- quantità i cui valori ed incertezze sono direttamente determinate dalla misurazione in corso. Questi possono essere ottenuti da, per esempio, una singola osservazione, osservazioni ripetute, o giudizi basati sull'esperienza;
- quantità i cui valori ed incertezze sono introdotti nella misurazione da sorgenti esterne, come quantità associate con campioni di prima linea tarati, materiali di riferimento certificati, dati di riferimento ottenuti da manuali.

Valutazione di categoria A (sperimentale)

Presuppone la ripetizione delle osservazioni e la stima del valore del misurando come **media** dei valori ottenuti.

La **varianza sperimentale** delle osservazioni, che stima la varianza s^2 della distribuzione di probabilità di q è data da

$$s^2(q_k) = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (q_k - \bar{q})^2$$

La migliore stima di σ^2 , la varianza della media, è data da:

$$s^2(\bar{q}) = \frac{s^2(q_k)}{n}$$

L'incertezza tipo u è definita come lo **scarto tipo della media**:

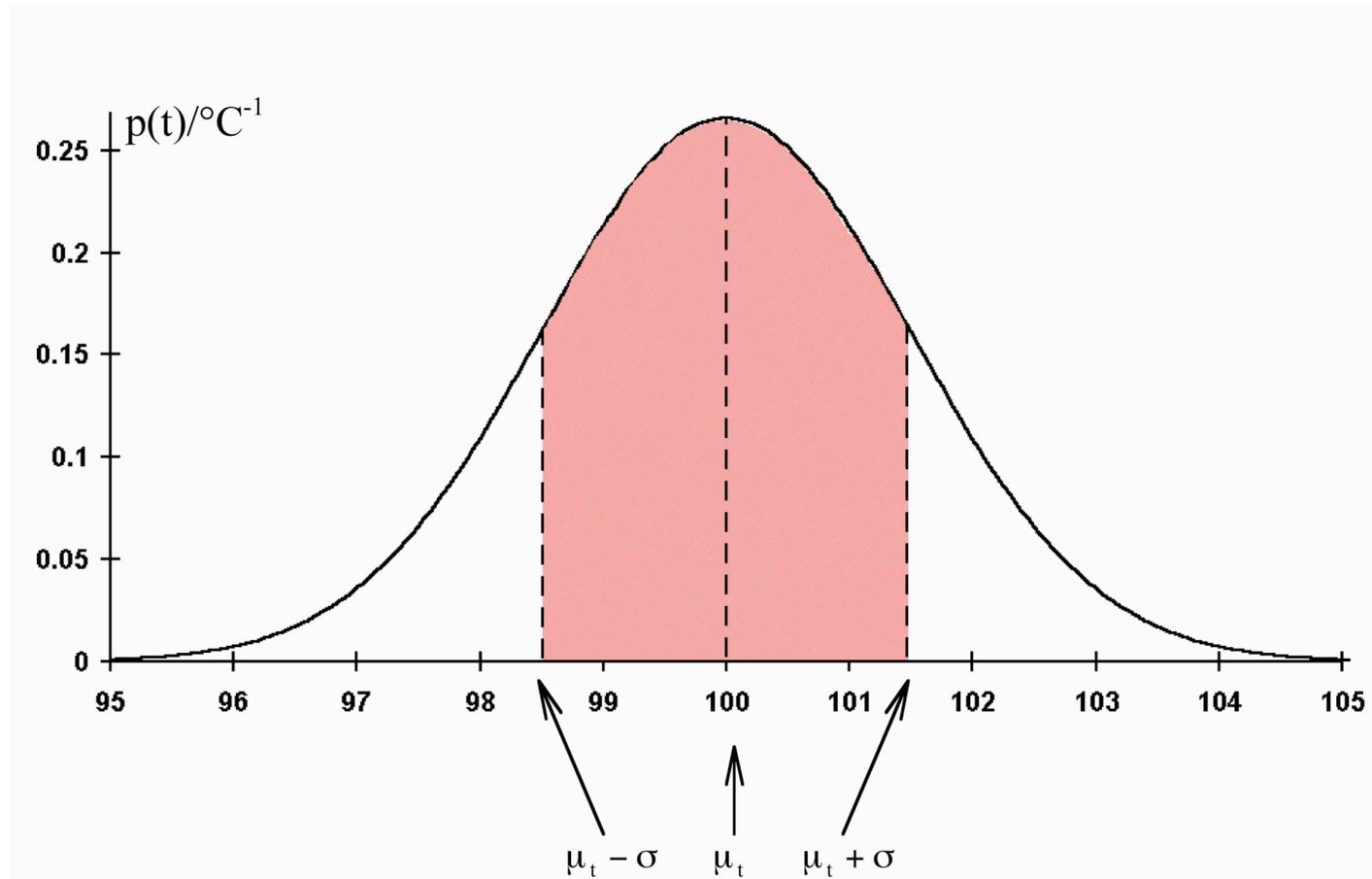
$$u = \sqrt{s^2(\bar{q})}$$

Valutazione di categoria B

Per una stima x_i che non è stata ottenuta da osservazioni ripetute, la varianza stimata associata $u^2(x_i)$ o l'incertezza tipo $u(x_i)$ viene valutata mediante giudizio scientifico basato su tutte le informazioni disponibili sulla possibile variabilità di x_i .

- ★ dati di precedenti misure (**importante**);
- ★ esperienza o conoscenze generali di comportamento e proprietà dei materiali e strumenti;
- ★ specifiche del produttore;
- ★ dati forniti in certificati di taratura od altri certificati;
- ★ incertezze assegnate a valori di riferimento presi da manuali

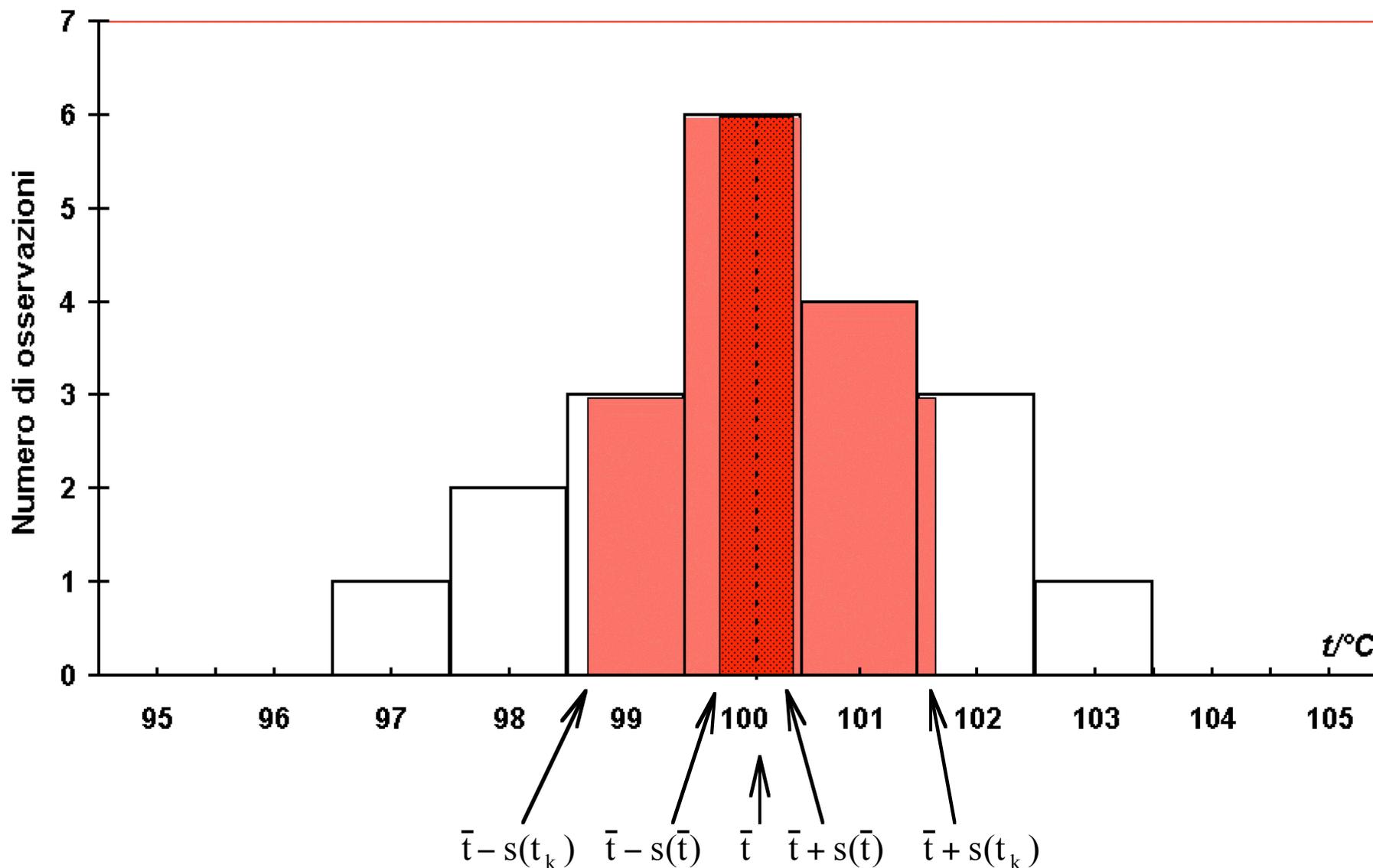
Distribuzione normale



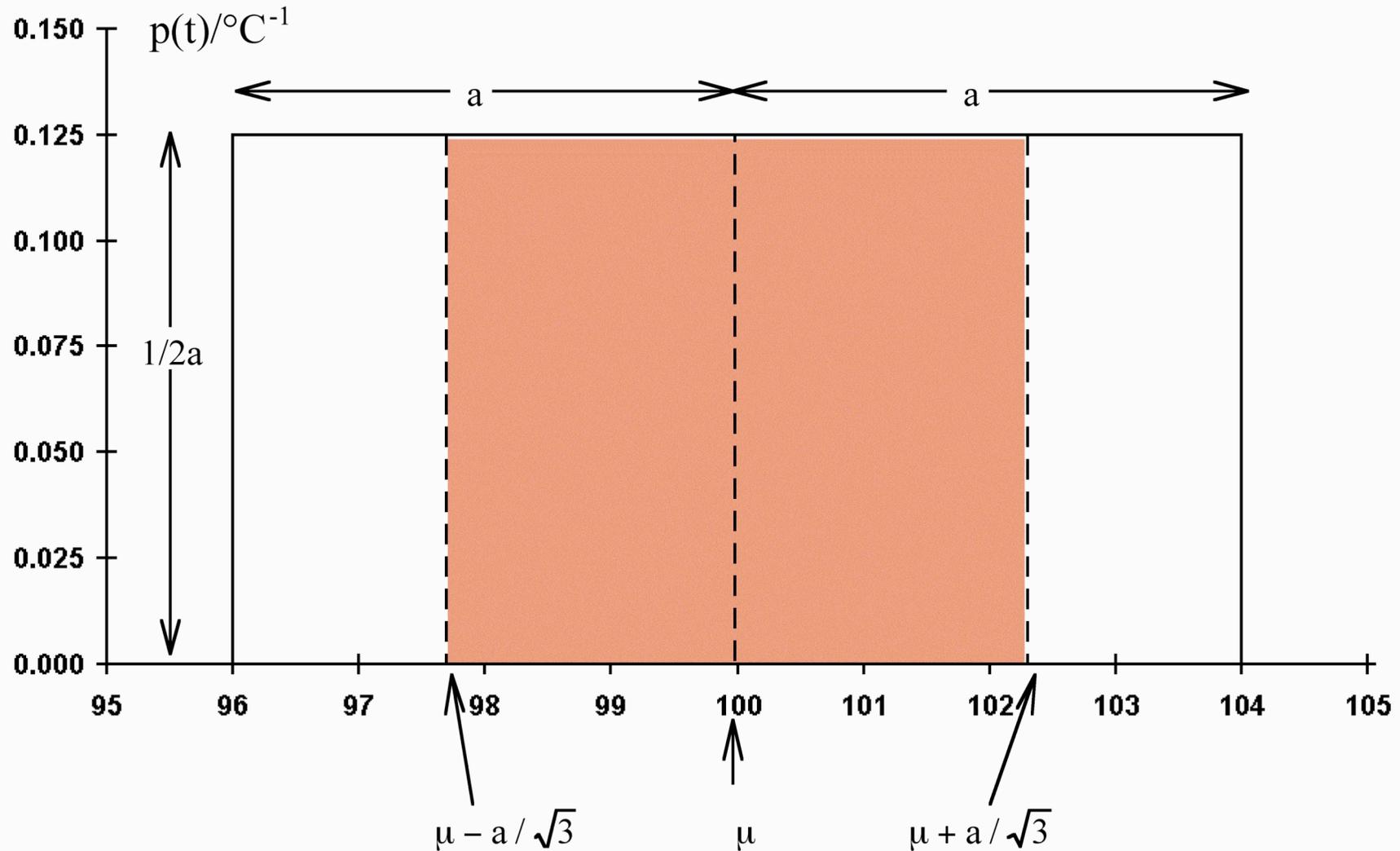
Venti osservazioni ripetute della temperatura t raggruppati in intervalli di 1°C

intervallo	$t_1 \leq t < t_2$	Temperatura
t_1	t_2	$t/^\circ\text{C}$
94.5	95.5	-
95.5	96.5	-
96.5	97.5	96.90
97.5	98.5	98.18; 98.25
98.5	99.5	98.61; 99.03; 99.49
99.5	100.5	99.56; 99.74; 99.89; 100.07; 100.33; 100.42
100.5	101.5	100.68; 100.95; 101.11; 101.20
101.5	102.5	101.57; 101.84; 102.36
102.5	103.5	102.72
103.5	104.5	-
104.5	105.5	-

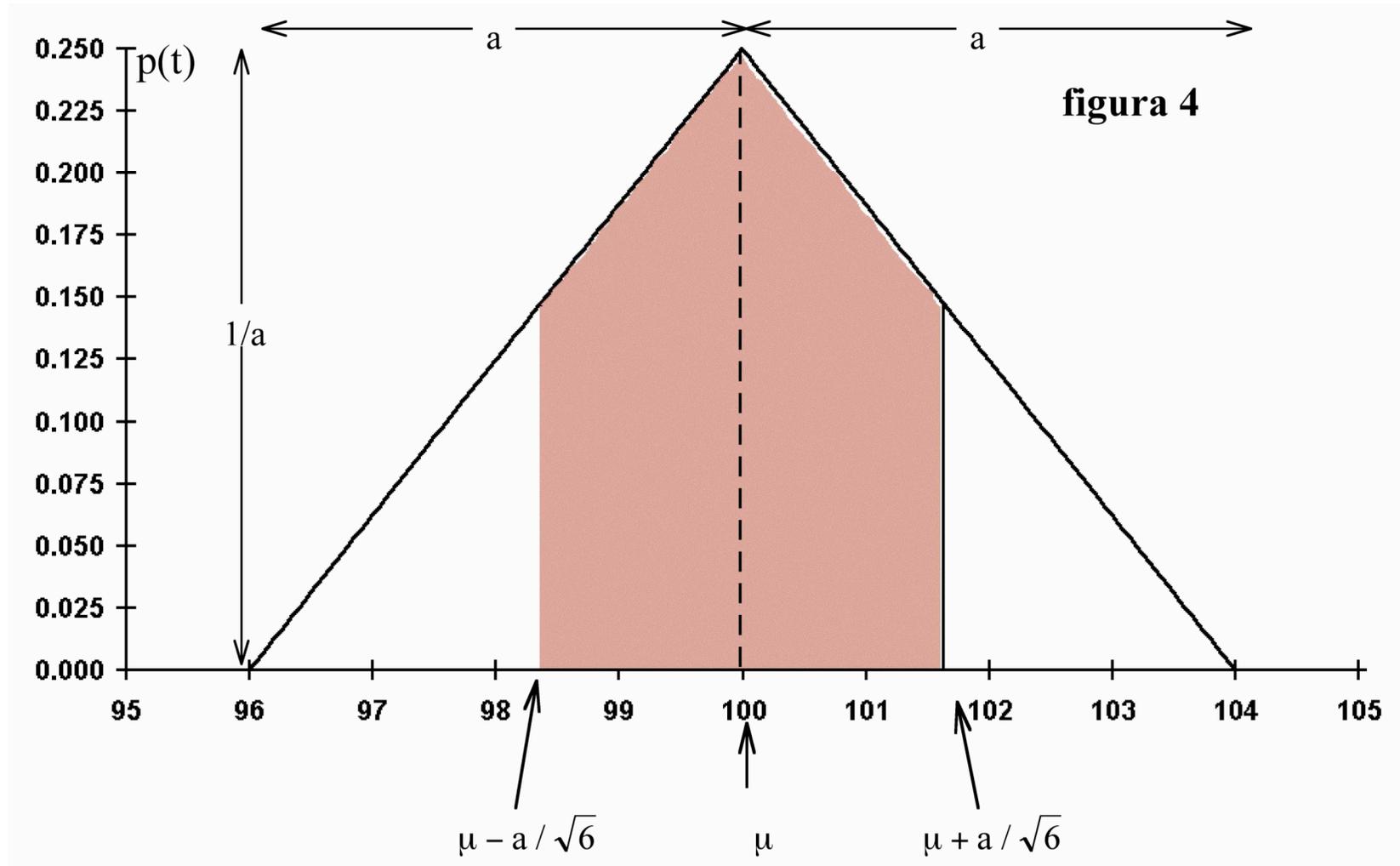
Misure di temperatura



Distribuzione rettangolare



Distribuzione triangolare



Stima dell'incertezza

distribuzione	Tipo	incertezza
triangolare	B	$\frac{a}{\sqrt{6}}$
rettangolare	B	$\frac{a}{\sqrt{3}}$
U-shape	B	$\frac{a}{\sqrt{2}}$
normale	B	σ
scarto della media	A	$\frac{s}{\sqrt{n}}$

Comparazione per una distribuzione di temperatura tra 96 e 104°C

distribuzione	ampiezza intervallo	$u(\mu_t)$, °C
triangolare	8	1,6
rettangolare	8	2,3
normale	$-2,58\sigma - +2,58\sigma \approx 8$	$\sigma=1,6$
U-shape	8	2,8
scarto della media (N=20)	8	0,33

Incertezza composta (quantità non correlate)

L'incertezza tipo composta è la radice quadrata positiva della varianza composta che è data dalla:

$$u^2(y) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 u^2(x_i)$$

Casi particolari

- Se f è una funzione lineare ($a_1x_1+a_2x_2+\dots$), allora:

$$u^2(y) = a_1^2u^2(x_1) + a_2^2u^2(x_2) + \dots + a_n^2u^2(x_n)$$

- Se f è un prodotto di potenze ($x_1^{p_1}x_2^{p_2}\dots$), allora si utilizzano le incertezze relative:

$$[u_c(y)/y]^2 = [p_1u(x_1)/(x_1)]^2 + [p_2u(x_2)/(x_2)]^2 + \dots + [p_nu(x_n)/(x_n)]^2$$