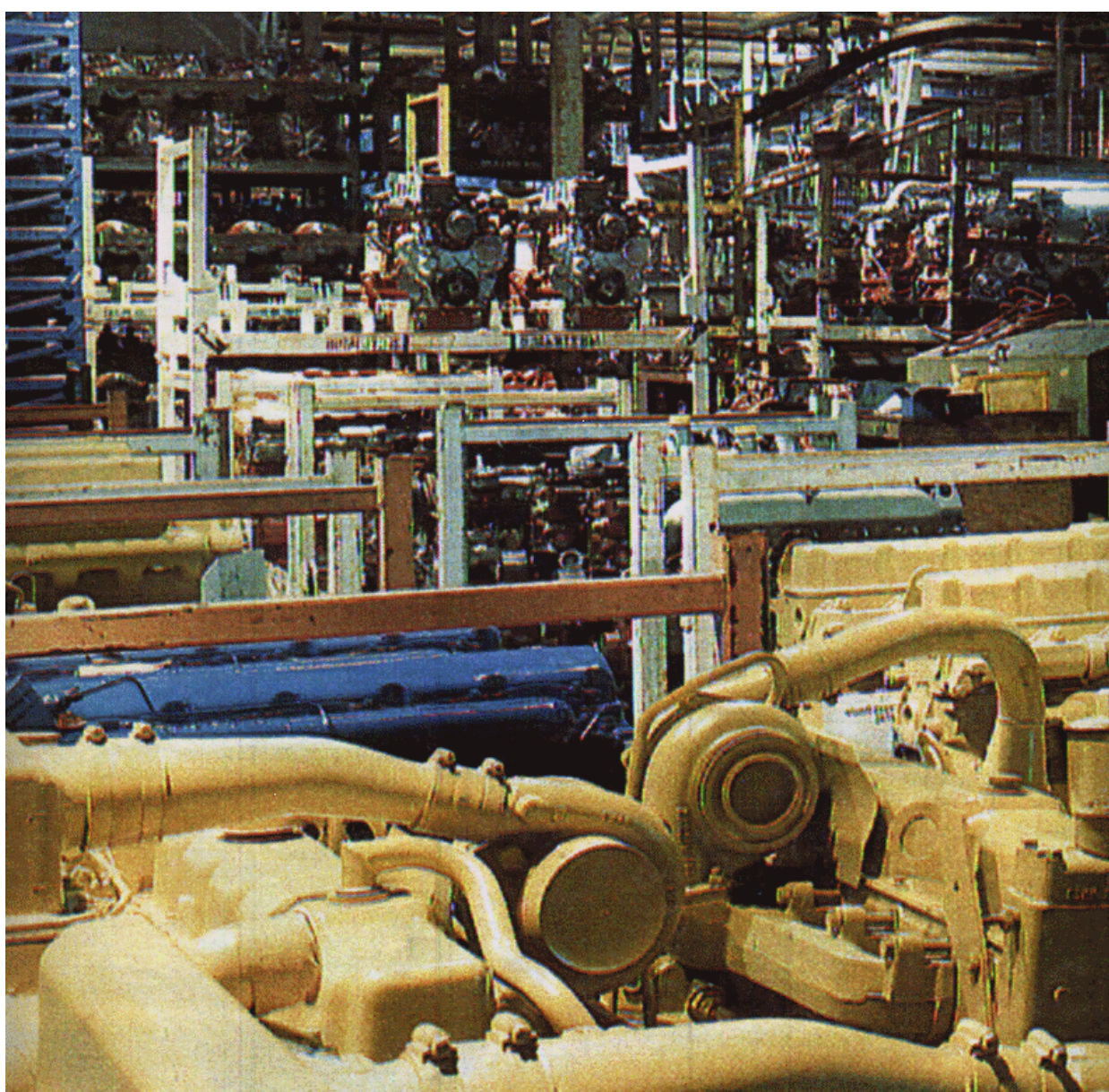


ISI

**MANUALE  
PER CORSI  
QUALITÀ**

dispensa Q-051  
data 01.06.94  
modifica 01  
del 25.07.95  
livello [BLU](#)

# Le Carte di Controllo del Processo



**MANUALE DI UTILIZZO**

## **LE CARTE DI CONTROLLO**

### **Introduzione.**

Le CARTE DI CONTROLLO rappresentano lo strumento più efficace utilizzabile per mantenere sotto controllo i vari parametri di un processo.

La conoscenza delle semplici regole per il loro utilizzo permette di risolvere innumerevoli problemi legati alla valutazione ed all'utilizzo dei dati di controllo.

Nella presente dispensa vengono messi in evidenza alcuni modelli tra i più utilizzati nel settore automobilistico, ma applicabili in ogni settore, il cui utilizzo risulta estremamente semplice ed efficace.

I modelli proposti sono suddivisi in due categorie:

- 1. Carte di Controllo per caratteristiche misurabili**
- 2. Carte di Controllo per caratteristiche non misurabili (per attributi)**

Prima di affrontare lo studio delle Carte di Controllo è necessario conoscere la dispensa di CONTROLLO STATISTICO DEL PROCESSO (SPC) Q-050.

### **1. CARTE DI CONTROLLO PER VARIABILI**

Le carte di controllo per variabili che analizzeremo sono definite  $\bar{X}R$  (media-range), e possono essere utilizzate per qualunque caratteristica sia misurabile, per esempio una lunghezza, un diametro, ecc.

La carta contiene tutte le indicazioni necessarie per l'identificazione del processo in corso. L'uso è intuitivo, ma ci soffermiamo su alcuni punti fondamentali.

**Frequenza di campionamento:**

identifica quanti pezzi misurare ogni certo periodo.

Inizialmente, quando il processo non è ben conosciuto, è necessario che la verifica sia frequente, mentre sarà possibile diminuirla quando l'andamento prevedibile del sistema sarà noto.

La raccolta dei dati avviene scrivendo nelle apposite caselle  $X_1 - X_5$  i valori misurati: possono essere fatte da 2 a 5 misurazioni.

Fatto questo si calcola la **media** ( $\bar{x}$ ) delle misurazioni effettuate ed il **range** (R).

$$R = \text{valore maggiore} - \text{valore minore}$$

Tutti i dati verranno riportati nelle apposite tabelle e contemporaneamente si compileranno i grafici, dopo aver graduato opportunamente l'asse delle ordinate. Sulla destra della carta può essere presente un reticolo dove sarà possibile riportare le frequenze delle misurazioni, annerendo un quadratino per ogni misura corrispondente (dopo aver graduato la scala).

Al termine della prima carta di controllo sarà possibile calcolare i limiti di controllo da riportare sulle carte successive.

Questi limiti, 2 per la media ed 1 per il range, esprimono l'intervallo entro il quale i due valori devono rimanere per poter definire sotto controllo il processo: si badi bene che i limiti vengono calcolati solo in base al processo analizzato, e quindi potrebbero anche eccedere il campo di tolleranza ; quindi saranno attentamente da verificare.

Se le medie o i range successivamente calcolati sono al di fuori dei limiti sarà necessario intervenire con un controllo al 100% sulla produzione, alla ricerca dei probabili pezzi di scarto.

Sulla carta di controllo oltre ai limiti devono essere disegnate anche la media delle medie ( $\bar{\bar{X}}$ ), e il range medio ( $\bar{R}$ ): saranno necessari per verificare se il grafico che verrà disegnato avrà un andamento normale. Infatti, se si verificano misurazioni sempre molto vicine a questi punti, oppure sempre al di sopra o al di sotto, potrebbe essere il caso di ricalcolare i limiti. Attenzione inoltre alla tendenza dei valori misurati a crescere o a decrescere in continuazione: se per esempio la media dei valori è crescente per 7 volte di seguito, il processo non può più essere considerato sotto controllo (vedi a pagina 13).

Lo stesso vale per il range.

A parte questi casi specifici i limiti di controllo non dovranno più essere calcolati, se non a seguito di una modifica del processo.

### CALCOLO LIMITI DI CONTROLLO

$$LSC = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$LSC = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

$$LCSR = D_4 \bar{R}$$

		<b>CARTA DI CONTROLLO <math>\bar{X}</math>R</b>				DATA: STAB./REP.:			
ARTICOLO					CARATTERISTICA				
CODICE			VALORE NOMINALE			FREQUENZA CONTROLLO			
STRUMENTO DI MISURA					MACCHINA				
DATA									
ORA									
VALORI									
MEDIA									
RANGE									
MEDIA									
RANGE									
$\bar{X}$	LCS		LCI		$\bar{R}$		LCR		

**DEFINIZIONI**

LIMITE DI CONTROLLO SUPERIORE MEDIA	<b>LCS</b>
LIMITE DI CONTROLLO INFERIORE MEDIA	<b>LCI</b>
LIMITE DI CONTROLLO SUPERIORE RANGE	<b>LCSR</b>

NOTA: normalmente non si calcola il limite inferiore di controllo per il RANGE

**TABELLA PER CALCOLO LIMITI DI CONTROLLO**

COSTANTI		
<b>N° Campioni</b>	<b>A<sub>2</sub></b>	<b>D<sub>4</sub></b>
2	1,880	3,268
3	1,023	2,574
4	0,729	2,282
5	0,577	2,114

NOTA: solo per carte di controllo FORD

## 2. CARTE DI CONTROLLO PER ATTRIBUTI

Le carte di controllo per attributi sono un metodo statistico di controllo del processo che si utilizza quando non è possibile applicare la carta  $\bar{X}R$ . Il controllo per attributi prevede un giudizio di conformità o non conformità del tipo passa o non passa, ecc.

Le carte normalmente utilizzate sono di 4 tipi (modelli consigliati da FORD: per ulteriori modelli è necessario verificare apposite normative UNI o eventualmente norme specifiche delle case automobilistiche):

1. Carta "p"
2. Carta "np"
3. Carta "c"
4. Carta "u"

Nelle pagine seguenti sono riportate le formule per il calcolo dei limiti di controllo: elencheremo qui le caratteristiche fondamentali di ciascuna carta.



- Determina la proporzione di articoli non conformi nel gruppo controllato (sottogruppo)
- Il campionamento può non essere costante, ma almeno di 50 pezzi per sottogruppo

Sia  $n$  il numero di articoli controllati ed  $np$  il numero di scarti rilevato la proporzione di difetti sarà:

$$p = np/\bar{n}$$

Il  $\bar{p}$  barrato che compare nel calcolo dei limiti sarà la proporzione media dei difetti e quindi sarà il rapporto tra il totale degli scarti ed il totale dei pezzi controllati.

La  $\bar{n}$  barrata rappresenterà il numero medio di articoli controllati.

### Carta "np"

- Misura il numero di unità difettose nel lotto controllato
- Il campionamento deve essere costante e  $> 50$  pezzi per sottogruppo

È molto simile alla carta "p".

La variabile  $np$  (con  $p$  barrato) nel calcolo dei limiti rappresenta il numero medio di difetti nel processo e si calcola dividendo il totale degli scarti rilevati, per il numero di sottogruppi controllati.

La  $\bar{n}$  barrata indica il taglio del campione.

### Carta "c"

- Misura il numero di difetti in un lotto controllato
- Il campionamento deve essere costante
- È utile quando vi sia da controllare un materiale con un flusso di produzione continuo, come potrebbe essere un rullo di tessuto o un cavo elettrico rivestito: in ogni caso avrà la difettosità da esprimere per una unità da definire (per es. difetti al  $m^2$ , ecc.).

La  $\bar{c}$  barrata nel calcolo dei limiti esprime il numero medio di difetti nel processo e si calcola dividendo il totale dei difetti in ogni sottogruppo per il numero di sottogruppi.

### Carta "u"

- Misura il numero di difetti per unità di controllo.

- Il taglio del campione può essere variato.

Sia  $c$  il numero di difetti constatati ed  $n$  il taglio del campione, i difetti per unità saranno:

$$\bar{u} = c/\bar{n}$$

La  $\bar{u}$  barrata nel calcolo dei limiti esprime il numero medio di difetti per unità e si calcolerà dividendo il totale dei difetti per il totale di pezzi controllati.

La  $\bar{n}$  barrata rappresenterà il taglio medio del campione.

**NOTA:** nelle carte in cui è possibile variare il numero di pezzi controllati (campionamento) i limiti rimangono inalterati se la variazione non eccede in più o in meno il 25% del numero medio di controlli per sottogruppo, altrimenti è necessario ricalcolare i limiti, solo per i punti interessati, con le stesse formule già utilizzate in precedenza, dove però la  $\bar{n}$  barrata varrà il numero di pezzi controllati in quel dato momento. L'interpretazione dei dati rilevati è analoga a quella già esaminata per le carte  $\bar{X}R$ .  
Il limite di controllo inferiore, anche se è possibile calcolarlo, viene, per ovvi motivi, posto = 0.

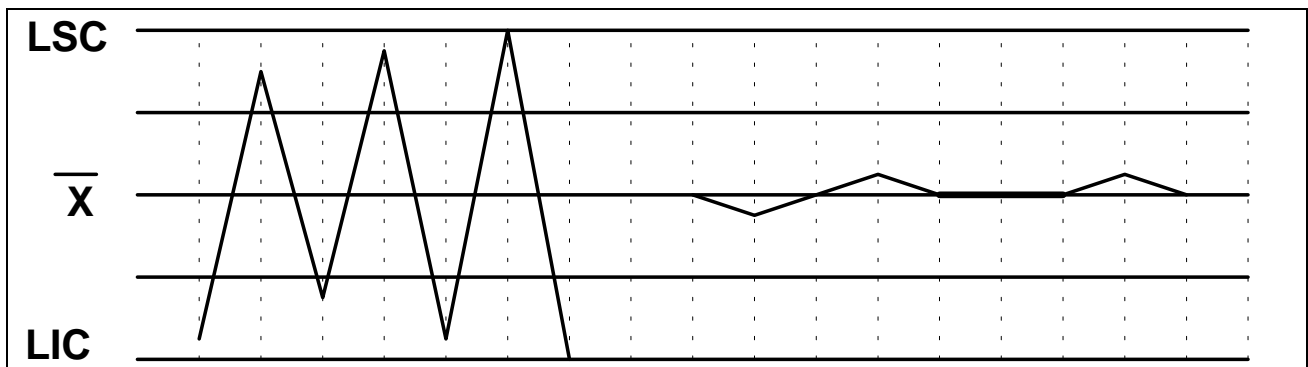
È possibile utilizzare carte di controllo che mostrino diverse caratteristiche controllate, applicando una qualsiasi delle fattispecie sopra viste.

## CALCOLO DEI LIMITI DI CONTROLLO NELLE CARTE PER ATTRIBUTI

1	$LSCp, LICp = \bar{p} \pm 3\sqrt{\frac{\bar{p} \cdot (1 - \bar{p})}{n}}$
2	$LSCnp, LICnp = n\bar{p} \pm 3\sqrt{n\bar{p}\left(1 - \frac{n\bar{p}}{n}\right)}$
3	$LSCc, LICc = \bar{c} \pm 3\sqrt{\bar{c}}$
4	$LSCu, LICu = \bar{u} \pm 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$



a) i punti sono molto variabili, molto vicini ai limiti di controllo o alla media



b) tendenza a salire o a scendere, 7 punti consecutivi con la stessa tendenza

