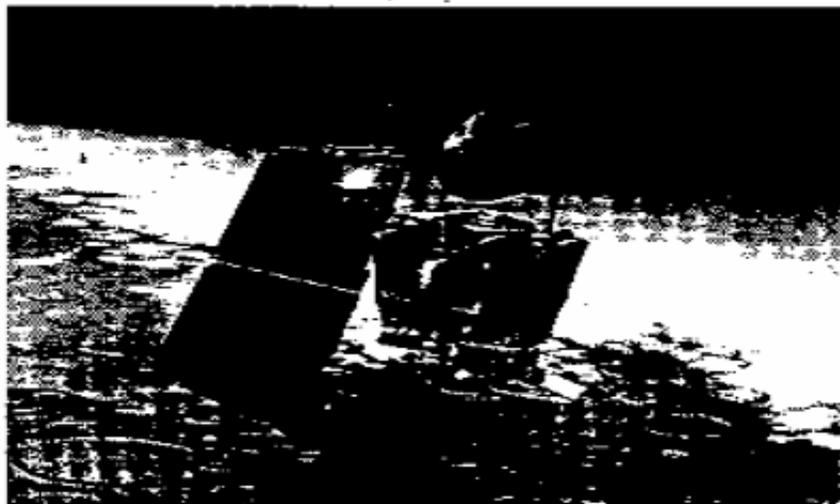


MISURE

DOCENTE NACLERIO PASQUALE

Incredibile gaffe della Nasa Metri invece delle yard Così la sonda «Orbiter» si disintegrò su Marte



DISTRUTTA La sonda americana «Mars Climate Orbiter»

WASHINGTON — È stato un disguido, un banale errore nelle unità di misura, la causa della perdita del «Mars Climate Orbiter», il satellite per la raccolta di dati sul clima di Marte disintegratosi sul pianeta rosso il 23 settembre scorso. Una fonte della Nasa ha affermato che due squadre di tecnici di Pasadena (California) non avevano unificato i sistemi di misura: una usava quello metrico, l'altra quello inglese. In sostanza: un gruppo di tecnici immetteva nei computer dati in metri, l'altro in yard (pari a 91,5 cm): uno utilizzava i grammi, l'altro le onces (pari a circa 30 grammi). Questa babele ha causato quel «rilevante errore di navigazione» che ha portato l'Orbiter troppo vicino alla superficie di Marte, dove si è disintegrato. L'errore è stato compiuto mentre la sonda, lanciata nel dicembre 1998, compiva le ultime manovre prima di entrare in orbita intorno al pianeta: è arrivata «troppo bassa», circa 60 chilometri contro i 180 previsti, ed è stata distrutta dal calore.

SBAGLIARE UNITÀ DI MISURA

$$1 \text{ m} = 1,094 \text{ yard}$$

basta un errore di

$$1,094 - 1 = 0,093$$

per fare un danno enorme

MULTIPLI
E
SOTTOMULTIPLI

Formazione dei multipli e dei sottomultipli delle unità SI.

Alcuni prefissi, anteposti ai simboli delle unità SI, permettono di esprimere i multipli e i sottomultipli secondo quanto riportato nella tabella qui a fianco.

Esempi:

1 mm = 1 millimetro = 10^{-3} m
 1 GW = 1 gigawatt = 10^9 W
 1 μ F = 1 microfarad = 10^{-6} F
 1 ns = 1 nanosecondo = 10^{-9} s

	<i>fattore di moltiplicazione</i>	<i>prefisso</i>	<i>simbolo</i>
	1 000 000 000 000 000 000 = 10^{18}	exa	E
	1 000 000 000 000 000 = 10^{15}	peta	P
	1 000 000 000 000 = 10^{12}	tera	T
	1 000 000 000 = 10^9	giga	G
	1 000 000 = 10^6	mega	M
	1 000 = 10^3	kilo	k
	100 = 10^2	etto	h
	10 = 10^1	deca	da
multipli			
sottomultipli	0,1 = 10^{-1}	deci	d
	0,01 = 10^{-2}	centi	c
	0,001 = 10^{-3}	milli	m
	0,000 001 = 10^{-6}	micro	μ
	0,000 000 001 = 10^{-9}	nano	n
	0,000 000 000 001 = 10^{-12}	pico	p
	0,000 000 000 000 001 = 10^{-15}	femto	f
	0,000 000 000 000 000 001 = 10^{-18}	atto	a

ORDINI DI GRANDEZZA

$$57800 \text{ g} = 5,78 \times 10^4 = 5,78 \times (10^1 \times 10^3) = 57,8 \text{ kg}$$

Se io compro 57,8 mg

$$57,8 \text{ mg} = 57,8 \times 10^{-3} = 57,8 \times 0,001 = 0,0578 \text{ g}$$

Sbagliare a comprare 57,8 kg e rispetto a 57,8 mg ho comprato

1.000.000 un milione di volte in più

ALTRO ESEMPIO

Un giorno ha $86,4 \text{ ks} = 86400 \text{ s} = 8,64 \times 10^4 \text{ s}$

Se invece di 10^4 abbiamo 10^6 abbia un mese

Il mese ha $2,62 \times 10^6 \text{ s} = 2620000 \text{ s}$

TUTTE LE MISURE HANNO UN
ERRORE (INCERTEZZA)

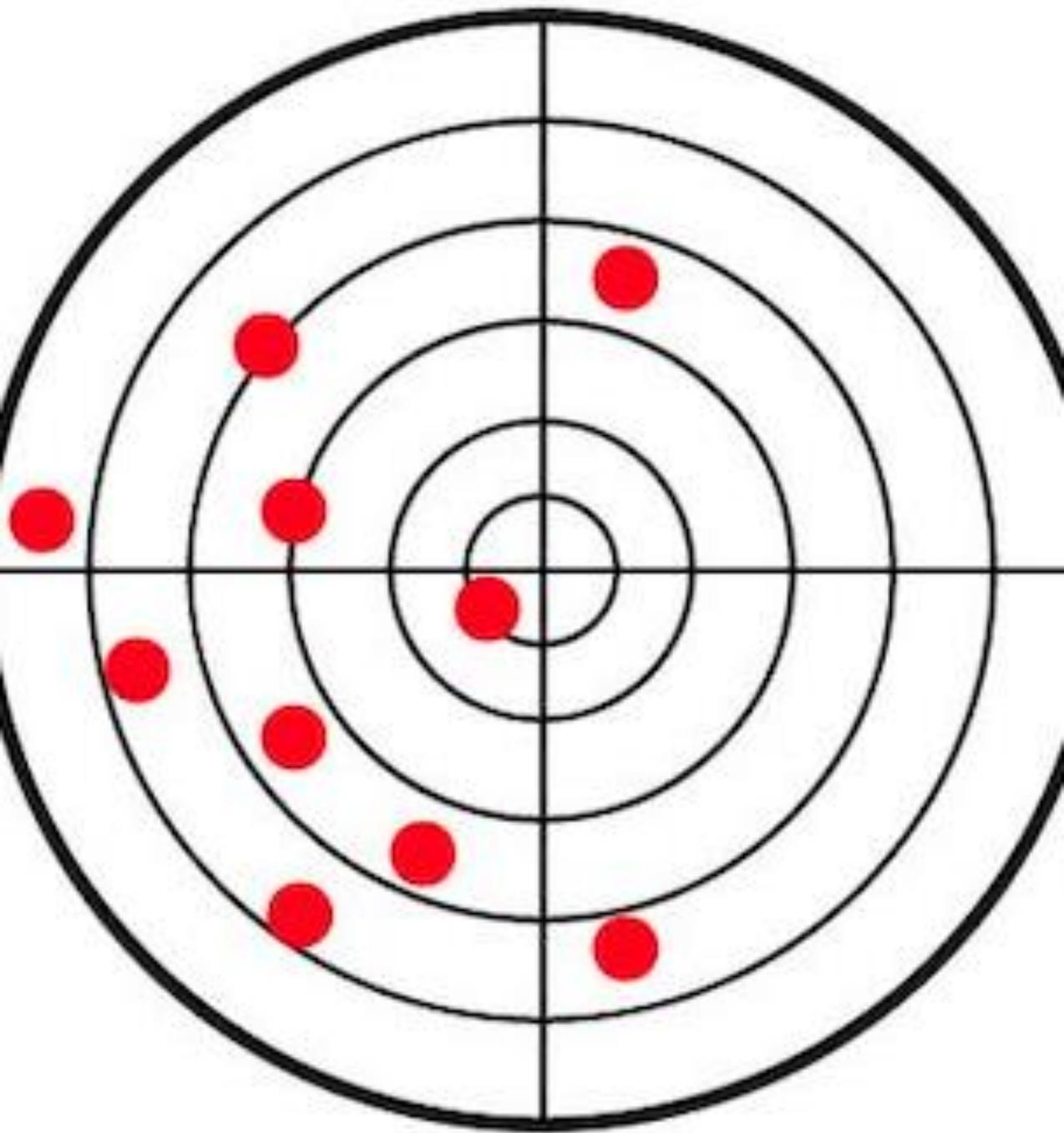
PRECISO E ACCURATO

- **ACCURATEZZA** = capacità di uno strumento di indicare il vero valore di misura
- **PRECISIONE** = capacità di uno strumento di indicare sempre lo stesso valore di misura

posso avere strumenti poco precisi ma accurati

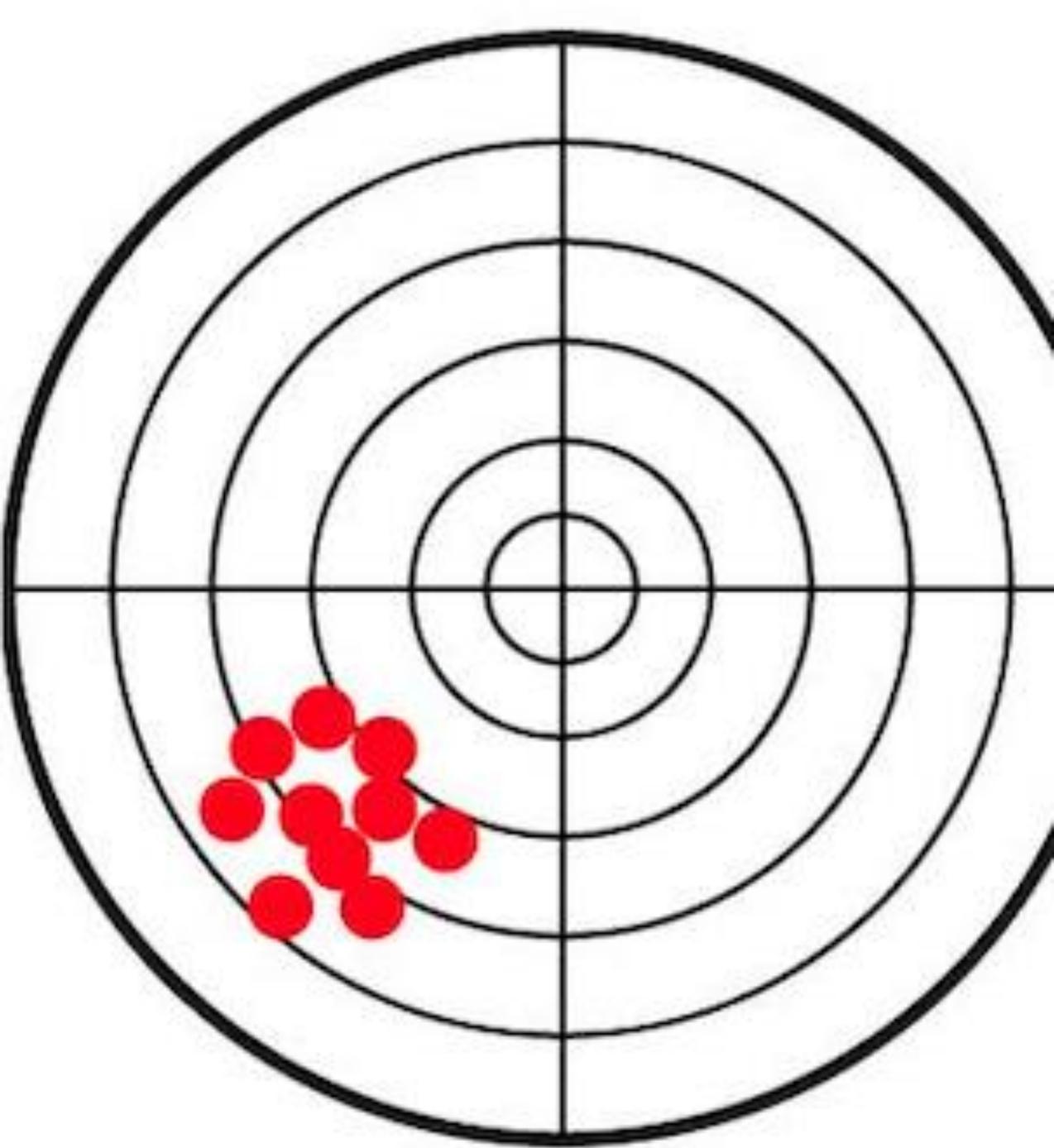


IMMAGINIAMO DI LANCIARE DELLE
FRECCETTE



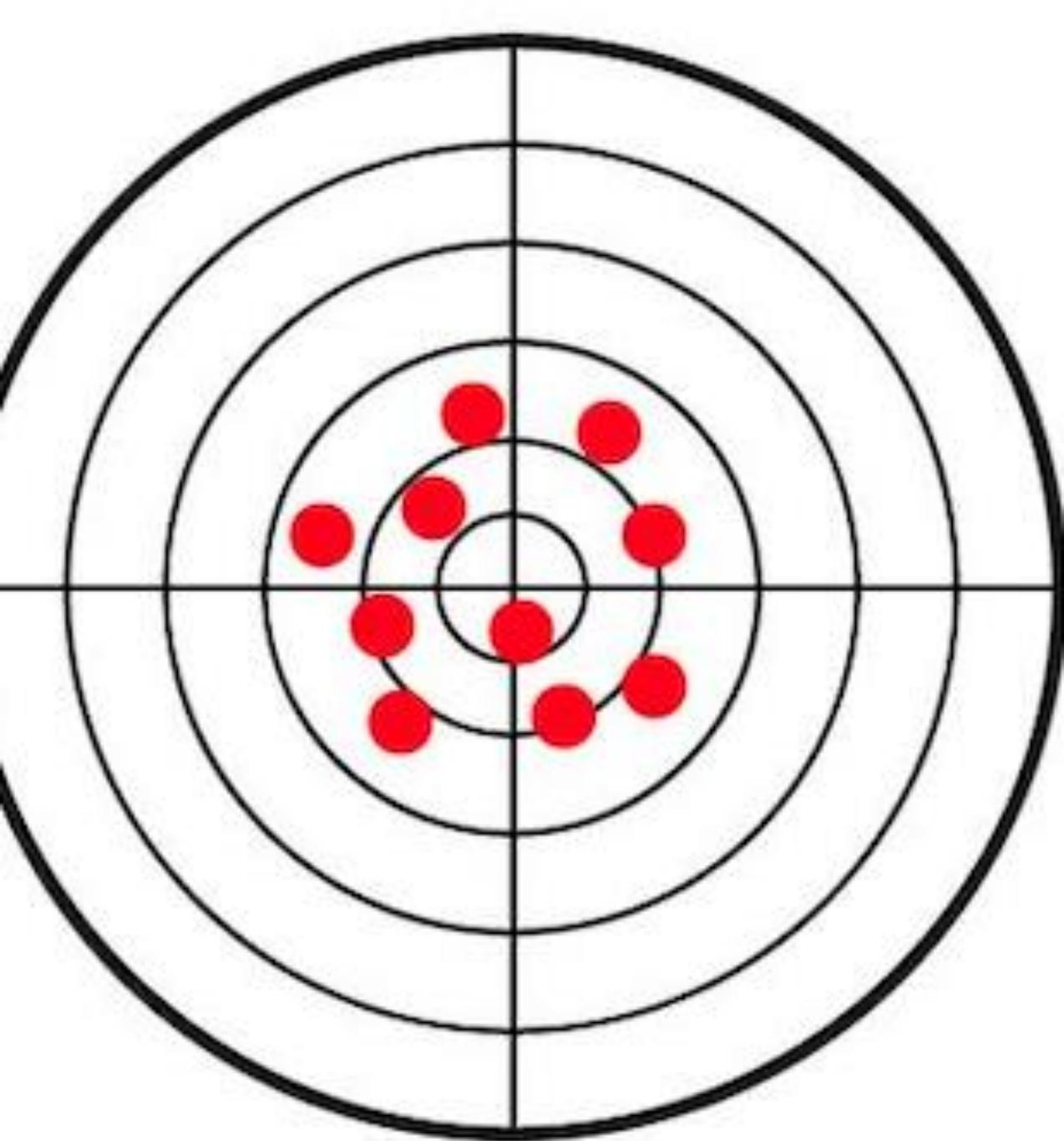
POCO ACCURATE

POCO PRECISI



POCO ACCURATI

MOLTO PRECISI



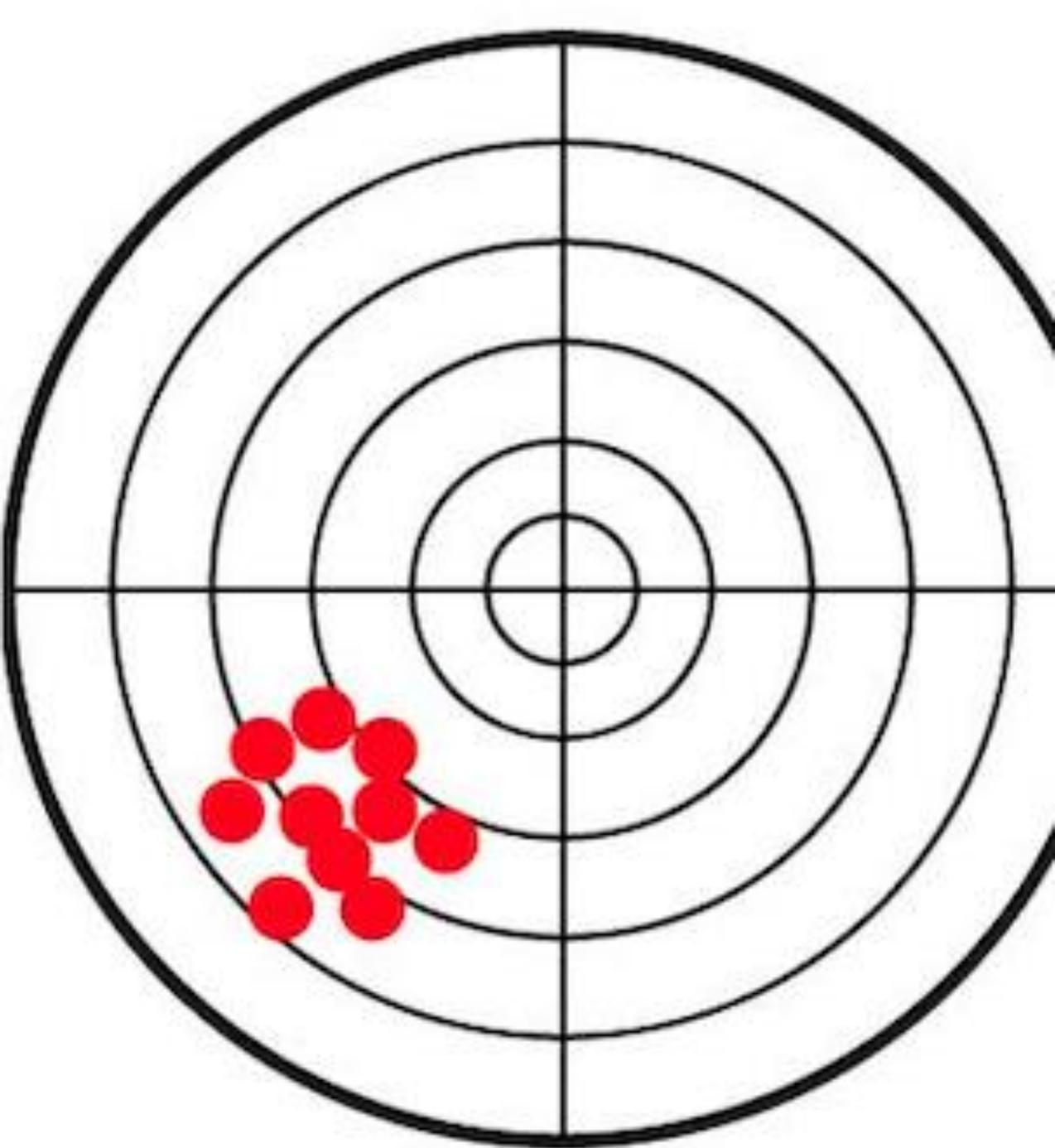
MOLTO ACCURATI

POCO PRECISI



MOLTO ACCURATI

MOLTO PRECISI



DI SOLITO HO STRUMENTI

POCO ACCURATI

MOLTO PRECISI

LA MISURA HA UN ERRORE MA
LE MISURE SI RIPETONO UGUALI

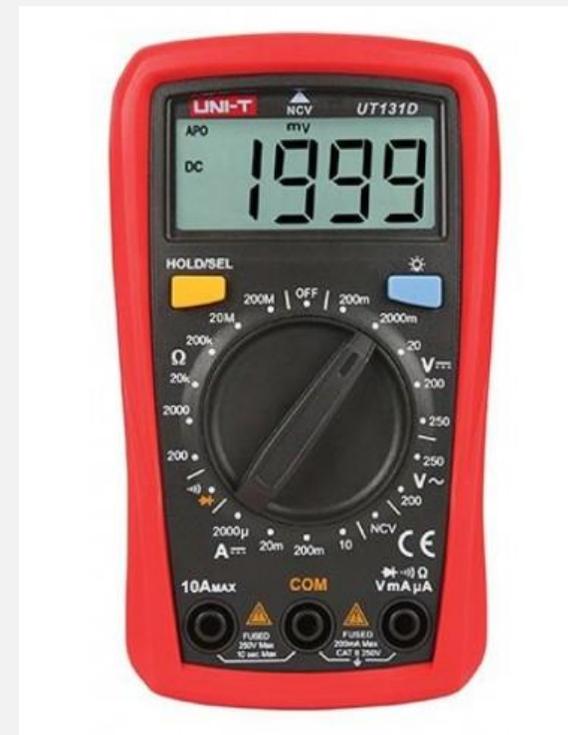
STRUMENTI DI MISURA

CI SONO DUE TIPI DI STRUMENTI

ANALOGICI



DIGITALI



CARATTERISTICHE PRINCIPALI DI UNO STRUMENTO DI MISURA

1. **Grandezza misurata:** Tensione c.a. / c.c., Corrente c.a. / c.c., Potenza ecc.
2. **Classe di precisione:** determina l'errore massimo dello strumento sulla misura
3. **Portata:** Valore massimo misurabile (il numero di fondo scala)
4. **Sensibilità:** La più piccola grandezza in grado di misurare (valore minimo misurabile)
5. **Risoluzione:** la più piccola variazione apprezzabile della misura (per gli strumenti ANALOGICI il valore di una divisione, per i DIGITALI l'ultima cifra che si legge)

ANALOGICO

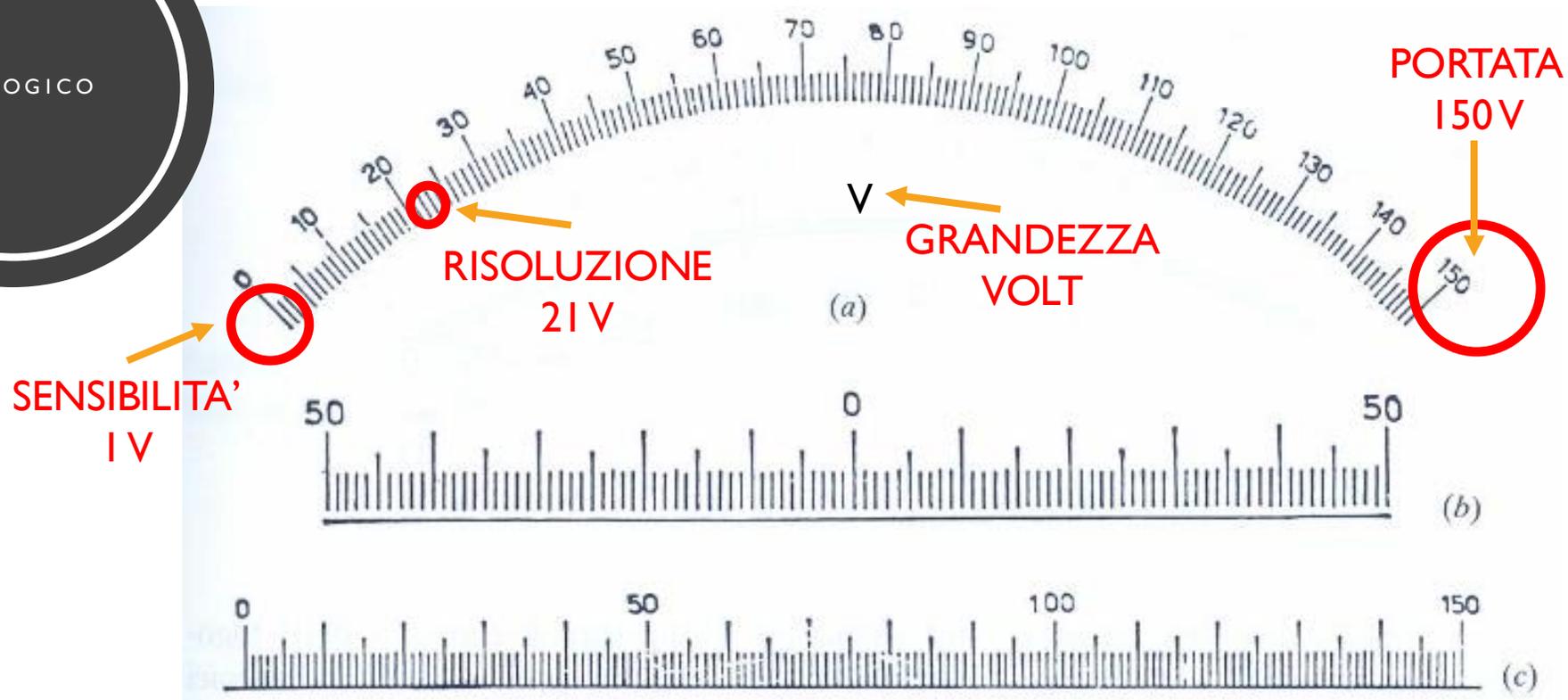
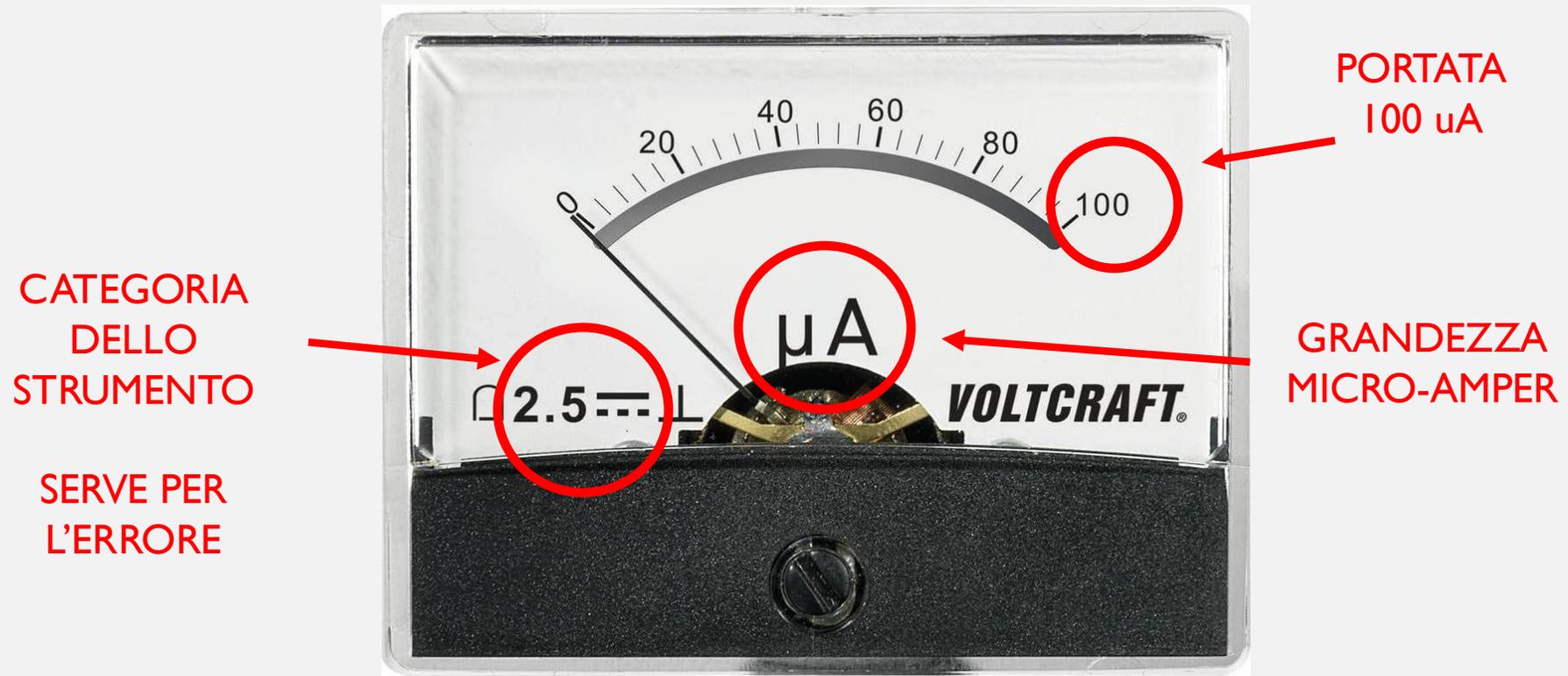


Fig. 3.8 - Vari tipi di scale lineari: a) scala uniforme o lineare ad arco di cerchio; b) scala lineare a zero centrale per galvanometri; c) scala uniforme (o lineare) rettilinea.

FACCIAMO UNA MISURA

STRUMENTO

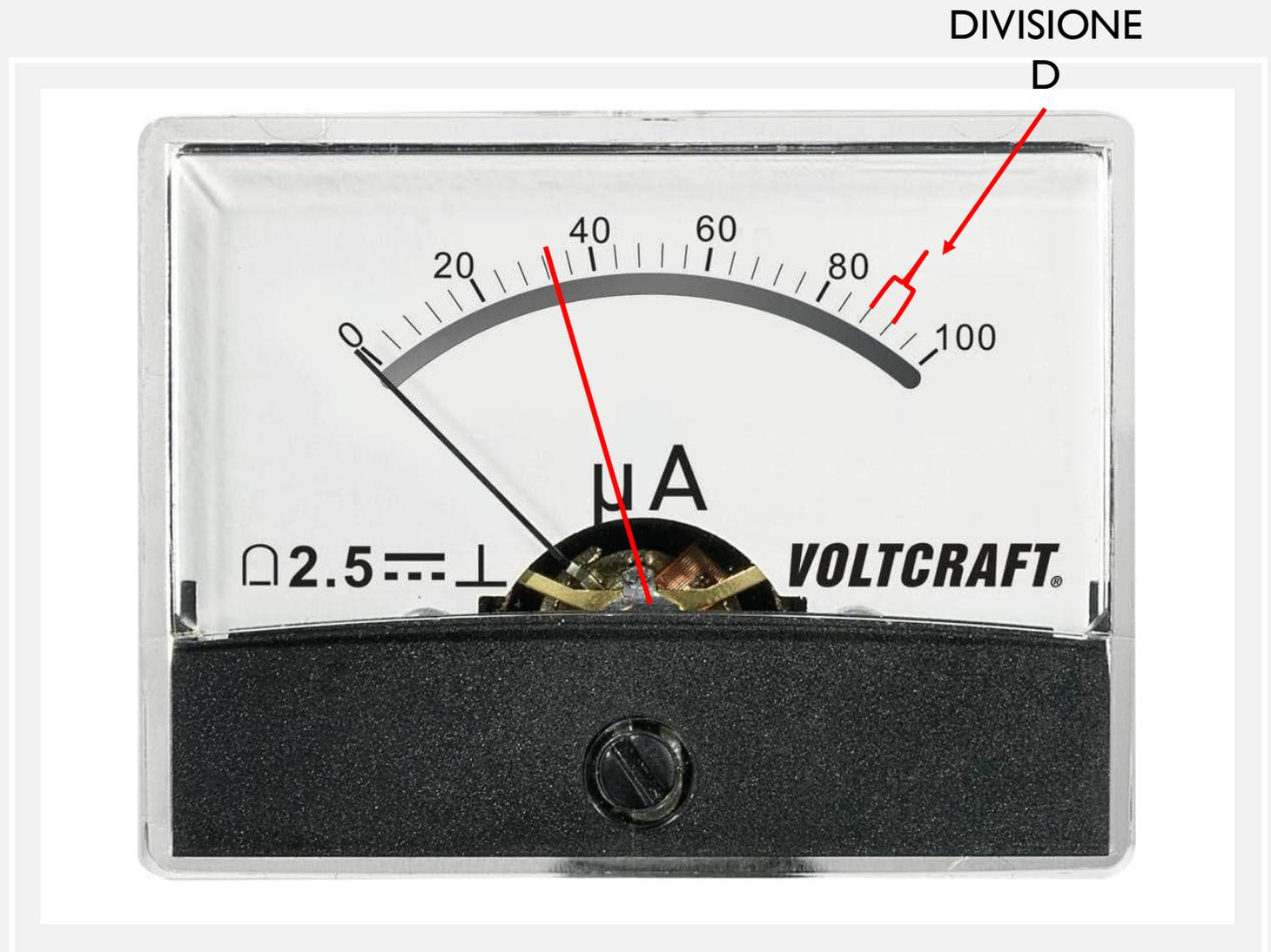


- Conto le divisioni lette **D = 8**
- Numero totale di divisioni **T = 25**
- Portata **P = 100 μ A**
- Calcolo il valore di una divisione

$$K = \frac{P}{T} = \frac{100}{25} = 4 \mu A/div$$

- Calcolo il valore misurato

$$Misura = D * K = 8 * 4 = 32 \mu A$$



QUALE ERRORE STIAMO
FACENDO?

CLASSE DI PRECISIONE

La classe di precisione CL è l'errore massimo che si può commettere con lo strumento. Questo numero è una percentuale.

CL è indicato sullo strumento e può essere:

CL = 0,1 – 0,2 – 0,5 – 1 – 1,5 – 2,5 – 5

Lo strumento più preciso ha CL = 0,1 mentre il meno preciso ha CL = 5



CALCOLIAMO L'ERRORE

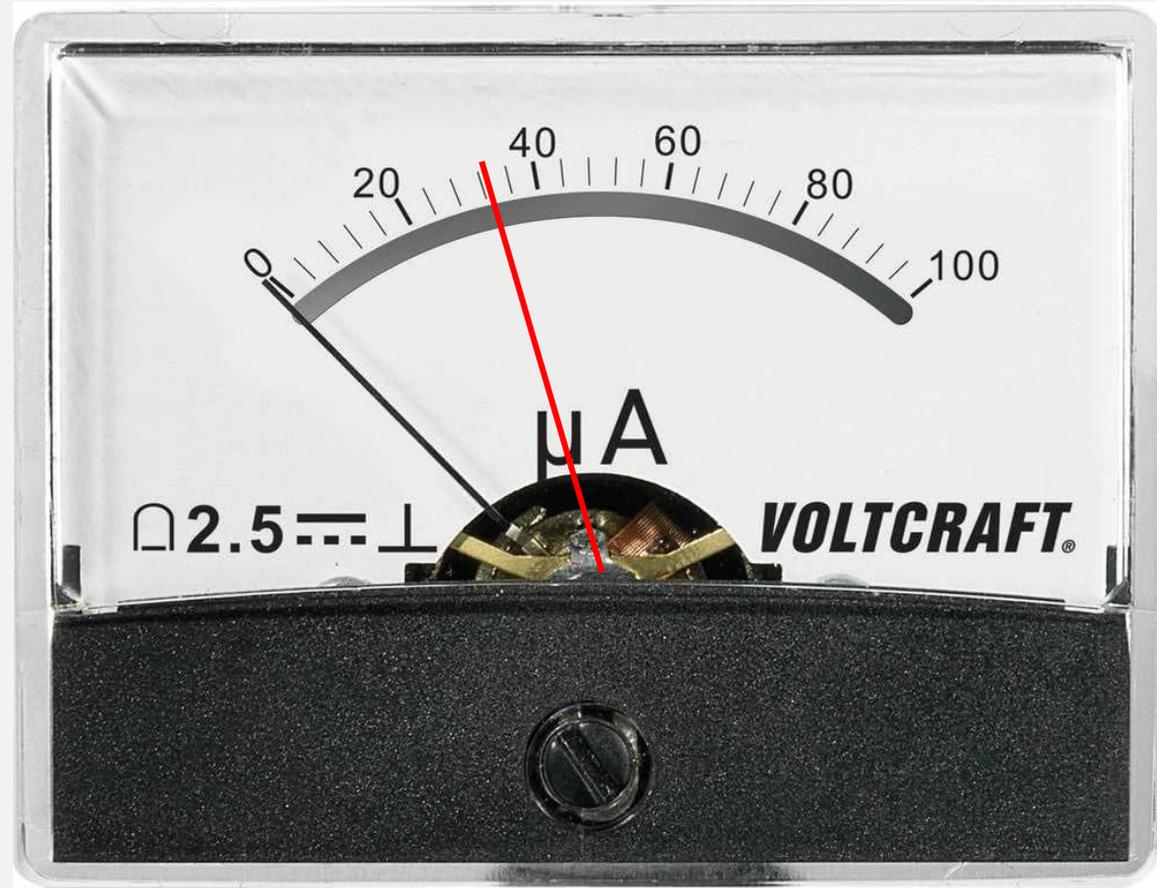
$$ERRORE = \pm \frac{CL * PORTATA}{100}$$

Nel nostro caso

$$ERRORE = \pm \frac{2,5 * 100}{100} = \pm 2,5 \mu A$$

QUANTO ABBIAMO MISURATO?

Misura = 32 ± 2,5 μA



ABBIAMO UN ERRORE GRANDE?

USIAMO LA PERCENTUALE

$$ERRORE\% = \pm \frac{ERRORE}{VALORE\ MISURATO} * 100$$

Nel nostro caso

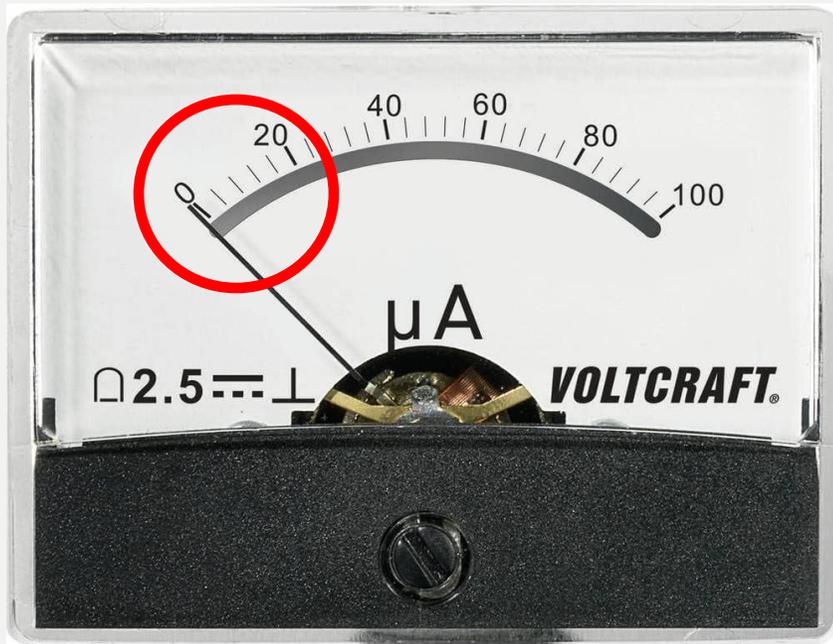
$$ERRORE\% = \pm \frac{2,5}{32} * 100 = \pm 7,8 \%$$

Se avessimo misurato 8 uA allora l'errore sarebbe stato in percentuale più grande

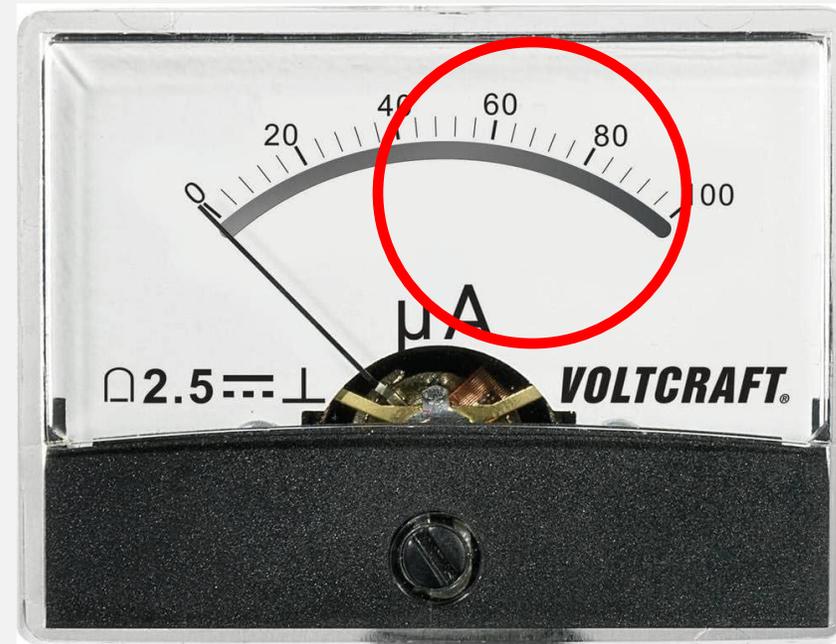
$$ERRORE\% = \pm \frac{2,5}{8} * 100 = \pm 31 \%$$

ERRORE PUÒ ESSERE PIÙ GRANDE

ERRORE
GRANDE



ERRORE
PICCOLO



TUTTO DIPENDE DALLA CLASSE
DELLO STRUMENTO

STRUMENTO DIGITALE

MULTIMETRO



FACCIAMO UNA MISURA DI TENSIONE IN AC

Impostiamo correttamente lo strumento sul volt in AC ed effettuiamo la misura

Leggiamo 1000 V

Cosa dobbiamo tenere ora in considerazione ? La misura letta che precisione ha ?

DOBBIAMO LEGGERE LA SCHEDA TECNICA DELLO STRUMENTO

Funzione	Gamma \pm ([% della lettura] + [conteggi])1	Risoluzione	Precisione
Modello 175			
Tensione AC ^{2,3}	600,0 mV	0,1 mV	1,0% + 3 (tra 45 Hz e 500 Hz)
	6,000 V	0,001 V	
	60,00 V	0,01 V	
	600,0 V	0,1 V	
	PORTATA	1000 V	1 V
		RISOLUZIONE	PRECISIONE

MISURA + ERRORE

- Misurazione letta: 1000 V
- Calcolo dell'errore: abbiamo 2% + 3

$$ERRORE = \pm \frac{ERRORE\% * VALORE MISURATO}{100} = \pm \frac{2\% * 1000}{100} = \pm 20 V$$

- Il +3 sta ad indicare che vanno aggiunte tre cifre al valore di errore

Noi a schermo leggiamo 1000, quindi noi abbiamo 0001 come cifra più piccola leggibile in queste condizioni. Allora

$$0001 * 3 = 0003 = 3V$$

MISURA

La misura corretta è:

$$\text{TENSIONE} = 1000 \pm 23\text{V}$$