



Campionamento di accettazione

Acceptance Sampling

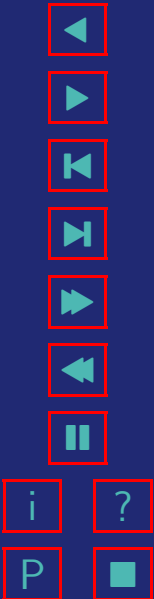


Contents

1	Ispezioni di accettazione	5
2	Ispezioni di accettazione - 2	6
3	Accettazione per campionamento	7
4	Piano di campionamento	8
5	Possibilità di prendere una decisione errata	9
6	Esempio di campionamento	10
7	Esempio di campionamento - 2	11
8	Curva operativa	12
9	Curva operativa - grafico	13
10	Uni 4842	14



11 LQA – Livello di qualità accettabile	15
12 Severità del collaudo	16
13 Piano di campionamento	17
14 Codice letterale	18
15 Scelta del piano di campionamento	19
16 Campionamento semplice	20
17 Campionamento semplice - collaudo ordinario	21
18 Campionamento doppio	22
19 Campionamento doppio - 2	23
20 Campionamento doppio - collaudo ordinario	24
21 Qualità media risultante - QMR	25





22	Qualità media risultante - 2	26
23	Costi dell'ispezione	27
24	Costi dell'ispezione - 2	28
25	Numerosità media del campione	29
26	LQT - Limite di qualità tollerabile	30
27	Collaudo statistico per variabili	31
28	UNI 7371	32
29	UNI 7371 - (segue)	33
30	UNI 7371 - Valori di n e k_{acc}	34



Ispezioni di accettazione



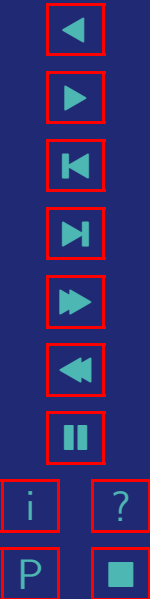
Ispezioni di accettazione

- ispezione al 100%



Ispezioni di accettazione

- ispezione al 100%
 - costosa



Ispezioni di accettazione

- ispezione al 100%
 - costosa
 - non sempre possibile
 - * controlli distruttivi
 - * controlli costosi
 - * produzione di larghissima serie



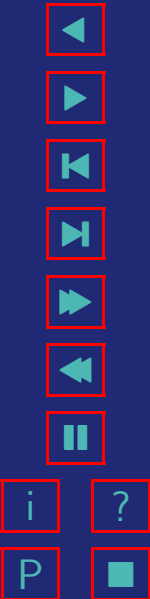
Ispezioni di accettazione

- ispezione al 100%
 - costosa
 - non sempre possibile
 - * controlli distruttivi
 - * controlli costosi
 - * produzione di larghissima serie
 - diretta la responsabilità della qualità sull'ispettore



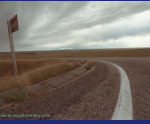
Ispezioni di accettazione

- ispezione al 100%
 - costosa
 - non sempre possibile
 - * controlli distruttivi
 - * controlli costosi
 - * produzione di larghissima serie
 - diretta la responsabilità della qualità sull'ispettore
- ispezione per campionamento



Ispezioni di accettazione

- ispezione al 100%
 - costosa
 - non sempre possibile
 - * controlli distruttivi
 - * controlli costosi
 - * produzione di larghissima serie
 - diretta la responsabilità della qualità sull'ispettore
- ispezione per campionamento
 - alcune unità, sperabilmente la maggior parte, non vengono esaminate



Ispezioni di accettazione

- ispezione al 100%
 - costosa
 - non sempre possibile
 - * controlli distruttivi
 - * controlli costosi
 - * produzione di larghissima serie
 - diretta la responsabilità della qualità sull'ispettore
- ispezione per campionamento
 - alcune unità, sperabilmente la maggior parte, non vengono esaminate
 - la decisione è affetta da un certo rischio (probabilità di prendere una decisione sbagliata)
 - il rischio può essere prefissato



Ispezioni di accettazione - 2

Potremmo provare ad adottare un metodo di campionamento ad hoc, non fondato su basi statistiche.

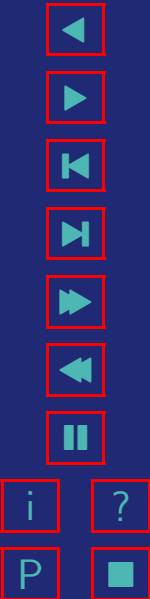


Ispezioni di accettazione - 2

Potremmo provare ad adottare un metodo di campionamento ad hoc, non fondato su basi statistiche.

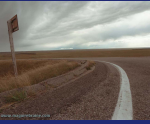
Le conseguenze sarebbero:

- rischi non quantificabili
- nessuna base razionale per il rifiuto o l'accettazione



Accettazione per campionamento

Si estrae dal lotto un campione opportuno, lo si esamina e sulla base dei risultati ottenuti per il campione si decide se accettare o rifiutare il lotto.



Accettazione per campionamento

Si estrae dal lotto un campione opportuno, lo si esamina e sulla base dei risultati ottenuti per il campione si decide se accettare o rifiutare il lotto.

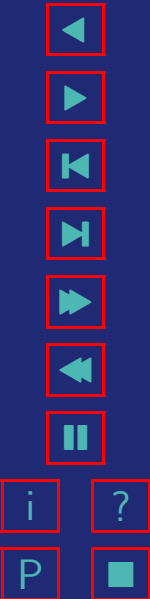
Il campionamento può essere:

per attributi

si esaminano caratteristiche enumerabili (*discrete*)

per variabili

si esaminano caratteristiche misurabili (*continue*)



Piano di campionamento

Un piano di campionamento semplice per attributi è definito da due parametri:



Piano di campionamento

Un piano di campionamento semplice per attributi è definito da due parametri:

n numerosità del campione

na numero di accettazione



Piano di campionamento

Un piano di campionamento semplice per attributi è definito da due parametri:

n numerosità del campione

na numero di accettazione

Se il numero di pezzi non conformi nel campione è minore o uguale a na il lotto viene accettato, altrimenti viene rifiutato.



Piano di campionamento

Un piano di campionamento semplice per attributi è definito da due parametri:

n numerosità del campione

na numero di accettazione

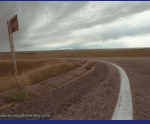
Se il numero di pezzi non conformi nel campione è minore o uguale a na il lotto viene accettato, altrimenti viene rifiutato.

È una decisione su base probabilistica.



Possibilità di prendere una decisione errata

Un lotto conforme è un lotto con frazione di difetti inferiore o uguale a quanto previsto dalle prescrizioni (*specificata contrattuale*).



Possibilità di prendere una decisione errata



Un lotto conforme è un lotto con frazione di difetti inferiore o uguale a quanto previsto dalle prescrizioni (*specificata contrattuale*).

Sono possibili due tipi di decisione sbagliata:

- rifiutare un lotto conforme
errore di prima specie
- accettare un lotto non conforme
errore di seconda specie



Possibilità di prendere una decisione errata



Un lotto conforme è un lotto con frazione di difetti inferiore o uguale a quanto previsto dalle prescrizioni (*specificata contrattuale*).

Sono possibili due tipi di decisione sbagliata:

- rifiutare un lotto conforme
errore di prima specie
- accettare un lotto non conforme
errore di seconda specie

α probabilità che venga rifiutato un lotto conforme
rischio del produttore

β probabilità che venga accettato un lotto non conforme
rischio del committente



Esempio di campionamento

Le caratteristiche che un pezzo deve avere per essere considerato conforme e il livello di qualità accettabile (percentuale di difetti nel lotto) sono definiti sul piano contrattuale.



Esempio di campionamento

Le caratteristiche che un pezzo deve avere per essere considerato conforme e il livello di qualità accettabile (percentuale di difetti nel lotto) sono definiti sul piano contrattuale.

Supponiamo:

Lotto di $N = 4000$ elementi

Livello di qualità accettabile $LQA = 0.25\%$



Esempio di campionamento

Le caratteristiche che un pezzo deve avere per essere considerato conforme e il livello di qualità accettabile (percentuale di difetti nel lotto) sono definiti sul piano contrattuale.

Supponiamo:

Lotto di $N = 4000$ elementi

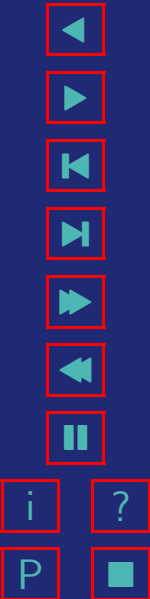
Livello di qualità accettabile $LQA = 0.25\%$

In situazioni *normali* si ottiene il seguente piano di campionamento:

$$n = 200$$

$$na = 1$$

La probabilità di accettare il lotto è quindi uguale alla probabilità che nel campione ci sia al più un elemento non conforme.



Esempio di campionamento - 2

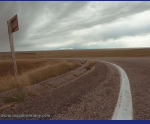
Sia p' la difettosità, ignota, del lotto.



Esempio di campionamento - 2

Sia p' la difettosità, ignota, del lotto.

La probabilità di accettazione segue la distribuzione ipergeometrica, ma questa si può approssimare, nel nostro caso, con la distribuzione binomiale (o anche con quella di Poisson).



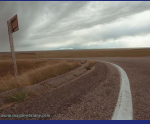
Esempio di campionamento - 2

Sia p' la difettosità, ignota, del lotto.

La probabilità di accettazione segue la distribuzione ipergeometrica, ma questa si può approssimare, nel nostro caso, con la distribuzione binomiale (o anche con quella di Poisson).

Calcoliamo la probabilità di accettazione per $p' = LQA = 0.0025$

$$P_{acc} = P_{200,0.0025}(0) + P_{200,0.0025}(1)$$



Esempio di campionamento - 2

Sia p' la difettosità, ignota, del lotto.

La probabilità di accettazione segue la distribuzione ipergeometrica, ma questa si può approssimare, nel nostro caso, con la distribuzione binomiale (o anche con quella di Poisson).

Calcoliamo la probabilità di accettazione per $p' = LQA = 0.0025$

$$\begin{aligned} P_{acc} &= P_{200,0.0025}(0) + P_{200,0.0025}(1) \\ &= \binom{200}{0} 0.0025^0 0.9975^{200} + \binom{200}{1} 0.0025^1 0.9975^{199} \end{aligned}$$



Esempio di campionamento - 2

Sia p' la difettosità, ignota, del lotto.

La probabilità di accettazione segue la distribuzione ipergeometrica, ma questa si può approssimare, nel nostro caso, con la distribuzione binomiale (o anche con quella di Poisson).

Calcoliamo la probabilità di accettazione per $p' = LQA = 0.0025$

$$\begin{aligned} P_{acc} &= P_{200,0.0025}(0) + P_{200,0.0025}(1) \\ &= \binom{200}{0} 0.0025^0 0.9975^{200} + \binom{200}{1} 0.0025^1 0.9975^{199} \\ &= 0.91 \end{aligned}$$



Esempio di campionamento - 2

Sia p' la difettosità, ignota, del lotto.

La probabilità di accettazione segue la distribuzione ipergeometrica, ma questa si può approssimare, nel nostro caso, con la distribuzione binomiale (o anche con quella di Poisson).

Calcoliamo la probabilità di accettazione per $p' = LQA = 0.0025$

$$\begin{aligned} P_{acc} &= P_{200,0.0025}(0) + P_{200,0.0025}(1) \\ &= \binom{200}{0} 0.0025^0 0.9975^{200} + \binom{200}{1} 0.0025^1 0.9975^{199} \\ &= 0.91 \end{aligned}$$

Se il fornitore vuole che non gli vengano rifiutati troppi lotti, la difettosità deve essere molto minore dell' LQA .



Curva operativa

La *curva operativa* del piano di campionamento è un grafico che dà la probabilità di accettazione in funzione della difettosità del lotto.



Curva operativa

La *curva operativa* del piano di campionamento è un grafico che dà la probabilità di accettazione in funzione della difettosità del lotto.

Una curva operativa ideale dovrebbe presentare un andamento a scalino:

- per difettosità del lotto $p' \leq LQA$ la probabilità di accettazione dovrebbe essere $P = 1$;



Curva operativa

La *curva operativa* del piano di campionamento è un grafico che dà la probabilità di accettazione in funzione della difettosità del lotto.

Una curva operativa ideale dovrebbe presentare un andamento a scalino:

- per difettosità del lotto $p' \leq LQA$ la probabilità di accettazione dovrebbe essere $P = 1$;
- per difettosità del lotto $p' > LQA$ la probabilità di accettazione dovrebbe essere $P = 0$.



Curva operativa

La *curva operativa* del piano di campionamento è un grafico che dà la probabilità di accettazione in funzione della difettosità del lotto.

Una curva operativa ideale dovrebbe presentare un andamento a scalino:

- per difettosità del lotto $p' \leq LQA$ la probabilità di accettazione dovrebbe essere $P = 1$;
- per difettosità del lotto $p' > LQA$ la probabilità di accettazione dovrebbe essere $P = 0$.

Naturalmente la curva ideale la si può ottenere solo con un'ispezione al 100%.

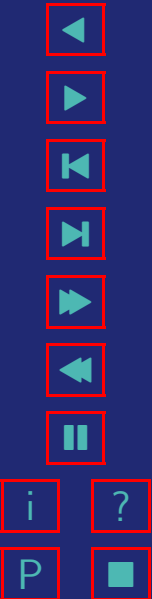
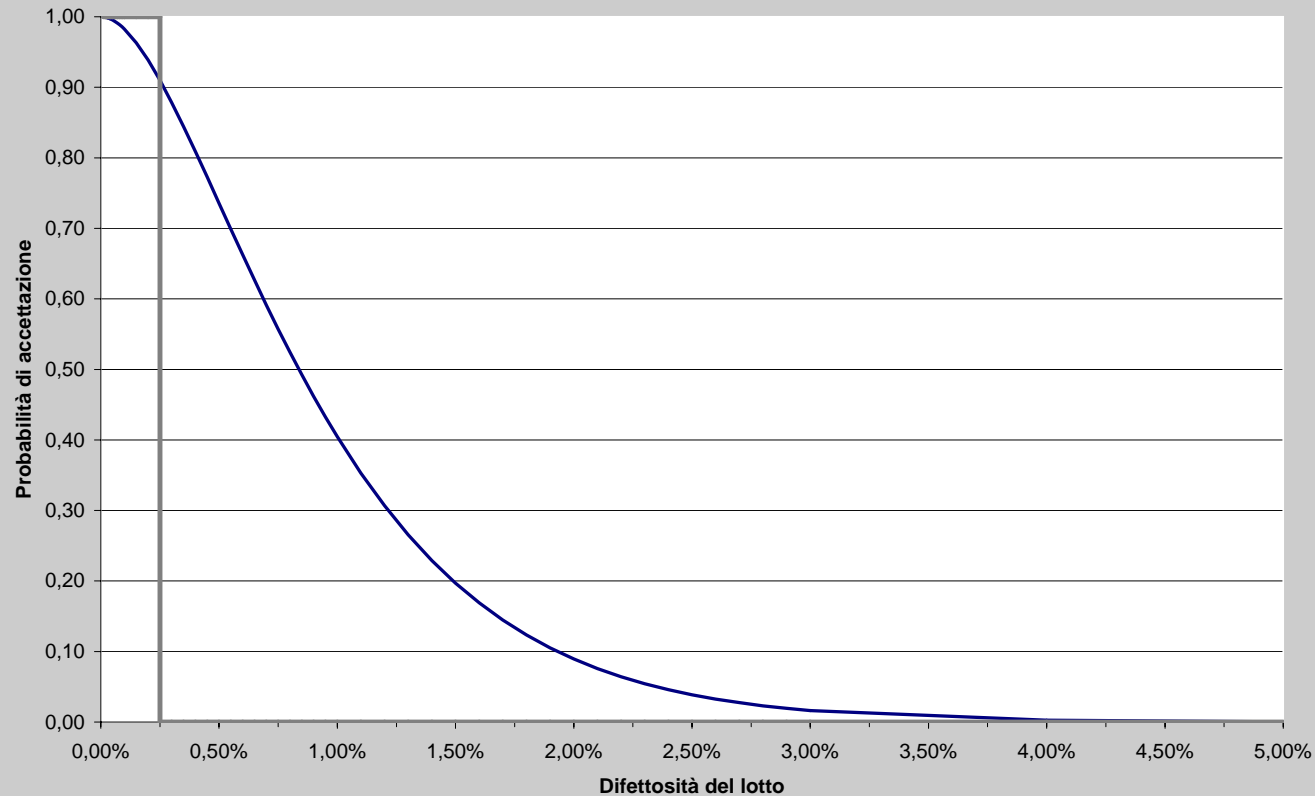
La curva di un *buon* piano di campionamento dovrebbe partire orizzontalmente e presentare una discesa ripida.



Curva operativa - grafico

Curva operativa del piano di campionamento precedente e curva operativa ideale

Curva operativa



Uni 4842

La norma di riferimento in Italia è:

UNI 4842-75

Metodi Statistici per il controllo della qualità

Procedimento di collaudo statistico per attributi



Uni 4842

La norma di riferimento in Italia è:

UNI 4842-75

Metodi Statistici per il controllo della qualità

Procedimento di collaudo statistico per attributi

Essa, come tutte le altre norme internazionali sull'argomento, deriva dallo standard *MIL Std 105-D*, emesso dal Dipartimento della Difesa USA e utilizzato nelle forniture militari.



LQA – Livello di qualità accettabile

Il livello di qualità accettabile è la percentuale massima di unità non conformi che, per gli scopi del collaudo per campionamento, può essere considerata soddisfacente come livello medio del processo.



LQA – Livello di qualità accettabile

Il livello di qualità accettabile è la percentuale massima di unità non conformi che, per gli scopi del collaudo per campionamento, può essere considerata soddisfacente come livello medio del processo.

LQA è un valore della percentuale di unità non conformi che l'utente indica come suscettibile di essere accettato nella maggioranza delle volte.



LQA – Livello di qualità accettabile

Il livello di qualità accettabile è la percentuale massima di unità non conformi che, per gli scopi del collaudo per campionamento, può essere considerata soddisfacente come livello medio del processo.

LQA è un valore della percentuale di unità non conformi che l'utilizzatore indica come suscettibile di essere accettato nella maggioranza delle volte.

La designazione di LQA non indica la protezione dell'utilizzatore per i singoli lotti, ma corrisponde più direttamente a ciò che ci si può attendere da una serie di lotti.



LQA – Livello di qualità accettabile

Il livello di qualità accettabile è la percentuale massima di unità non conformi che, per gli scopi del collaudo per campionamento, può essere considerata soddisfacente come livello medio del processo.

LQA è un valore della percentuale di unità non conformi che l'utilizzatore indica come suscettibile di essere accettato nella maggioranza delle volte.

La designazione di LQA non indica la protezione dell'utilizzatore per i singoli lotti, ma corrisponde più direttamente a ciò che ci si può attendere da una serie di lotti.

Per stabilire quale protezione avrà l'utilizzatore occorre far riferimento alla curva operativa.



LQA – Livello di qualità accettabile

Il livello di qualità accettabile è la percentuale massima di unità non conformi che, per gli scopi del collaudo per campionamento, può essere considerata soddisfacente come livello medio del processo.

LQA è un valore della percentuale di unità non conformi che l'utilizzatore indica come suscettibile di essere accettato nella maggioranza delle volte.

La designazione di LQA non indica la protezione dell'utilizzatore per i singoli lotti, ma corrisponde più direttamente a ciò che ci si può attendere da una serie di lotti.

Per stabilire quale protezione avrà l'utilizzatore occorre far riferimento alla curva operativa.

I valori di LQA devono essere specificati nel contratto.



Severità del collaudo

Sono possibili tre gradi di severità del collaudo, denominati ordinario, rinforzato e ridotto



Severità del collaudo

Sono possibili tre gradi di severità del collaudo, denominati ordinario, rinforzato e ridotto

All'inizio del collaudo si adotta il collaudo ordinario.

A seconda dei risultati del collaudo si applicano opportune regole di commutazione.



Severità del collaudo

Sono possibili tre gradi di severità del collaudo, denominati ordinario, rinforzato e ridotto

All'inizio del collaudo si adotta il collaudo ordinario.

A seconda dei risultati del collaudo si applicano opportune regole di commutazione.

Esempio

Se su 5 lotti consecutivi 2 sono stati rifiutati si passa dal collaudo ordinario a quello rinforzato.

Si passa dal collaudo rinforzato a quello ordinario se 5 lotti consecutivi vengono accettati.

...



Severità del collaudo

Sono possibili tre gradi di severità del collaudo, denominati ordinario, rinforzato e ridotto

All'inizio del collaudo si adotta il collaudo ordinario.

A seconda dei risultati del collaudo si applicano opportune regole di commutazione.

Esempio

Se su 5 lotti consecutivi 2 sono stati rifiutati si passa dal collaudo ordinario a quello rinforzato.

Si passa dal collaudo rinforzato a quello ordinario se 5 lotti consecutivi vengono accettati.

...

Nel caso che 10 lotti consecutivi abbiano subito il collaudo rinforzato, il collaudo statistico è interrotto in attesa di misure volte a migliorare il processo.



Piano di campionamento

Un piano di campionamento indica il numero di unità che devono essere collaudate e i criteri per l'accettazione.



Piano di campionamento

Un piano di campionamento indica il numero di unità che devono essere collaudate e i criteri per l'accettazione.

Livello di collaudo

Il livello del collaudo determina la relazione tra la numerosità del lotto e quella del campione; esso è prestabilito.



Piano di campionamento

Un piano di campionamento indica il numero di unità che devono essere collaudate e i criteri per l'accettazione.

Livello di collaudo

Il livello del collaudo determina la relazione tra la numerosità del lotto e quella del campione; esso è prestabilito.

Per la generalità delle applicazioni la norma prevede tre livelli di collaudo generale, designati con *I*, *II* e *III*; qualora non sia esplicitamente previsto diversamente, si usa il livello *II*.



Piano di campionamento

Un piano di campionamento indica il numero di unità che devono essere collaudate e i criteri per l'accettazione.

Livello di collaudo

Il livello del collaudo determina la relazione tra la numerosità del lotto e quella del campione; esso è prestabilito.

Per la generalità delle applicazioni la norma prevede tre livelli di collaudo generale, designati con *I*, *II* e *III*; qualora non sia esplicitamente previsto diversamente, si usa il livello *II*.

Sono previsti inoltre quattro livelli speciali supplementari, da *S1* a *S4*, che possono essere adottati quando sono necessari campioni poco numerosi e sono ammessi maggiori rischi.



Codice letterale

In funzione della numerosità del lotto e del livello di collaudo prescelto, si determina un codice letterale. Tanto *più grande* la lettera, tanto maggiore la numerosità del campione.

Numerosità del lotto N			Livelli speciali				Livelli generali		
			S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2	fino a	8	A	A	A	A	A	B	
9	fino a	15	A	A	A	A	B	C	
16	fino a	25	A	A	B	B	C	D	
26	fino a	50	A	B	B	C	C	E	
51	fino a	90	B	B	C	C	E	F	
91	fino a	150	B	B	C	D	F	G	
151	fino a	280	B	C	D	E	G	H	
281	fino a	500	B	C	D	E	H	J	
501	fino a	1200	C	C	E	F	J	K	
1201	fino a	3200	C	D	E	G	K	L	
3201	fino a	10000	C	D	F	G	L	M	
10001	fino a	35000	C	D	F	H	M	N	
35001	fino a	150000	D	E	G	J	N	P	
150001	fino a	500000	D	E	G	J	P	Q	
500001	e oltre		D	E	H	K	Q	R	



Scelta del piano di campionamento

Con la lettera di codice trovata e l'*LQA* si determina il piano di campionamento.

Ci sono tre tipi di piano:



Scelta del piano di campionamento

Con la lettera di codice trovata e l'*LQA* si determina il piano di campionamento.

Ci sono tre tipi di piano:

1. **semplice**: un solo campione
2. **doppio**: due campioni
3. **multiplo**: più di due campioni



Scelta del piano di campionamento

Con la lettera di codice trovata e l'*LQA* si determina il piano di campionamento.

Ci sono tre tipi di piano:

1. **semplice**: un solo campione
2. **doppio**: due campioni
3. **multiplo**: più di due campioni

La scelta viene fatta tenendo conto di:

- difficoltà nella gestione dei campioni
crescente dal piano semplice al doppio al multiplo
- numero medio di unità collaudate
decrescente dal piano semplice al doppio al multiplo



Scelta del piano di campionamento

Con la lettera di codice trovata e l' LQA si determina il piano di campionamento.

Ci sono tre tipi di piano:

1. **semplice**: un solo campione
2. **doppio**: due campioni
3. **multiplo**: più di due campioni

La scelta viene fatta tenendo conto di:

- difficoltà nella gestione dei campioni
crescente dal piano semplice al doppio al multiplo
- numero medio di unità collaudate
decrescente dal piano semplice al doppio al multiplo

Per alcune lettere di codice e valori di LQA il piano di campionamento doppio non esiste e si adotta il piano di campionamento semplice corrispondente; analogamente quando il piano di campionamento multiplo non esiste si adotta quello doppio.



Campionamento semplice

Un piano di campionamento semplice è definito da:

- n numerosità del campione
- na numero di accettazione
- nr numero di rifiuto



Campionamento semplice

Un piano di campionamento semplice è definito da:

n numerosità del campione

na numero di accettazione

nr numero di rifiuto

Se il numero di unità non conformi nel campione è inferiore o uguale a na il lotto è accettato.

Se il numero di unità non conformi nel campione è maggiore o uguale a nr il lotto è respinto.



Campionamento semplice

Un piano di campionamento semplice è definito da:

n numerosità del campione

na numero di accettazione

nr numero di rifiuto

Se il numero di unità non conformi nel campione è inferiore o uguale a na il lotto è accettato.

Se il numero di unità non conformi nel campione è maggiore o uguale a nr il lotto è respinto.

Nel collaudo ordinario e nel collaudo rinforzato è sempre $nr = na + 1$.

Nel collaudo ridotto si può verificare che venga superato in numero di accettazione, ma non venga raggiunto il numero di rifiuto.

In tal caso il lotto è accettato, ma, per i lotti successivi, bisogna passare al collaudo ordinario.



Campionamento semplice - collaudo ordinario



Prospetto II-A - Piani di campionamento semplice per il collaudo ordinario (prospetto generale)

Lettera di codice	Numerosità campione	Livello di qualità accettabile per il collaudo ordinario																										
		0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000	
		NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
C	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
D	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
E	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
F	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
G	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
H	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
J	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
K	125	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
L	200	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
M	315	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
N	500	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
P	800	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
Q	1250	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
R	2000	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	

↙ Usare il primo piano di campionamento sotto la freccia. Se la numerosità del campione uguaglia o supera quella del lotto, collaudare al 100%.

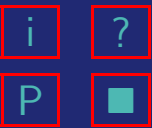
↗ Usare il primo piano di campionamento sopra la freccia.

NA Numero di accettazione

NR .Numero di rifiuto

SEMPLICE
ORDINARIO

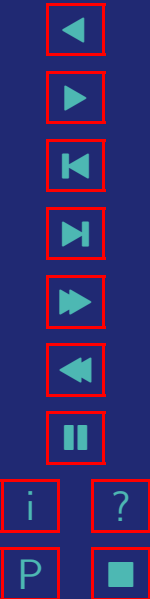
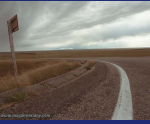
(segue)



Campionamento doppio

Un piano di campionamento doppio è definito da:

- n_1 numerosità del primo campione
- n_2 numerosità del secondo campione
- na_1 numero di accettazione del primo campione
- nr_1 numero di rifiuto del primo campione
- na_2 numero di accettazione totale
- nr_2 numero di rifiuto totale



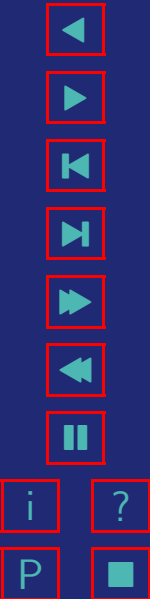
Campionamento doppio

Un piano di campionamento doppio è definito da:

- n_1 numerosità del primo campione
- n_2 numerosità del secondo campione
- na_1 numero di accettazione del primo campione
- nr_1 numero di rifiuto del primo campione
- na_2 numero di accettazione totale
- nr_2 numero di rifiuto totale

Se il numero di unità non conformi nel primo campione è $\leq na_1$ il lotto è accettato.

Lotti molto buoni sono accettati immediatamente



Campionamento doppio

Un piano di campionamento doppio è definito da:

- n_1 numerosità del primo campione
- n_2 numerosità del secondo campione
- na_1 numero di accettazione del primo campione
- nr_1 numero di rifiuto del primo campione
- na_2 numero di accettazione totale
- nr_2 numero di rifiuto totale

Se il numero di unità non conformi nel primo campione è $\leq na_1$ il lotto è accettato.

Lotti molto buoni sono accettati immediatamente

Se il numero di unità non conformi nel primo campione è $\geq nr_1$ il lotto è respinto.

Lotti molto difettosi sono respinti immediatamente



Campionamento doppio



Un piano di campionamento doppio è definito da:

- n_1 numerosità del primo campione
- n_2 numerosità del secondo campione
- na_1 numero di accettazione del primo campione
- nr_1 numero di rifiuto del primo campione
- na_2 numero di accettazione totale
- nr_2 numero di rifiuto totale

Se il numero di unità non conformi nel primo campione è $\leq na_1$ il lotto è accettato.

Lotti molto buoni sono accettati immediatamente

Se il numero di unità non conformi nel primo campione è $\geq nr_1$ il lotto è respinto.

Lotti molto difettosi sono respinti immediatamente

Altrimenti si preleva il secondo campione.

Lotti di qualità incerta vengono ritestati



Campionamento doppio - 2

I numeri di unità non conformi nel primo e secondo campione vengono sommati.



Campionamento doppio - 2

I numeri di unità non conformi nel primo e secondo campione vengono sommati.

Se il numero totale di unità non conformi è minore o uguale a na_2 il lotto viene accettato.

Se il numero totale di unità non conformi è maggiore o uguale a nr_2 il lotto viene respinto.



Campionamento doppio - 2

I numeri di unità non conformi nel primo e secondo campione vengono sommati.

Se il numero totale di unità non conformi è minore o uguale a na_2 il lotto viene accettato.

Se il numero totale di unità non conformi è maggiore o uguale a nr_2 il lotto viene respinto.

Un piano di campionamento doppio è più efficiente del piano di campionamento semplice corrispondente, in quanto, in media, richiede di ispezionare un numero di unità minore.



Campionamento doppio - 2

I numeri di unità non conformi nel primo e secondo campione vengono sommati.

Se il numero totale di unità non conformi è minore o uguale a na_2 il lotto viene accettato.

Se il numero totale di unità non conformi è maggiore o uguale a nr_2 il lotto viene respinto.

Un piano di campionamento doppio è più efficiente del piano di campionamento semplice corrispondente, in quanto, in media, richiede di ispezionare un numero di unità minore.

Inoltre il piano di campionamento doppio presenta un vantaggio di natura psicologica, di supporto alla decisione. Invece di avere una soglia di discriminazione netta, ho una zona di incertezza: in tal caso prendo un campione ulteriore, aumentando la potenza del test.



Campionamento doppio - 2

I numeri di unità non conformi nel primo e secondo campione vengono sommati.

Se il numero totale di unità non conformi è minore o uguale a na_2 il lotto viene accettato.

Se il numero totale di unità non conformi è maggiore o uguale a nr_2 il lotto viene respinto.

Un piano di campionamento doppio è più efficiente del piano di campionamento semplice corrispondente, in quanto, in media, richiede di ispezionare un numero di unità minore.

Inoltre il piano di campionamento doppio presenta un vantaggio di natura psicologica, di supporto alla decisione. Invece di avere una soglia di discriminazione netta, ho una zona di incertezza: in tal caso prendo un campione ulteriore, aumentando la potenza del test.

Esistono anche piani di campionamento multipli, ma l'aumentata complessità della gestione fa sì che ad essi si ricorra solo in situazioni particolari.



Campionamento doppio - collaudo ordinario



Prospetto III-A - Piani di campionamento doppio per il collaudo ordinario (prospetto generale)

Lettera di codice Campione	Numerosità campione	Numerosità complessiva campione	Livello di qualità accettabile per il collaudo ordinario																										
			0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000	
			NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR	NA NR
A			↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
B	Primo Secon.	2 4	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
C	Primo Secon.	3 6	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
D	Primo Secon.	5 10	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
E	Primo Secon.	8 16	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
F	Primo Secon.	13 26	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
G	Primo Secon.	20 40	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
H	Primo Secon.	32 64	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
J	Primo Secon.	50 100	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
K	Primo Secon.	80 160	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
L	Primo Secon.	125 250	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
M	Primo Secon.	200 400	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
N	Primo Secon.	315 630	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
P	Primo Secon.	500 1000	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
Q	Primo Secon.	800 1600	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
R	Primo Secon.	1250 2500	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓

↙ Usare il primo piano di campionamento sotto la freccia. Se la numerosità del campione uguaglia o supera quella del lotto, collaudare al 100%.

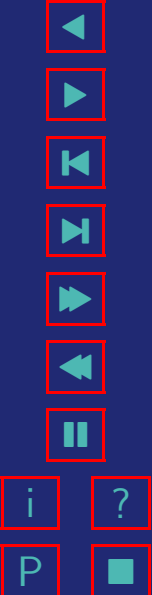
↘ Usare il primo piano di campionamento sopra la freccia.

NA Numero di accettazione

NR Numero di rifiuto

* Usare il piano di campionamento semplice corrispondente (o in alternativa usare il piano di campionamento doppio sottostante, se disponibile).

DOPPIO
ORDINARIO



Qualità media risultante - *QMR*

La qualità media risultante è la frazione media di difetti nel prodotto che esce dal collaudo.



Qualità media risultante - *QMR*



La qualità media risultante è la frazione media di difetti nel prodotto che esce dal collaudo.

Se tutti i lotto scartati vengono ispezionati al 100% e le unità non conformi rimpiazzate, si ha

$$QMR = p'P + 0(1 - P) = p'P$$

dove P è la probabilità di accettazione e p' la difettosità del lotto.



Qualità media risultante - *QMR*



La qualità media risultante è la frazione media di difetti nel prodotto che esce dal collaudo.

Se tutti i lotto scartati vengono ispezionati al 100% e le unità non conformi rimpiazzate, si ha

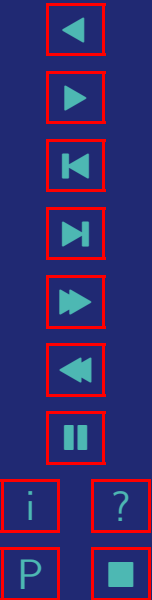
$$QMR = p'P + 0(1 - P) = p'P$$

dove P è la probabilità di accettazione e p' la difettosità del lotto.

Il prodotto Pp' si ricava dalla curva operativa del piano di campionamento.



Qualità media risultante - 2



Qualità media risultante - 2

$$QMR = 0$$

per $p' = 0$

tutti i lotti sono accettati



Qualità media risultante - 2

$QMR = 0$ per $p' = 0$
tutti i lotti sono accettati

QMR bassa per p' piccola
molti lotti sono accettati



Qualità media risultante - 2

$QMR = 0$ per $p' = 0$
tutti i lotti sono accettati

QMR bassa per p' piccola
molti lotti sono accettati

$QMR = 0$ per $p' = 1$
tutti i lotti sono respinti



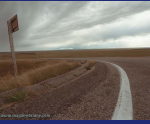
Qualità media risultante - 2

$QMR = 0$ per $p' = 0$
tutti i lotti sono accettati

QMR bassa per p' piccola
molti lotti sono accettati

$QMR = 0$ per $p' = 1$
tutti i lotti sono respinti

QMR bassa per p' grande
molti lotti sono reinspezionati



Qualità media risultante - 2

$QMR = 0$ per $p' = 0$
tutti i lotti sono accettati

QMR bassa per p' piccola
molti lotti sono accettati

$QMR = 0$ per $p' = 1$
tutti i lotti sono respinti

QMR bassa per p' grande
molti lotti sono reispezionati

QMR deve avere un massimo.

Questo massimo si chiama *Limite della qualità media risultante - LQMR*.



Qualità media risultante - 2

$QMR = 0$ per $p' = 0$
tutti i lotti sono accettati

QMR bassa per p' piccola
molti lotti sono accettati

$QMR = 0$ per $p' = 1$
tutti i lotti sono respinti

QMR bassa per p' grande
molti lotti sono reinspezzati

QMR deve avere un massimo.

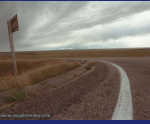
Questo massimo si chiama *Limite della qualità media risultante - LQMR*.

La norma *UNI 4842* riporta i valori di *LQMR* per ogni piano di campionamento semplice, per il collaudo ordinario e rinforzato.



Costi dell'ispezione

A parte i costi fissi, predisposizione del sistema, strumentazione e sua gestione, ecc., i costi dell'ispezione sono proporzionali al numero di unità ispezionate.



Costi dell'ispezione

A parte i costi fissi, predisposizione del sistema, strumentazione e sua gestione, ecc., i costi dell'ispezione sono proporzionali al numero di unità ispezionate.

La grandezza che permette di valutare i costi è quindi il numero medio totale di pezzi ispezionati per un dato valore di p' .

Nelle norme UNI essa non è presa in considerazione; in inglese si chiama

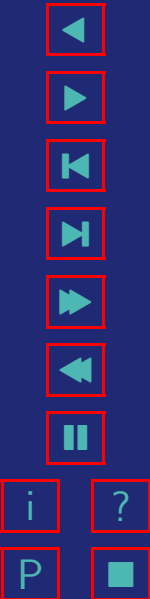
ATI - Average Total Inspected



Costi dell'ispezione - 2



Nel caso che i lotti scartati vengano controllati al 100% e le unità non conformi rimpiazzate, si ha, in prima approssimazione:

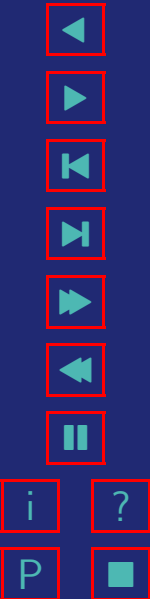


Costi dell'ispezione - 2

Nel caso che i lotti scartati vengano controllati al 100% e le unità non conformi rimpiazzate, si ha, in prima approssimazione:

Per campionamento semplice

$$ATI = nP + N(1 - P)$$



Costi dell'ispezione - 2



Nel caso che i lotti scartati vengano controllati al 100% e le unità non conformi rimpiazzate, si ha, in prima approssimazione:

Per campionamento semplice

$$ATI = nP + N(1 - P)$$

Per campionamento doppio

$$ATI = n_1P_1 + (n_1 + n_2)P_2 + N [1 - (P_1 + P_2)]$$



Numerosità media del campione

La numerosità media del campione è il numero medio di unità che presumibilmente sarà necessario sottoporre a ispezione, per un dato valore di p' , per poter decidere e accettare o meno il lotto.

Per campionamento semplice essa è ovviamente uguale a n .



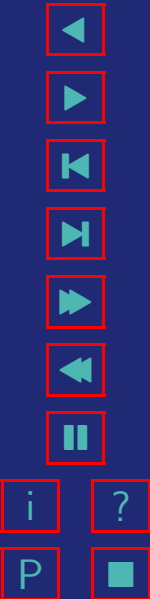
Numerosità media del campione

La numerosità media del campione è il numero medio di unità che presumibilmente sarà necessario sottoporre a ispezione, per un dato valore di p' , per poter decidere e accettare o meno il lotto.

Per campionamento semplice essa è ovviamente uguale a n .

Per campionamento doppio vale

$$n_1 + P(\text{prendere un secondo campione}) \cdot n_2$$



Numerosità media del campione

La numerosità media del campione è il numero medio di unità che presumibilmente sarà necessario sottoporre a ispezione, per un dato valore di p' , per poter decidere e accettare o meno il lotto.

Per campionamento semplice essa è ovviamente uguale a n .

Per campionamento doppio vale

$$n_1 + P(\text{prendere un secondo campione}) \cdot n_2$$

La norma *UNI 4842* riporta alcune curve che permettono di ricavare valori approssimati della numerosità media del campione per i vari piani di campionamento doppi e multipli.



***LQT* - Limite di qualità tollerabile**

I piani di campionamento visti finora sono previsti per una serie di lotti fabbricati in un certo periodo di tempo.



LQT - Limite di qualità tollerabile

I piani di campionamento visti finora sono previsti per una serie di lotti fabbricati in un certo periodo di tempo.

Nel caso di lotto isolato conviene scegliere il piano di campionamento fissando, oltre l' LQA , il limite di qualità tollerabile (LQT) e il rischio del committente β .

Il limite di qualità tollerabile è definito come quel livello di difettosità del lotto per il quale la probabilità di accettazione vale β .



LQT - Limite di qualità tollerabile

I piani di campionamento visti finora sono previsti per una serie di lotti fabbricati in un certo periodo di tempo.

Nel caso di lotto isolato conviene scegliere il piano di campionamento fissando, oltre l'*LQA*, il limite di qualità tollerabile (*LQT*) e il rischio del committente β .

Il limite di qualità tollerabile è definito come quel livello di difettosità del lotto per il quale la probabilità di accettazione vale β .

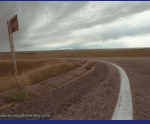
La norma *UNI 4842* riporta i valori di *LQT* che si ottengono dai piani di campionamento semplice, collaudo ordinario, per $\beta = 5\%$ e $\beta = 10\%$.

Valori differenti del rischio del committente si possono ricavare dalle curve operative.



Collaudo statistico per variabili

Nel collaudo statistico per variabili l'accettazione viene fatta basandosi sul valor medio della caratteristica oggetto del collaudo.



Collaudo statistico per variabili

Nel collaudo statistico per variabili l'accettazione viene fatta basandosi sul valor medio della caratteristica oggetto del collaudo.

È caratterizzato da numerosità dei campioni molto ridotte rispetto al collaudo per attributi.



Collaudo statistico per variabili

Nel collaudo statistico per variabili l'accettazione viene fatta basandosi sul valor medio della caratteristica oggetto del collaudo.

È caratterizzato da numerosità dei campioni molto ridotte rispetto al collaudo per attributi.

Si adotta in caso di:

- misurazioni costose o distruttive;
- quando le osservazioni sono già espresse come variabili.



Collaudo statistico per variabili

Nel collaudo statistico per variabili l'accettazione viene fatta basandosi sul valor medio della caratteristica oggetto del collaudo.

È caratterizzato da numerosità dei campioni molto ridotte rispetto al collaudo per attributi.

Si adotta in caso di:

- misurazioni costose o distruttive;
- quando le osservazioni sono già espresse come variabili.

Come esempio prenderemo la norma *UNI 7371 - Procedimento di collaudo statistico per variabili (scarto tipo noto; protezione unilaterale)*.

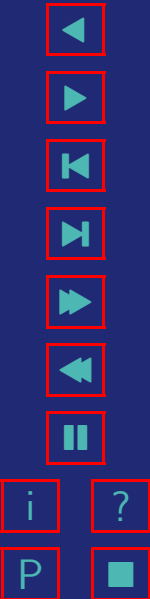




La scelta del piano di campionamento è basata su:

LQAM Livello di qualità accettabile per la media
Valor medio della grandezza oggetto del collaudo tale che
 $P = 1 - \alpha$

LQTM Livello di qualità tollerabile per la media
Valor medio della grandezza oggetto del collaudo tale che
 $P = \beta$



UNI 7371



La scelta del piano di campionamento è basata su:

LQAM Livello di qualità accettabile per la media
Valor medio della grandezza oggetto del collaudo tale che
 $P = 1 - \alpha$

LQTM Livello di qualità tollerabile per la media
Valor medio della grandezza oggetto del collaudo tale che
 $P = \beta$

Le parti dovrebbero scegliere *LQAM* e *LQTM* sulla base di criteri tecnico-economici, tenendo presente l'ordine di grandezza della tolleranza naturale.



UNI 7371 - (segue)

La norma fornisce il piano di campionamento per:

- distribuzione normale
- $\alpha = 0.05$ $\beta = 0.10$

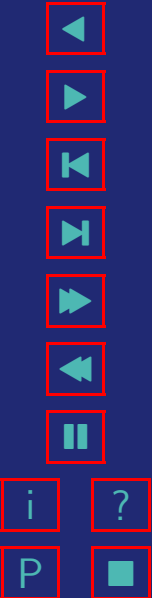


UNI 7371 - (segue)

La norma fornisce il piano di campionamento per:

- distribuzione normale
- $\alpha = 0.05$ $\beta = 0.10$

Procedura:



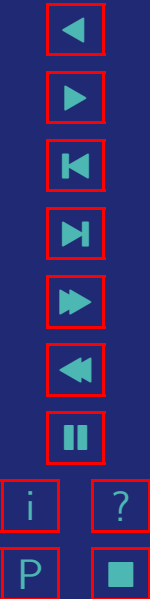
UNI 7371 - (segue)

La norma fornisce il piano di campionamento per:

- distribuzione normale
- $\alpha = 0.05$ $\beta = 0.10$

Procedura:

1. Calcolare $\lambda = \frac{|LQAM - LQTM|}{\sigma}$



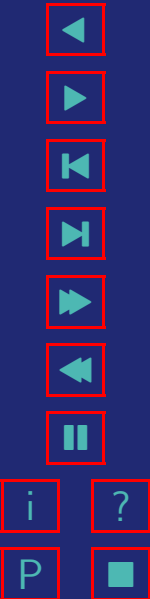
UNI 7371 - (segue)

La norma fornisce il piano di campionamento per:

- distribuzione normale
- $\alpha = 0.05$ $\beta = 0.10$

Procedura:

1. Calcolare $\lambda = \frac{|LQAM - LQTM|}{\sigma}$
2. ricavare dalla tavola n e k_{acc}



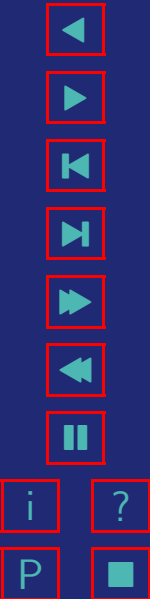
UNI 7371 - (segue)

La norma fornisce il piano di campionamento per:

- distribuzione normale
- $\alpha = 0.05$ $\beta = 0.10$

Procedura:

1. Calcolare $\lambda = \frac{|LQAM - LQTM|}{\sigma}$
2. ricavare dalla tavola n e k_{acc}
3. Accettare il lotto se



UNI 7371 - (segue)

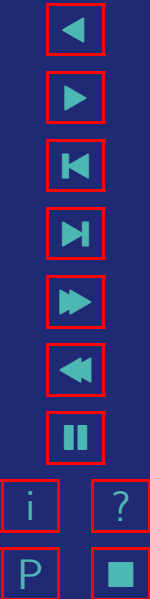
La norma fornisce il piano di campionamento per:

- distribuzione normale
- $\alpha = 0.05$ $\beta = 0.10$

Procedura:

1. Calcolare $\lambda = \frac{|LQAM - LQTM|}{\sigma}$
2. ricavare dalla tavola n e k_{acc}
3. Accettare il lotto se

$$\bar{x} \geq LQAM - k_{acc}\sigma \quad \text{in caso di protezione contro valori bassi}$$



UNI 7371 - (segue)

La norma fornisce il piano di campionamento per:

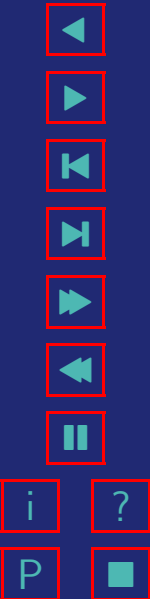
- distribuzione normale
- $\alpha = 0.05$ $\beta = 0.10$

Procedura:

1. Calcolare $\lambda = \frac{|LQAM - LQTM|}{\sigma}$
2. ricavare dalla tavola n e k_{acc}
3. Accettare il lotto se

$\bar{x} \geq LQAM - k_{acc}\sigma$ in caso di protezione contro valori bassi

$\bar{x} \leq LQAM + k_{acc}\sigma$ in caso di protezione contro valori alti



UNI 7371 - Valori di n e k_{acc}

λ	n	k_{acc}
0.30	95	0.168
0.35	70	0.196
0.40	54	0.224
0.45	42	0.252
0.50	34	0.280
0.55	28	0.308
0.60	24	0.336
0.65	20	0.364
0.70	17	0.392
0.75	15	0.420
0.80	13	0.448
0.85	12	0.476
0.90	11	0.504
0.95	9	0.532
1.00	9	0.560
1.10	7	0.616
...		

