



arpav

# NOTE DI INDIRIZZO:

## “L’ANALISI DI CONFORMITA’ DI RISULTATI DI MISURE

-eseguite dalle Agenzie per l’Ambiente-

### CON I VALORI LIMITE DI LEGGE

-espressi come “valore max accettabile”-

### IN PRESENZA DI INCERTEZZA DI MISURA”

ver. 28-maggio-2009

# Premessa



arpav

## Incertezza

### UNI CEI ENV 13005:2000

(GUM) Guida all'espressione dell'incertezza di misura

### Rapporti ISTISAN 03/30

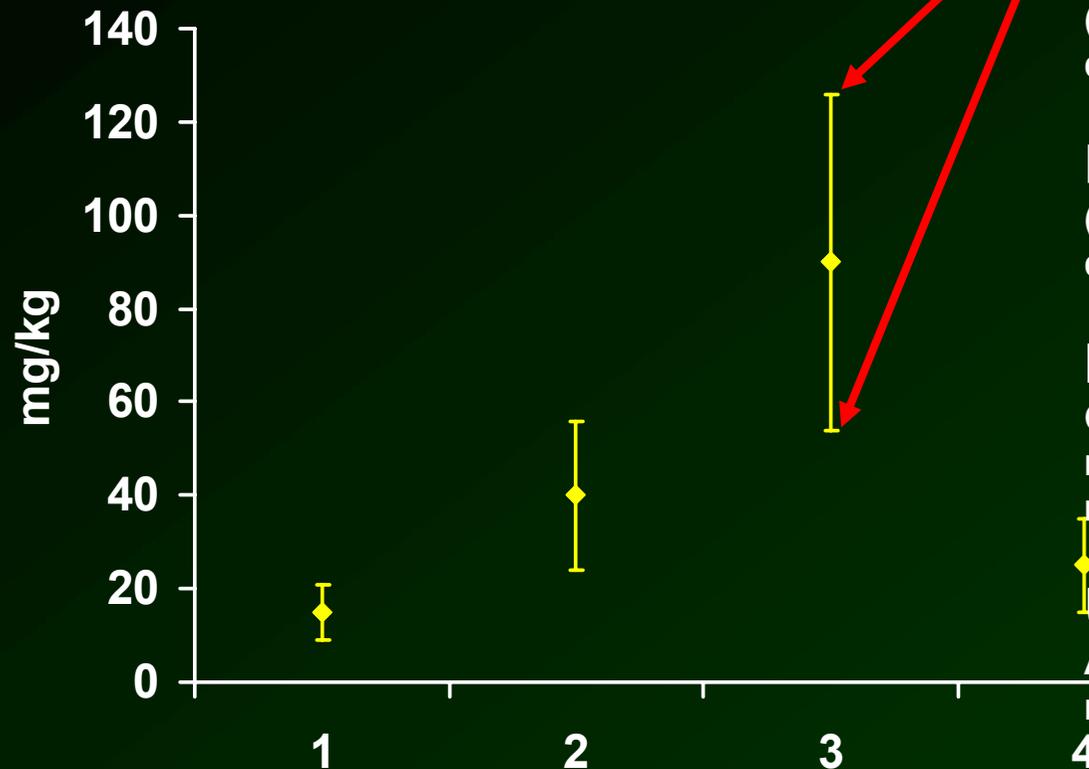
(EURACHEM-CITAC-CG4) Quantificazione dell'incertezza nelle misure analitiche

### ISO/TS 21748:2004(E)

Guidance for the use of repeatability, reproducibility and trueness estimates in measurement uncertainty estimation

### UNI ISO 5725-1,6:2004

Accuratezza (esattezza e precisione) dei risultati e dei metodi di misurazione



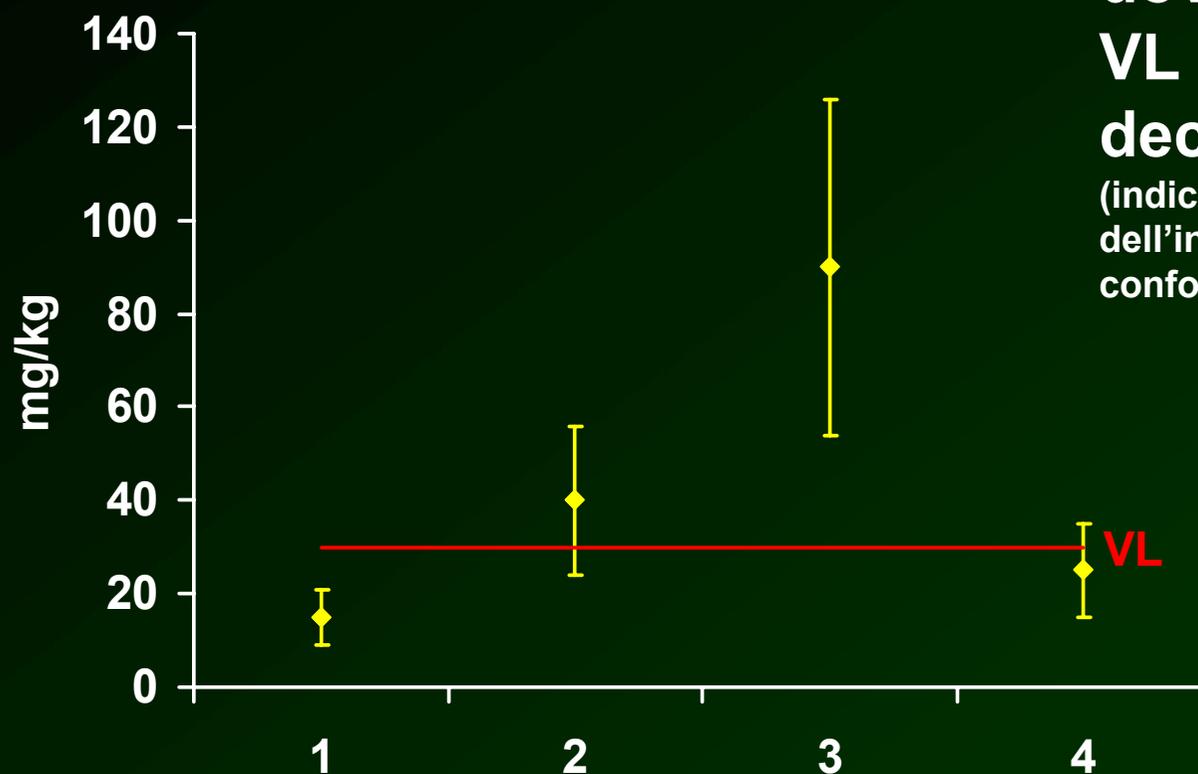
# Premessa



arpav

**La Norma di riferimento dovrebbe portare oltre al VL anche le “regole decisionali”**

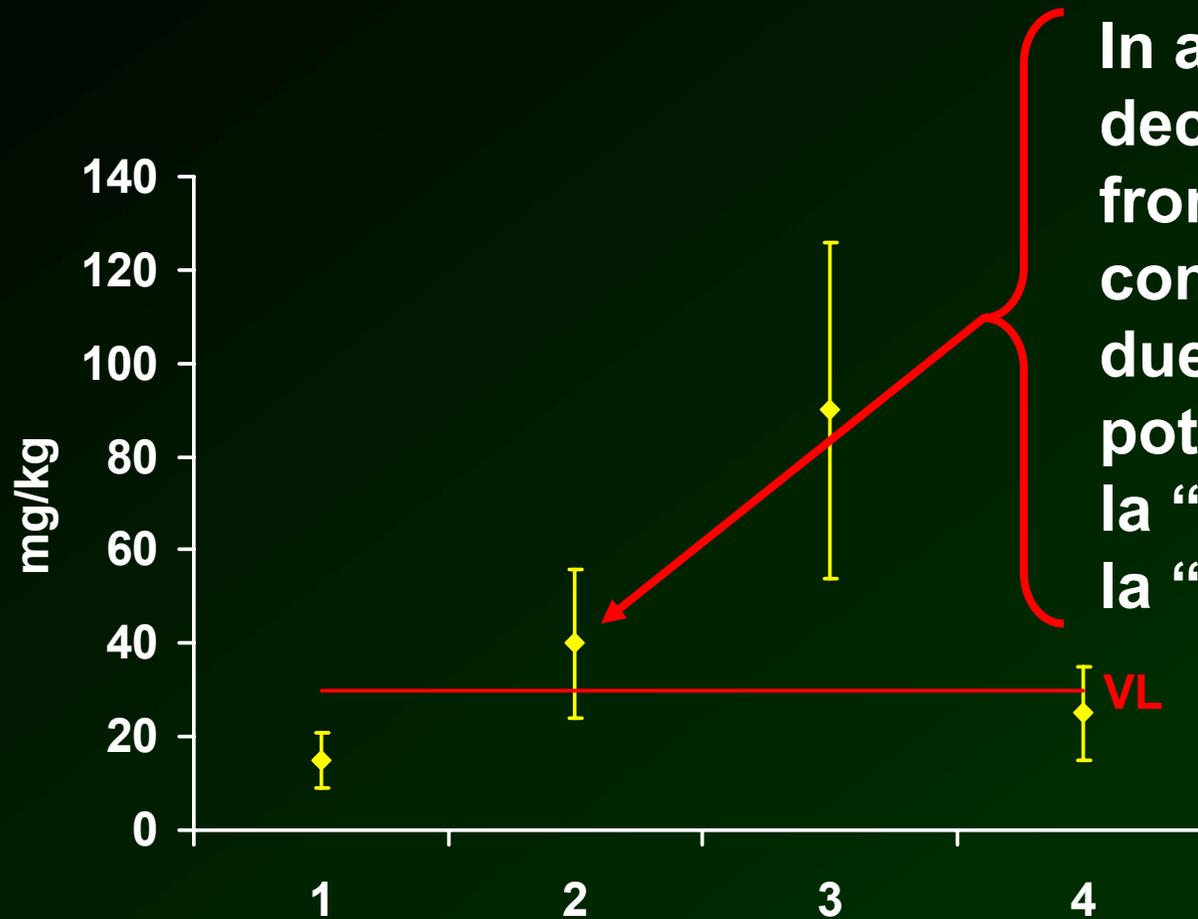
(indicazioni sulle modalità di utilizzo dell'incertezza nella valutazione di conformità ai VL).



# Premessa



arpav



In assenza di regole decisionali comuni, a fronte di uguali misure con la stessa incertezza due laboratori diversi potrebbero stabilire uno la “**non conformità**” l’altro la “**NON non conformità**”.

# Premessa



Nel 2007 il Sistema delle Agenzie ed ISPRA hanno individuato questa tematica come prioritaria per rendere omogenee a livello nazionale le attività di controllo ambientale.

Hanno dato mandato al GTP (tramite il “gruppo strategia”) della predisposizione di un documento da condividere all’interno del sistema.





## Misure/analisi:

- a) Eseguite dalle ARPA**
- b) Con lo scopo della conformità a VL di Legge**
- c) Con associata U stimata al livello analitico**
- d) Con distribuzioni normali (o riconducibile: GUM)**
- e) VLs valore massimo accettabile (raggiungibile) espresso come tale (non come LMRR)**
- f) VL di misure/analisi discrete (non medie)**



Il GdL propone l'utilizzo delle regole decisionali:

- 1) Le Regole Decisionali riportate nelle norme di riferimento tecniche o di Legge (quando ci sono);
- 2) Le Regole Decisionali espresse dai nostri Committenti Istituzionali, quando sono espresse;
- 3) Se le Regole Decisionali non sono riportate nelle norme di riferimento né dai Committenti:

*il campione (misura) è non conforme al VL quando il risultato della misura supera il VL oltre ogni ragionevole dubbio, tenendo conto dell'incertezza di misura, con un livello di confidenza del 95%.*

# Regole Decisionali



arpav

*...oltre ogni ragionevole dubbio...*

**E' consolidato oramai equivalente a  $p=0.95$ ;**

**un rischio del 5% di decisioni errate viene considerato il miglior rapporto costi analitici/costi di decisioni errate**

*(vedi uni cei env 13005:2000 punto G.1.2 "Ottenere intervalli plausibili con livelli del 99% o più è poi particolarmente difficile, anche nell'ipotesi di non aver trascurato alcun effetto sistematico, a causa della scarsità di informazioni disponibili circa le parti estreme o "code" delle distribuzioni di probabilità delle grandezze d'ingresso.");*

# Regole Decisionali

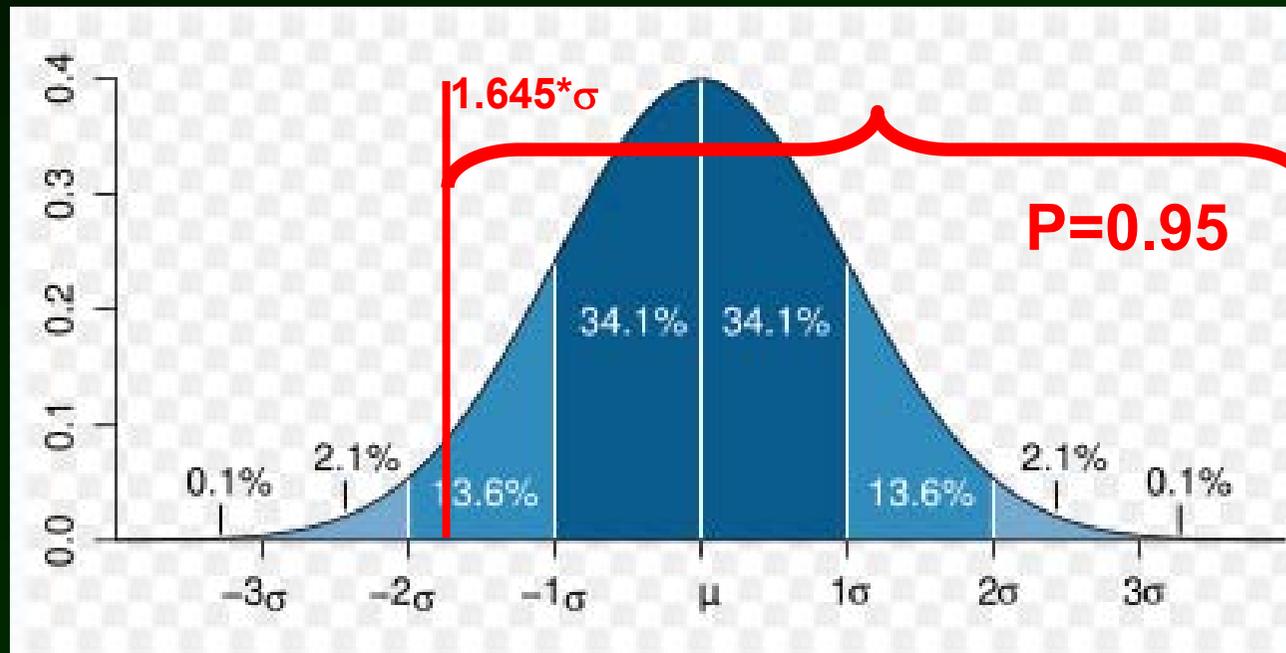


arpav

Il caso considerato nel nostro documento prevede un test unilaterale di superamento del VL.

(TEST DI IPOTESI:  $H_0$  = il campione conforme;  $H_1$  = non conforme).

Nel caso di distribuzioni normali la  $p=0.95$  coincide con l'area sottesa tra **-1.645  $\sigma$**  e  $\infty$





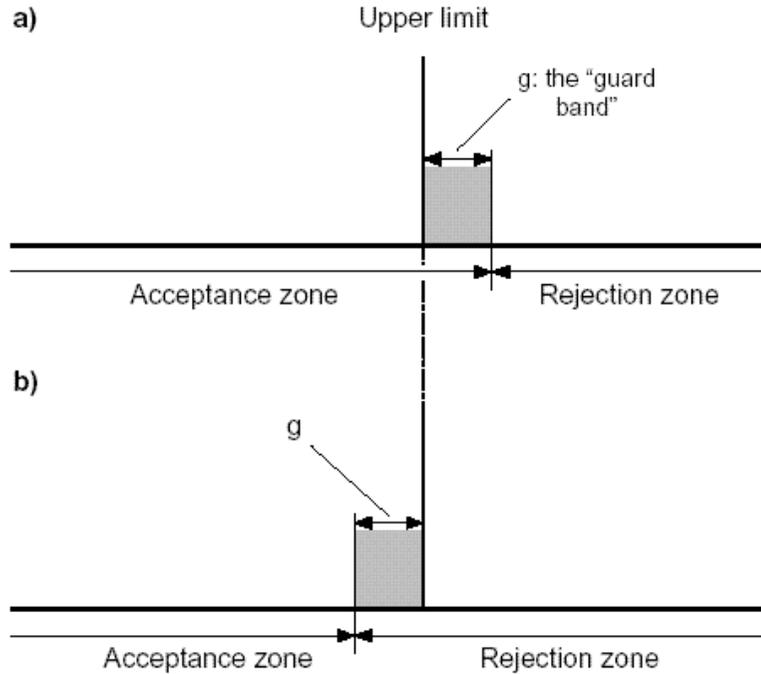
Nei Rapporti di Prova, normalmente, l'incertezza estesa  $U$  viene calcolata con fattore di copertura di tipo bilaterale ( $t_{0.95(v)-bi}$ );  $p=0.95$  tra  $-2\sigma$  e  $2\sigma$ .

E' necessaria quindi la ridefinizione degli estremi dell'intervallo di confidenza per passare da una espressione bilatero ad una uni-laterale.

# Regole Decisionali



Figure 2: Acceptance and Rejection zones for an Upper Limit



The figure shows the relative positions of the acceptance and rejection zones for a) high confidence of correct rejection; b) high confidence of correct acceptance. The distance  $g$  is often called the 'guard band'.

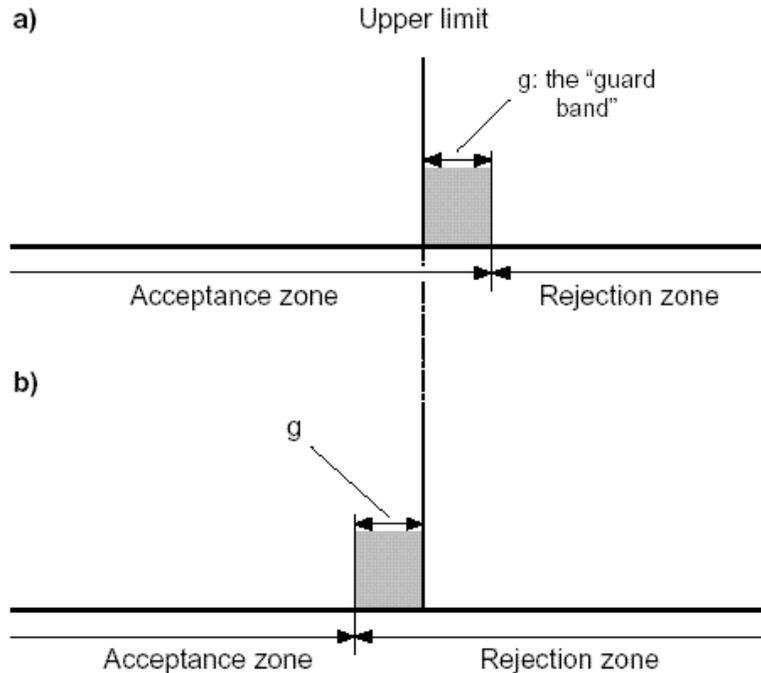
$$g = k'_{0.95} * u_{RdP}$$

$$u_{RdP} = \frac{U_{RdP}}{k_p}$$

**Eurachem/Citac guide (2007)**  
**Use of uncertainty  
information in compliance  
assessment**

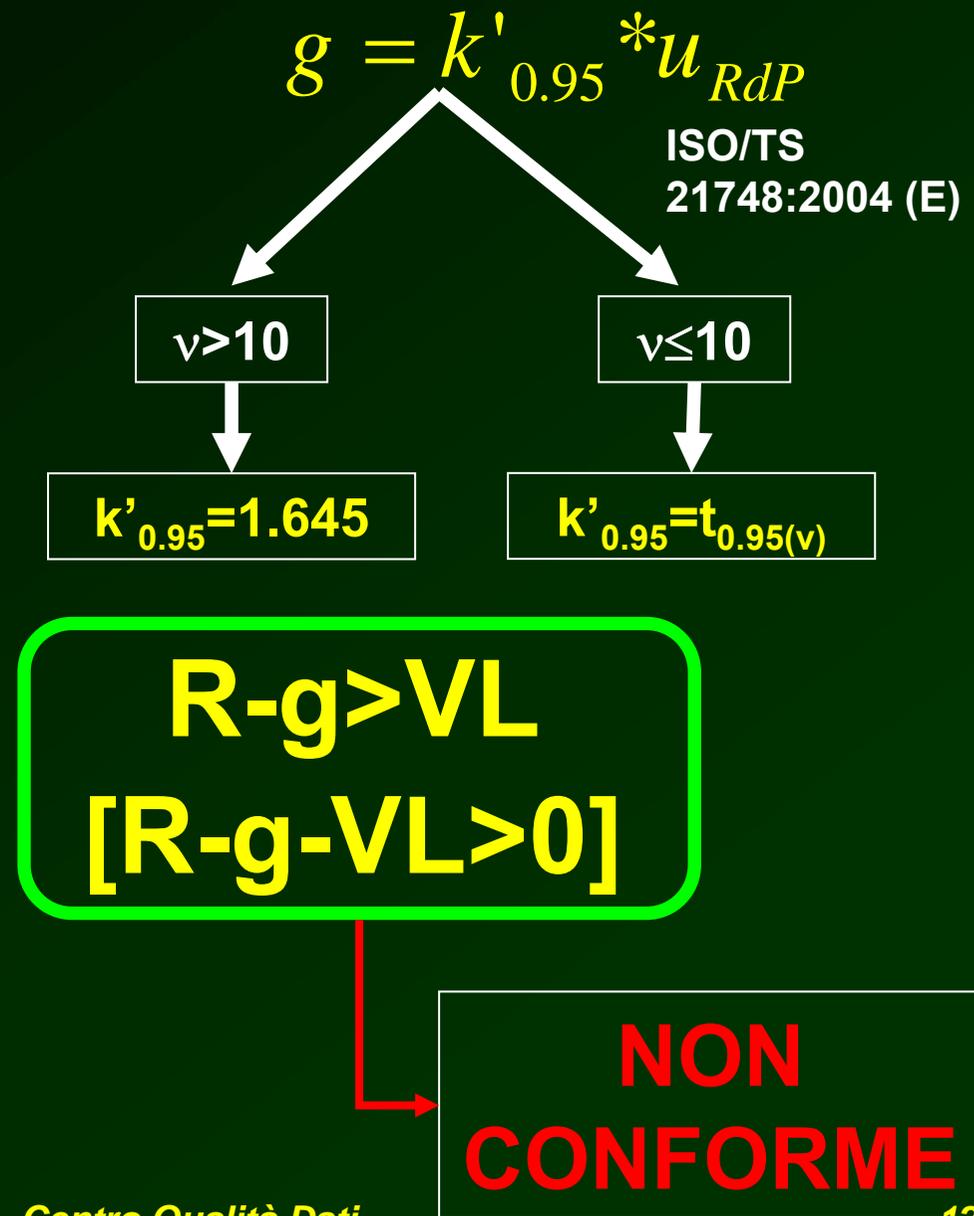
# Regole Decisionali

Figure 2: Acceptance and Rejection zones for an Upper Limit



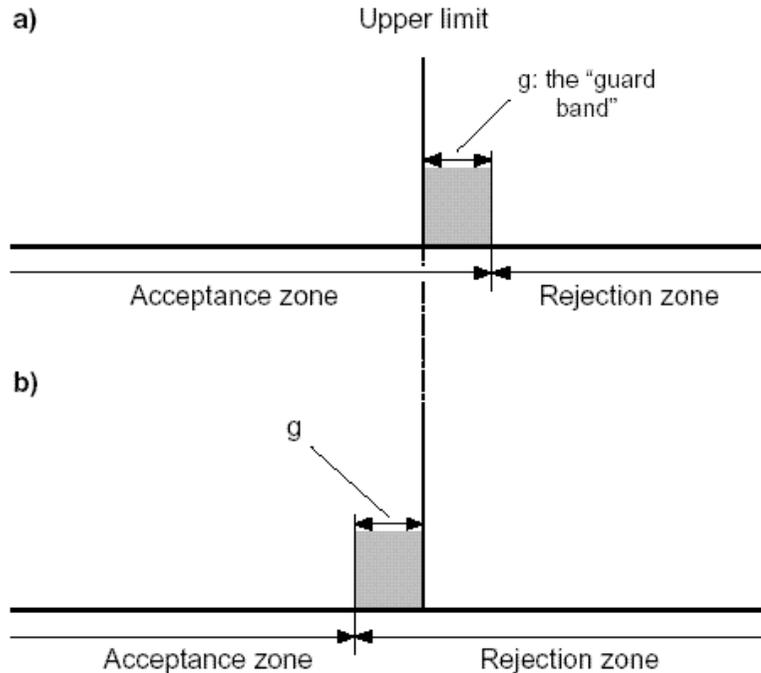
The figure shows the relative positions of the acceptance and rejection zones for a) high confidence of correct rejection; b) high confidence of correct acceptance. The distance  $g$  is often called the 'guard band'.

Eurachem/Citac guide (2007)  
Use of uncertainty  
information in compliance  
assessment



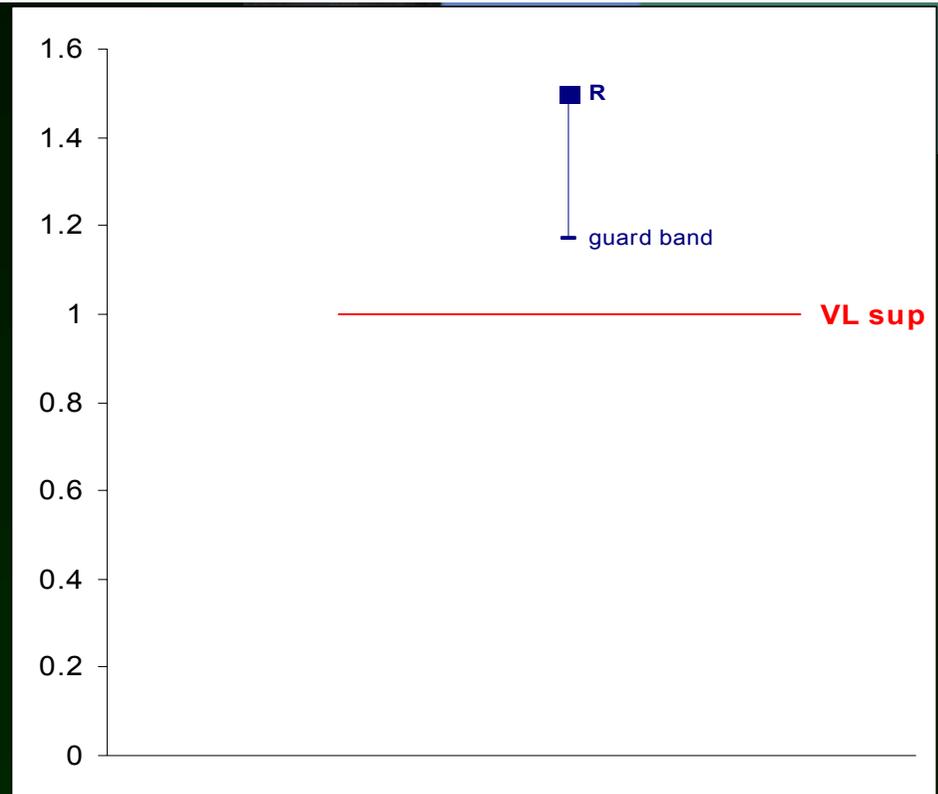
# Regole Decisionali

Figure 2: Acceptance and Rejection zones for an Upper Limit



The figure shows the relative positions of the acceptance and rejection zones for a) high confidence of correct rejection; b) high confidence of correct acceptance. The distance  $g$  is often called the 'guard band'.

Eurachem/Citac guide (2007)  
*Use of uncertainty  
information in compliance  
assessment*



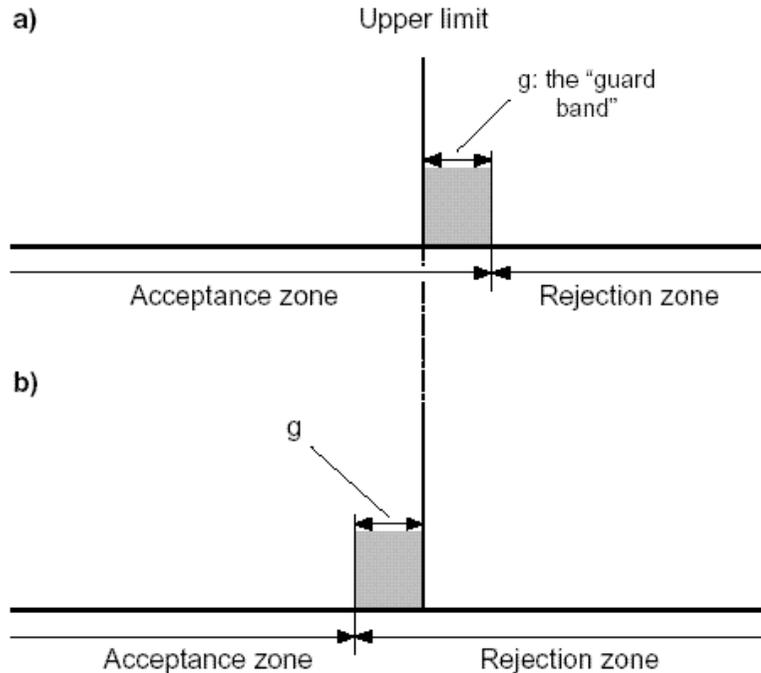
$$R - g > VL$$
$$[R - g - VL > 0]$$

**NON  
CONFORME**

# Regole Decisionali



Figure 2: Acceptance and Rejection zones for an Upper Limit



The figure shows the relative positions of the acceptance and rejection zones for a) high confidence of correct rejection; b) high confidence of correct acceptance. The distance  $g$  is often called the 'guard band'.

**Eurachem/Citac guide (2007)**  
**Use of uncertainty**  
**information in compliance**  
**assessment**

$$g = k'_{0.95} * u_{RdP}$$

+ Incertezza di campionamento

$$g = k'_{0.95} * u_c$$

$$u_c = \sqrt{u_{analitica}^2 + u_{campionamento}^2}$$

$$k'_{0.95} = t_{0.95(v\text{-eff})}$$

$v\text{-eff}$  = gradi di libertà effettivi (Welch-Satterthwaite)

$$v_{eff} = \frac{u_c^4(y)}{\sum_{i=1}^N \frac{u_i^4(y)}{v_i}}$$

UNI CEI ENV 13005:2000 [1]  
 Punto G.4.1



Il criterio è utilizzabile quando l'intervallo fiduciale di incertezza è **congruo**:

- 1) Procedure di misura adatte allo scopo di verifica della conformità rispetto al VL e/o corrispondenti allo “stato dell’arte”;
- 2) Utilizzo di procedure di stima dell’incertezza armonizzate.

# Cifre Decimali



arpav

Nel RdP i risultati delle misure sono espressi:

1) secondo quanto previsto dalla norma tecnica

2) secondo EA 4/16 7.16:

a) incertezza: 1 o 2 cifre significative

b) misura: tanti decimali quanti l'incertezza

$$R = 1.3 \pm 0.2$$

$$VLs = 1 \text{ ??}$$

# Cifre Decimali



arpav

Esistono significative  
differenze tra i due VL:

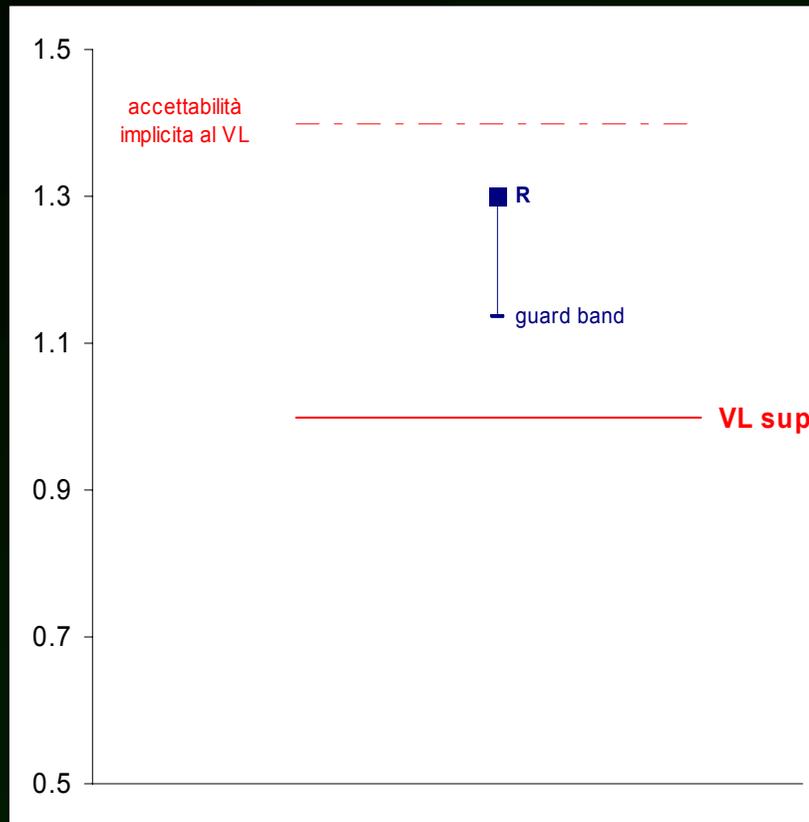
1 mg/kg  
1.0 mg/kg

Valore Limite (unità indipendenti)	Range entro il quale può cadere un risultato accettabile
1	da 0 a 1.4
1.0	da 0 a 1.04
1.00	da 0 a 1.004

*Report on the relationship  
between analytical results,  
measurement uncertainty,  
recovery factors and  
provisions of EU food and  
feed legislation, with  
particular reference to  
community legislation  
concerning - 2004*

Il GdL ha deciso di considerare, nell'analisi di conformità, i VL con le cifre decimali con le quali sono espressi nei testi di Legge, senza nessuna interpretazione.

# Cifre Decimali

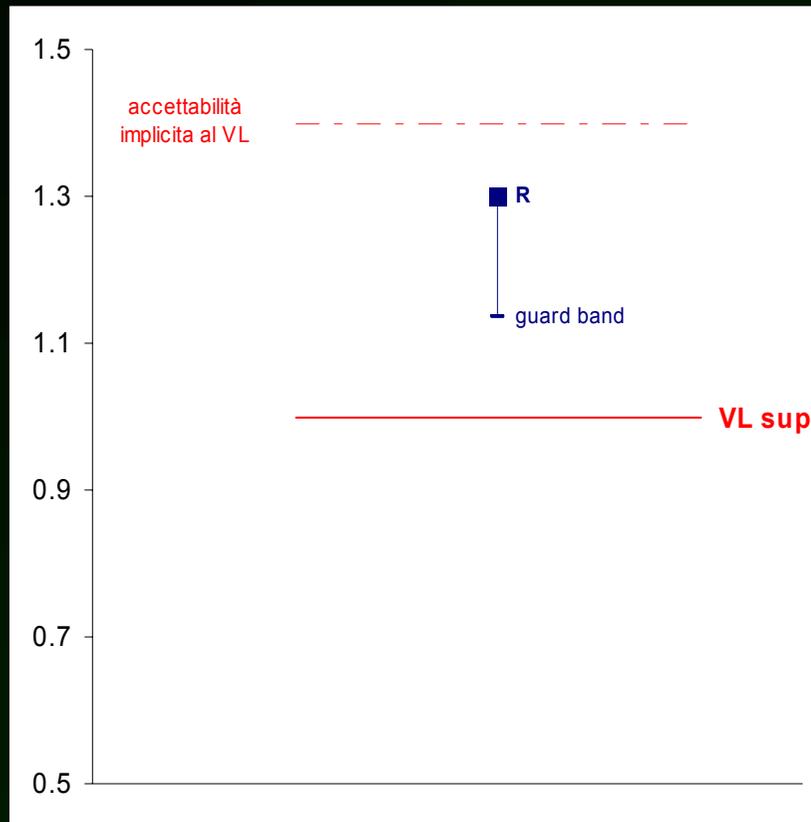


$$R = 1.3 \pm 0.2$$
$$VLs = 1$$

Con la scelta delle modalità di espressione, il Normatore ha definito, di fatto, una zona di accettabilità implicita all'espressione del VL.

Se R giace in un punto all'interno della zona, a prescindere dalla dimensione dell'incertezza, si dovrà concludere che R non eccede il VL.

# Cifre Decimali



La qual cosa equivale a dire:

Se vale:

$$(R - VL)_{arr} \leq 0$$

arrotondata con le cifre decimali di VL,  
si concluderà che R non eccede il VL stante le modalità di espressione del VL.

$$R = 1.3 \pm 0.2$$
$$VLs = 1$$

Arrotondamento secondo consuete regole aritmetiche.

EPA-Si:100 Mathematics Review for Air Pollution Control – Lesson 2: Significant figures and rounding off (rev 1.0 – 6/3/94)

# In sintesi

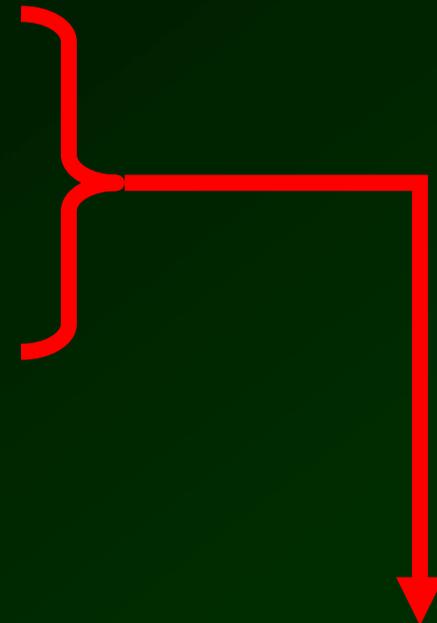


arpav

Solo se valgono contemporaneamente :

$$(R-VL)_{arr} > 0$$

$$R-g-VL > 0$$



**NON  
CONFORME**

# Ricapitolando



arpav

Il GdL ha dovuto decidere su due aspetti importanti:

**VL utilizzati come sono espressi:**

Nessuna interpretazione del numero di decimali

$$(R-VL)_{arr} > 0$$

**NON CONFORME:**

Solo se  $R > VL$  “oltre ogni ragionevole dubbio” ( $p \geq 0.95$ )

$$R-g-VL > 0$$

# Esempi



arpav

## VL (Valore Limite superiore raggiungibile)

VL (formato numero)	1
n. cifre decimali	1
VL (controllo espressione)	1.0

## Rapporto di Prova: R e $U_{RdP}$

R (formato numero)	1.2
URdP (formato numero)	0.1
n.cifre decimali	1
R (controllo espressione)	1.2
URdP (controllo espressione)	0.1
Livello di Probabilità %	95
Kp utilizzato nella stima di URdP	2
$\nu$	>10
$u(RdP)$	0.05

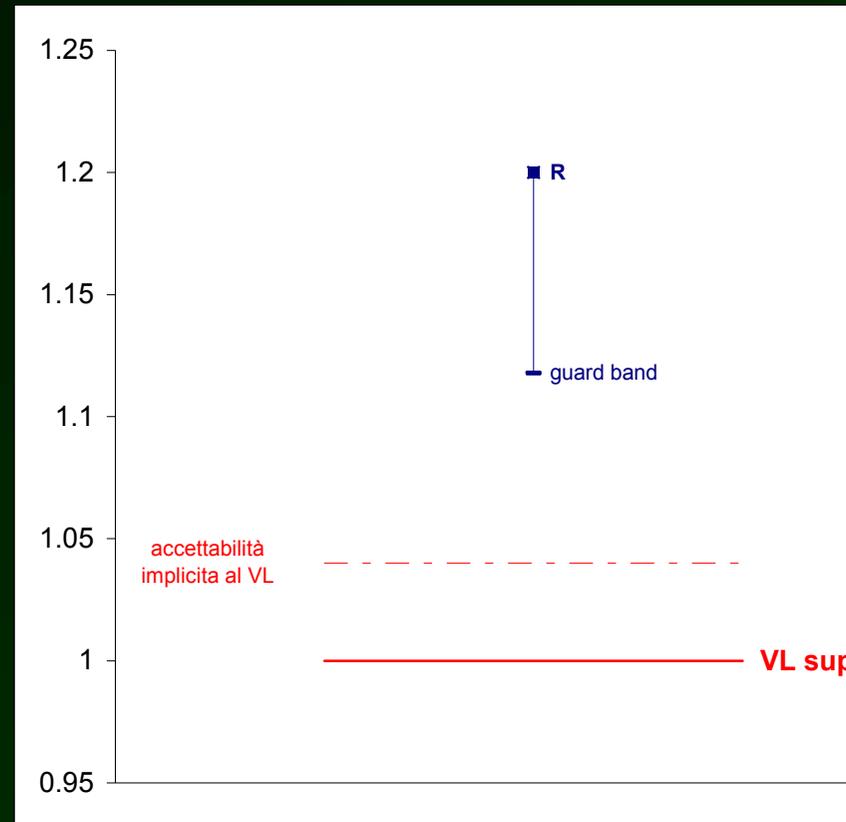
## Incertezza tipo di campionamento ( $u_{camp}$ )

$u(camp)$	
$\nu$	

## Incertezza tipo e gdl nel calcolo di g

$u(RdP)$	0.05
$\nu$	>10
$k'_{0.95}(\nu)$	1.645

Calcolo (R-VL) (senza arrotond.)	0.2
Arrotondamento (R-VL)	0.2
(R-VL) <sub>arr</sub> :	> 0
calcolo di $g = k'_{0.95}(\nu) * u(RdP)$	0.08225
calcolo di $d=R-g-VL$	0.11775
analisi di conformità	<b>NON conforme</b>



# Esempi



arpav

## VL (Valore Limite superiore raggiungibile)

VL (formato numero)	1
n. cifre decimali	1
VL (controllo espressione)	1.0

## Rapporto di Prova: R e U<sub>RdP</sub>

R (formato numero)	1.2
URdP (formato numero)	0.3
n.cifre decimali	1
R (controllo espressione)	1.2
URdP (controllo espressione)	0.3
Livello di Probabilità %	95
Kp utilizzato nella stima di URdP	2
v	>10
u(RdP)	0.15

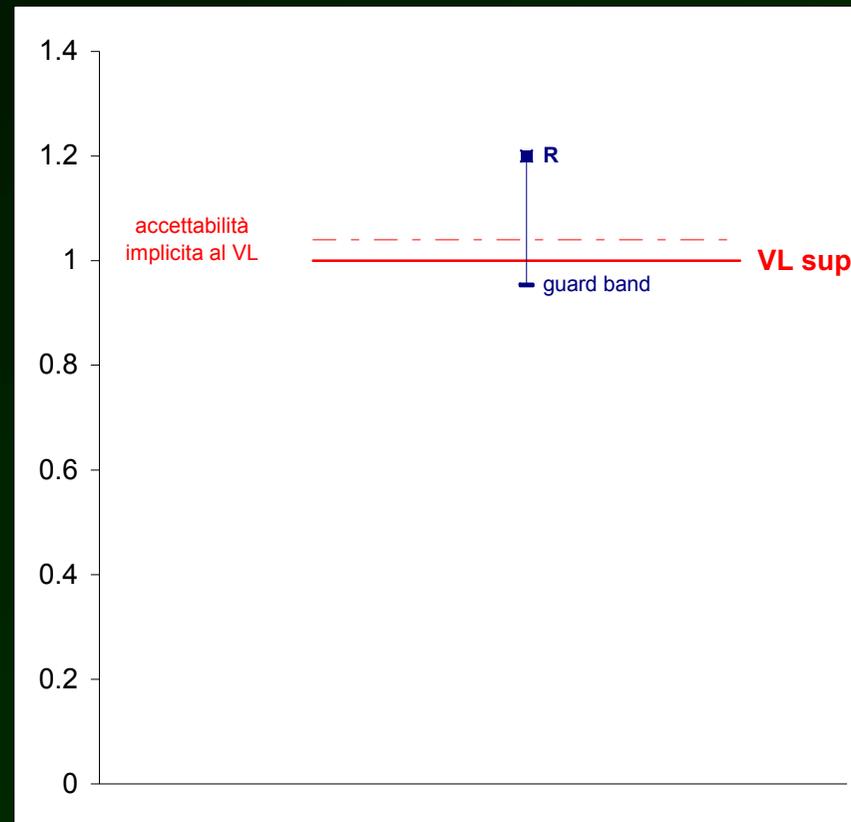
## Incertezza tipo di campionamento (u<sub>camp</sub>)

u(camp)	
v	

## Incertezza tipo e gdl nel calcolo di g

u(RdP)	0.15
v	>10
k'0.95 (v)	1.645

Calcolo (R-VL) (senza arrotond.)	0.2
Arrotondamento (R-VL)	0.2
(R-VL) <sub>arr</sub> :	> 0
calcolo di g = k'0.95 (v) * u(RdP)	0.24675
calcolo di d=R-g-VL	-0.04675
analisi di conformità	<b>NON non conforme</b>



# Esempi



arpav

## VL (Valore Limite superiore raggiungibile)

VL (formato numero)	1
n. cifre decimali	0
VL (controllo espressione)	1

## Rapporto di Prova: R e U<sub>RdP</sub>

R (formato numero)	1.2
URdP (formato numero)	0.2
n.cifre decimali	1
R (controllo espressione)	1.2
URdP (controllo espressione)	0.2
Livello di Probabilità %	95
Kp utilizzato nella stima di URdP	2
v	>10
u(RdP)	0.1

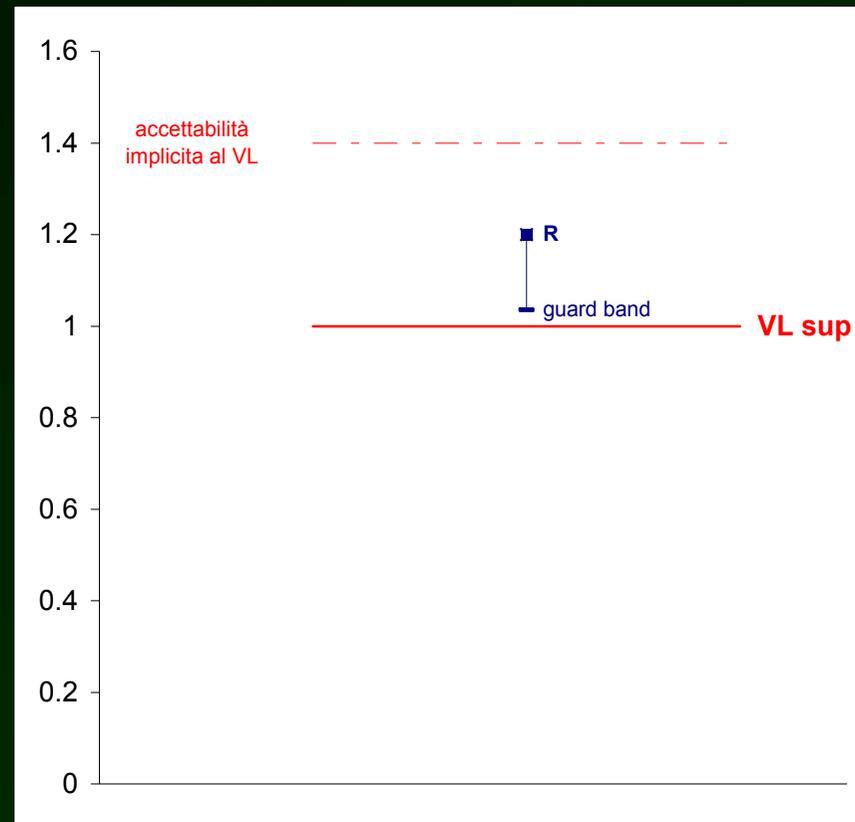
## Incertezza tipo di campionamento (u<sub>camp</sub>)

u(camp)	
v	

## Incertezza tipo e gdl nel calcolo di g

u(RdP)	0.1
v	>10
k'0.95 (v)	1.645

Calcolo (R-VL) (senza arrotond.)	0.2
Arrotondamento (R-VL)	0
(R-VL) <sub>arr</sub> :	≤ 0
calcolo di g = k'0.95 (v) * u(RdP)	0.1645
calcolo di d=R-g-VL	0.0355
analisi di conformità	<b>NON non conforme</b>



# Foglio di calcolo



arpav

SCHEMA LOGICO/DECISIONALE PER L'ANALISI DI CONFORMITA' in presenza di espressione di incertezza di misura (e di eventuale presenza di incertezza di campionamento) e di numero di gradi di libertà qualsiasi

(utilizzabile nel caso di distribuzioni dei valori attribuibili al misurando di tipo normale)

(conforme al documento "l'analisi di conformità di risultati di misure eseguite dalle Agenzie per l'Ambiente con i valori Limite di Legge, espressi come 'valore massimo accettabile' in presenza di incertezza di misura" - versione maggio 2009)

## VL (Valore Limite superiore raggiungibile)

VL (formato numero)	1
n. cifre decimali	1
VL (controllo espressione)	1.0

## Rapporto di Prova: R e U<sub>RdP</sub>

R (formato numero)	1.2
U <sub>RdP</sub> (formato numero)	0.1
n.cifre decimali	1
R (controllo espressione)	1.2
U <sub>RdP</sub> (controllo espressione)	0.1
Livello di Probabilità %	95
Kp utilizzato nella stima di U <sub>RdP</sub>	2
v	>10
u(RdP)	0.05

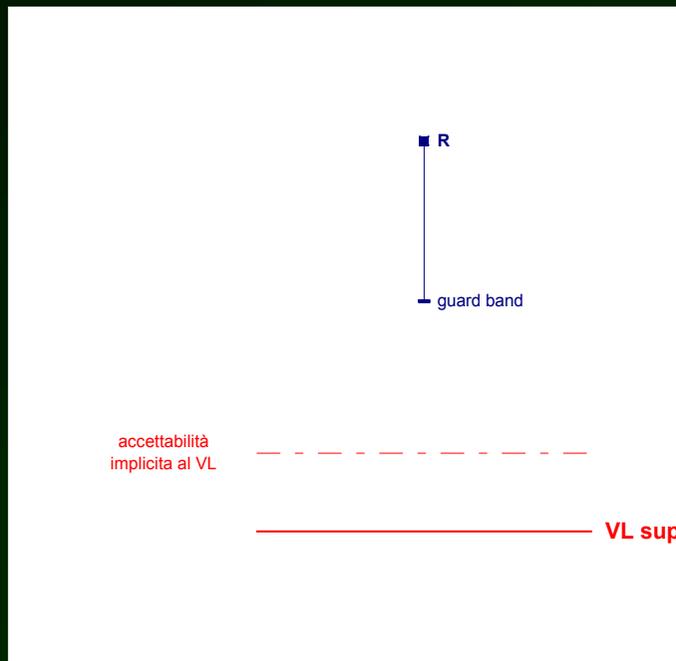
## Incertezza tipo di campionamento (u<sub>camp</sub>)

u(camp)	
v	

## Incertezza tipo e gdl nel calcolo di g

u(RdP)	0.05
v	>10
k'0.95 (v)	1.645

Calcolo (R-VL) (senza arrotond.)	0.2
Arrotondamento (R-VL)	0.2
(R-VL) <sub>arrotond.</sub>	> 0
calcolo di g = k'0.95 (v) * u(RdP)	0.08225
calcolo di d=R-g-VL	0.11775
analisi di conformità	<b>NON conforme</b>



Foglio Excel:  
IN PROGRESS



**L'utilizzo condiviso di questi criteri riuscirà ad introdurre omogeneità nell'analisi di conformità solamente se esistono modalità comuni di stima dell'incertezza di misura.**

**Infatti, misure identiche da parte di due laboratori diversi possono portare a diversa valutazione di conformità in caso di dimensioni diverse dell'incertezza di misura.**

**fine**



arpav



*Salvator Dalí*

Troviamo su questi temi una posizione condivisa. Facciamo il possibile perchè tale posizione diventi un “riferimento”.

L'analisi di conformità con i VL di Legge non deve essere una lotta individuale contro i “mulini a vento”.