



## Control de calidad: Cartas de control por variables.

Autores: *Mustafa, Ana María; Rodríguez, Norma L.; Chauvet, Susana.*

Dirección: Universidad Nacional de Catamarca  
Av. Belgrano 300. (4700) Catamarca. Argentina.

### Introducción:

En los años recientes se ha visto el crecimiento de un nuevo tipo de mercado mundial sin precedentes en volúmenes, variación y calidad. Los compradores de hoy continúan comprando con gran atención en el precio, pero ponen un énfasis cada vez mayor en la calidad, de allí que las industrias necesitan nuevas tecnologías y sistemas de control total de calidad.

Entendiéndose por "Control total de la calidad como un sistema efectivo de los esfuerzos de varios en una empresa para la integración del desarrollo del mantenimiento y de la superación de la calidad con el fin de hacer posibles mercadotecnia, ingeniería, fabricación y servicios a satisfacción total del consumidor y al costo más económico". (Armand. V. Feingenbaum 1994). Y la calidad como el conjunto de características de un producto que satisface las necesidades del cliente y en consecuencia hacen satisfactorio el producto.

Surge así, la estadística, conocida como ciencia de las mediciones, quien proporciona diversos instrumentos que se emplean en un programa de control de calidad, siendo: diagrama de Pareto, diagrama de causa y efecto, histogramas y gráficos de control, entre otros. Estos instrumentos tienen en común que son visuales, pues tienen forma de gráficos o de diagramas, y sólo dan resultado si se utilizan en combinación con la teoría, la tecnología y la experiencia concerniente al trabajo que se está realizando.

Si la variabilidad de un proceso de producción se reduce a la variación aleatoria, se dice que el proceso se encuentra en un estado de control estadístico. Tal estado se logra encontrando y eliminando los problemas que causan otra clases de variación, llamada variación asignable que supera ese patrón natural y por lo tanto son inaceptables.

Esta clase de variación puede deberse al desempeño de los operadores, a la materia prima de mala calidad, a piezas mecánicas desgastadas, a maquinarias con instalación incorrecta, y a otras causas semejantes que en definitiva pueden ser identificadas y por lo general resulta económico descubrirlas y eliminarlas.

Como es poco frecuente que los procesos de fabricación estén exentos de esta clase de problemas, es importante contar con algún método sistemático para detectar desviaciones serias de un estado de control estadístico cuando ocurren y si es posible antes de que ocurran.

Esta es la principal razón por la cual se utilizan las cartas de control, siendo uno de los principios de construcción de las mismas la base de una distribución Normal o Gaussiana.

Estas cartas proporcionan una base para el control de un proceso <sup>(1)</sup> y por consiguiente el de la producción.

### **Objetivo:**

Analizar utilizando simulación las gráficas o cartas de control y dentro de estas, las cartas de control por variables, en las que las variables involucradas son variables de tipo continua.

### **Metodología:**

Este trabajo se desarrolla con un enfoque cuantitativo, pues se utiliza datos generados por simulación de funciones continuas a través de computadoras y se construyen diferentes cartas de control tanto para el seguimiento de la exactitud del proceso, como para la precisión del mismo a través de la Carta Media y de la Carta Rango o Desvió Estándar respectivamente.

Los datos necesarios para la construcción de las cartas de control se obtienen mediante generación de números aleatorios a través de Microsoft Excel.

---

<sup>1</sup> Proceso: combinación única de máquinas, herramientas, métodos, materiales, y personal comprometidos con una producción.

## Marco Teórico:

### Control Estadístico de Calidad:

Los métodos estadísticos son muy valiosos y se utilizan a menudo en control de calidad, por esta razón, con frecuencia se llama al control de calidad "Control Estadístico de Calidad" (2).

A pesar que la estadística es muy útil en el control de calidad, muchas personas que las ven por primera vez sienten cierto rechazo. Sin embargo, cuando se comprenden las ideas que hay detrás de los métodos estadísticos, su utilización en la práctica es muy sencilla; todo lo que se necesita son conocimientos elementales de aritmética (sumar, restar, multiplicar y dividir).

Además de utilizarse para hacer los gráficos de control de procesos, diseñar experimentos y para la inspección por muestreo, la estadística moderna tiene una amplia variedad de usos tales como las encuestas de opinión, los estudios del costo de vida, los estudios de la producción agrícola, estudios de impuestos, investigación de mercado, etc.

### Algunas Ventajas del control de calidad:

- Aumento de la calidad y disminución del número de productos defectuosos.
- Obtención de una calidad más uniforme y disminución del número de reclamos.
- Aumento de la fiabilidad, y la confianza en los productos, y clientes.
- Aumento en el precio de venta de los productos.
- Mayores utilidades.
- Reducción de costos de producción.
- Uso de un lenguaje común.
- Desaparición del trabajo desperdiciado, disminución de los reprocesos y mejora en la eficiencia.
- Mejora en las relaciones humanas y eliminación de barreras entre departamentos.
- Rapidez en la toma de decisiones y mejora en el despliegue de la política y la dirección por objetivos.
- Confianza en la empresa.

---

<sup>2</sup> Las cuatro tareas del control de calidad son: a) control de nuevo diseño, b) control de materia prima, c) control del producto y d) estudios especiales del proceso.

### **Obstáculos a los que se enfrenta un programa de control de calidad:**

- Falta de apoyo de la gerencia en la implementación de la calidad.
- Falta de apoyo por parte de los trabajadores para realizar el proceso.
- Falta de compromiso con la calidad.
- Falta de un programa de educación continua.
- Rechazo al cambio.

### **Tipos de causas que afectan un proceso productivo:**

Cuando se efectúan mediciones sobre cualquier fenómeno natural conocido, se observan diferencias entre los registros efectuados. Es común que se presenten pequeñas diferencias.

Cuando se pretende fabricar piezas con medidas estrictas, por muy precisos que sean los equipos, se producen unidades cuyas cotas difieren unas de otras, aún por márgenes mínimos.

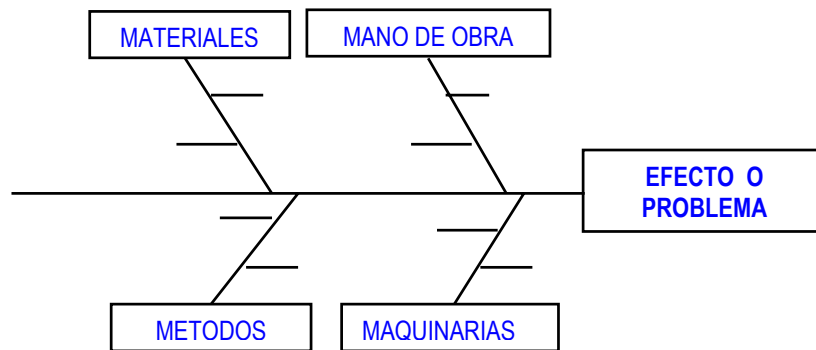
Es así, que la variación que se presenta en los valores de una característica se considera debido a dos tipos principales de causas.

- a) Causas aleatorias o comunes:** Son inherentes al sistema de producción y no se pueden reducir ni limitar sin modificar el sistema en sí. Como ejemplos de causas aleatorias se tienen las pequeñas variaciones de reacción, en la calidad de las materias primas, entre otras.
- b) Causas asignables o específicas:** Estas pueden ser identificadas y, por lo general resulta económica descubrirlas y eliminarlas. Surgen con motivo de una variación repentina o anormal de las propiedades de las materias primas o de las condiciones de reacción, o como consecuencia de defectos mecánicos. Cuando operan causas asignables, la característica de la variabilidad tiene un comportamiento errático.

Una vez seleccionado y definido el problema principal a solucionar, el paso lógico es identificar las principales causas del problema.

Una técnica que representa una relación significativa entre un efecto o problema y sus múltiples causas es el diagrama de la enumeración de las causas, Gráfico N°1, también conocido como el diagrama de causa y efecto o espina de pescado.

**Gráfico N°1:** Diagrama de causa y efecto.



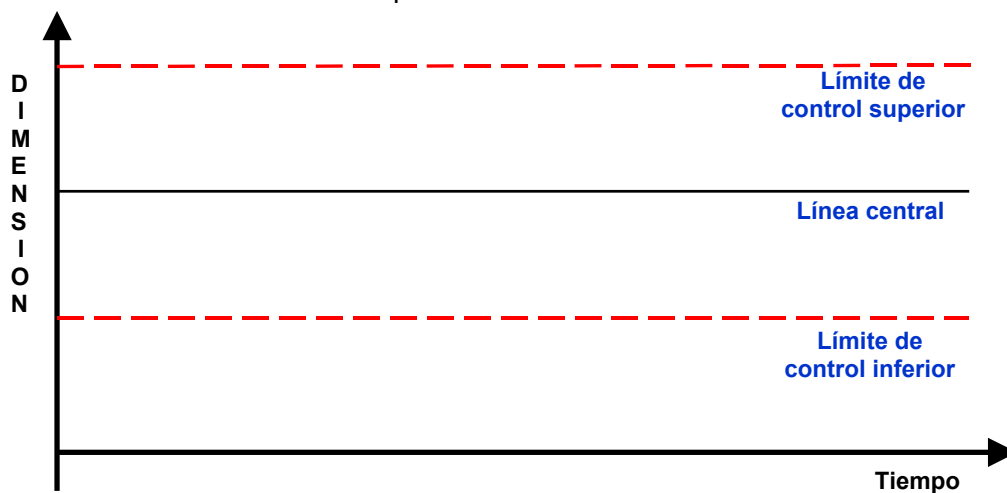
El nombre de diagrama de esqueleto de pescado viene de la manera en que las diferentes causas están ordenadas en el diagrama. Previo a la construcción del diagrama de causa y efecto el grupo humano conocedor del proceso debe tener una sesión de lluvia de ideas con el fin de enumerar las causas del efecto de interés.

**Carta de Control:**

Se puede definir una carta de control como: un método gráfico para evaluar si un proceso está o no en un estado de control estadístico, es decir cuando sólo actúan causas comunes o aleatorias, inherentes a cualquier proceso. (Armand V. Feingbaum 1994).

Como lo muestra la Gráfica N°2, la carta consiste en una línea central (L.C.) y dos pares de líneas límites espaciadas por encima y por debajo de la línea central, que se denominan límite de control superior (L.C.S.) y límite de control inferior (L.C.I.).

**Gráfica N°2:** Gráfico de control típico.



Estos se eligen de tal manera que los valores situados entre los límites puedan atribuirse al azar, mientras que los que caigan fuera puedan interpretarse como una carencia de control. Cuando un punto cae fuera de los límites de control, se le considera problemático; pero aún cuando caiga dentro de los límites de control, una tendencia o algún otro patrón sistemático puede servir para advertir que tal acción debe interpretarse a fin de evitar algún problema serio. Sin embargo no indica la razón o motivo por el cual un proceso esta fuera de control.

### **Tipos de Cartas de Control:**

Las características de calidad sobre las cuales se constituyen las cartas de control generalmente caen en dos categorías:

- Variables
- Atributos

Cuando se lleva un registro sobre una medida real de una característica de calidad, tal como una dimensión expresada en milímetros, se dice que la calidad se expresa por variables y las cartas que se construyen se llaman *Cartas de Control por Variables*.

Como ejemplos, se tienen las dimensiones, la dureza en unidades Rockwell, las temperaturas en grados Fahrenheit, la resistencia a la tensión en Kilogramos por centímetro cuadrado (Kg./cm<sup>2</sup>).

Cuando se requiere que las características de calidad indiquen nada más que el artículo “se adapta a la norma”, es decir si no existe una medición continua que es crucial para el comportamiento del artículo, el registro se dice que es por atributos y la carta en este caso se llama *Carta de Control por Atributos*.

Este trabajo de investigación aborda el estudio de las cartas de control por variables. Típicamente los diagramas de variables son utilizados en parejas, un diagrama revisa la variación del proceso para el control de la *precisión*, mientras que el otro revisa el promedio del proceso, o sea la *exactitud*.

Hay dos condiciones distintas bajo las que se usan estas gráficas de control:

- **Sin Estándar dado**

Las gráficas usadas para investigar el estado de control de un proceso, puede ser, uno que no haya sido examinado previamente, o al que se le han realizado grandes cambios en el proceso, o que se examina para el estado de control continuo después de que un análisis preliminar de distribución de frecuencias demostró control inicial. Los valores de los límites de control y de las tendencia central se calculan como

parte del análisis de las lecturas sobre las características de calidad de las partes y productos. En este caso la condición se denomina “sin estándar dado”.

- **Con Estándar dado**

Esta condición implica que la tendencia central y los valores de dispersión han sido establecidos inicialmente.

Las cartas de tipo variables, normalmente se utilizan en parejas, una carta revisa el promedio del proceso y la otra revisa la variación. Encontrándose con distintos tipos de cartas en parejas: Carta Media-Rango, Carta Media-Desvío Estándar y Carta Mediana-Rango.

A continuación se presenta la base teórica de la primera carta mencionada.

### **Carta Media-Rango:**

Se trata de una carta de tipo variable, en la que la medida de tendencia central, la media muestral  $(\bar{X})$ , esta controlada por la **Carta Media**  $(\bar{X})$ , en tanto que la variabilidad se controla por medio del rango, lo que constituye la **Carta Rango** (R). El rango o amplitud representa la diferencia entre el mayor y el menor valor de las mediciones de una muestra.

### **Carta Media-Rango $(\bar{X}-R)$ , con estándar dado:**

La media del proceso sigue una distribución Normal con media  $\mu$  y desviación estándar  $\sigma/\sqrt{n}$ , valores que se suponen conocidos.

En cambio, la medida del Rango (R) no tiene una distribución normal, pero es una variable aleatoria de una muestra. La distribución de R se relaciona aproximadamente con la distribución Chi-Cuadrado.

### **Carta Media $(\bar{X})$ :**

Los límites de control están determinados de tal forma que resulta una probabilidad pequeña de que un valor dado de  $(\bar{X})$  esté fuera de los límites por que, en realidad, el proceso está en control. En virtud del Teorema central del límite, se tiene:

$$\bar{X} \sim N \left[ \mu, \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right]$$

Como resultado, el  $100(1-\alpha)\%$  de los valores de  $(\bar{X})$  caen dentro de los límites cuando el proceso está bajo control si se utilizan los límites:

$$\begin{aligned} \text{L.C.I. } (\bar{X}) &= \mu - z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \\ \text{L.C.S. } (\bar{X}) &= \mu + z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \end{aligned}$$

Como las cartas se basan en los límites  $3 \cdot \sigma$ , se tiene:  $Z = 3$ , obteniendo los límites siguientes:

$$\text{L.C.S. } (\bar{X}) = \mu + A \sigma \quad (1)$$

$$\text{L.C. } (\bar{X}) = \mu \quad (2)$$

$$\text{L.C.I. } (\bar{X}) = \mu - A \sigma \quad (3)$$

Donde

$$A = \frac{3}{\sqrt{n}}$$

y  $n$  es el tamaño de la muestra.

### Carta Rango (R):

Si se supone un proceso bajo control, es necesario obtener la relación entre el Rango (R) de una muestra tomada a una población normal con parámetros conocidos y la desviación estándar de la población. Puesto que el Rango es una variable aleatoria, la cantidad  $W = R / \sigma$  (El Rango Relativo) también es una variable aleatoria.

Se refiere con frecuencia al valor esperado de  $W$  como  $d_2$ , entonces tomado el valor de  $W$  anterior se tiene que:

$$\begin{aligned} \frac{E(R)}{\sigma} &= d_2 \\ E(R) &= d_2 \sigma \end{aligned}$$

Como además  $R = W \sigma$ , la desviación estándar de  $R$  puede obtenerse como

$$\sigma_R = \sigma_w \sigma$$

La desviación estándar de  $W$  o sea,  $\sigma_w$ , es una función del tamaño de muestra  $n$  y comúnmente se representa por  $d_3$ , entonces resulta:

$$\sigma_R = d_3 \sigma$$

Los valores de  $d_3$  en función de  $n$ , figuran en la tabla A del Anexo



Los límites de la carta se basan en la esperanza del Rango, más y menos 3 desviaciones estándar del Rango, o sea  $E(R) \pm 3\sigma_R$

Haciendo:  $D_2 = d_2 + 3 d_3$   
 :  $D_1 = d_2 - 3 d_3$

Los límites de control resultan ser:

$\text{L.C.S. (R)} = D_2 \sigma$ $\text{L.C. (R)} = d \sigma$ $\text{L.C.I. (R)} = D_1 \sigma$
--

Los factores  $D_1$  y  $D_2$  se han calculado y figuran en la Tabla A del Anexo.

**Carta Media Rango Sin Estándar dado:**

En la mayoría de las aplicaciones practicas  $\mu$  y  $\sigma$  son desconocidos y por consiguiente hay que obtener estimadores de estos parámetros. Es deseable que estos estimadores se basen en por lo menos 25 subgrupos de n observaciones recogidas mientras el proceso esta bajo control.

**Carta Media  $(\bar{X})$  :**

El estimador de  $\mu$  es la gran media  $\bar{\bar{X}}$  y los límites  $3 \sigma$  son de la forma

$$\bar{\bar{X}} \pm 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Entonces los límites de control para la Carta Media se calculan a partir de las fórmulas (4), (5) y (6) de la siguiente forma:

$\text{L.C.S.}(\bar{X}) = \bar{\bar{X}} + A_2 R$ $\text{L.C.}(\bar{X}) = \bar{\bar{X}}$ $\text{L.C.I.}(\bar{X}) = \bar{\bar{X}} - A_2 R$
--

Donde  $A_2 = 3 / d_2 \sqrt{n}$ .

Los valores de  $A_2$  figuran en la Tabla A del Anexo.

## Carta Rango (R)

Como en el caso de la Carta media ( $\bar{X}$ ), se establecen los límites  $3\sigma$ , donde  $3\sigma$  implica 3 veces la desviación estándar del Rango  $3\sigma_R$ .

Pero se conoce que:

$$\sigma_R = d_3 \sigma$$

$\sigma$  puede reemplazarse por la expresión:

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

Por lo que el estimador de  $\sigma_R$  está dado por:

$$\hat{\sigma}_R = \frac{d_3 \bar{R}}{d_2}$$

La línea central corresponde al Rango promedio y los límites 3 sigma son de la forma:

$$\bar{R} \pm 3\hat{\sigma}_R$$

Haciendo

$$D_4 = 1 + 3 \frac{d_3}{d_2}$$

$$D_3 = 1 - 3 \frac{d_3}{d_2}$$

Los límites resultan de las fórmulas (7), (8) y (9) que se detallan a continuación:

$\begin{aligned} \text{L.C.S. (R)} &= \bar{R}D_4 \\ \text{L.C. (R)} &= \bar{R} \\ \text{L.C.I. (R)} &= \bar{R}D_3 \end{aligned}$
--

Los valores de  $D_3$  y  $D_4$  para los distintos tamaños de muestra figuran en la Tabla A del Anexo.

## Resultados:

### Cartas Media-Rango ( $\bar{X}-R$ ) para muestra de diferentes tamaños

Para hacer un estudio del efecto de modificar el tamaño de la muestra, se construyen dos cartas **Media-Rango** ( $\bar{X}-R$ ). La primera para  $n = 5$  y la segunda  $n = 10$ . En ambos casos se generan a través de Excel 25 subgrupos.

### 1- Construcción de la Carta Media Rango ( $\bar{X}-R$ ) para n = 5

Los datos obtenidos para n = 5 se presentan en la siguiente Tabla .

Tabla N° 1: Datos para la Carta Media y Carta Rango ( $\bar{X}-R$ ) para n = 5

Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	5,0	5,6	4,2	5,8	5,7	4,3	5,0	4,8	4,9	4,4	5,8	5,4	5,4	5,4	5,3	4,7	4,3	5,0	5,4	4,8	4,0	4,6	4,2	6,0	4,5
	5,8	5,1	6,1	4,6	5,0	4,6	5,9	4,9	4,9	5,0	4,4	5,3	6,2	5,3	4,4	4,4	5,2	5,2	4,7	5,4	4,5	5,1	5,3	5,3	4,9
	5,5	5,1	5,8	4,9	4,3	4,8	5,7	5,1	5,5	4,7	4,3	4,9	4,2	6,0	4,7	5,8	4,1	5,1	4,7	5,5	6,1	4,5	5,2	6,1	4,8
	5,5	4,7	4,9	4,5	5,1	4,4	4,9	5,3	5,3	4,7	5,0	4,8	4,3	5,0	5,8	5,0	4,9	5,6	4,9	4,2	5,5	5,1	4,5	4,9	4,4
	4,6	4,7	5,2	5,2	4,2	5,2	5,2	4,7	5,3	3,7	5,0	5,9	5,7	5,4	4,8	5,4	5,5	6,8	5,2	5,3	4,9	5,0	4,7	4,8	4,3
Promedio	5,3	5,0	5,3	5,0	4,9	4,7	5,3	5,3	5,2	4,5	4,8	5,3	5,2	5,4	5,0	5,0	4,8	5,5	5,3	5,0	5,0	4,9	4,8	5,4	4,8
Rango	1,2	1,0	2,0	1,3	1,5	0,9	1,0	0,6	0,6	1,3	1,4	1,2	2,0	1,0	1,4	1,4	1,3	1,8	0,7	1,3	2,2	0,6	1,1	1,5	0,6

Fuente: Elaboración propia

Utilizando las ecuaciones mencionadas y sabiendo que  $D_3 = 0$  y  $D_4 = 2,11$  para n = 5 según la Tabla A del Anexo, se calculan los límites para la Carta Media:

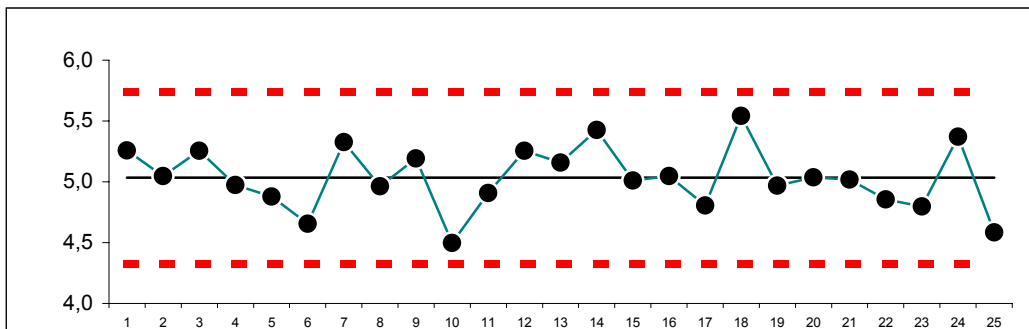
$$\begin{aligned} \text{L.C.S. } (\bar{X}) &= 5,03 + 0,577 \cdot 1,12 = 5,67 \\ \text{L.C. } (\bar{X}) &= 5,03 \\ \text{L.C.I. } (\bar{X}) &= 5,03 - 0,577 \cdot 1,12 = 4,35 \end{aligned}$$

Y los límites para la Carta Rango:

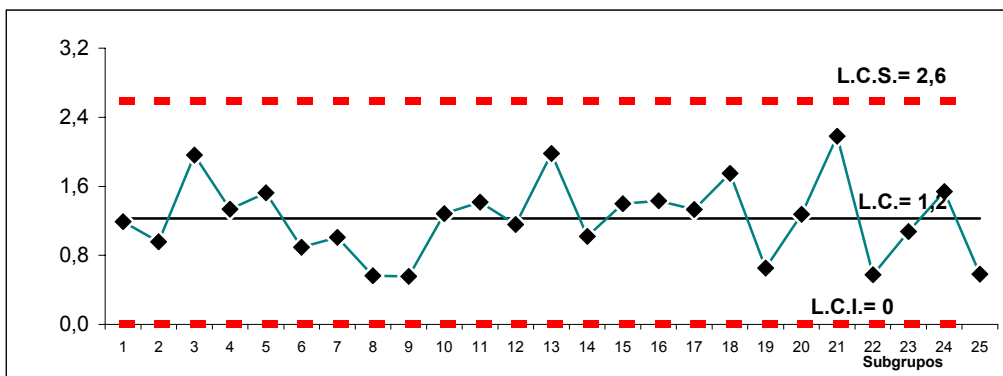
$$\begin{aligned} \text{L.C.S. } (R) &= 2,114 \cdot 1,12 = 2,36 \\ \text{L.C. } (R) &= 1,12 \\ \text{L.C.I. } (R) &= 0 \end{aligned}$$

Luego de calculados los límites se construyen las Cartas, a partir de las siguientes gráficas:

**Gráfico N° 3:** Carta Media para un tamaño de muestra n = 5



**Gráfico N°4:** Carta Rango para un tamaño de muestra n= 5.



## 2- Construcción de la Carta Media-Rango ( $\bar{X}-R$ ) para n = 10

Los 25 subgrupos se obtienen de igual forma en el caso anterior, por generación de números aleatorios de 10 observaciones para cada muestra. Y luego se han calculado los límites, obteniéndose los siguientes valores

Para la Carta Media y para la Carta Rango

$$\text{L.C.S. } (\bar{X}) = 4,95 + 0,308 \cdot 1,55 = 5,42$$

$$\text{L.C. } (\bar{X}) = 4,95$$

$$\text{L.C.I. } (\bar{X}) = 4,95 - 0,308 \cdot 1,12 = 4,47$$

Para la Carta Rango

$$\text{L.C.S. } (R) = 1,77 \cdot 1,55 = 2,74$$

$$\text{L.C. } (R) = 1,55$$

$$\text{L.C.I. } (R) = 0,223 \cdot 1,55 = 0,34$$

Se puede deducir que mientras mayor es el tamaño del subgrupo, más estrechos son los límites de control sobre la gráfica de Medias y más fácil para

detectar variaciones pequeñas, esto es solamente si las variaciones en el promedio del proceso ocurren entre los subgrupos y no dentro de los subgrupos.

Además cuando el tamaño del subgrupo es menor o igual que 6, el límite de control inferior de la Carta Rango R es siempre 0, independientemente del valor de R, por lo que una disminución en la dispersión del universo no puede reflejarse mediante puntos que caigan abajo del límite inferior.

## Discusión:

### Utilización de las Cartas de Control

La representación de las cartas de control sin más no es muy útil; estas no sirven a menos que se examinen detenidamente. Los principios para leer las cartas de control se describen a continuación.

### Interpretación de las Cartas de Control:

- ❖ Los puntos no debe considerarse como puntos individuales sino como una distribución.
- ❖ No es conveniente dedicar mucha atención al movimiento de los puntos entre los límites de control. Los resultados estarán dispersados al azar.
- ❖ Si los puntos caen dentro de los límites, en principio se considera que el proceso esta en estado controlado. Debe señalarse, sin embargo que hablando con rigor, el estado controlado en el grafico de control (X) se da cuando los puntos están dispersos al azar entre los límites de control, y forman una distribución normal que tiene a la línea central en el medio.
- ❖ Si algunos puntos caen fuera de los límites, seguro que ha tenido lugar una anomalía en el proceso, y el proceso esta fuera de control. También se considera que en un grafico el proceso esta fuera de control si algunos puntos caen justo en una línea de control, tal situación que se denomina estado “incontrolado” o “fuera de control”.
- ❖ Cuando los puntos de un grafico de control satisfacen las siguientes condiciones se dice que el proceso, de momento, esta controlado.
  1. Veinticinco puntos consecutivos caen dentro de los límites de control.
  2. En treinta y cinco puntos consecutivos, no hay más de uno que caiga fuera de los límites de control.
  3. En cien puntos consecutivos, no hay más de dos que caigan fuera de los límites de control.

- ❖ Un número consecutivo de puntos que caen a un lado u otro de la línea central se llama “racha” o desviación. Es anómalo que un número grande de puntos consecutivos caiga por arriba o por debajo de la línea central. Generalmente, se considera que esta presente una anomalía cuando tiene lugar una racha de siete o mas puntos. Sin embargo cuando falta una línea de control ( la línea de control inferior del grafico de control R cuando n es seis o menor) no se considera que hay presente una anomalía aunque 7 o mas puntos tengan en ese lado de la línea central.
- ❖ Existe la posibilidad de que haya tenido lugar una anomalía en el proceso si varios puntos aparecen al mismo lado de la línea central, como se describe a continuación:
  4. Diez u once puntos consecutivos.
  5. Doce o más puntos de catorce puntos consecutivos.
  6. Dieciséis o mas puntos de veinte puntos consecutivos.
- ❖ Cuando los puntos muestran una tendencia hacia arriba o hacia abajo, puede haber presente una anomalía.
- ❖ Cuando mas de la mitad de los puntos caen fuera de los limites de control, o cuando la mayoría de los puntos están apiñados alrededor de la línea central en una banda la mitad de ancha que la de los limites de control, esto indica que fue inadecuada la formación de subgrupos o la estratificación de los datos para el grafico. Cuando ocurre esto, se debe volver a dibujar el grafico utilizando una forma diferente de constituir los subgrupos o de estratificar (utilizar para cada maquina una carta de control, preparar cartas de control para materia prima de distintos orígenes, para distintos meses, etc.).

## Conclusiones:

Uno de los objetivos del control estadísticos de procesos es detectar con rapidez la presencia de causas asignables o de tendencias o corrimientos del proceso, de modo que pueda efectuarse una investigación y emprender una acción correctiva. Se utiliza también para estimar los parámetros de un proceso de producción y eventualmente para eliminar la variabilidad.

El control estadístico no constituye un fin en si mismo; una vez que se ha establecido, se puede comenzar un duro trabajo para mejorar la calidad y la economía de la producción.

En relación a la interpretación de una carta de control, aun cuando todos los puntos de una carta se encuentran dentro los limites de control, si se comporta de manera sistemática o no aleatoria, entonces es un indicador de que el proceso esta fuera de control.

Si el proceso esta bajo control, todos los puntos de la grafica deben seguir un patrón aleatorio.

La construcción mediante la generación de números aleatorios de las cartas de control para Media-Rango ( $\bar{X}-R$ ) y para Media-Desvió Estándar ( $\bar{X}-\sigma$ ) para conjuntos de datos de diferentes tamaños pone en evidencia que mientras mayor sea el tamaño del subgrupo, mas estrechos son los limites de control en la Carta Media y mas fácil es detectar variaciones pequeñas, esto es solo si las variaciones en el promedio del proceso ocurren entre y no dentro de los subgrupos.

En procesos destructivos en donde solo es posible una medición, previa a la construcción de la Carta para datos individuales se debe probar la normalidad de los mismos, pues de no ser así , los resultados podrían ser erróneos .

La técnica de simulación constituye una solución o una salida valida en aquellos casos en los que no es posible contar con todos los datos pero si se conocen los parámetros con que habitualmente opera un determinado proceso de producción, se pueden construir las Cartas y por lo tanto conocer si el proceso esta bajo control estadístico o no.

Por otra parte permite actuar previamente ya que la Carta detecta anomalías incluso antes de que un punto caiga fuera de los limites de control, por lo que es posible corregir el problema anticipando una acción correctiva.

## **Bibliografía:**

- Bowker Lieberman g j., 1972-Estadística para ingenierías. Prentice /Hall. Internacional.
- Davies O.L.,1996-Métodos Estadísticos aplicados a la investigación y a la producción .2da edición .Aguilar. Colección Ciencia y Técnica.
- Feigenbaum Armand V., 1994-Control de calidad total.3ra Edición-CESCA.
- Ishikawa, Kaoru, 1994-Introducción al control de calidad.Ediciones Diaz de Santos s.a. España.
- Juran J.M.y Gryna Frank,1996-Manual de control de calidad .4ta Edición.Edit.Mc. Graw-Hill volumen I y II.
- Marquina Hector Ing.1990. Control Estadístico del proceso-curso organizado por el instituto argentino de control de calidad. Bs. As. Argentina.
- Miller Irwin, Freund J. 1992. Probabilidad y Estadísticas para ingenieros-3era edición. Prentice/hall
- Walpole Myres,1992. Probabilidad y Estadística. 4ta edición. Mc.Graw-Hill.
- Grant Eugene I. 1966. Control de calidad estadístico.3ra edición .Editorial Continental S.A.



**Anexo:**

**Tabla A : Factores para calcular líneas centrales de las gráficas y límites de control 3-sigmas (n = 5)**

Ob.de la m.	Gráficas para promedios			Gráfica para Rangos						
	Factores para los límites de control			Factores para la LC		Factores para los límites de control				
	A	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	d <sub>2</sub>	1/d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
2	2,121	1,880	2,659	1,128	0,8865	0,853	0	3,686	0	3,267
3	1,732	1,023	1,954	1,693	0,5907	0,888	0	4,358	0	2,574
4	1,500	0,729	1,628	2,059	0,4857	0,880	0	4,698	0	2,282
5	1,342	0,577	1,427	2,326	0,430	0,864	0	4,918	0	2,114