



GLOBAL

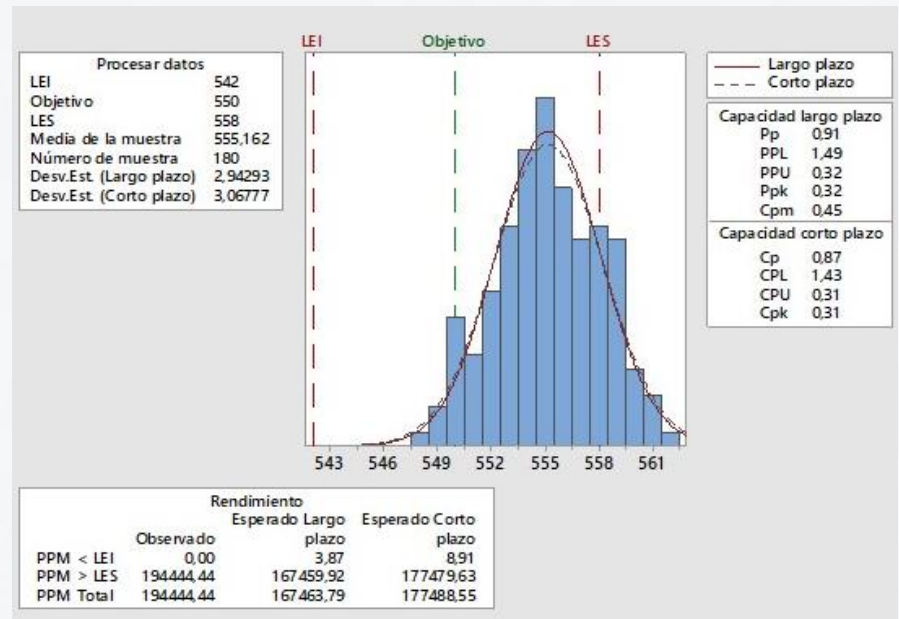
TRAINING INDUSTRY

www.globaltrainingindustry.com



Control Estadístico del Proceso

Control Estadístico del Proceso





01



La recolección de datos y el uso de métodos estadísticos no es el fin

Los Sistemas de Medición son críticos para el análisis de datos, estos deben ser claramente conocidos antes de iniciar el proceso de recolección de datos

02

03

El uso de señales estadísticas para mejorar el desempeño puede ser aplicado en cualquier área



SPC significa Control Estadístico de los Procesos (siglas en ingles)

Históricamente, los métodos estadísticos han sido aplicadas por rutina a partes más que a procesos

04

05

El real entendimiento de los conceptos estadísticos requiere del contacto directo con situaciones de control de procesos

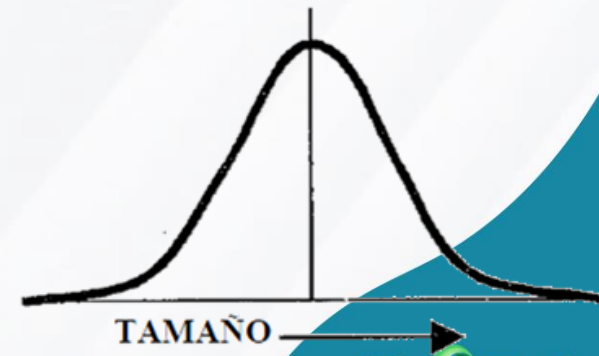
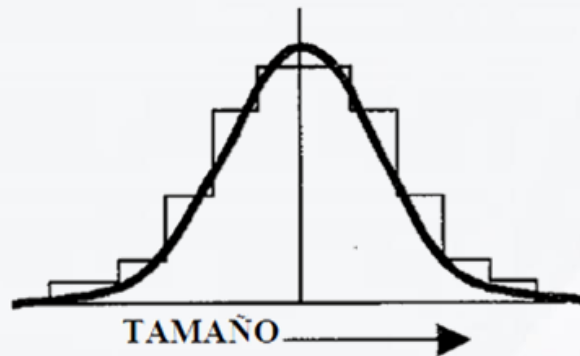
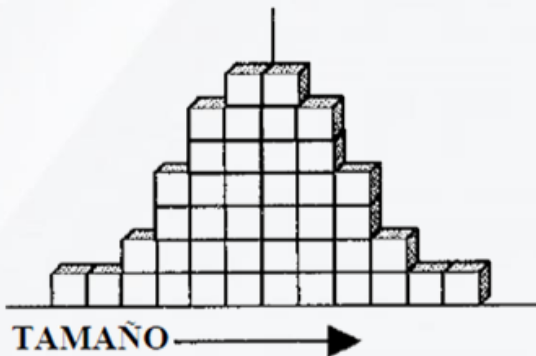
06

El manual SPC debiese ser la referencia de 1er paso hacia el uso de métodos estadísticos

Las Piezas Varían una de Otra

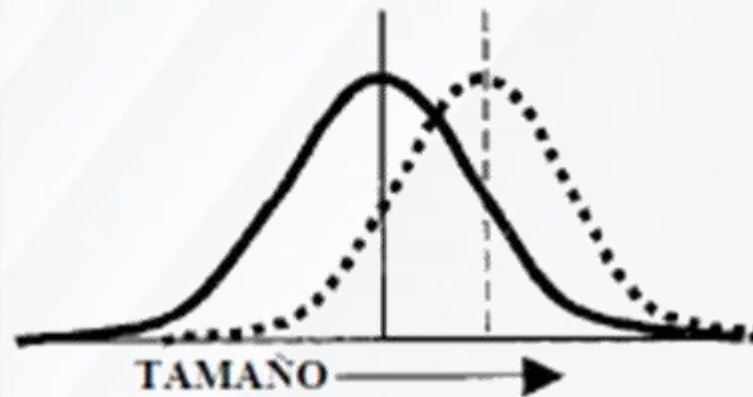


AUNQUE FORMEN UN PATRÓN, QUE SI ES ESTABLE, PUEDE SER DESCRITO COMO UNA DISTRIBUCIÓN

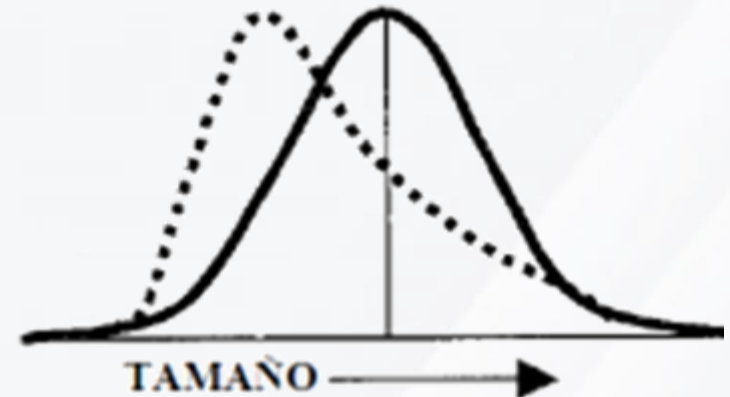


La Distribución puede diferir en:

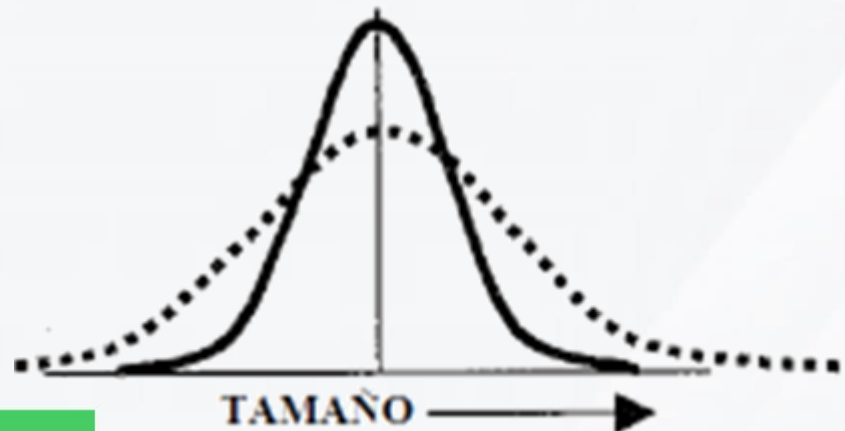
LOCALIZACIÓN



FORMA

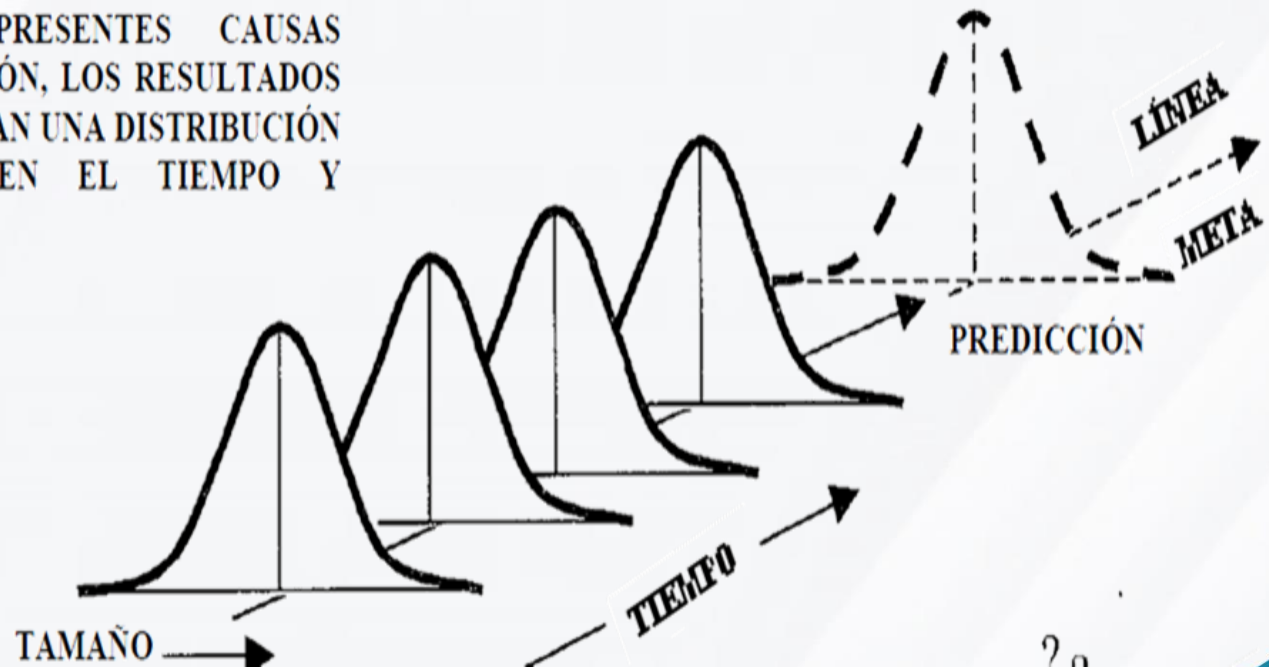


DISPERSIÓN



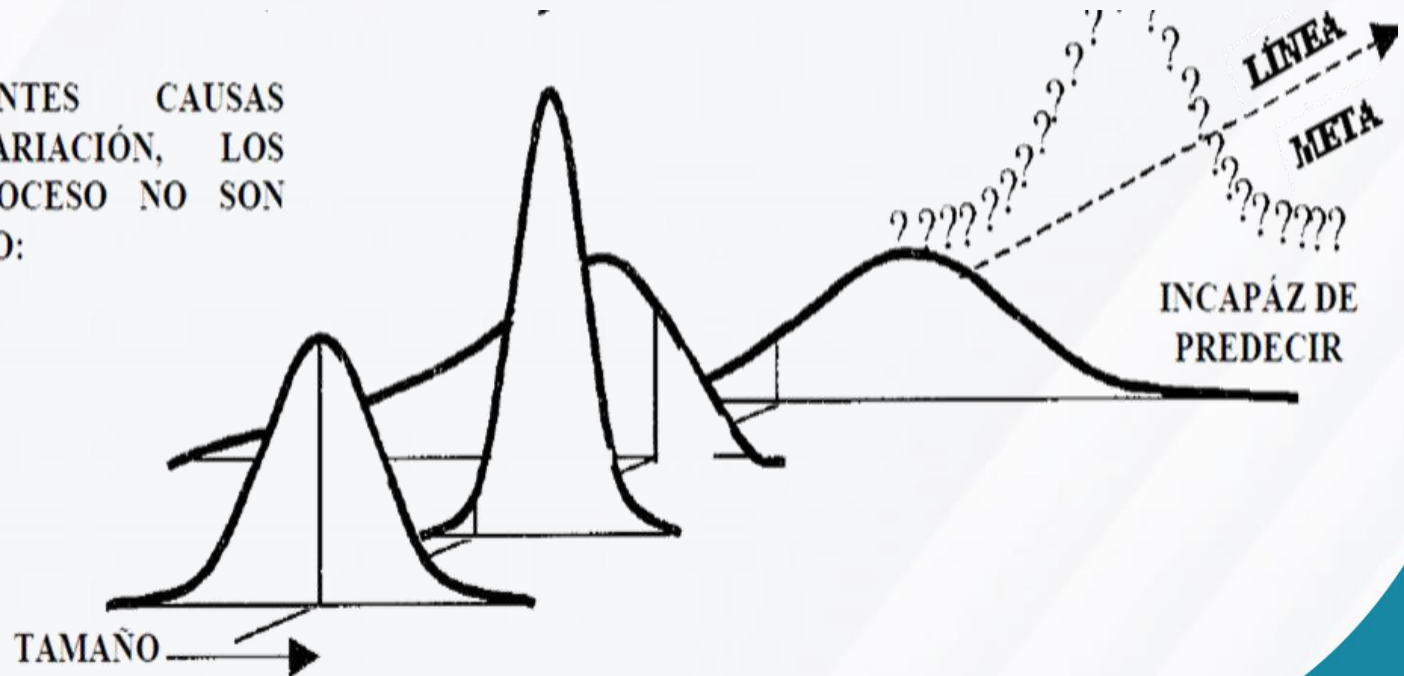
Causas Comunes

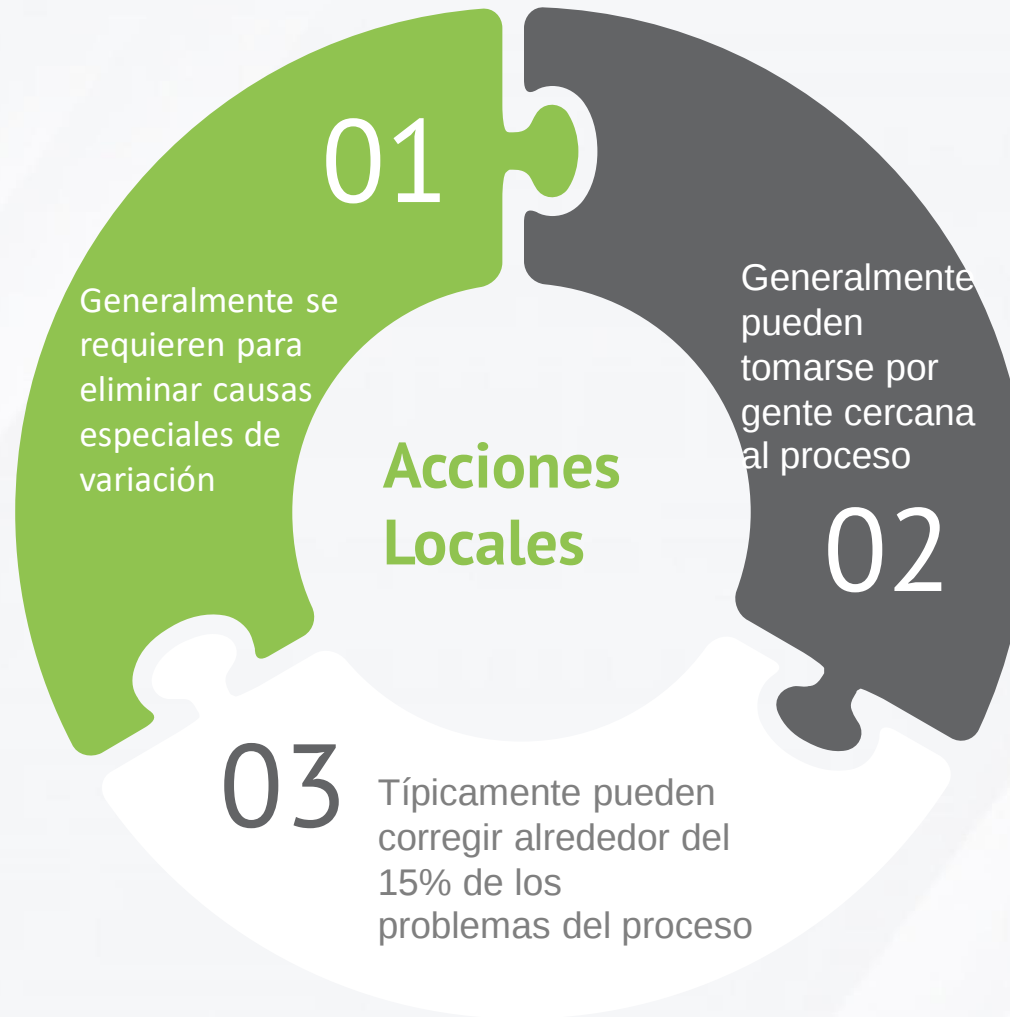
SI SOLO ESTÁN PRESENTES CAUSAS COMUNES DE VARIACIÓN, LOS RESULTADOS DE UN PROCESO FORMAN UNA DISTRIBUCIÓN QUE ES ESTABLE EN EL TIEMPO Y PREDECIBLE:

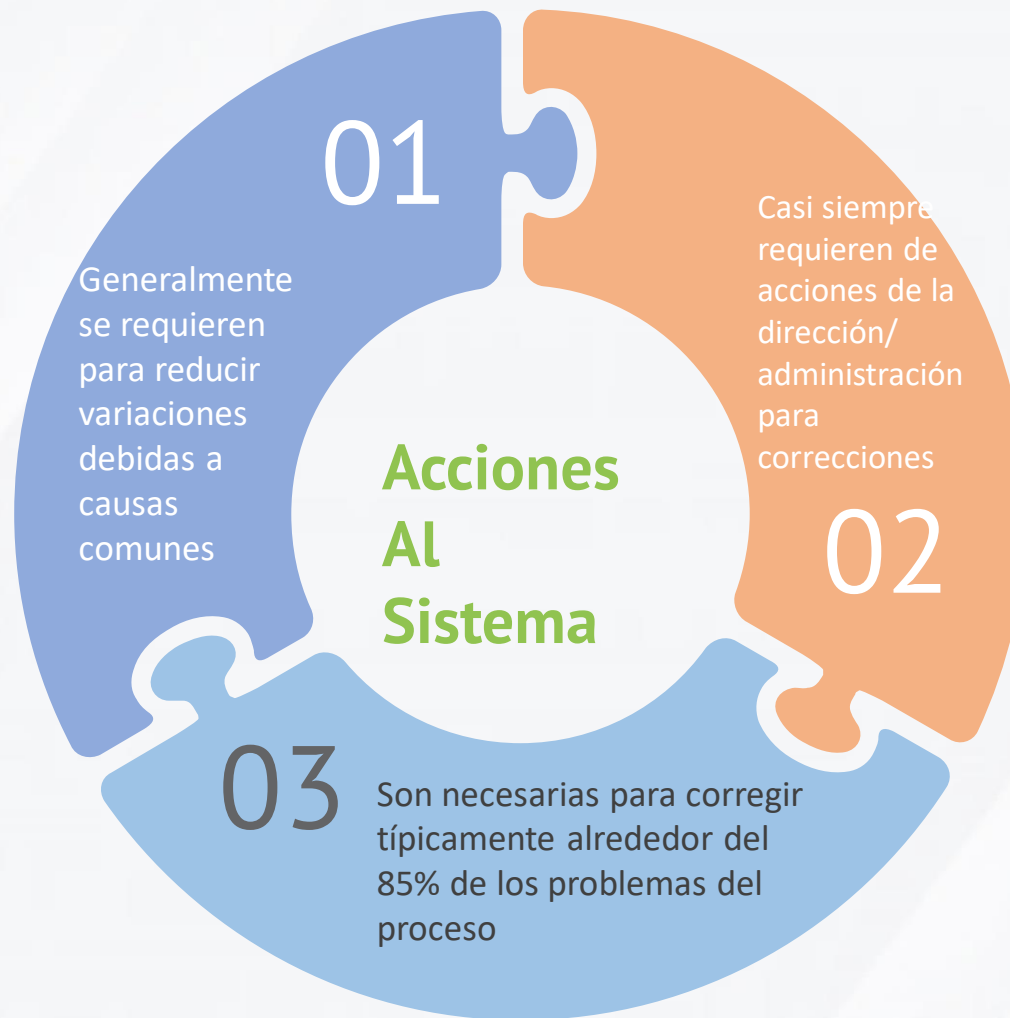


Causas Especiales

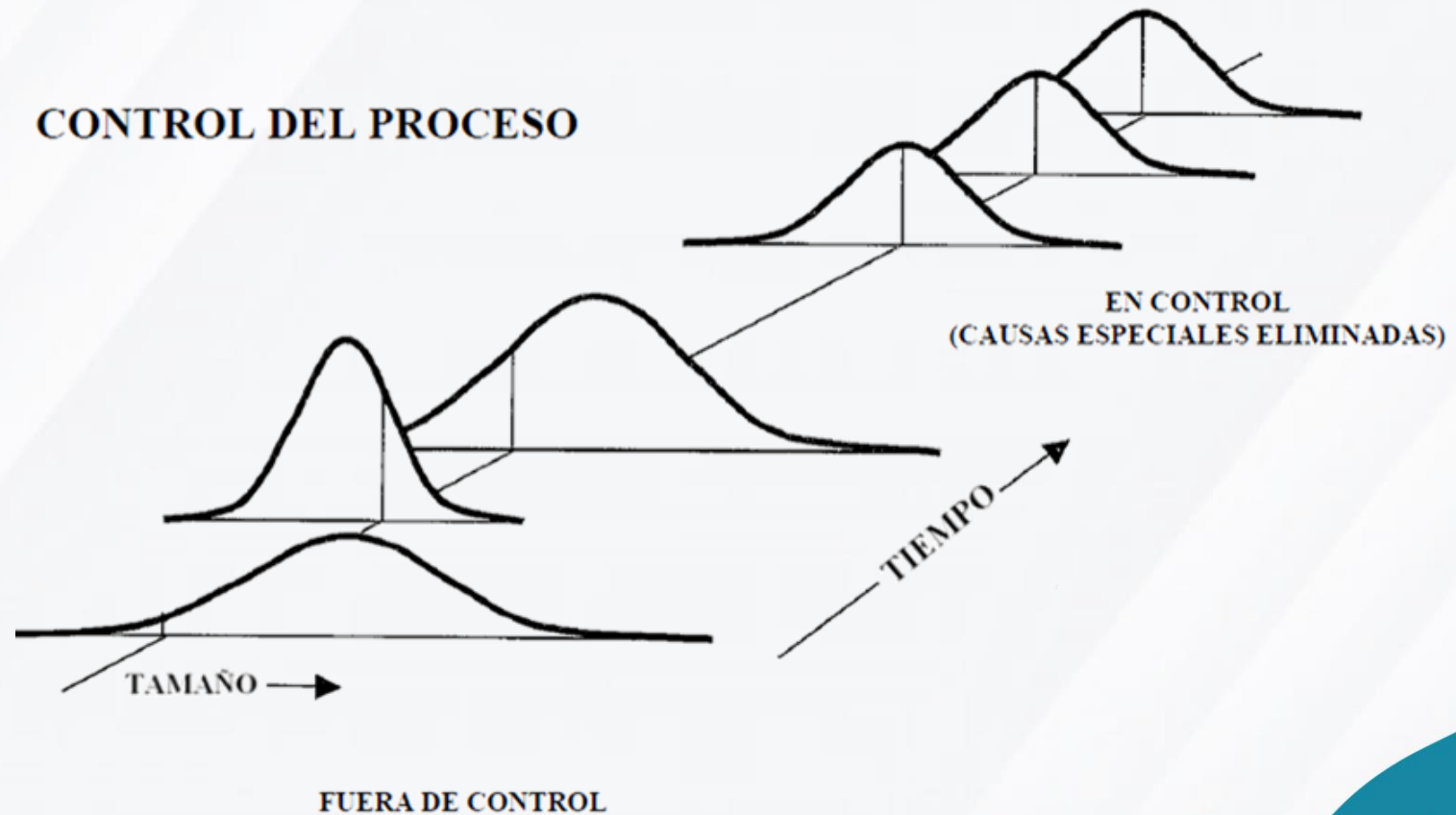
SI ESTÁN PRESENTES CAUSAS ESPECIALES DE VARIACIÓN, LOS RESULTADOS DEL PROCESO NO SON ESTABLES EN EL TIEMPO:



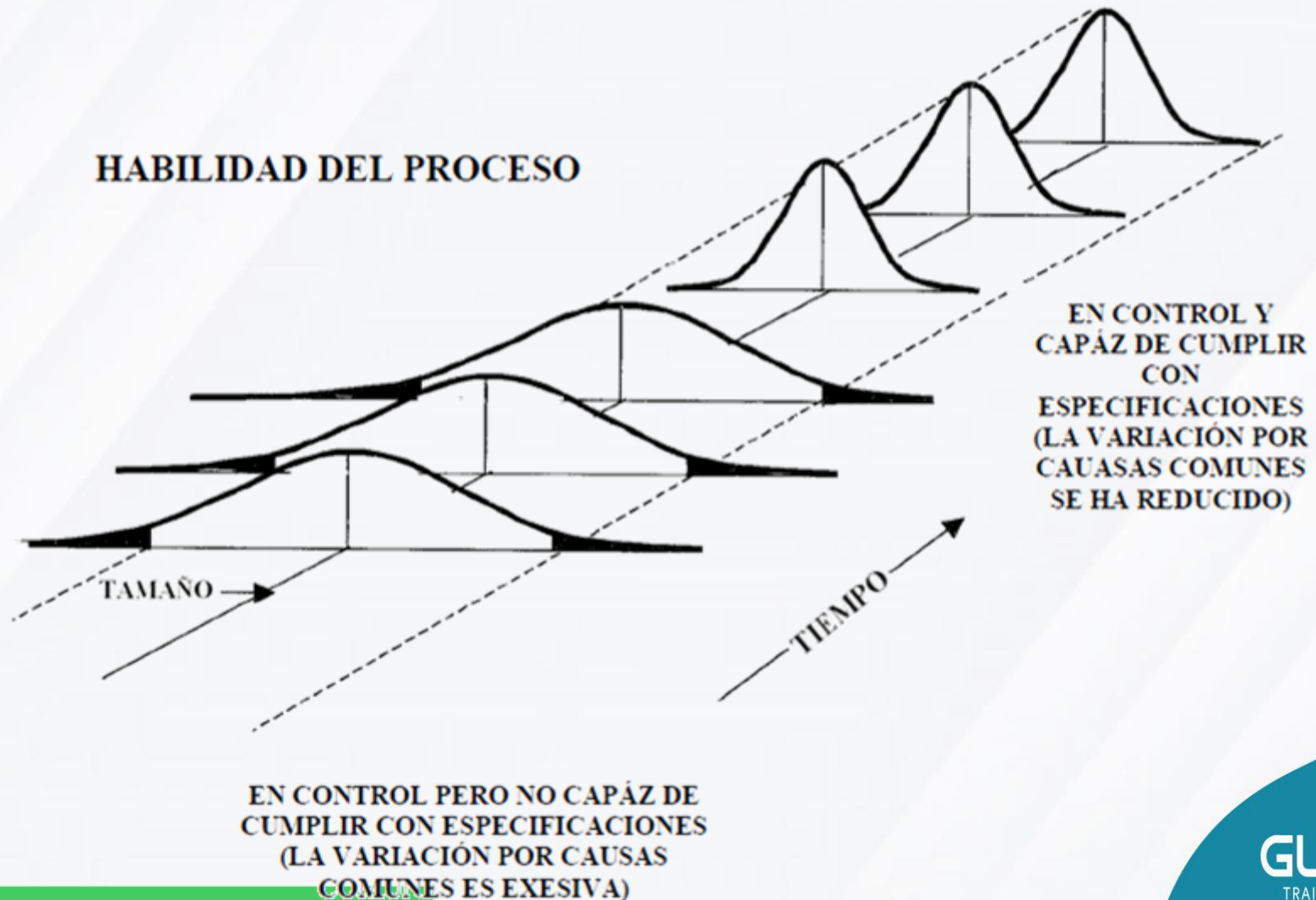




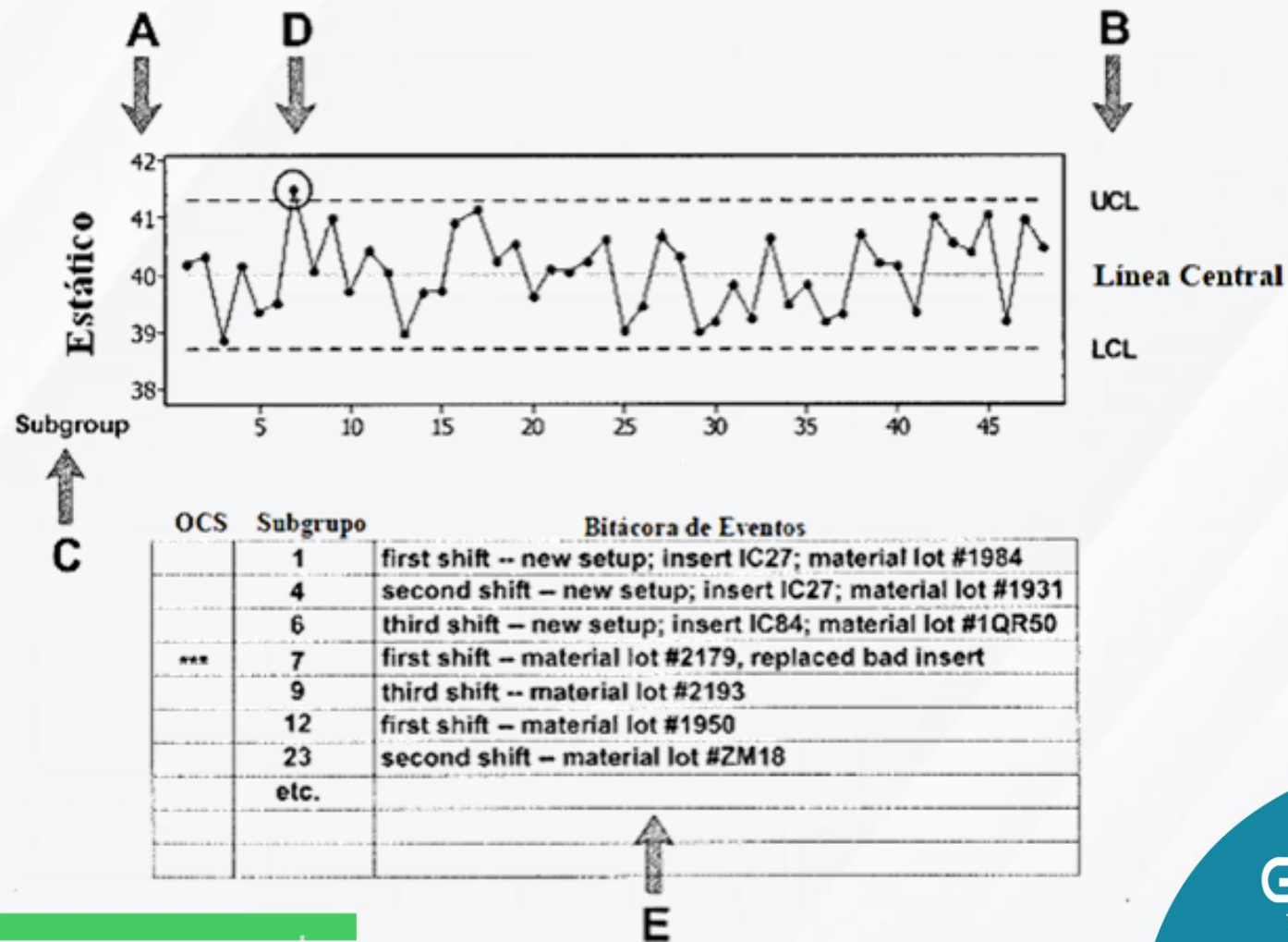
Control De Proceso



Habilidad del Proceso



Elementos De Graficas De Control



Elementos De Graficas De Control



A

Escala apropiada

La escala debiera ser tal que la variación natural del proceso pueda ser fácilmente vista. Una escala que produzca una gráfica de control "estrecha" no permite análisis ni control del proceso mismo.



B

Limites de Control

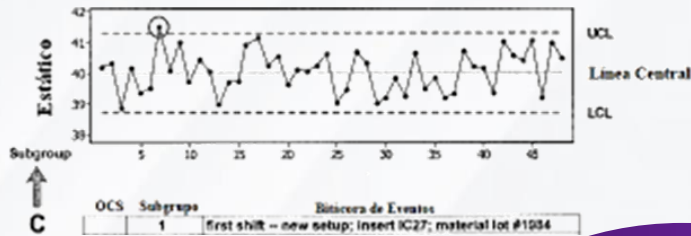
La habilidad de determinar indicadores que den señales de causas especiales en las gráficas de control requiere que los límites de control se basen en una distribución muestral.

B

Línea Central

La gráfica de control requiere de una línea central basada en la distribución muestral, a fin de permitir la determinación de patrones no aleatorios que den señales de causas especiales.

Elementos De Graficas De Control



C

Secuencia de tiempo de subgrupos

Manteniendo la secuencia en la cual los datos son recolectados ofrece indicaciones de "cuándo" ocurre una causa especial y si dicha causa está orientada en el tiempo.

D

Identificación de valores fuera de control

Puntos graficados que estén fuera de control estadístico debieran estar identificados en la gráfica de control.

E

Bitácora

Esta información debiera incluir fuentes potenciales de variación, así como acciones tomadas para resolver *señales fuera-de-control* (OCS). Esta información puede registrarse en la gráfica de control o en una Bitácora de Eventos por separado..

Resumen de Criterios Típicos para Causas Especiales	
1	1 punto más allá de 3 desviaciones estándar ²¹ de la línea central
2	7 puntos consecutivos en el mismo lado de la línea central
3	6 puntos consecutivos, todos crecientes ó todos decrecientes
4	14 puntos consecutivos, alternando arriba y abajo
5	2 de 3 puntos > 2 desviaciones estándar de la línea central (mismo lado)
6	4 de 5 puntos > 1 desviación estándar de la línea central (mismo lado)
7	15 puntos consecutivos dentro de 1 desviación estándar de la línea central (ambos lados)
8	8 puntos consecutivos > 1 desviación estándar de la línea central (ambos lados)

Señales de proceso “fuera de control”

- Un punto clave en el uso de las gráficas de control lo constituye la interpretación de las señales del comportamiento de valores para generar una gráfica , puntos a considerar son:

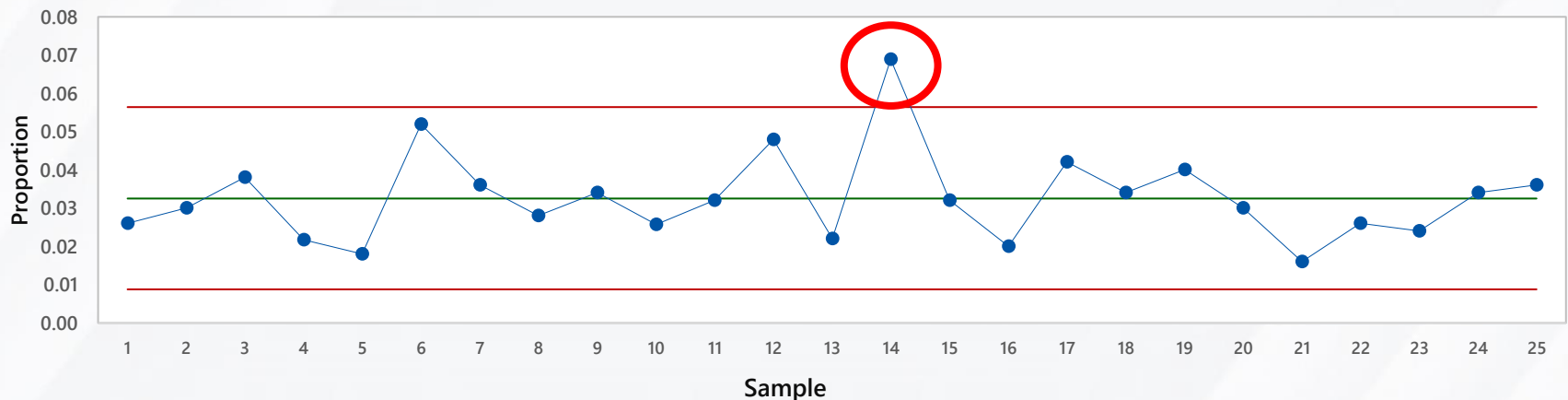
- ☐ Puntos fuera de los limites de control
- ☐ Corridas
- ☐ Patrones inusuales
- ☐ Patrones no aleatorios obvios

Definición De Señales Fuera De Control

- El límite de control o punto graficado ha sido calculado o graficado erróneamente.

- El sistema de medición ha cambiado (ej., un diferente evaluador o instrumento).

P Chart



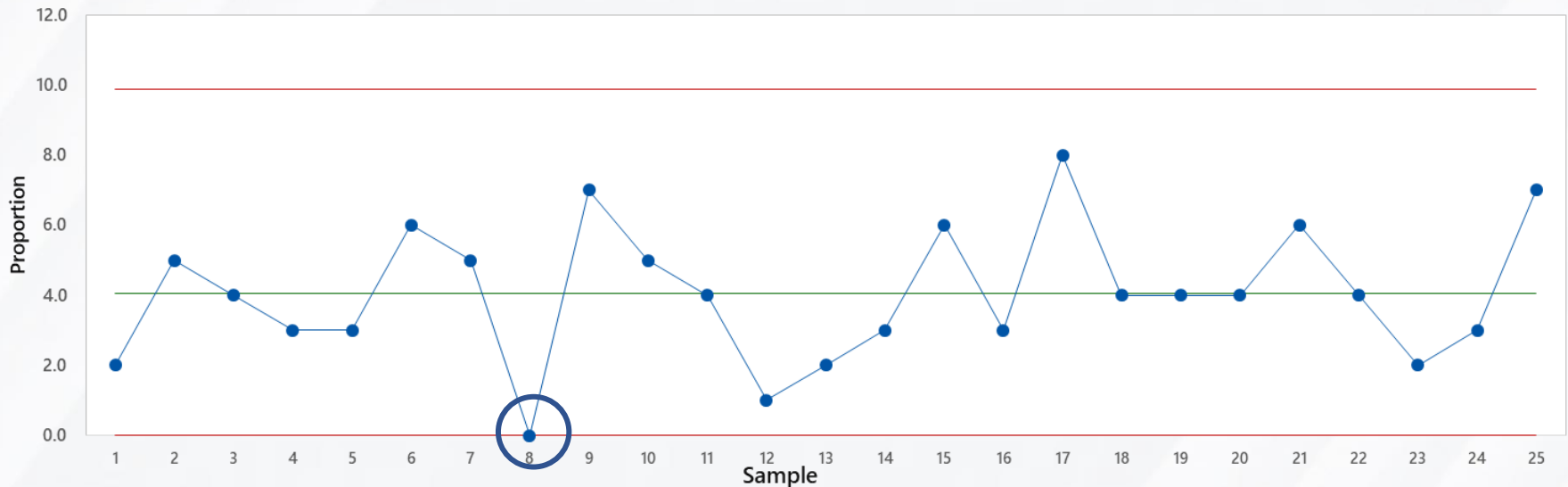
- La variabilidad pieza-a-pieza o la dispersión de la distribución se ha incrementado (ej., empeorado), ya sea en ese punto o como parte de una tendencia.

- El sistema de medición necesita de una discriminación apropiada.

Definición De Señales Fuera De Control

Para gráficas que traten con dispersión, un punto abajo del límite de control inferior es generalmente una señal de uno o más de los siguientes aspectos:

np Chart

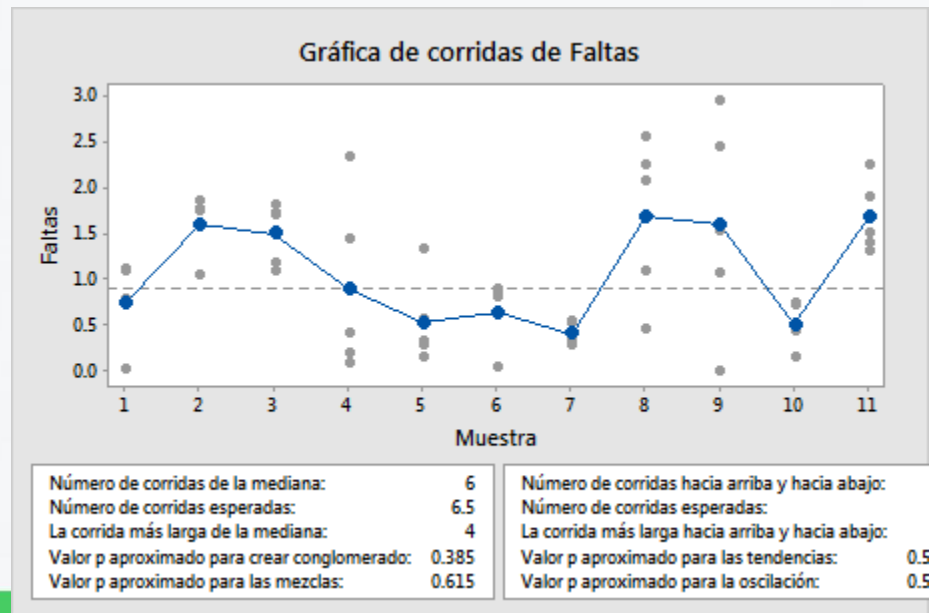


- El límite de control o punto graficado están en error.
- La distribución de la dispersión ha decrecido (ej., llega a estar mejor).
- El sistema de medición ha cambiado (incluyendo posible edición o alteración de los datos).

Definición De Señales Fuera De Control

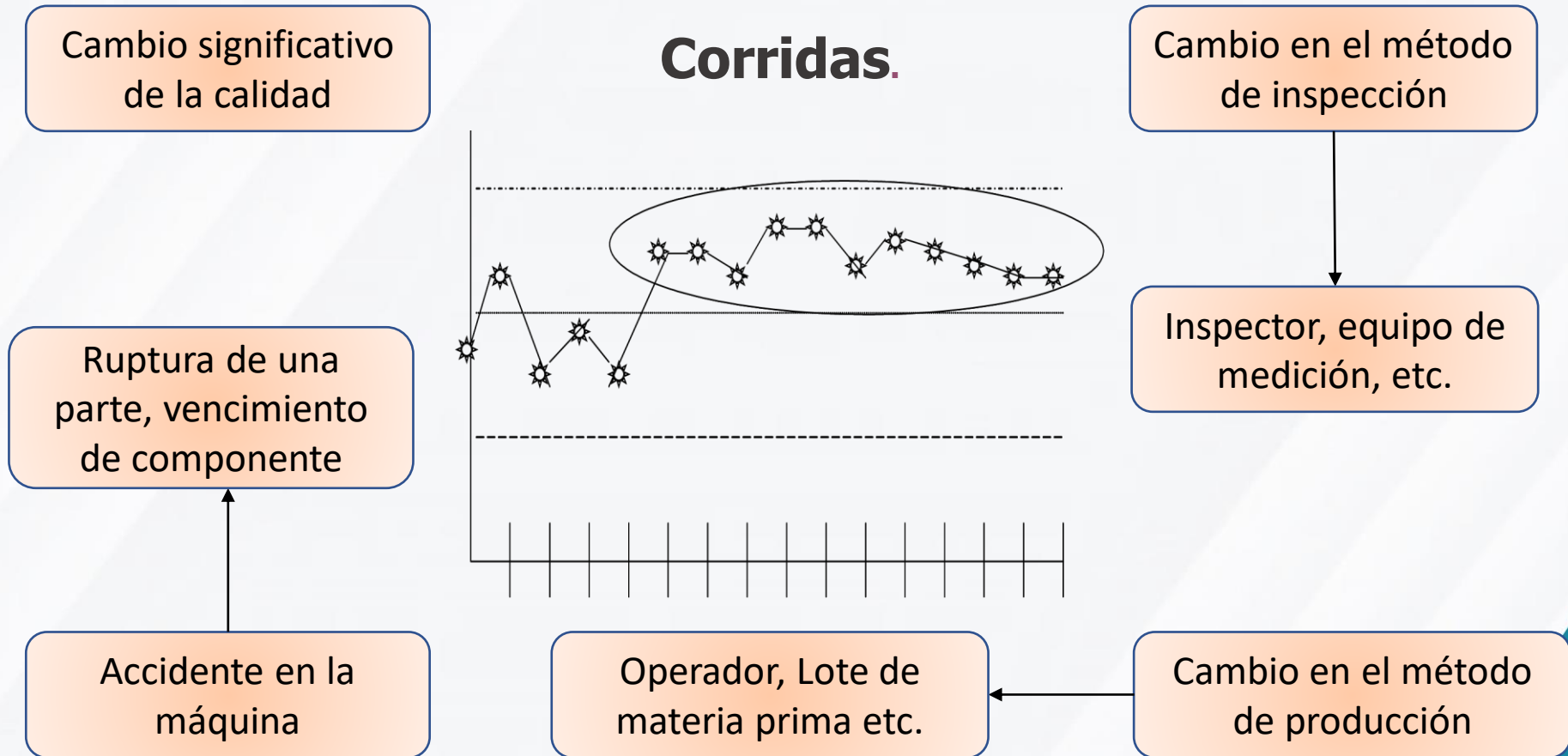
Patrones o Tendencias Dentro de los Límites de Control

La presencia de patrones o tendencias inusuales, aun y cuando todos los rangos estén dentro de límites de control, pueden ser evidencia de la influencia de causas especiales durante el período del patrón o tendencia.



Definición De Señales Fuera De Control

Corridas.



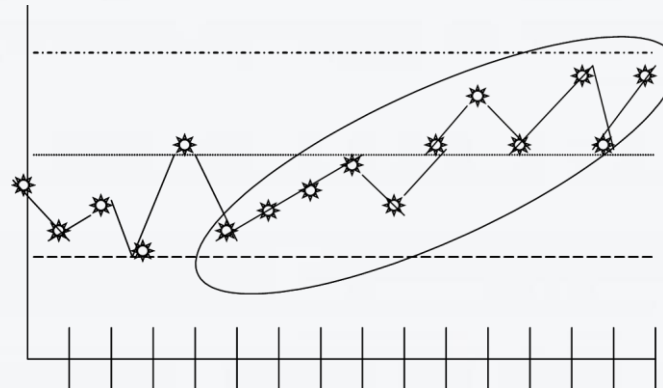
Definición De Señales Fuera De Control

Patrones de inestabilidad

Cambio gradual de condiciones ambientales

Desgaste de Herramientas

Mejoramiento de las condiciones (Estudiar y Aplicar)



Fatiga del operador

Ajustes en maquinaria

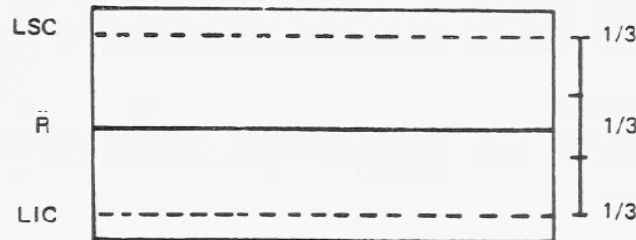
Aumento gradual de parámetros

Definición De Señales Fuera De Control

Adhesión a la línea central y adhesión a los límites de control.

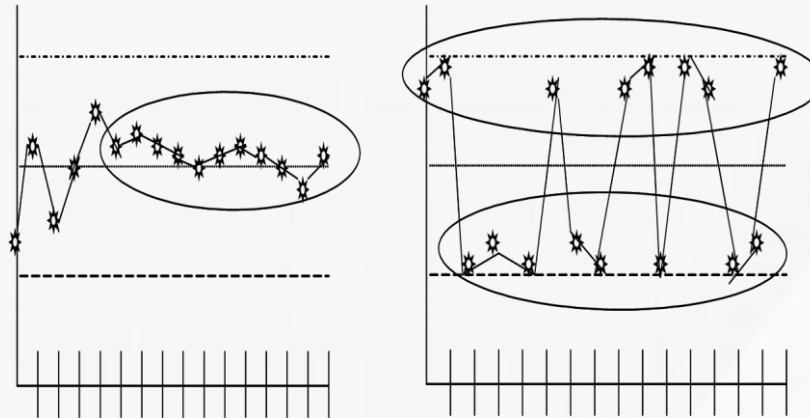
Alteración de datos

Mejora significativa



Limites de control incorrectos

Falta de resolución en el equipo de medición

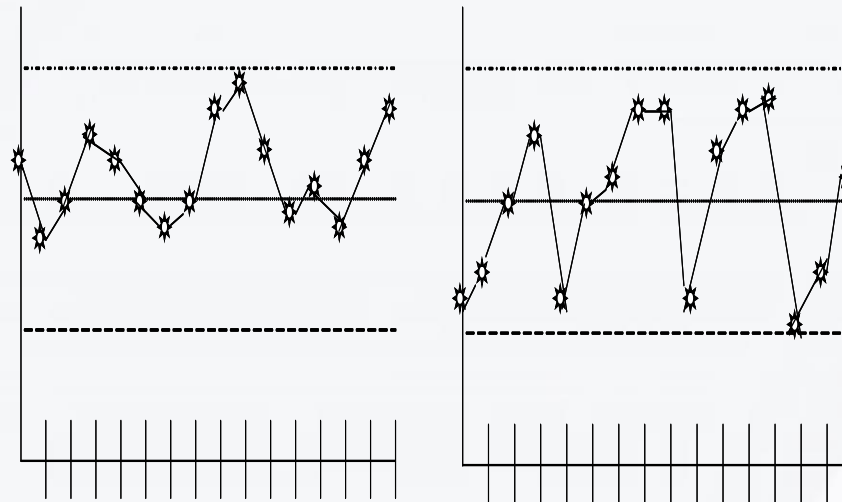


Definición De Señales Fuera De Control

Periodicidad (o ciclos).

Parámetros se repiten en forma periódica

Desgaste de herramientas



Operario (Cambio de turno, rotación)

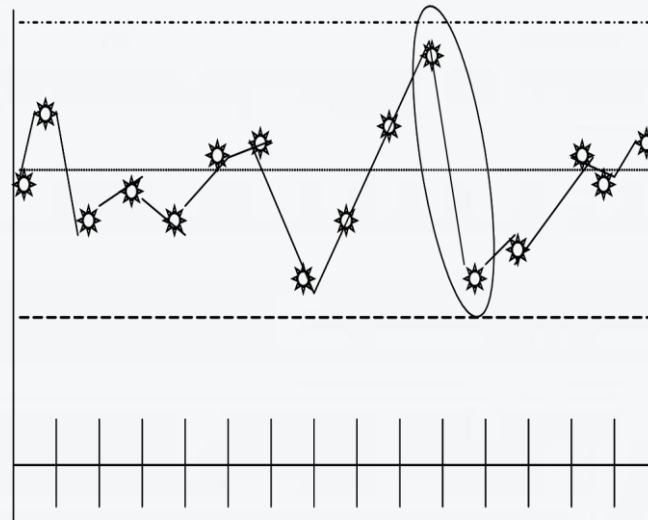
Condiciones ambientales cíclicas

Definición De Señales Fuera De Control

Cambios bruscos en el proceso.

Cambio en alguna
condición ambiental

Ruptura de alguna
parte



Distracción de
operario

Accidente de trabajo

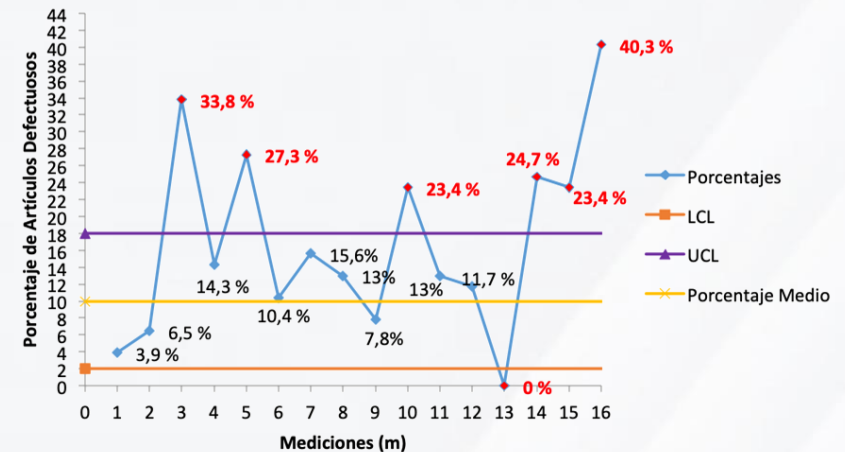
Datos Variables

Medias y rangos X-R

Promedios y
Desviaciones X-S

Medianas y Rangos

Promedios y Rangos
Móviles (X-MR)





Graficas Por
Variables

Determinación De Grafica

Datos No Variables

Grafica p

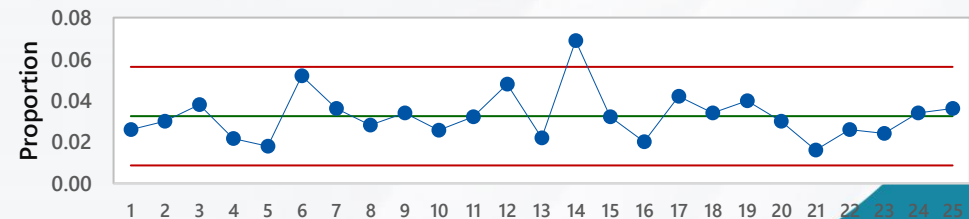
Grafica np

Grafica u

Grafica c



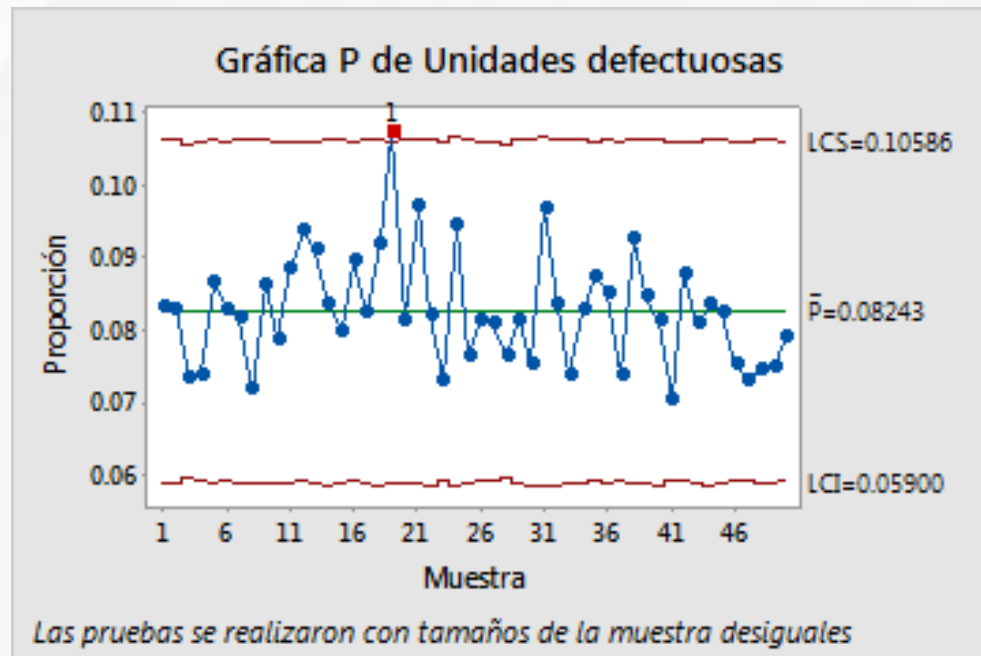
P Chart



Sample

Datos no Variables

Tradicionalmente las gráficas de atributos son usadas para el rastreo de partes no aceptables identificando productos no conformes y no conformidades dentro de un producto mismo.





Graficas Por Atributos

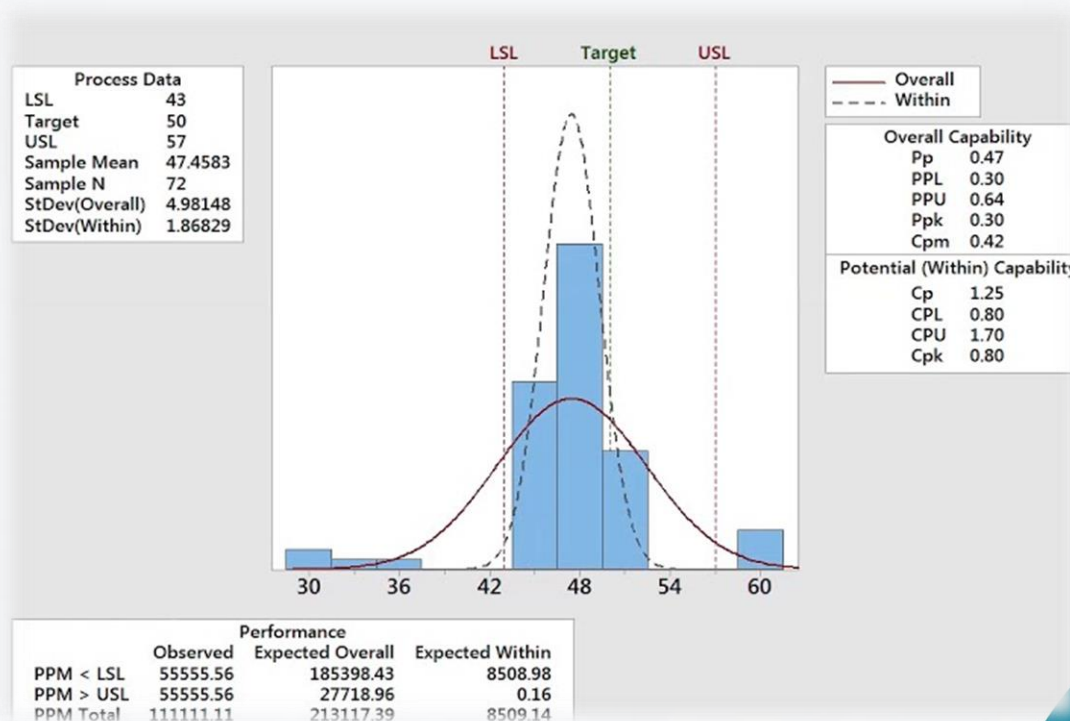


INDICES DE PROCESOS

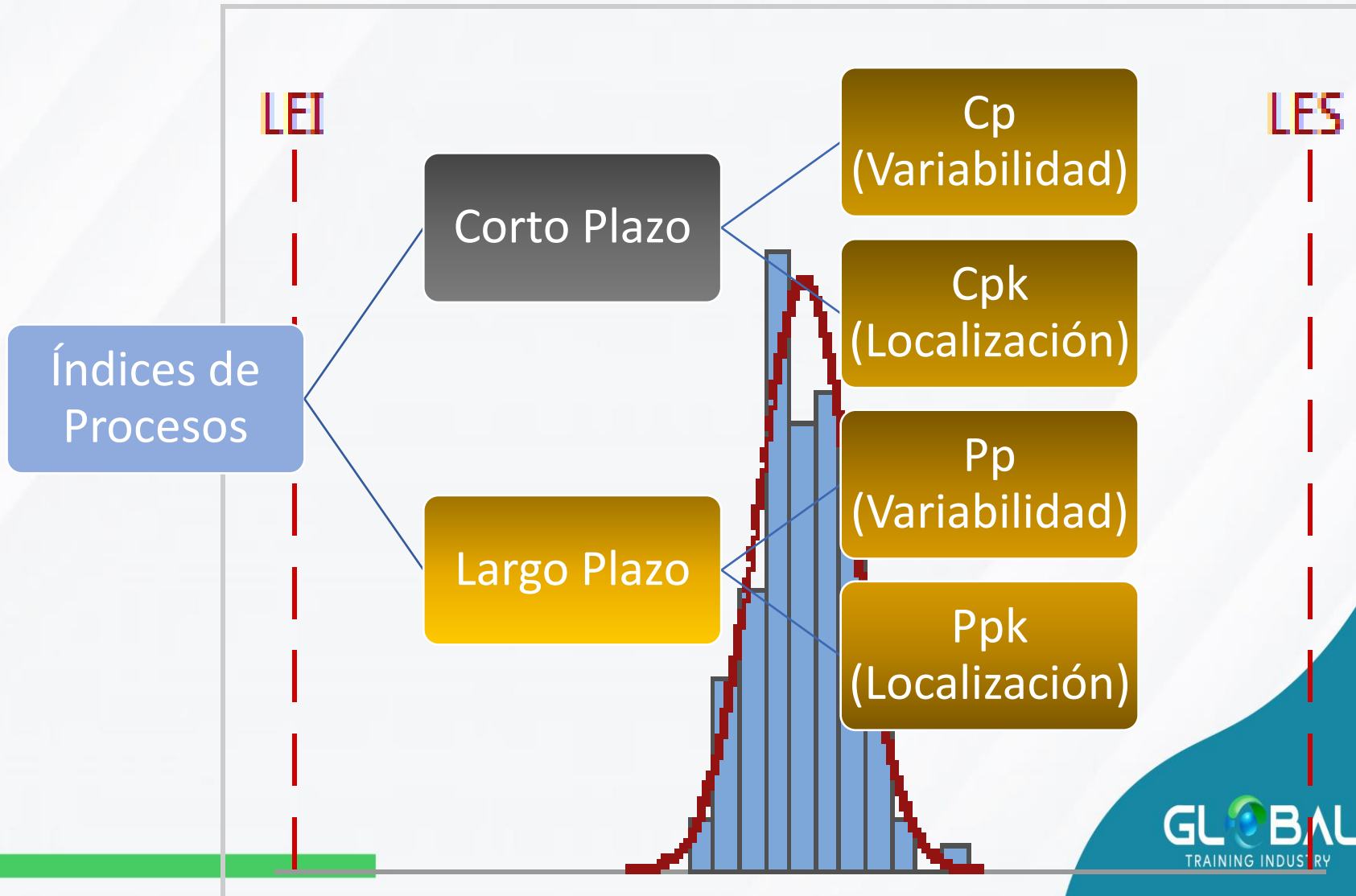


Índices de Procesos

El resultado de un proceso estable puede ser descrito por su distribución estadística. El proceso debe ser estable (en control estadístico) a fin de que su distribución sea útil para predecir resultados futuros.



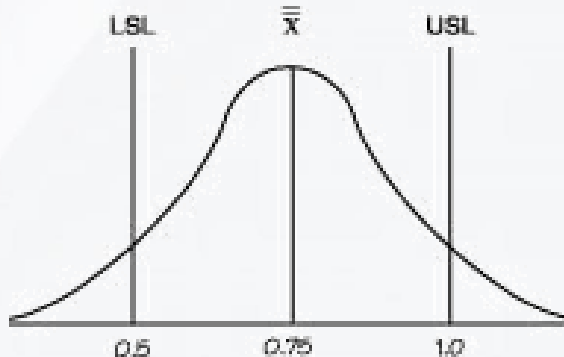
Índices de Procesos



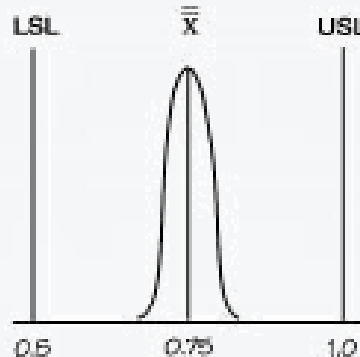
CP

- Indicador de la capacidad potencial del proceso que resulta de dividir el ancho de las especificaciones (variación tolerada) entre la amplitud de la variación natural del proceso.

$$C_p \text{ se calcula por } C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma_c} = \frac{USL - LSL}{6\left(\bar{R}/d_2\right)}$$



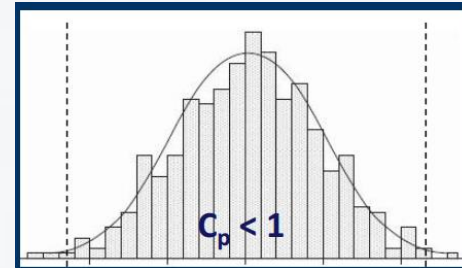
$C_p = 0.5$
 $C_{pk} = 0.5$



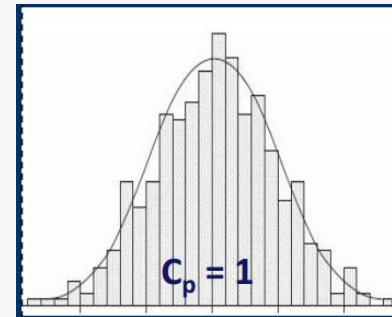
$C_p = 3$
 $C_{pk} = 3$

Propiedades del Índice de capacidad del proceso:

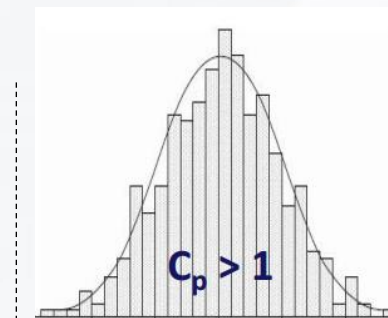
$C_p < 1$, La variación del proceso excede la especificación → Se están generando defectos



$C_p = 1$, El proceso satisface la especificación. Se obtendrá un mínimo de 0.27% de defectos y mas si el proceso no esta centrado.



$C_p > 1$, La variación del proceso es inferior a las especificaciones, sin embargo se obtendrá defectos si el proceso no esta centrado en el valor deseado.



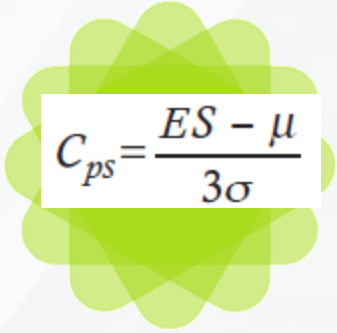
CP

Valor del índice C_p	Clase o categoría del proceso	Decisión (si el proceso está centrado)
$C_p \geq 2$	Clase mundial	Se tiene calidad Seis Sigma.
$C_p > 1.33$	1	Adecuado.
$1 < C_p < 1.33$	2	Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto.
$0.67 < C_p < 1$	3	No adecuado para el trabajo. Es necesario un análisis del proceso. Requiere de modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.
$C_p < 0.67$	4	No adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones muy serias.

CP

Valor del índice (corto plazo)	Proceso con doble especificación (índice C_p)		Con referencia a una sola especificación (C_{pi} , C_{ps} , C_{pk})	
	% fuera de las dos especificaciones	Partes por millón fuera (PPM)	% fuera de una especificación	Partes por millón fuera (PPM)
0.2	54.8506%	548 506.130	27.4253%	274 253.065
0.3	36.8120%	368 120.183	18.4060%	184 060.092
0.4	23.0139%	230 139.463	11.5070%	115 069.732
0.5	13.3614%	133 614.458	6.6807%	66 807.229
0.6	7.1861%	71 860.531	3.5930%	35 930.266
0.7	3.5729%	35 728.715	1.7864%	17 864.357
0.8	1.6395%	16 395.058	0.8198%	8 197.529
0.9	0.6934%	6 934.046	0.3467%	3 467.023
1.0	0.2700%	2 699.934	0.1350%	1 349.967
1.1	0.0967%	966.965	0.0483%	483.483
1.2	0.0318%	318.291	0.0159%	159.146
1.3	0.0096%	96.231	0.0048%	48.116
1.4	0.0027%	26.708	0.0013%	13.354
1.5	0.0007%	6.802	0.0003%	3.401
1.6	0.0002%	1.589	0.0001%	0.794
1.7	0.0000%	0.340	0.0000%	0.170
1.8	0.0000%	0.067	0.0000%	0.033
1.9	0.0000%	0.012	0.0000%	0.006
2.0	0.0000%	0.002	0.0000%	0.001

Cpi, Cps, Cpk

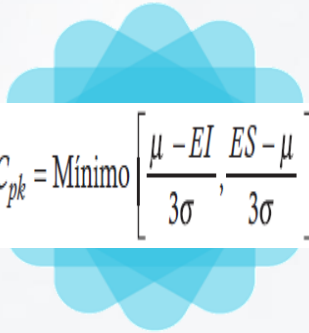

$$C_{ps} = \frac{ES - \mu}{3\sigma}$$

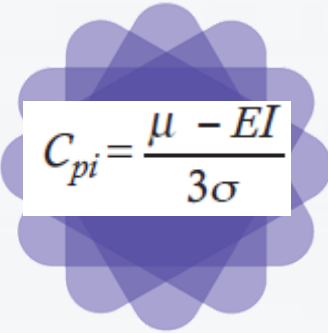
Cps

Indicador de la capacidad de un proceso para cumplir con la especificación superior de una característica de calidad.

Cpi

Indicador de la capacidad de un proceso para cumplir con la especificación inferior de una característica de calidad.


$$C_{pk} = \text{Mínimo} \left[\frac{\mu - EI}{3\sigma}, \frac{ES - \mu}{3\sigma} \right]$$


$$C_{pi} = \frac{\mu - EI}{3\sigma}$$

Cpk

Indicador de la capacidad real de un proceso que se puede ver como un ajuste del índice C_p para tomar en cuenta el centrado del proceso.

Cpi, Cps, Cpk

- El índice Cpk siempre va a ser menor o igual que el índice Cp. Cuando son muy próximos, eso indica que la media del proceso está muy cerca del punto medio de las especificaciones, por lo que la capacidad potencial y real son similares.
- Si el valor del índice Cpk es mucho más pequeño que el Cp, significa que la media del proceso está alejada del centro de las especificaciones. De esa manera, el índice Cpk estará indicando la capacidad real del proceso, y si se corrige el problema de descentrado se alcanzará la capacidad potencial indicada por el índice Cp.

Cpi, Cps, Cpk

- Cuando el valor del índice Cpk sea mayor a 1.25 en un proceso ya existente, se considerará que se tiene un proceso con capacidad satisfactoria. Mientras que para procesos nuevos se pide que $Cpk > 1.45$.
- Es posible tener valores del índice Cpk iguales a cero o negativos, e indican que la media del proceso está fuera de las especificaciones.

Pp Y Ppk

- La *capacidad de largo plazo* se calcula con muchos datos tomados de un periodo suficientemente largo como para que los factores externos influyan en el desempeño del proceso.



$$P_{pk} = \min \left[\frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma_L}, \frac{USL - \bar{X}}{3\sigma_U} \right]$$