

Introducción al Manejo de la Calidad y Control Estadístico de Procesos

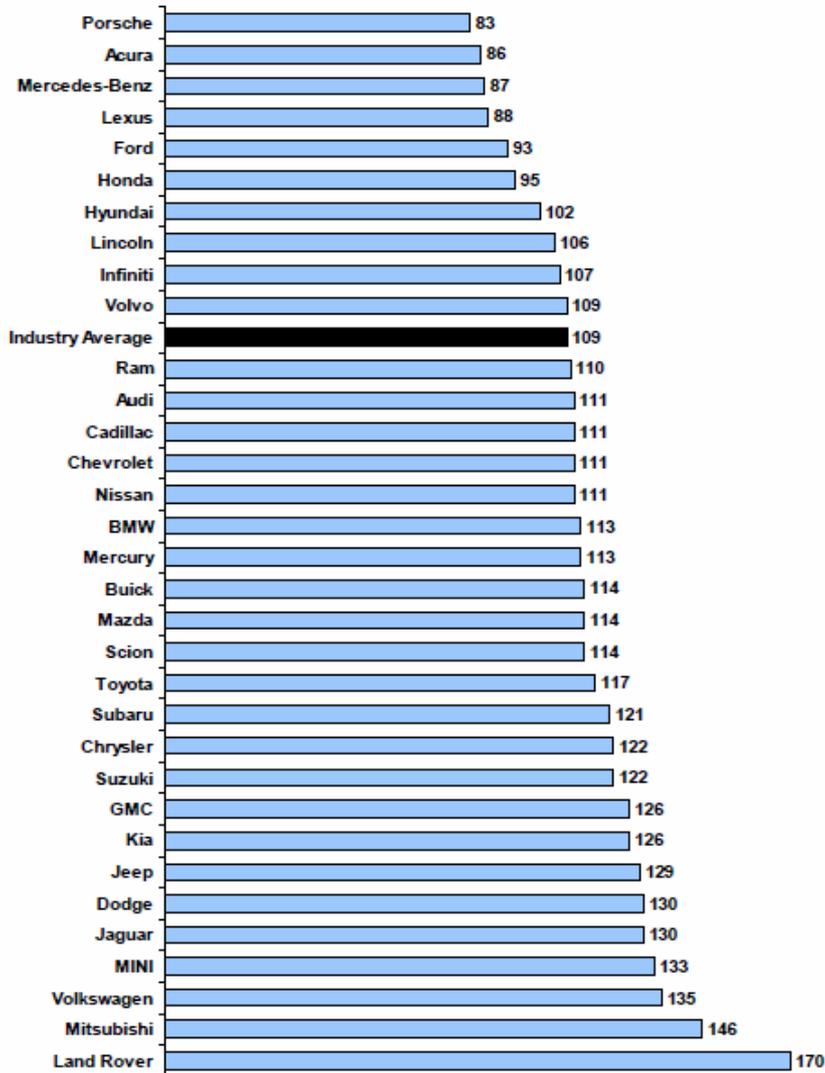
Lineamientos del Módulo de Administración de la Calidad

- ▶ **Introducción**
- ▶ **Control de la Calidad**
 - ▶ Inspección v/s control de procesos.
 - ▶ Experimentos de las Red Beads: Causas comunes, causas especiales.
 - ▶ Gráficos de Control
- ▶ **Capacidad de los Procesos**
 - ▶ Límites en la performance, límites en las especificaciones.
 - ▶ Índice de la capacidad, Six-Sigma.

J.D. Power and Associates 2010 Initial Quality StudySM (IQS)

2010 Nameplate IQS Ranking

Problems per 100 Vehicles

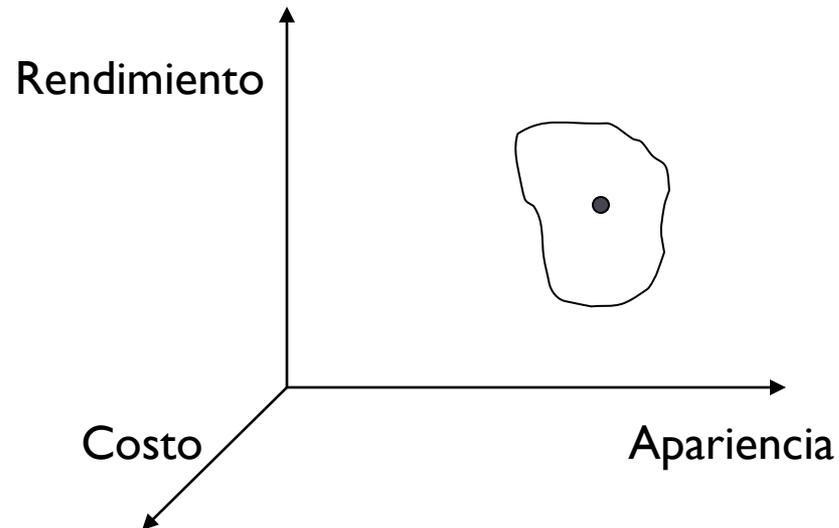


Calidad: Plan Estratégico y Temas Operacionales

- ▶ **Calidad de diseño:**
 - ▶ Posicionamiento de productos (estratégico)
- ▶ **Calidad de conformación**
 - ▶ Minimizar las desviaciones del objetivo propuesto (operacional)

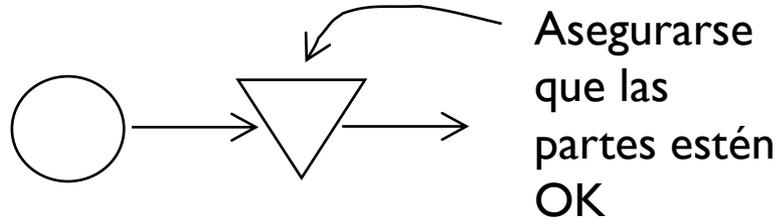
JD Power Initial Quality Study:

“El estudio captura los problemas experimentados por los clientes en dos categorías: calidad de diseño y defectos o mal funcionamiento”.



Manejo de la Calidad: Control Estadístico de Procesos

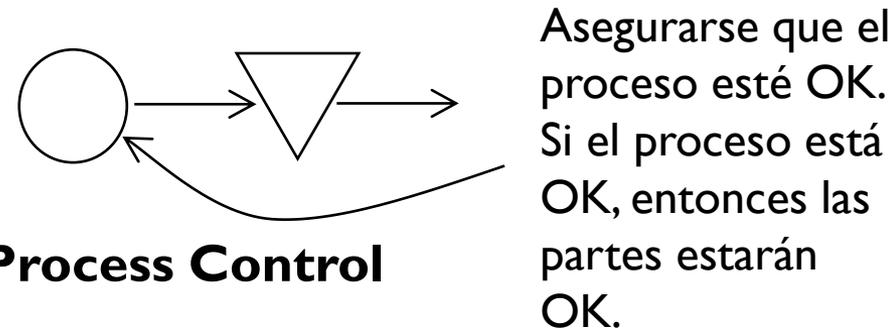
Control de la Calidad



Inspección

- ▶ Objetivo: Seleccionar productos con problemas antes que lleguen a los clientes.
- ▶ Procedimiento:
 - ▶ Detectar desviaciones de los estándares de calidad.
 - ▶ Aceptar/Rechazar resultado.

Detección



Process Control

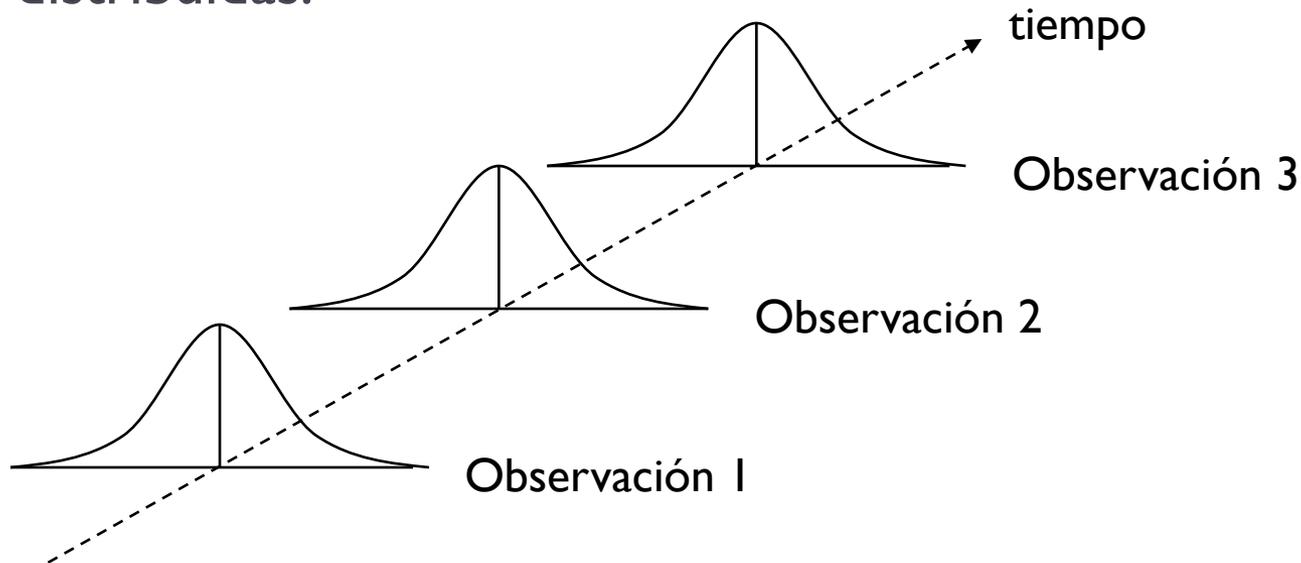
- ▶ Objetivo: Controlar la calidad del producto a través de mejorar y controlar el proceso.
- ▶ Procedimiento:
 - ▶ Medir índices de calidad.
 - ▶ Determinar si el proceso es estable.
 - ▶ Encontrar causas raíz y mejorar continuamente.



Prevención

Experimento de Red Beads: Un proceso bajo control.

- **Definición física:**
 - Predicción de los patrones (no el número individual).
- **Definición matemática:**
 - Las observaciones son independientes e idénticamente distribuidas.



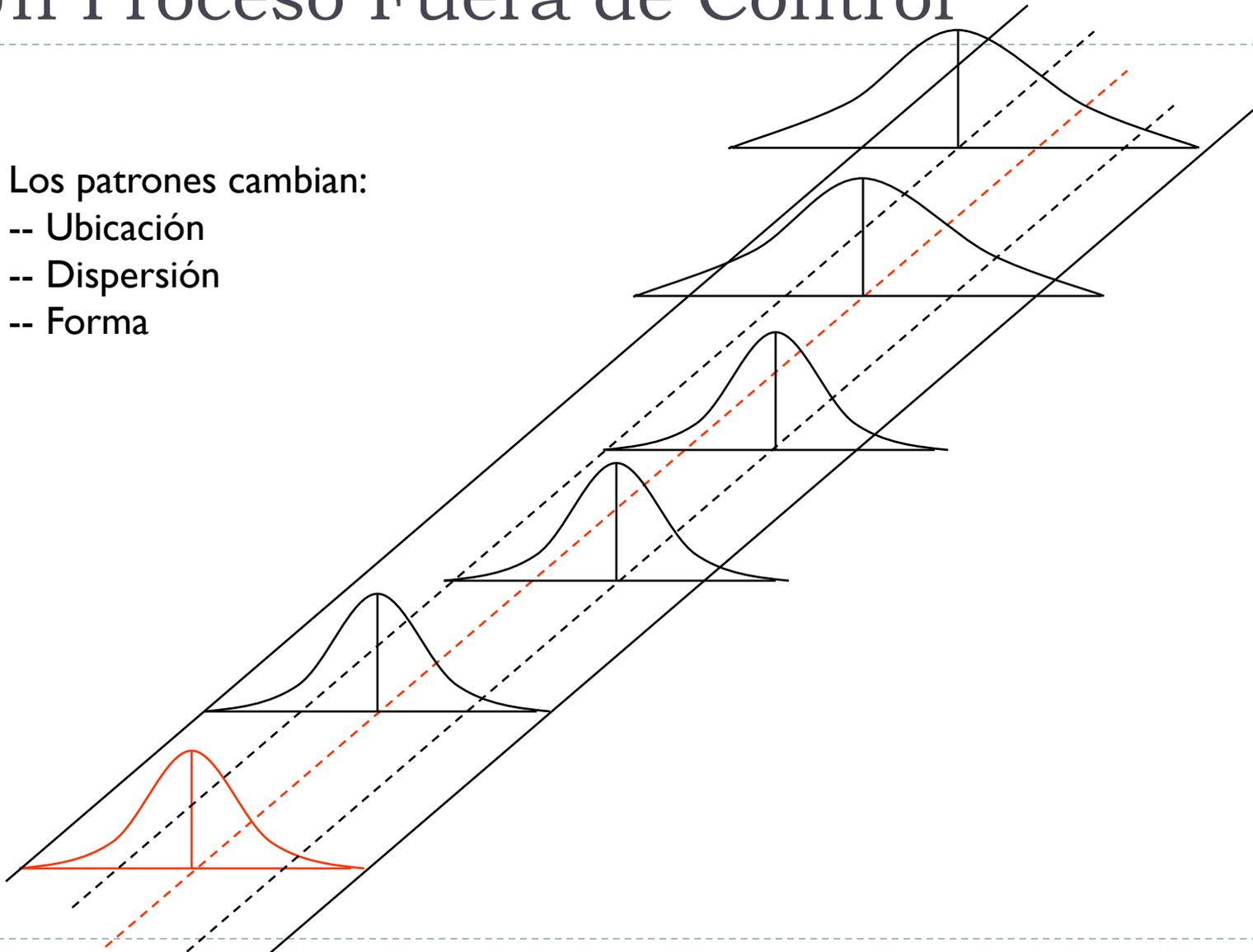
Causas Comunes de Variabilidad

- La varianza natural estará dada por el diseño del proceso.
- No puede ser atribuída a un sólo factor (ruido aleatorio).
- Esta varianza impacta a toda la producción.
- No puede ser eliminada sin cambiar el proceso en sí mismo.
- Ejemplos:
 - Diseño de productos.
 - Método de trabajo.
 - Herramientas/equipamento.
 - Componentes/materiales.
 - Ambiente de trabajo.

Un Proceso Fuera de Control

Los patrones cambian:

- Ubicación
- Dispersión
- Forma

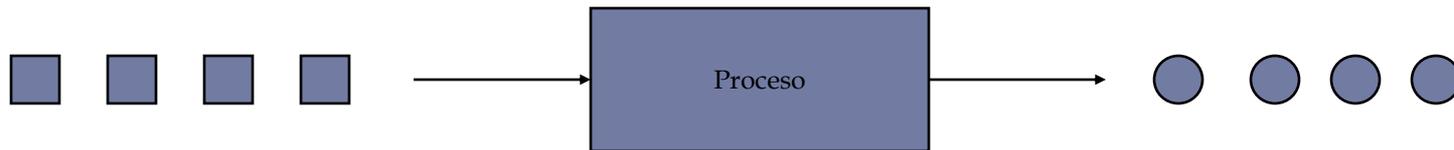


Causas Especiales de la Variabilidad

- Fuerzas Externas
- Usualmente puede ser rastreada a factores específicos.
- Impacta sólo a una parte de la producción.
- Es corregible sin cambiar fundamentalmente el proceso.
- Ejemplos:
 - Cambios de diseño.
 - Cambios de equipamiento (ej: configuración, desgaste, nuevas herramientas).
 - Cambios de operadores (ej: cambiar turnos, experiencia necesaria, reordenar trabajadores)
 - Cambios en material (ej. Un nuevo proveedor).
 - Comienzo/término de la producción.
 - Cambios en el ambiente (ej. Temperatura, humedad).



Monitoreo de procesos: Gráficos de Control



- Objetivo:
 - Usar los datos para determinar si el proceso está bajo control.
 - Detectar variabilidad proveniente de *causas especiales*.

- Herramienta: Gráficos de control

- Atribuir características de la calidad:
 - Bueno o malo, defectuoso o no, etc.

→ P-chart

- Características medibles de la calidad:
 - Tamaño, peso, fuerza, etc.

→ Gráfico X-bar, R-chart





Aplicación: Servicio al Cliente en Retail



Ejemplo: Ventas



Construcción del Gráfico P (P-Chart)

- Tomar m muestras ($m=100$)
- La i -ésima tendrá n_i unidades, $i = 1, \dots, m$.
- D_i = número de unidades defectuosas en la muestra i -ésima.
- Graficar $D_i/n_i, i = 1, \dots, m$
- Calcular:

$$\bar{p} = \frac{\text{Número total de defectos}}{\text{Número total de observaciones}}$$

Nuestra mejor estimación de la probabilidad de falla.

$$UCL_i = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}}$$

Límite Superior del Control

$$\text{Línea central} = \bar{p}$$

$$LCL_i = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}}$$

Límite inferior del control

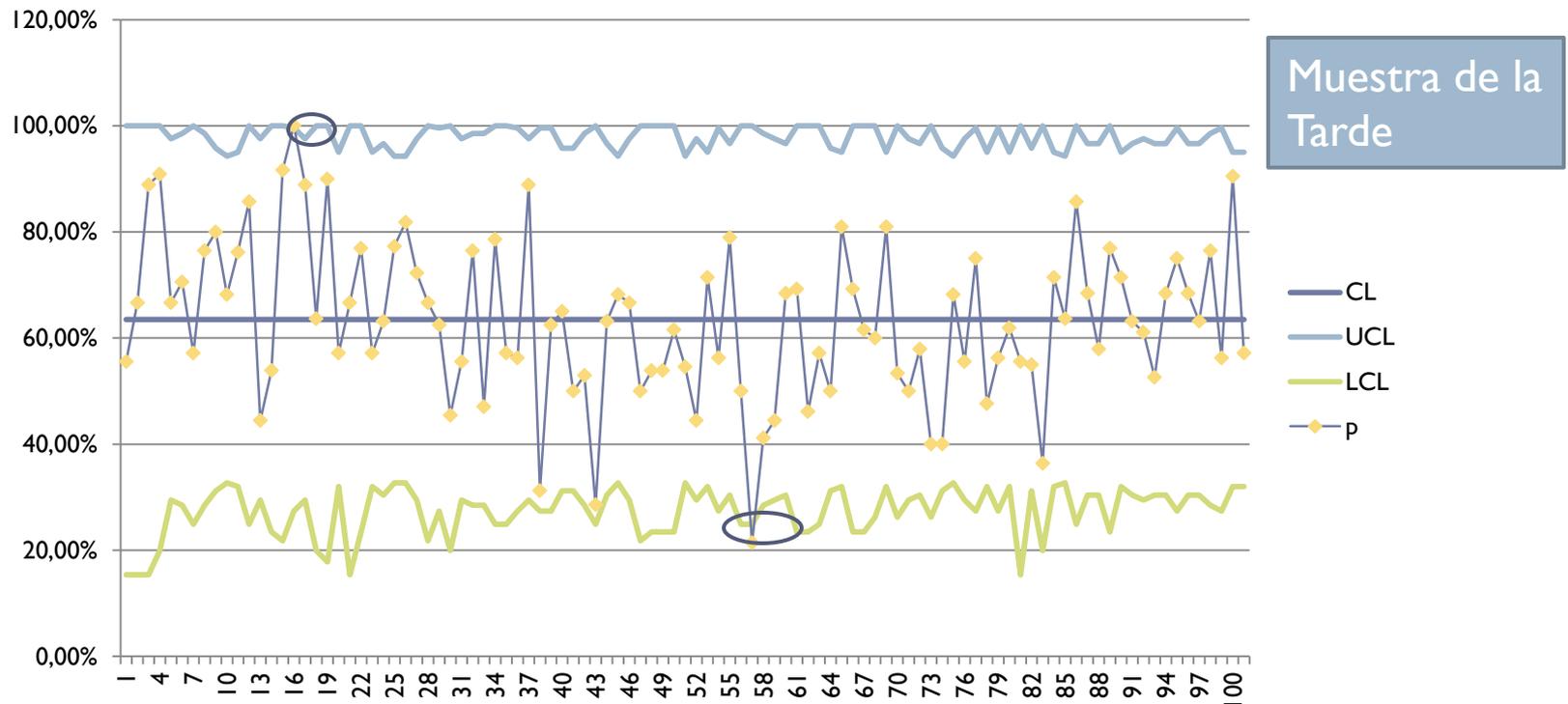
Caer fuera de los límites de control puede ser debido a:

1. Evento poco frecuente (3/1000) si el proceso está bajo control
2. El proceso está fuera de control.

Asumir que el proceso está fuera de control

Aplicación a los Datos de Abordamiento de Clientes

- ▶ Problema (defecto): El cliente no es abordado por vendedor.
- ▶ Seleccionar muestra:
 - ▶ Un vendedor, área de zapatos, 15 semanas. One store, footwear area. 15 weeks.
 - ▶ Muestras agrupadas por fecha y hora del día (mañana, tarde, noche).



Eligiendo Grupos de Muestra

- ▶ Se elige la muestra de tal manera que la variación entre muestras y al interior de la muestra capture las distintas fuentes de varianza.

Fuente de Varianza	Tipo de variación en gráficos de control
Causas comunes	Variación al interior de la muestra.
Causas especiales	- <i>Varianza entre muestras.</i> -Capturadas por las diferencias entre los grupos.

- ▶ **Tamaño de la muestra:**
 - ▶ Variación entre muestras pequeñas es más probable que refleje variación por causas comunes de forma más pura.
 - ▶ Tamaños más grandes de muestra hacen que sea más fácil detectar cuándo el proceso está fuera de control.
 - ▶ Se reducen las chances de concluir erróneamente que el proceso está bajo control cuando en realidad está fuera de control.

3) Calcular

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \cdots + \bar{X}_m}{m}$$

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \cdots + R_m}{m}$$

4) Estimar la media y la desviación estándar del proceso, cuando está bajo control.

$\mu = E[X]$	$\hat{\mu} = \bar{\bar{X}}$
$\sigma = \text{std}[X]$	$\hat{\sigma} = \bar{R} / d_2$
$\underbrace{\hspace{10em}}$	$\underbrace{\hspace{10em}}$
desconocidos	estimados

El factor d_2 se usa para estimar la desv. estándar de \bar{R} .

n	d2
2	1.128
3	1.693
4	2.059
5	2.326
6	2.534
7	2.704
...	

5) Dibujar el gráfico de **X-barra** rastrea la **media** de la salida del proceso.

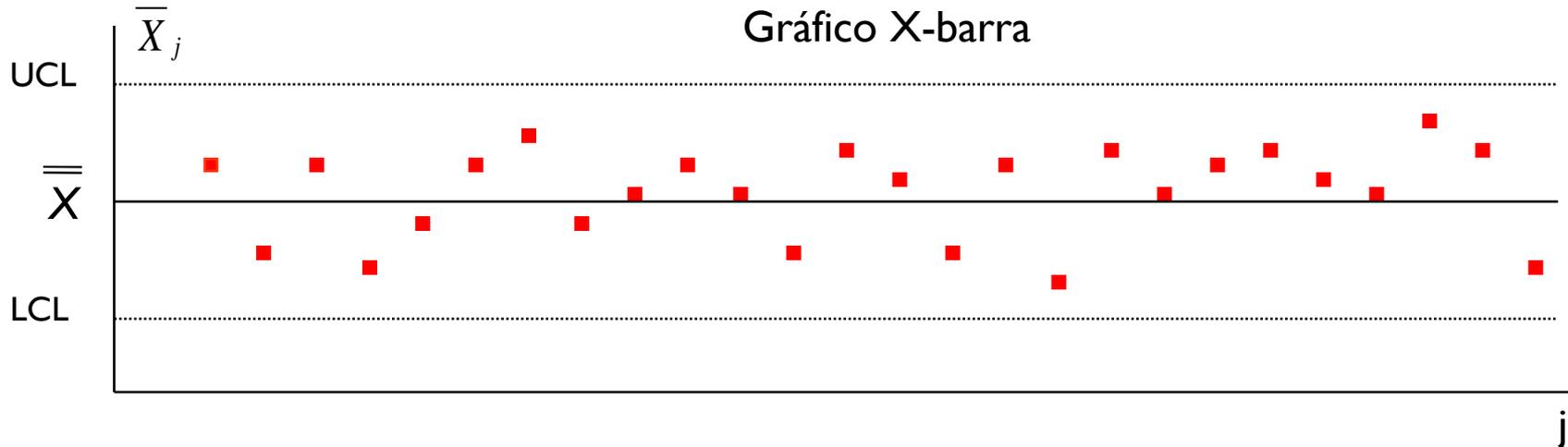
Graficar $\bar{X}_j, j = 1, \dots, m$, con

$$\text{UCL} = \bar{\bar{X}} + \frac{3\bar{R}}{d_2\sqrt{n}}$$

$$\text{Línea central} = \bar{\bar{X}}$$

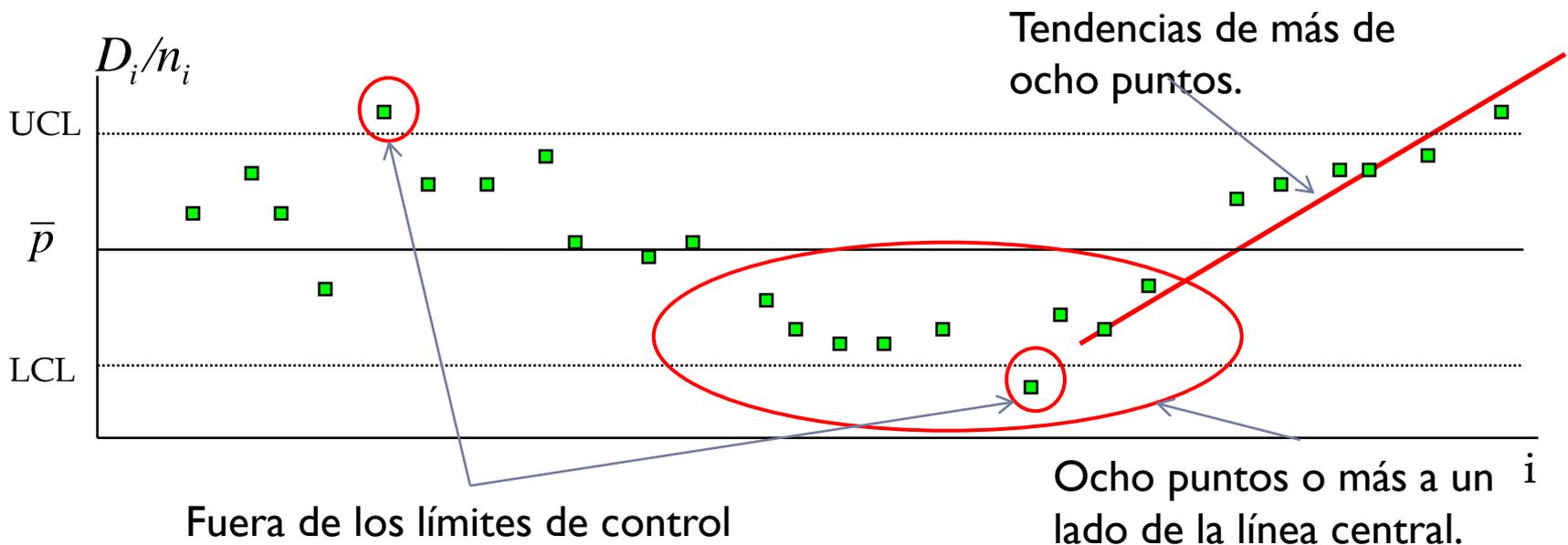
$$\text{LCL} = \bar{\bar{X}} - \frac{3\bar{R}}{d_2\sqrt{n}}$$

Falling outside control limits is a rare event when the process is in-control. => We assume the process if out-of-control.



Uso de Gráficos de Control

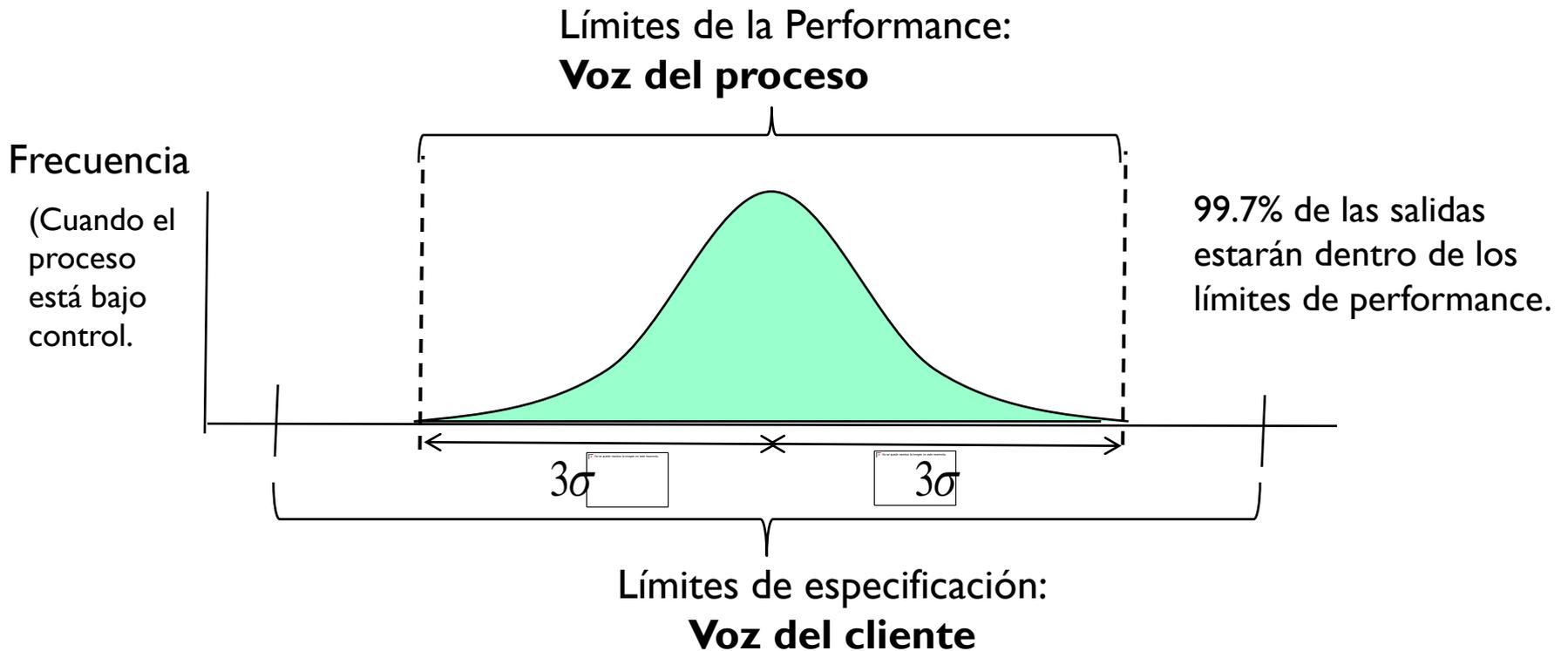
- ▶ **Objetivo:** Diagnosticar el estado del proceso (dentro o fuera de control).
- ▶ **Diagnóstico:** Mirar a las observaciones o patrones que probablemente no fueron generados por un proceso bajo control.



Manejo de la Calidad: Capacidad de los Procesos

¿Y Qué Pasa con el Cliente?

- ▶ Si el proceso está bajo control, producirá resultados *estadísticamente* predecibles.



Indicar tolerancias elegidas o deseadas. Representan la definición de calidad “del cliente”, y reflejan cuan “apto para el uso” está el producto.

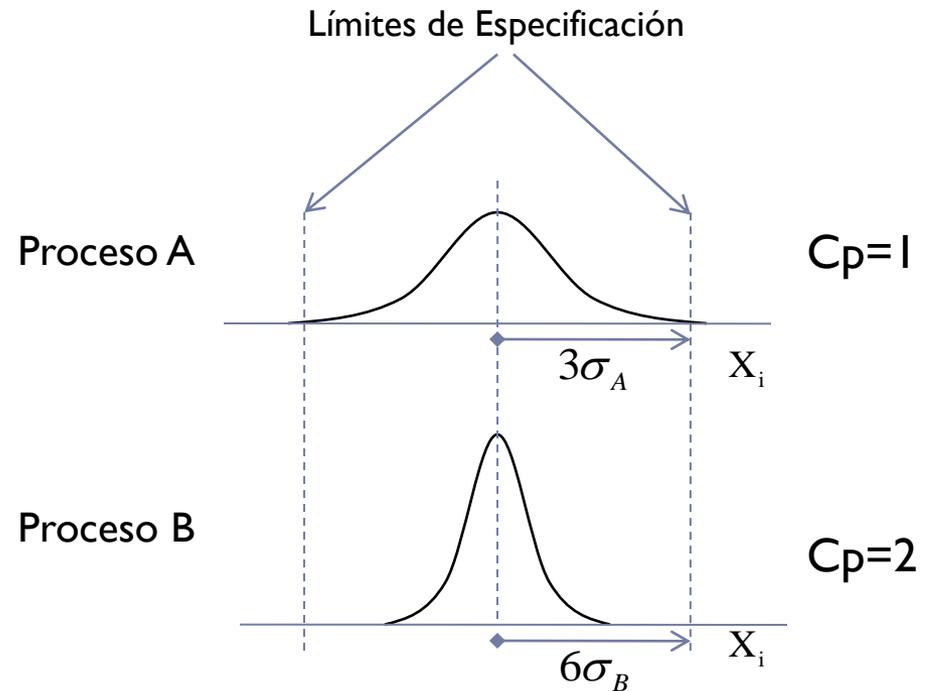
Índice de Capacidades del Proceso (Cp)

$$C_p = \frac{\text{Spread permitido del proceso}}{\text{Spread real del proceso}} = \frac{\text{límite superior propiedad} - \text{límite inferior propiedad}}{6\sigma}$$

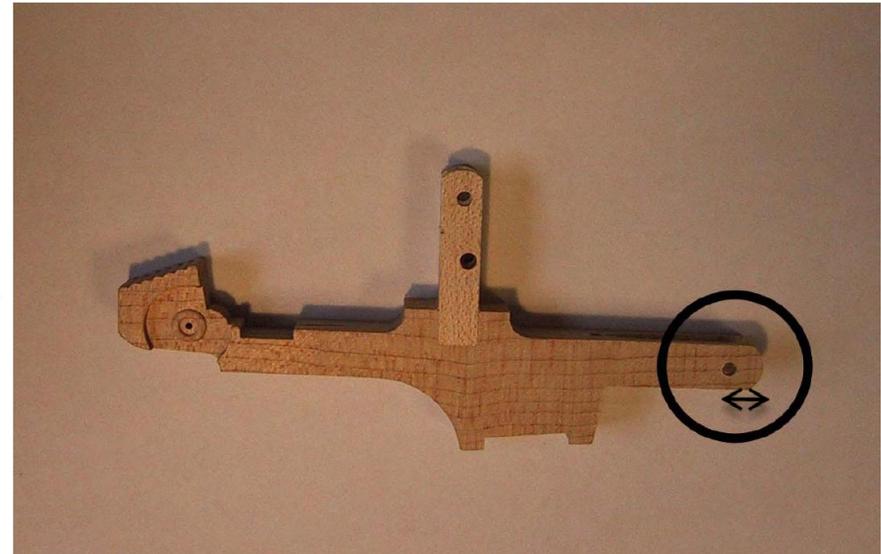
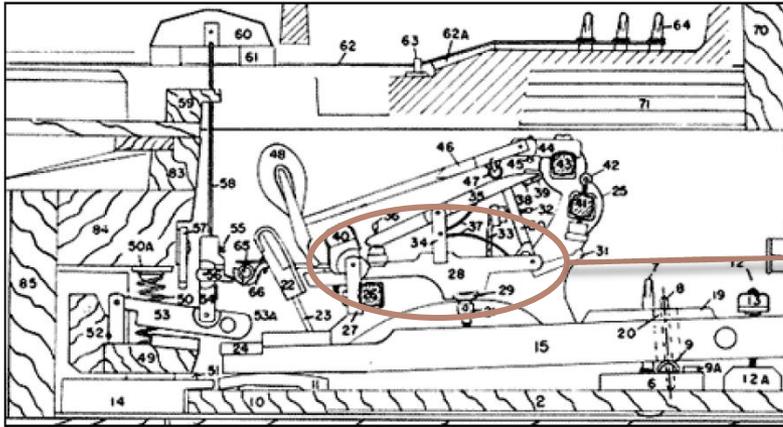
-Capaz: $C_p = 1$

-Algunas compañías apuntan a
 $C_p = 1.33$

-Calidad **Six Sigma** de Motorola:
 $C_p = 2$



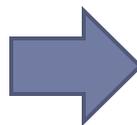
Ejemplo – Mecanismo de Acción de Piano Steinway



Cada piano tiene un *mecanismo de acción*.
Cada acción consiste de 58 piezas.

Adaptado del caso: “Technology and Quality at Steinway & Sons”, E. Johnson, J. Hall and D. Pyke, Tuck School of Business, Dartmouth.

Límites de especificación



Pieza #28

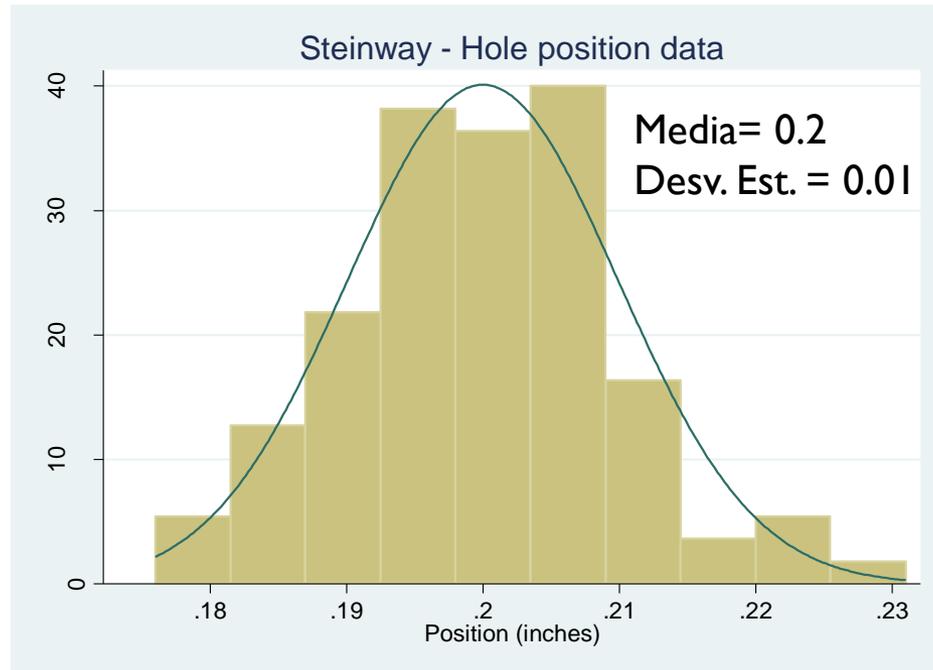
- Se realiza un agujero a través de un eje ranurado.
- Un perno se desliza a través del agujero para agregar otras piezas.

Especificaciones de ingeniería:
0,200 pulgadas desde el fin de la ranura, más/menos 0,015 pulgadas.

Ejemplo (II)

100 ítems medidos

Item #	Distancia
1	0.208
2	0.200
...	...
99	0.202
100	0.197



← 3σ →



$$C_p = \frac{2 * 0,015}{6 * 0,01} = 0,5$$

SPC- Takeaways

- ▶ Monitorear el *proceso* para *prevenir* salidas defectuosas.
- ▶ Medir causas comunes de variabilidad.
 - ▶ Herramientas para detectar causas especiales de variabilidad.
 - ▶ Eliminar causas especiales encontrando las causas que la originan.
- ▶ Proceso bajo control no es lo mismo que un proceso de alta calidad.
 - ▶ Los límites a las especificaciones (características) son determinados por el cliente.
 - ▶ Capacidades del proceso: habilidad del proceso para alcanzar las especificaciones del cliente.
 - ▶ Reducir la varianza originada por las causas comunes permite asegurar que las salidas están dentro de especificaciones.

Próxima Clase

- ▶ **Caso Ritz Carlton.**

- ▶ **Por preparar:**
 - ▶ Trabajen con su grupo.
 - ▶ Descargen los datos de U-Cursos.
 - ▶ Enfóquense en una sola categoría de fallas.
 - ▶ Piensen cuidadosamente cómo elegir las muestras.