

$$n = \left(\frac{Z_\alpha + Z_\beta}{Z_{AQL} + Z_{LTPD}} \right)^2 \overbrace{\left(1 + \frac{K^2}{2} \right)}^{\text{se } \sigma \text{ non nota}}$$
$$K = \frac{-(Z_\alpha Z_{LPTD} + Z_\beta Z_{AQL})}{Z_\alpha + z_\beta}$$
$$Z_{LSI} = \frac{\bar{x} - LSI}{\sigma}$$
$$P_a = \phi \left(\frac{\sqrt{n}(K + Z_p)}{\underbrace{\sqrt{1 + \frac{k^2}{2}}}_{\text{se } \sigma \text{ non nota}}} \right)$$

Metodo K

$$Z_{LSI} \geq K$$

Metodo M

$$Q_{LSI} = Z_{LSI} \sqrt{\frac{n}{n-1}}$$
$$\hat{p} = \phi(-Q_{LSI})$$
$$M = \phi \left(-K \sqrt{\frac{n}{n-1}} \right)$$
$$\hat{p} < M$$

- α
 β
 AQL
 $LTPD$
 AOQ
 $AOQL$
 ATI
- Rischio del fornitore
Rischio del committente
Valore limite di difettosit  al di sopra del quale il fornitore   disposto a vedersi rifiutare il lotto con rischio α
Valore limite di difettosit  al di sotto del quale il commit-
tente accetta il lotto con rischio β
difettosit  media in uscita
difettosit  massima in uscita
Average Total Inspection, numero medio di controlli totali

$$\begin{cases} 1 - \alpha = \sum_{i=0}^c \binom{n}{i} AQL^i (1 - AQL)^{n-i} \\ \beta = \sum_{i=0}^c \binom{n}{i} LTPD^i (1 - LTPD)^{n-i} \end{cases}$$
$$P_a = \sum_{i=1}^c \binom{n}{i} p^i (1 - p)^{n-i}$$

Piano Singolo

	sostituzione	no sostituzione
ATI	$P_a n + (1 - P_a) N$	
AOQ	$\frac{P_a p (N - n)}{N}$	$\frac{P_a p (N - n)}{N - p(ATI)}$
AOQL	$\frac{\partial AOQ}{\partial p} = 0 \rightarrow$ calcolato con p_{max}	

Piano Doppio

	sostituzione	no sostituzione
ATI	$n_1 P_I + (n_1 + n_2) P_{II} + N(1 - P_I - P_{II})$	
AOQ	$\frac{P_I p (N - n_1) + P_{II} p (N - n_1 - n_2)}{N}$	$\frac{P_I p (N - n_1) + P_{II} p (N - n_1 - n_2)}{N - p(ATI)}$
AOQL	$\frac{\partial AOQ}{\partial p} = 0 \rightarrow$ calcolato con p_{max}	
ASN	$n_1 P_I + (n_1 + n_2)(1 - P_I)$	

Piano A Catena

- $P(0, n)$
 $P(1, n)$
- Probabilit  di avere 1 difettoso
Probabilit  di avere 0 difettosi

$$P_a = P(0, n) + P(1, n) P(0, n)^i$$

Errori di ispezione

$$p_e = (1 - p)e_1 + p(1 - e_2)$$
$$p_a(p_e) = p_{eA} - ATI' =$$
$$= \sum [n + (1 - p_{eA})(N - n)] p_{eA}^i =$$
$$= \frac{n + (1 - p_{eA})(N - n)}{1 - p_{eA}}$$

Carta X – R

$$\begin{aligned}\sigma_P &= \frac{\overline{R}}{d_2} \\ \mu_P &= \overline{\overline{X}} \\ \sigma_X &= \frac{\sigma_P}{\sqrt{n}} \\ \mu_X &= \mu_P \\ \sigma_R &= \sigma_P d_3 \\ \mu_R &= \overline{R} \\ LC_X &= \mu_X \pm L\sigma_X \\ LC_R &= \mu_R \pm L\sigma_R\end{aligned}$$

Carta X – S

$$\begin{aligned}\sigma_P &= \frac{S}{c_4} \\ \mu_P &= \overline{\overline{X}} \\ \sigma_X &= \frac{\sigma_P}{\sqrt{n}} \\ \mu_X &= \mu_P \\ \sigma_S &= \sqrt{1 - c_4^2}\sigma_P \\ \mu_S &= \overline{S} \\ LC_X &= \mu_X \pm L\sigma_X \\ LC_S &= \mu_S \pm L\sigma_S\end{aligned}$$

Carta X – R_{mobile}

$$\begin{aligned}\sigma_P &= \frac{\overline{R}}{d_2} \\ \mu_P &= \overline{\overline{X}} \\ \sigma_X &= \frac{\sigma_P}{\sqrt{n}} \\ \mu_X &= \mu_P \\ \sigma_R &= \sigma_P d_3 \\ \mu_R &= \overline{R} \\ LC_X &= \mu_X \pm L\sigma_X \\ LC_R &= \mu_R \pm L\sigma_R\end{aligned}$$

TN	$6\sigma_p$
β	Probabilità di <i>non</i> identificare un fuori controllo
$1 - \beta^i$	Probabilità di identificare un fuori controllo entro l'i-esimo campionamento
ARL	$\frac{1}{1-\beta}$ numero medio di campioni prima di rilevare un fuori controllo
ARL_0	$\frac{1}{\alpha}$ ogni quanti campioni mi aspetto un falso fuori controllo
ATS	$ARL \times h$ tempo che passa prima del verificarsi di un fuori controllo

Carta p

Binomiale

$$\begin{aligned}\hat{p} &= \frac{difettosi}{n} \\ \bar{p} &= \frac{\sum \hat{p}}{k} \\ LC &= \bar{p} \pm L\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}\end{aligned}$$

Carta np

Binomiale

$$LC = n\bar{p} \pm L\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$$

Carta c

Poisson

$$\begin{aligned}\bar{c} &= \frac{\sum Difetti}{k} \\ LC &= \bar{c} \pm L\sqrt{\bar{c}}\end{aligned}$$

Carta u

Poisson

$$\begin{aligned}\hat{u} &= \frac{difetti}{n} \\ \bar{u} &= \frac{\sum \hat{u}}{k} \\ LC &= \bar{u} \pm L\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}\end{aligned}$$

DISTRIBUZIONI

N	Numero di elementi nel lotto
m	Numero di elementi difettosi nel lotto
$p = \frac{m}{N}$	Percentuali di elementi difettosi nel lotto
n	Numerosità del campione estratto dal lotto
c	Numero massimo di elementi difettosi che possono essere presenti nel campione, numero di accettazione
λ	np

Ipergeometrica

$$P_a(N, n, c, p) = \sum_{i=0}^c \frac{\binom{N-np}{n-i} \binom{Np}{i}}{\binom{N}{n}}$$

Binomiale

Carta *p* e carta *np*

$$P_a(n, c, p) = \sum_{i=0}^c \binom{n}{i} p^i (1-p)^{n-i}$$

Poisson

Carta *c* e carta *u*

$$P_a(\lambda, c) = \sum_{i=0}^c \frac{\lambda^i e^{-\lambda}}{i!}$$

Approssimazioni

$N > 10n$	Ipergeometrica → Binomiale
$p > 0.1$	Binomiale → Poisson
$np \geq 5 \wedge 0.1 < p < 1$	Binomiale → Poisson
$np > 5 \wedge np(1-p) > 5$	Binomiale → Normale
$\lambda > 10$	Poisson → Normale

$$\bar{x} = \frac{\sum_i x_i}{n}$$
$$S = \sqrt{\frac{(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

σ nota - Test Normale

$$\mathbf{H_0 : \mu = \mu_0}$$

$$z_{sp} = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$
$$-z_{1-\frac{\alpha}{2}} \leq z_{sp} \leq z_{1-\frac{\alpha}{2}}$$

$$\mathbf{H_0 : \mu_1 = \mu_2}$$

$$z_{sp} = \frac{\overline{x_1} - \overline{x_2}}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$
$$-z_{1-\frac{\alpha}{2}} \leq z_{sp} \leq z_{1-\frac{\alpha}{2}}$$

σ non nota, stimata da S - Test t di student

$$\mathbf{H_0 : \mu = \mu_0}$$

$$T_{sp} = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$
$$-t_{n-1,1-\frac{\alpha}{2}} \leq T_{sp} \leq t_{n-1,1-\frac{\alpha}{2}}$$

$$\mathbf{H_0 : \mu_1 = \mu_2 \text{ ipotesi } S_1 = S_2}$$

$$S_{pool} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$
$$T_{sp} = \frac{\overline{x_1} - \overline{x_2}}{\frac{S_{pool}}{\sqrt{n_1+n_2}}}$$
$$-t_{n_1+n_2-2,1-\frac{\alpha}{2}} \leq T_{sp} \leq t_{n_1+n_2-2,1-\frac{\alpha}{2}}$$

$$\mathbf{H_0 : \mu_1 = \mu_2 \text{ ipotesi } S_1 \neq S_2}$$

$$\overline{n} = \frac{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}{\frac{(\frac{S_1^2}{n_1})^2}{\frac{n_1}{n_1-1}} + \frac{(\frac{S_2^2}{n_2})^2}{\frac{n_2}{n_2-1}}}$$
$$T_{sp} = \frac{\overline{x_1} - \overline{x_2}}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$
$$-t_{n_1+n_2-2,1-\frac{\alpha}{2}} \leq T_{sp} \leq t_{n_1+n_2-2,1-\frac{\alpha}{2}}$$

$$\mathbf{Test \chi^2}$$
$$\mathbf{H_0 : \sigma^2 = \sigma_0^2}$$
$$\chi_{sp}^2 = \frac{(n-1)S^2}{\sigma_0^2}$$
$$\chi_{n-1;\frac{\alpha}{2}}^2 \leq \chi_{sp}^2 \leq \chi_{n-1;1-\frac{\alpha}{2}}^2$$

Test Fisher

$$\mathbf{H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2}$$

$$F_{sp} = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$
$$F_{n_1-1;n_2-1;\frac{\alpha}{2}} \leq F_{sp} \leq F_{n_1-1;n_2-1;1-\frac{\alpha}{2}}$$

$$F_{A;B;1-\alpha} = \frac{1}{F_{B;A;\alpha}}$$

DIFETTOSITÀ REALE E APPARENTE

INDICI DI CAPACITÀ

$$p_{reale} = p_{apparente} - \text{falsi difettosi} + \text{falsi buoni}$$
$$= p_{apparente} - (1 - p_{reale})\alpha + p_{reale}\beta$$

METODI DI VOTO

	α	β	γ	ρ
produzione I_1	360	362	359	358
difetti I_2	35	32	36	40
difettosità I_3	4%	5.5%	4.5%	5%

Metodo Best of the best

$$I_1 = \gamma > \beta > \alpha > \rho$$
$$I_2 = \beta > \alpha > \gamma > \rho$$
$$I_3 = \alpha > \gamma > \rho > \beta$$

Metodo Borda

	α	β	γ	ρ
I_1	2°	1°	3°	4°
I_2	2°	1°	3°	4°
I_3	1°	4°	2°	3°
Σ	5	6	8	11

bottom to top: $\alpha > \beta > \gamma > \rho$

Metodo Condorcet

	α	β	γ	ρ	min
α	-	1	3	3	1
β	2	-	2	2	2
γ	0	1	-	3	0
ρ	0	1	0	-	0

top to bottom: $\beta > \alpha > \gamma \sim \rho$

SCALE

TRASFORMAZIONI	TIPOLOGIA	ESEMPI
$\phi(x) = x$	Assoluta	conteggi
Similitudine $\phi(x) = \alpha x$	Rapporto	massa, temperatura in kelvin, tempo, suono, lucen-tezza
Lineare $\phi(x) = \alpha x + \beta$	Intervallo	temperatura, calendario
$x \geq y \Leftrightarrow \phi(x) \geq \phi(y)$	Ordinale	classifiche, qualità dell'aria, durezza
Qualsiasi a uno a uno	Nominale	maglie giocatori, colore occhi

Compensazione

$$OEE = A \times B \times C \rightarrow$$
$$\rightarrow A = \frac{OEE}{B \times C} \rightarrow$$
$$\rightarrow \frac{\partial A}{\partial B} = \frac{OEE}{B^2 \times C} \rightarrow$$
$$\rightarrow \partial A = \frac{A \times \cancel{B} \times C}{\cancel{B}^2 \times C} \rightarrow$$
$$\rightarrow \Delta A = -A \frac{\Delta B}{B} \rightarrow$$

Monotonia

$$\frac{\partial I}{\partial A} \geq 0$$

INDICI DI CAPACITÀ

Indice C_p

$$C_p = \frac{LSS - LSI}{6\sigma_p} > 1.33$$

Indice C_p

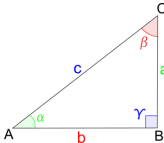
$$C_{pi} = \frac{\mu - LSI}{3\sigma_p} > 1.25$$

$$C_{ps} = \frac{LSS - \mu}{3\sigma_p} > 1.25$$

$$C_{pk} = \min(C_{pi}, C_{ps}) > 1.33$$

GEOMETRIA

Trigonometria



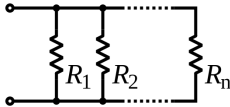
$$a = c \sin(\alpha)$$
$$a = c \cos \beta$$
$$b = c \sin \beta$$
$$b = c \cos \alpha$$

Grandezze

Circonferenza:	$2\pi r$
Cerchio:	πr^2
Superficie sfera:	$4\pi r^2$
Volume sfera:	$\frac{4}{3}\pi r^3$

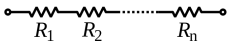
ELETTROTECNICA

Parallelo



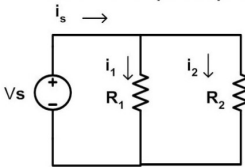
$$R_{eq} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)^{-1} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

Serie



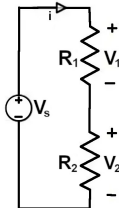
$$R_{eq} = R_1 + R_2$$

Partitore di Corrente



$$i_1 = i_s \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$
$$i_2 = i_s \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

Partitore di Tensione



$$V_1 = V_s \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$
$$V_2 = V_s \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$