
TITULACIÓN
LICENCIATURA EN A.D.E.

TÉCNICAS ESTADÍSTICAS DE
CONTROL DE CALIDAD
(12249)

M^a Isabel López Rodríguez
Dpto. Economía Aplicada

CURSO ACADÉMICO 2013/2014

TEMA 5: CONTROL DE PROCESOS POR VARIABLES.

TOLERANCIA Y CAPACIDAD

5.1. INTRODUCCIÓN

5.2. GRÁFICOS DE SHEWHART

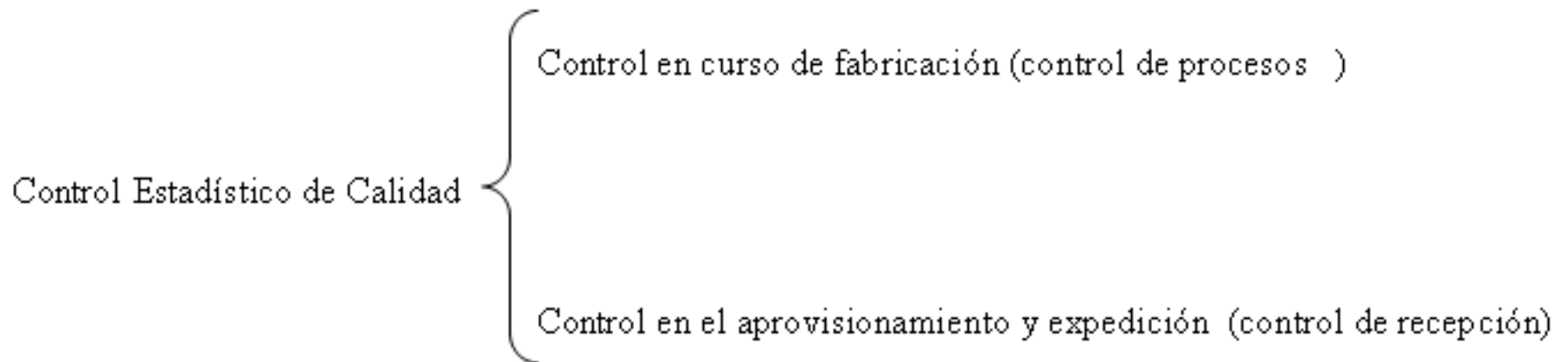
5.3. INTERPRETACIÓN GRÁFICOS

5.4. TOLERANCIA

5.5. CAPACIDAD. ÍNDICES DE CAPACIDAD

5.6. ENFOQUE TAGUCHI: FUNCIÓN DE PÉRDIDA

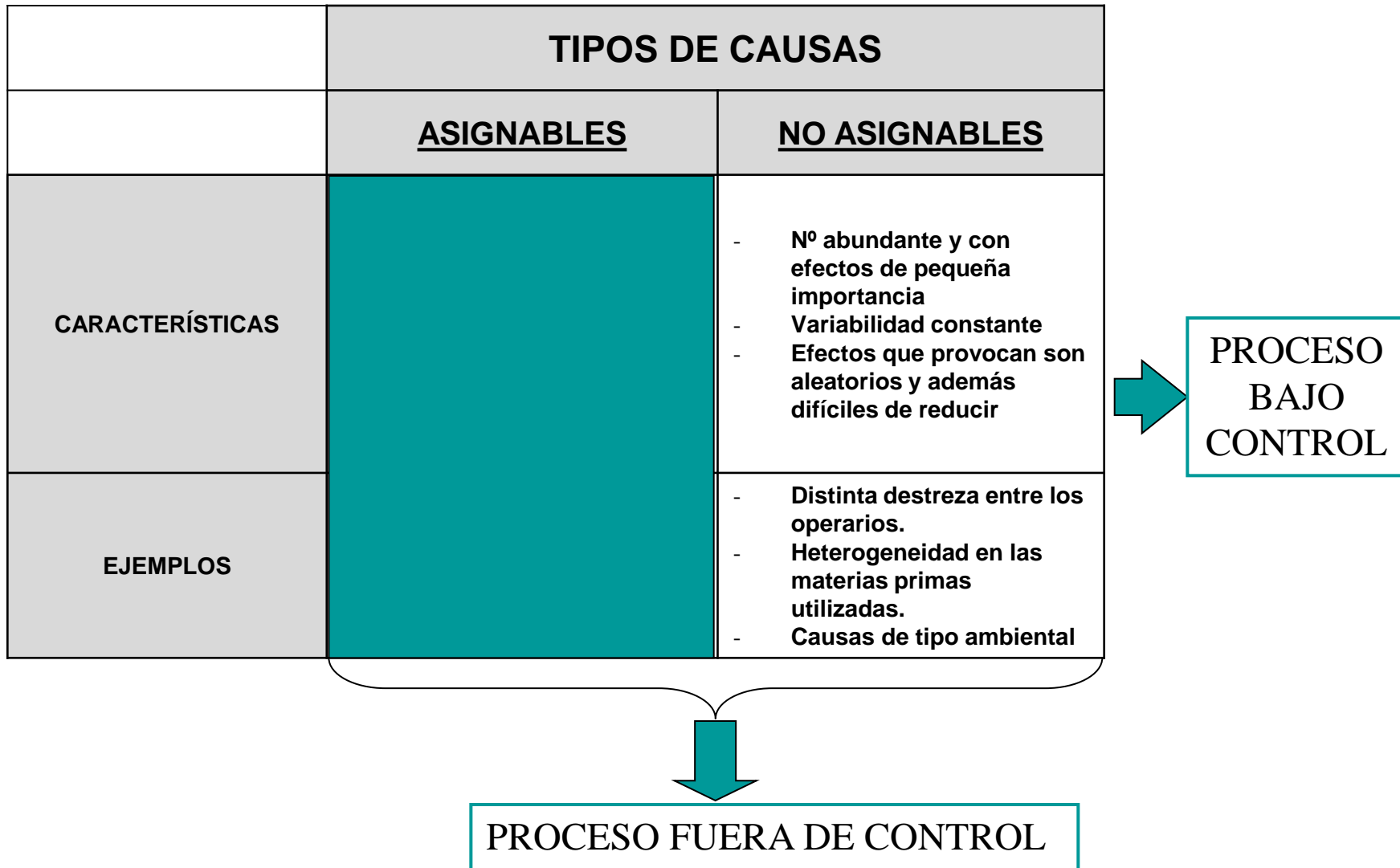
5.1. INTRODUCCIÓN



5.1. INTRODUCCIÓN

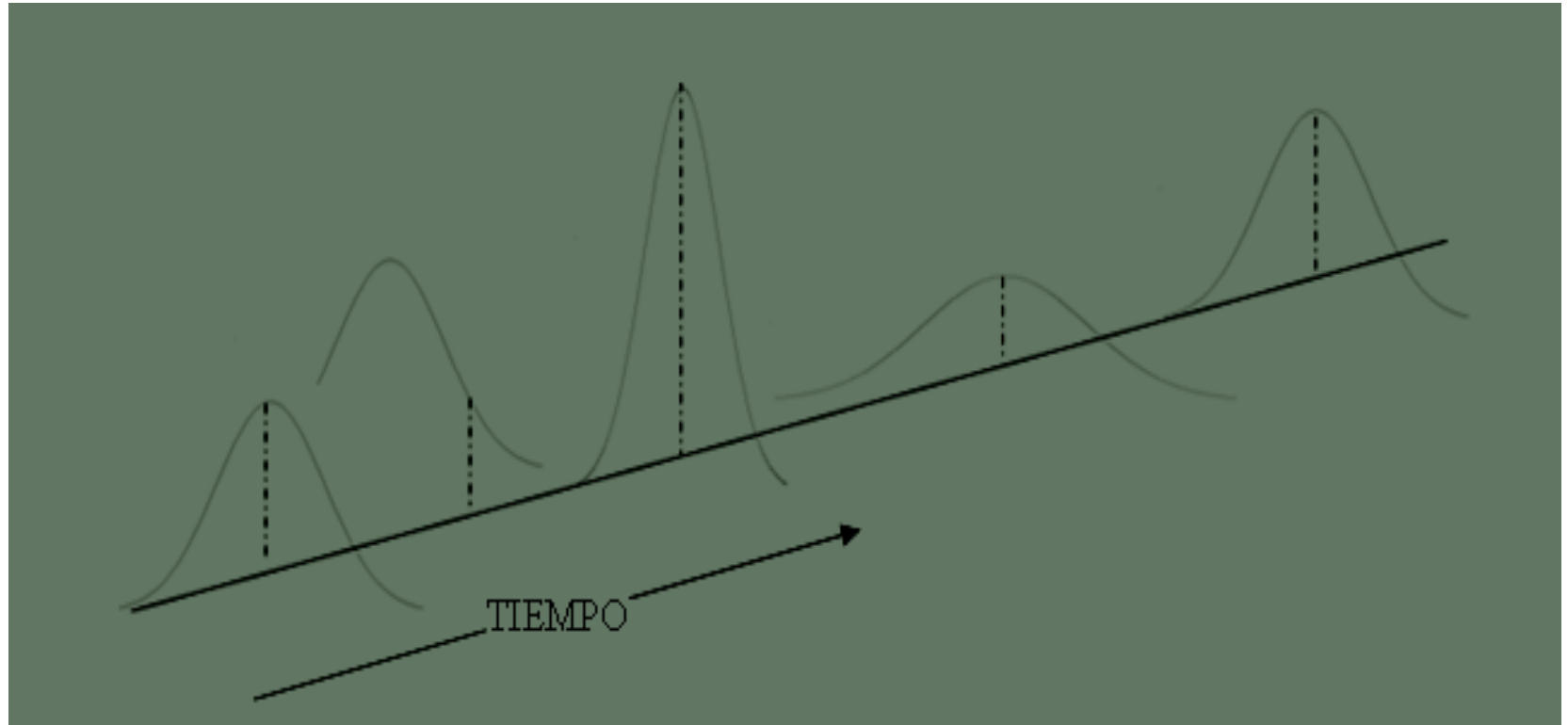
	TIPOS DE CAUSAS	
	<u>ASIGNABLES</u>	<u>NO ASIGNABLES</u>
CARACTERÍSTICAS	<ul style="list-style-type: none">- Nº reducido y con grandes efectos- Provocan gran Variabilidad y consecuencias imprevisibles- Efectos que provocan no son aleatorios y desaparecen si se elimina la causa	<ul style="list-style-type: none">- Nº abundante y con efectos de pequeña importancia- Variabilidad constante- Efectos que provocan son aleatorios y además difíciles de reducir
EJEMPLOS	<ul style="list-style-type: none">- Desajuste en maquinaria- Errores operarios	<ul style="list-style-type: none">- Distinta destreza entre los operarios.- Heterogeneidad en las materias primas utilizadas.- Causas de tipo ambiental

5.1. INTRODUCCIÓN



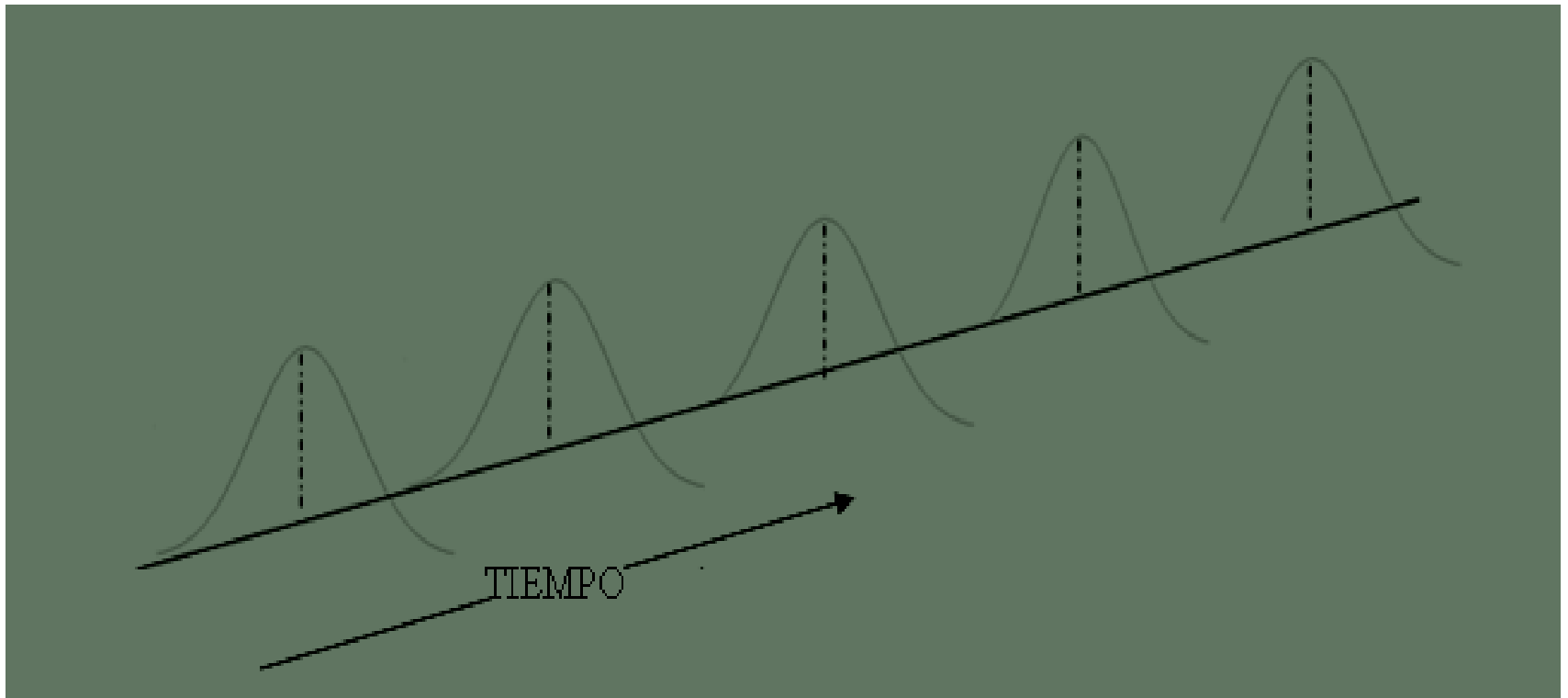
5.1. INTRODUCCIÓN

■ EJEMPLO PROCESO FUERA DE CONTROL

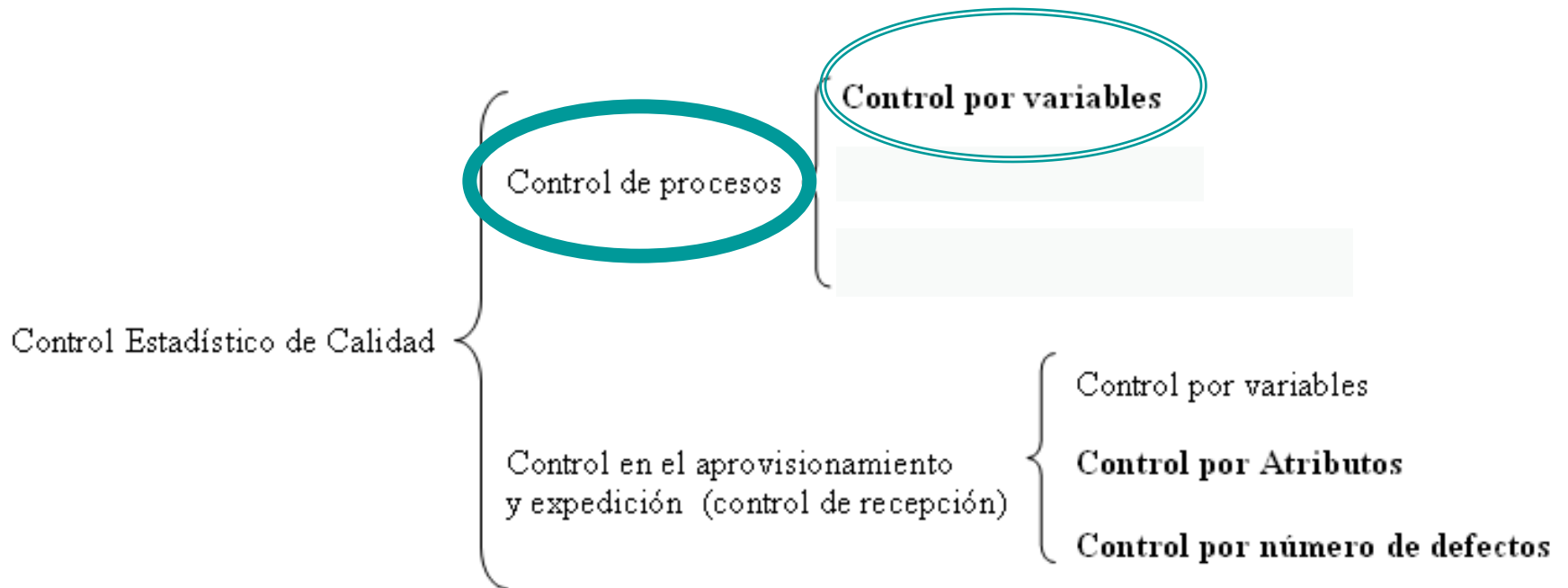


5.1. INTRODUCCIÓN

□ EJEMPLO PROCESO BAJO CONTROL



5.1. INTRODUCCIÓN



5.2. GRÁFICOS DE SHEWHART

- Característica de calidad medible X
- Finalidad de control de procesos: **mantener el proceso bajo control** (σ permanezca constante)



- μ y σ conocidos
- μ y σ desconocidos



5.2. GRÁFICOS DE SHEWHART

ESTIMACIÓN μ y σ

\bar{X}

$\frac{\bar{R}}{d_2}$

Con

- \bar{R} = recorrido medio de las k muestras
- d_2 = valor tabulado (dependiente del tamaño muestral)



$\frac{\bar{S}}{c_2}$

Con

- \bar{S} = desviación típica media de las k muestras
- c_2 = valor tabulado (dependiente del tamaño muestral)



5.2. GRÁFICOS DE SHEWHART

PROCESO BAJO CONTROL

■ Gráfico media- desviación

$$\left[\mu - 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \mu + 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right]$$

$$\left[\bar{\bar{X}} - 3 \frac{\bar{S}}{c_2 \sqrt{n}}, \bar{\bar{X}} + 3 \frac{\bar{S}}{c_2 \sqrt{n}} \right]$$

$$\left[\bar{\bar{X}} - A_3 \bar{S}, \bar{\bar{X}} + A_3 \bar{S} \right]$$

$$A_3 = \frac{3}{c_2 \sqrt{n}}$$

$$\left[\mu_s - 3\sigma_s, \mu_s + 3\sigma_s \right]$$

$$\mu_s = c_2 \sigma$$

$$\sigma_s = \sqrt{1 - c_2^2} \sigma$$

B_3, B_4
tabuladas

$$\left[\left(c_2 - 3\sqrt{1 - c_2^2} \right) \frac{\bar{S}}{c_2}, \left(c_2 + 3\sqrt{1 - c_2^2} \right) \frac{\bar{S}}{c_2} \right] =$$
$$= \left[B_3 \bar{S}, B_4 \bar{S} \right]$$

5.2. GRÁFICOS DE SHEWHART

PROCESO BAJO CONTROL

■ Gráfico media- recorrido

$$\left[\mu - 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \mu + 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right]$$

$$\left[\bar{X} - 3 \frac{\bar{R}}{d_2 \sqrt{n}}, \bar{X} + 3 \frac{\bar{R}}{d_2 \sqrt{n}} \right]$$

$$\left[\bar{X} - A_2 \bar{R}, \bar{X} + A_2 \bar{R} \right]$$

$$A_2 = \frac{3}{d_2 \sqrt{n}}$$

$$\left[\mu_R - 3\sigma_R, \mu_R + 3\sigma_R \right]$$

$$\mu_R = d_2 \sigma$$

$$\sigma_R = d_3 \sigma$$

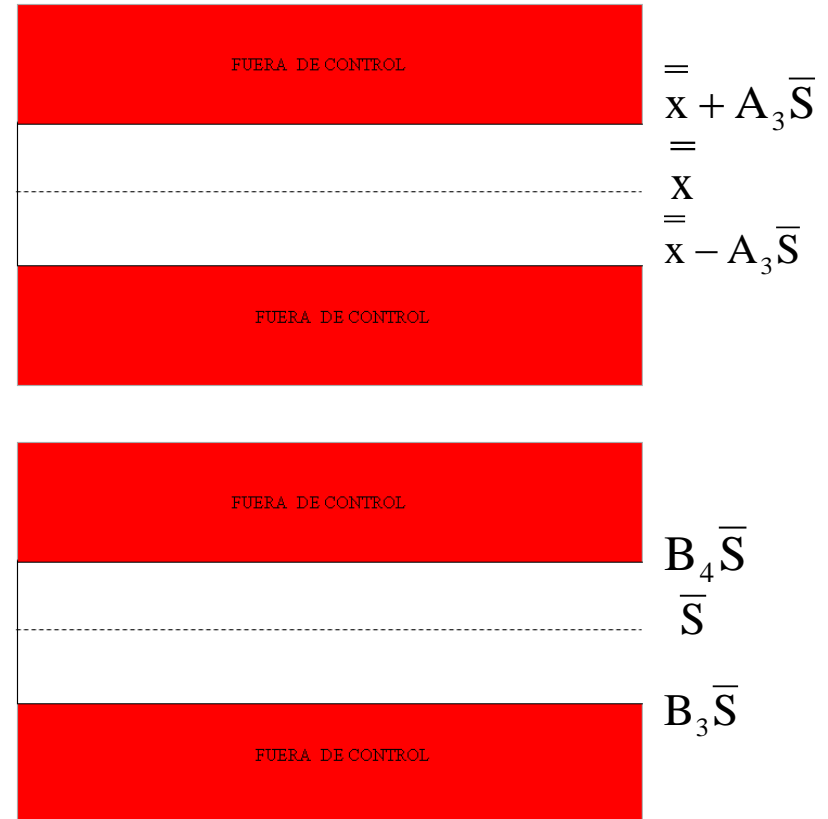
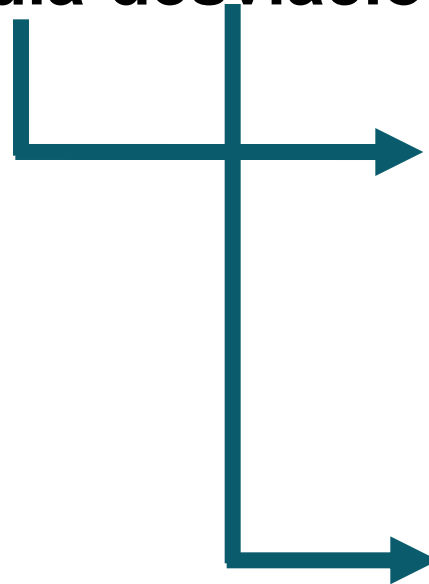
$$\left[(d_2 - 3d_3) \frac{\bar{R}}{d_2}, (d_2 + 3d_3) \frac{\bar{R}}{d_2} \right] = \left[D_3 \bar{R}, D_4 \bar{R} \right]$$

D_3, D_4
tabuladas

5.2. GRÁFICOS DE SHEWHART

PROCESO BAJO CONTROL

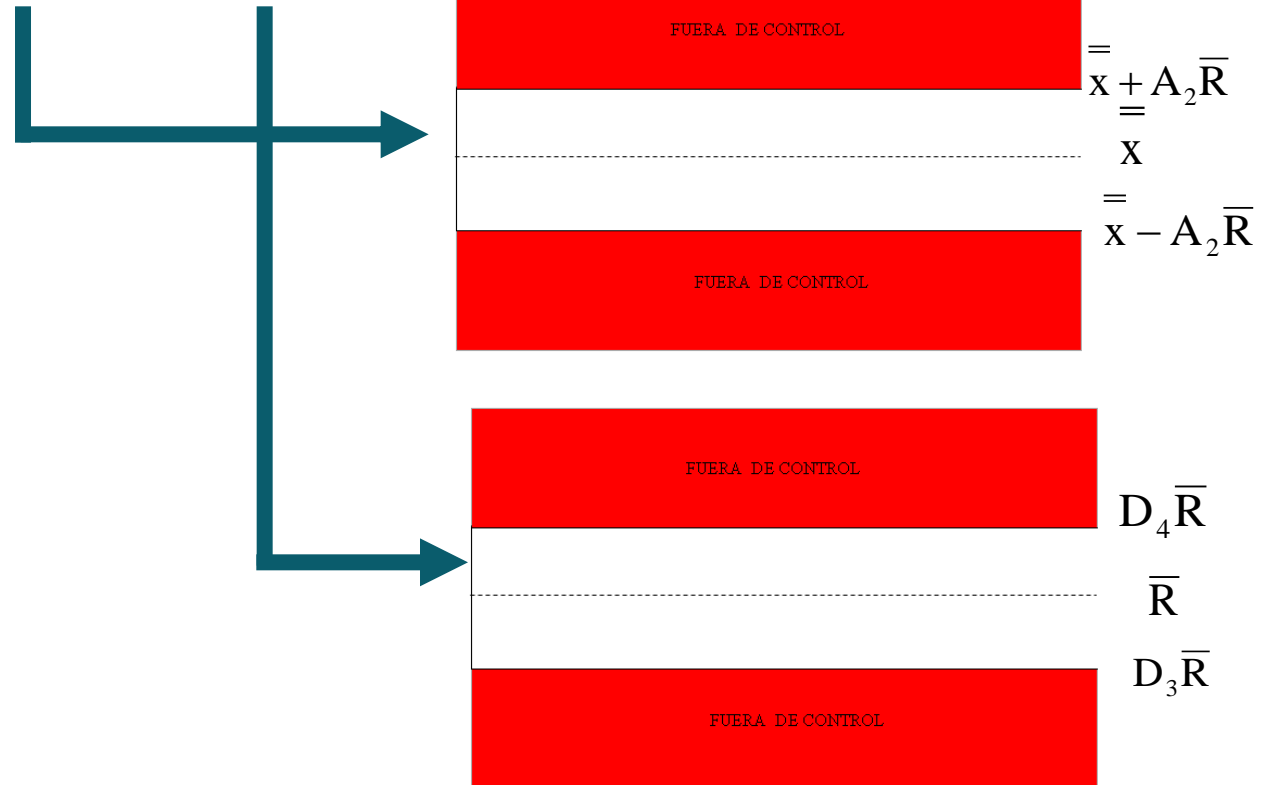
■ Gráfico media-desviación



5.2. GRÁFICOS DE SHEWHART

PROCESO BAJO CONTROL

■ Gráfico media-recorrido



5.2. GRÁFICOS DE SHEWHART

■ PROCEDIMIENTO:

1º Si en gráfico algún punto fuera de los límites control

- Eliminar muestra correspondiente
- Recalcular LCentral, LCI y LCS

2º Todos los puntos entre líneas de control  estimar parámetros poblacionales

3º Uso de gráficos de control para comprobar si el proceso se mantiene bajo control y/o presenta algún tipo de anomalía

5.2. GRÁFICOS DE SHEWHART (MEDIA-DESVIACIÓN)

COLUMNAS PARA OBTENER LCS, LÍNEA CENTRAL Y LCI PARA GRÁFICO DE MEDIA Y DESVIACIONES TÍPICAS

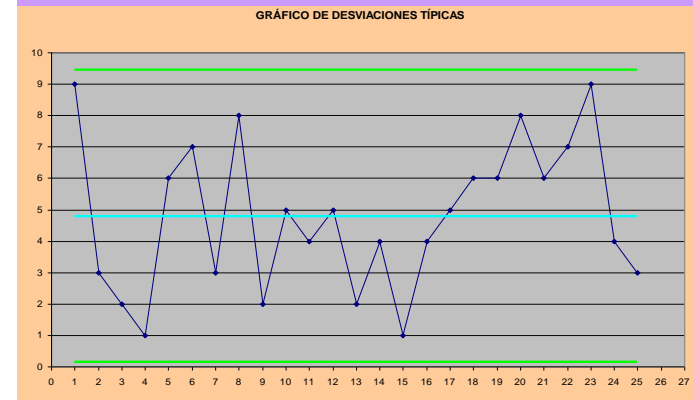
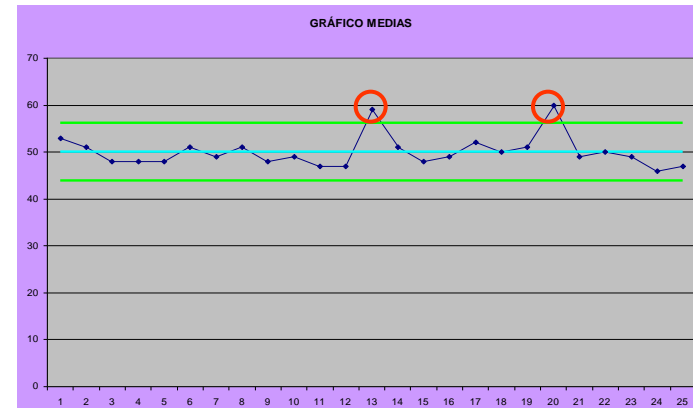
MUESTRA	Media	Desviación típica		LCS (S)	LCI(S)	4,8	LCS(media)	LCI(media)	50,04
	\bar{X}	S							
1	53	9	9,456	0,144	4,8	56,218	43,8624	50,04	
2	51	3	9,456	0,144	4,8	56,218	43,8624	50,04	
3	48	2	9,456	0,144	4,8	56,218	43,8624	50,04	
4	48	1	9,456	0,144	4,8	56,218	43,8624	50,04	
5	48	6	9,456	0,144	4,8	56,218	43,8624	50,04	
6	51	7	9,456	0,144	4,8	56,218	43,8624	50,04	
7	49	3	9,456	0,144	4,8	56,218	43,8624	50,04	
8	51	8	9,456	0,144	4,8	56,218	43,8624	50,04	
9	48	2	9,456	0,144	4,8	56,218	43,8624	50,04	
10	49	5	9,456	0,144	4,8	56,218	43,8624	50,04	
11	47	4	9,456	0,144	4,8	56,218	43,8624	50,04	
12	47	5	9,456	0,144	4,8	56,218	43,8624	50,04	
13	59	2	9,456	0,144	4,8	56,218	43,8624	50,04	
14	51	4	9,456	0,144	4,8	56,218	43,8624	50,04	
15	48	1	9,456	0,144	4,8	56,218	43,8624	50,04	
16	49	4	9,456	0,144	4,8	56,218	43,8624	50,04	
17	52	5	9,456	0,144	4,8	56,218	43,8624	50,04	
18	50	6	9,456	0,144	4,8	56,218	43,8624	50,04	
19	51	6	9,456	0,144	4,8	56,218	43,8624	50,04	
20	60	8	9,456	0,144	4,8	56,218	43,8624	50,04	
21	49	6	9,456	0,144	4,8	56,218	43,8624	50,04	
22	50	7	9,456	0,144	4,8	56,218	43,8624	50,04	
23	49	9	9,456	0,144	4,8	56,218	43,8624	50,04	
24	46	4	9,456	0,144	4,8	56,218	43,8624	50,04	
25	47	3	9,456	0,144	4,8	56,218	43,8624	50,04	

Para n=6
A3=1'287

$\bar{\bar{X}} = \bar{X} + A_3 \bar{S}$
 $\bar{\bar{X}} = \bar{X} - A_3 \bar{S}$

PROMEDIOS	$\bar{\bar{X}}$	\bar{S}
	50,04	4,8
LIMITES	MEDIA	DESVIACIONES
LCS=	56,2176	9,456
LCI=	43,8624	0,144

Para n=6
B3=0'03
B4=1'97



5.2. GRÁFICOS DE SHEWHART (MEDIA-DESVIACIÓN)

COLUMNAS PARA OBTENER LCS, LÍNEA CENTRAL Y LCI PARA GRÁFICO DE MEDIA Y DESVIACIONES TÍPICAS

MUESTRA	Media	Desviación típica						
	\bar{X}	S	LCS (S)	LCI(S)		LCS(media)	LCI(media)	
1	53	9	9,421739	0,143478	4,783	55,373	43,0621739	49,21739
2	51	3	9,421739	0,143478	4,783	55,373	43,0621739	49,21739
3	48	2	9,421739	0,143478	4,783	55,373	43,0621739	49,21739
4	48	1	9,421739	0,143478	4,783	55,373	43,0621739	49,21739
5	48	6	9,421739	0,143478	4,783	55,373	43,0621739	49,21739
6	51	7	9,421739	0,143478	4,783	55,373	43,0621739	49,21739
7	49	3	9,421739	0,143478	4,783	55,373	43,0621739	49,21739
8	51	8	9,421739	0,143478	4,783	55,373	43,0621739	49,21739
9	48	2	9,421739	0,143478	4,783	55,373	43,0621739	49,21739
10	49	5	9,421739	0,143478	4,783	55,373	43,0621739	49,21739
11	47	4	9,421739	0,143478	4,783	55,373	43,0621739	49,21739
12	47	5	9,421739	0,143478	4,783	55,373	43,0621739	49,21739
14	51	4	9,421739	0,143478	4,783	55,373	43,0621739	49,21739
15	48	1	9,421739	0,143478	4,783	55,373	43,0621739	49,21739
16	49	4	9,421739	0,143478	4,783	55,373	43,0621739	49,21739
17	52	5	9,421739	0,143478	4,783	55,373	43,0621739	49,21739
18	50	6	9,421739	0,143478	4,783	55,373	43,0621739	49,21739
19	51	6	9,421739	0,143478	4,783	55,373	43,0621739	49,21739
21	49	6	9,421739	0,143478	4,783	55,373	43,0621739	49,21739
22	50	7	9,421739	0,143478	4,783	55,373	43,0621739	49,21739
23	49	9	9,421739	0,143478	4,783	55,373	43,0621739	49,21739
24	46	4	9,421739	0,143478	4,783	55,373	43,0621739	49,21739
25	47	3	9,421739	0,143478	4,783	55,373	43,0621739	49,21739

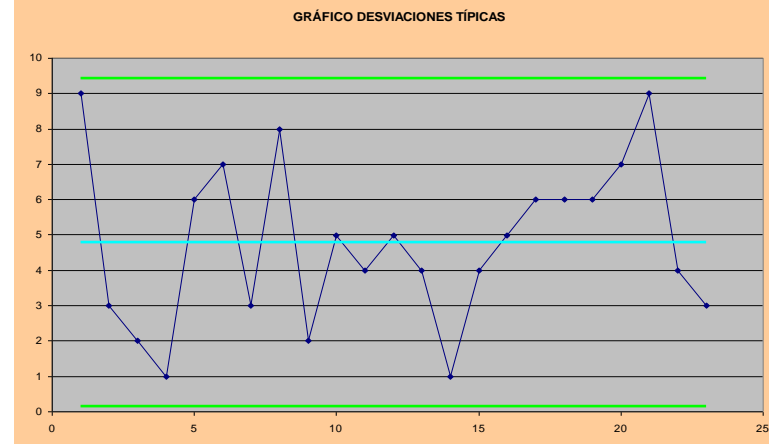
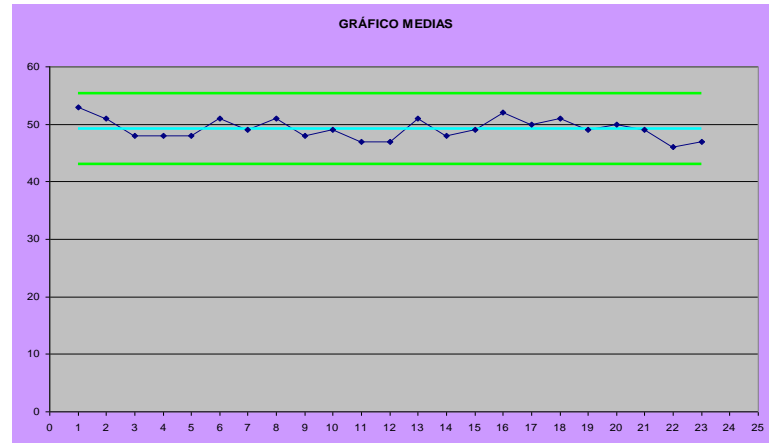
Para n=6
A3 = 1'287

$$\bar{X} + A_3 \bar{s}$$

$$\bar{X} - A_3 \bar{s}$$

PROMEDIOS	\bar{X}	\bar{s}
	49,21739	4,782608696
LÍMITES	MEDIA	DESMACIONES
LCS=	55,37261	9,42173913
LCI=	43,06217	0,143478261

Para n=6
B3 = 0'03
B4 = 1'97

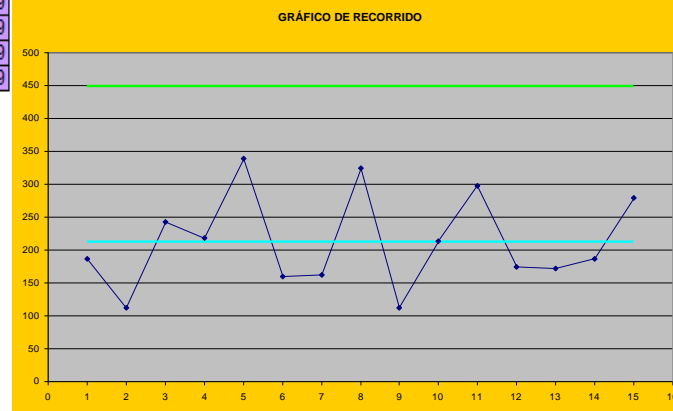
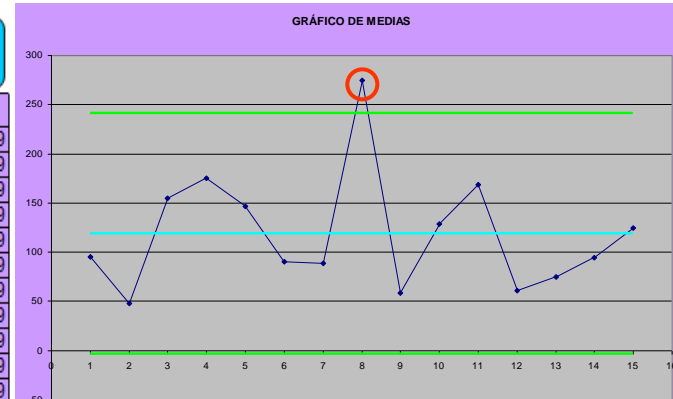


5.2. GRÁFICOS DE SHEWHART (MEDIA-RECORRIDO)

=MAX(rango)-MIN(rango)

COLUMNAS PARA OBTENER LCS, LÍNEA CENTRAL Y LCI PARA GRÁFICO DE MEDIA Y RECORRIDO

MUESTRA	DATOS MUESTRALES					Recorrido	Media muestr.	LCS (R)	LCS(media)	LCI(media)		
	X1	X2	X3	X4	X5							
1	64	38	188	186	2	186	95,6	448,3089	212,1	241,362467	-3,36246667	119
2	1	67	34	113	23	112	47,6	448,3089	212,1	241,362467	-3,36246667	119
3	130	195	0	243	206	243	154,8	448,3089	212,1	241,362467	-3,36246667	119
4	184	177	178	278	60	218	175,4	448,3089	212,1	241,362467	-3,36246667	119
5	12	108	351	99	164	339	146,8	448,3089	212,1	241,362467	-3,36246667	119
6	124	43	28	70	188	160	90,6	448,3089	212,1	241,362467	-3,36246667	119
7	25	53	143	167	34	162	88,8	448,3089	212,1	241,362467	-3,36246667	119
8	113	438	278	235	310	325	274,8	448,3089	212,1	241,362467	-3,36246667	119
9	90	113	17	82	1	112	58,6	448,3089	212,1	241,362467	-3,36246667	119
10	231	17	95	169	132	214	128,8	448,3089	212,1	241,362467	-3,36246667	119
11	126	39	50	291	337	298	168,6	448,3089	212,1	241,362467	-3,36246667	119
12	177	9	62	2	54	175	60,8	448,3089	212,1	241,362467	-3,36246667	119
13	113	181	9	10	61	172	74,8	448,3089	212,1	241,362467	-3,36246667	119
14	157	12	43	198	62	186	94,4	448,3089	212,1	241,362467	-3,36246667	119
15	0	279	121	123	100	279	124,6	448,3089	212,1	241,362467	-3,36246667	119



Para n=5
D4=2,115

= $D_4 \bar{R}$

= $D_3 \bar{R}$

PROMEDIOS	\bar{R}	\bar{x}
LIMITES	RECORRIDO	MEDIA
LCS=	448,521	241,3624667
LCI=	0	-3,36246667

= $\bar{x} + A_2 \bar{R}$

= $\bar{x} - A_2 \bar{R}$

Para n=5
A2=0,577



5.2. GRÁFICOS DE SHEWHART (MEDIA-RECORRIDO)

=MAX(rango)-MIN(rango)

COLUMNAS PARA OBTENER LCS, LÍNEA CENTRAL Y LCI PARA GRÁFICO DE MEDIA Y RECORRIDO

MUESTRA	DATOS MUESTRALES					Recorrido R	Media muestr. \bar{X}	LCS (R)	LCS(media)	LCI(media)		
	X1	X2	X3	X4	X5							
1	64	38	188	186	2	186	95,6	431,256	204	225,579429	-9,83657143	107,871429
2	1	67	34	113	23	112	47,6	431,256	204	225,579429	-9,83657143	107,871429
3	130	195	0	243	206	243	154,8	431,256	204	225,579429	-9,83657143	107,871429
4	184	177	178	278	60	218	175,4	431,256	204	225,579429	-9,83657143	107,871429
5	12	108	351	99	164	339	146,8	431,256	204	225,579429	-9,83657143	107,871429
6	124	43	28	70	188	160	90,6	431,256	204	225,579429	-9,83657143	107,871429
7	25	53	145	187	34	162	88,8	431,256	204	225,579429	-9,83657143	107,871429
9	80	113	17	82	1	112	58,6	431,256	204	225,579429	-9,83657143	107,871429
10	231	17	95	169	132	214	128,8	431,256	204	225,579429	-9,83657143	107,871429
11	126	39	50	291	337	298	168,6	431,256	204	225,579429	-9,83657143	107,871429
12	177	9	62	2	54	175	60,8	431,256	204	225,579429	-9,83657143	107,871429
13	113	181	9	10	61	172	74,8	431,256	204	225,579429	-9,83657143	107,871429
14	157	12	43	198	62	186	94,4	431,256	204	225,579429	-9,83657143	107,871429
15	0	279	121	123	100	279	124,6	431,256	204	225,579429	-9,83657143	107,871429
PROMEDIOS						\bar{R}	$\bar{\bar{X}}$					
						204	107,8714286					
LÍMITES						RECORRIDO	MEDIA					
LCS=						431,46	225,5794286					
LCI=						0	-9,836571429					

Para n=5
D4=2,115

= $D_4 \bar{R}$

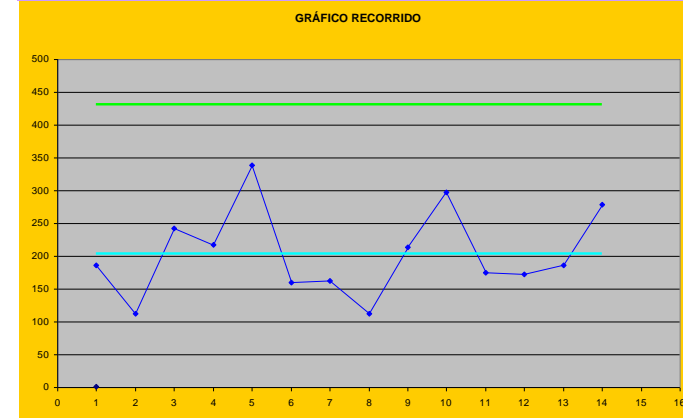
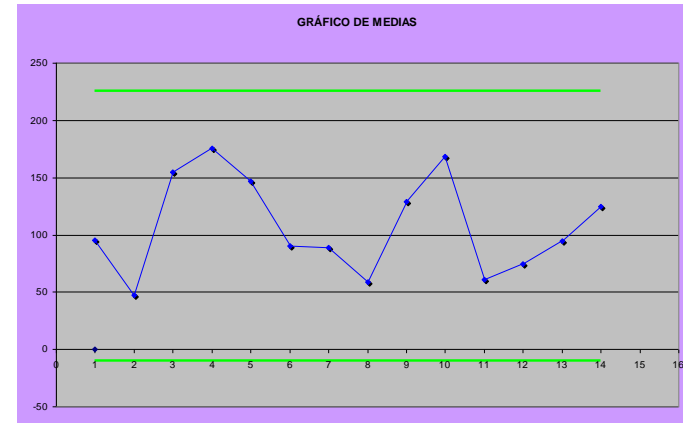
= $D_3 \bar{R}$

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

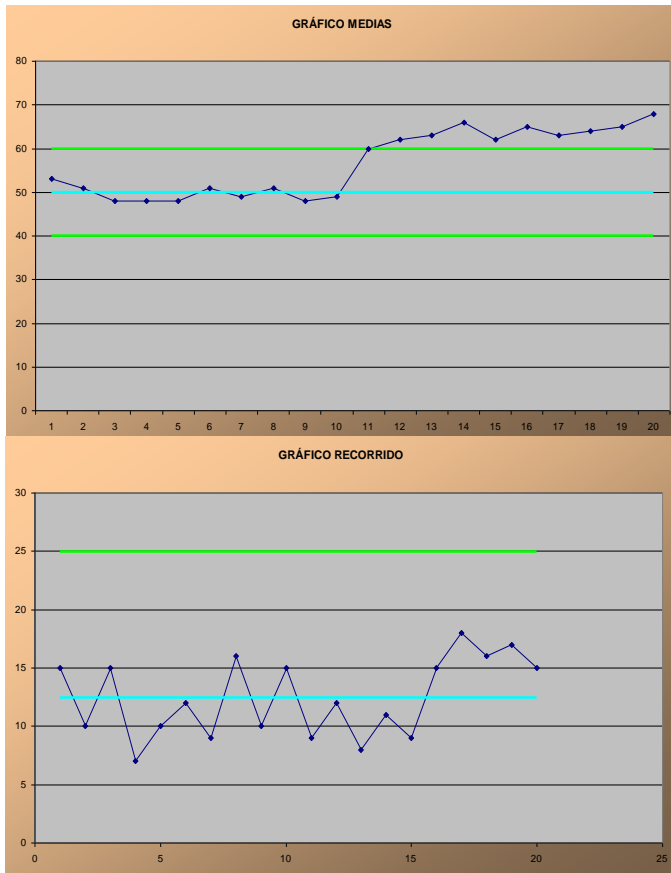
= $\bar{X} - A_2 \bar{R}$

Para n=5

$A_2=0,577$



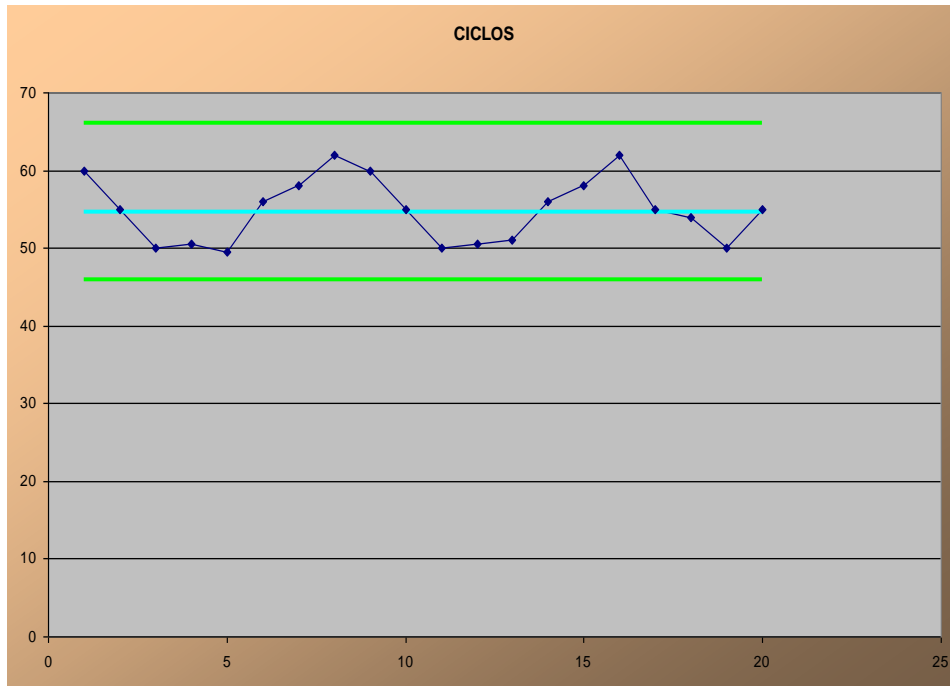
5.3. INTERPRETACIÓN GRÁFICOS



Cambios bruscos en la media y / o en la dispersión

- Posibles causas: cambio en la instalación, operario novato,.....

5.3. INTERPRETACIÓN GRÁFICOS

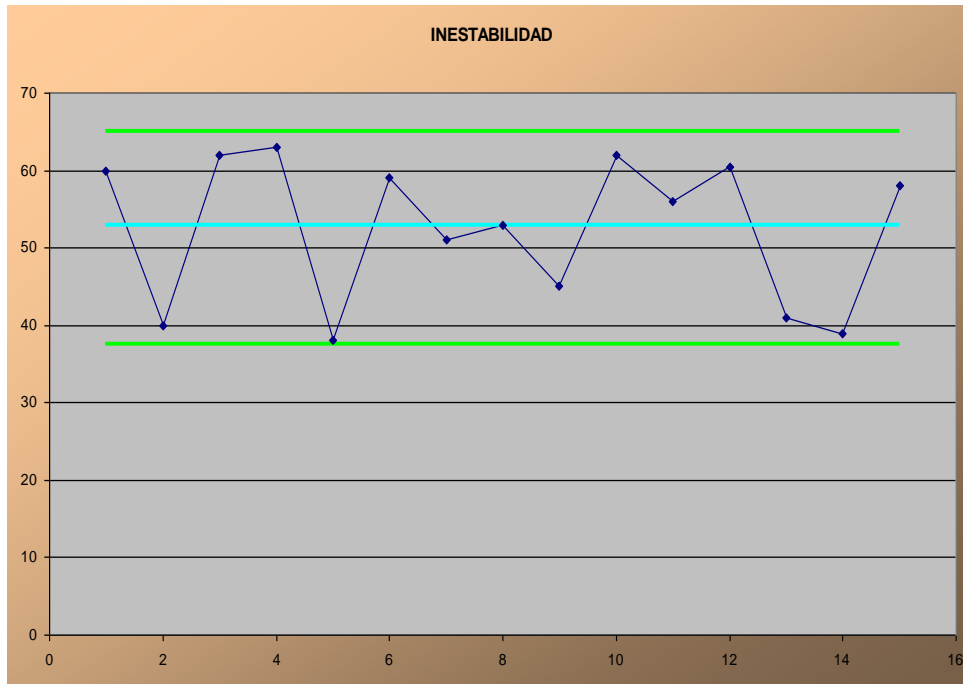


Ciclos:

- Alternancia de crestas y valles

Posibles causas: cambios de turnos, distintas calidades de materia prima,.....

5.3. INTERPRETACIÓN GRÁFICOS



Inestabilidad:

- Existencia de grandes fluctuaciones

Posibles causas: reajustes constantes en las maquinarias,.....

5.3. INTERPRETACIÓN GRÁFICOS

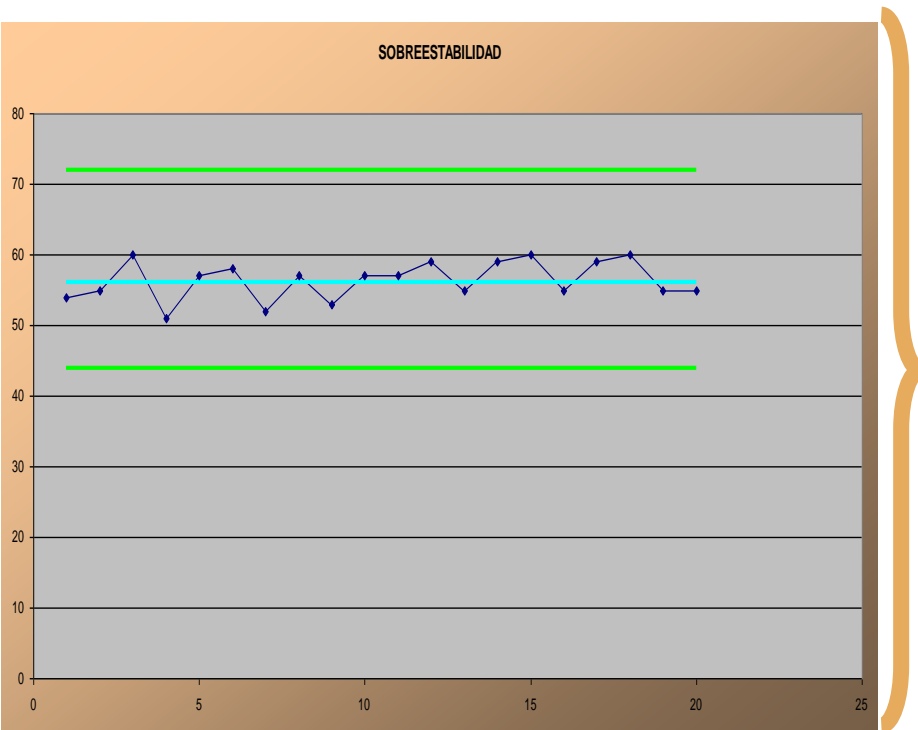


Rachas:

- Existencia de un conjunto de puntos situados en la parte superior o inferior de la Línea Central

Posibles causas: desgaste de herramientas, cansancio operarios,.....

5.3. INTERPRETACIÓN GRÁFICOS



Sobreestabilidad:

- Variabilidad menor de la esperada



¿Posible cambio positivo en el proceso? → ¿causas?

TABLAS

TABLA COEFICIENTES GRÁFICOS DE CONTROL									
n	c ₂	d ₂	d ₃	A ₂	A ₃	B ₃	B ₄	D ₃	D ₄
2	0'7979	1'128	0'853	1'880	2'659	0	3'267	0	3'267
3	0'8862	1'693	0'888	1'023	1'954	0	2'568	0	2'575
4	0'9213	2'059	0'880	0'729	1'628	0	2'266	0	2'282
5	0'9400	2'326	0'864	0'577	1'427	0	2'089	0	2'115
6	0'9515	2'534	0'848	0'483	1'287	0'030	1'970	0	2'004
7	0'9594	2'704	0'833	0'419	1'182	0'118	1'882	0'076	1'924
8	0'9650	2'847	0'820	0'373	1'099	0'185	1'815	0'136	1'864
9	0'9690	2'970	0'808	0'337	1'032	0'239	1'761	0'184	1'816
10	0'9727	3'078	0'797	0'308	0'975	0'284	1'716	0'223	1'777
11	0'9754	3'173	0'787	0'285	0'927	0'321	1'679	0'256	1'744
12	0'9776	3'258	0'778	0'266	0'886	0'354	1'646	0'284	1'719
13	0'9794	3'336	0'770	0'249	0'850	0'382	1'618	0'308	1'692
14	0'9810	3'407	0'763	0'235	0'817	0'406	1'594	0'329	1'671
15	0'9823	3'472	0'756	0'223	0'789	0'428	1'572	0'348	1'652
16	0'9835	3'532	0'750	0'212	0'763	0'448	1'552	0'364	1'636
17	0'9845	3'588	0'744	0'203	0'739	0'466	1'534	0'379	1'621
18	0'9854	3'640	0'739	0'194	0'718	0'482	1'518	0'392	1'608
19	0'9862	3'689	0'734	0'187	0'698	0'497	1'503	0'404	1'596
20	0'9869	3'735	0'729	0'180	0'680	0'510	1'490	0'414	1'586
21	0'9876	3'778	0'724	0'173	0'663	0'523	1'477	0'425	1'575
22	0'9882	3'819	0'720	0'167	0'647	0'534	1'466	0'434	1'566
23	0'9887	3'858	0'716	0'162	0'633	0'545	1'455	0'443	1'557
24	0'9892	3'895	0'712	0'157	0'619	0'555	1'445	0'452	1'548
25	0'9896	3'931	0'708	0'153	0'606	0'565	1'435	0'459	1'541



5.4. TOLERANCIA

- Especificaciones bilaterales: (característica de calidad medible X con: μ = valor objetivo, de diseño o nominal)
 - LTI= límite de Tolerancia Inferior
 - LTS= límite de Tolerancia Superior
 - [LTI, LTS]=intervalo de Tolerancia

(se cumplen especificaciones si
 $LTI \leq X \leq LTS$ o $X \in [LTI, LTS]$)

5.5. CAPACIDAD. ÍNDICES DE CAPACIDAD

■ Objetivo estudio de capacidad:



Constatar si un proceso (bajo control) es capaz de producir piezas que verifiquen especificaciones

5.5. CAPACIDAD. ÍNDICES DE CAPACIDAD

- Índice de capacidad potencial:

$$C_P = \frac{LTS - LTI}{6\sigma}$$

Utilizado en procesos centrados ($\mu = \frac{LTS + LTI}{2}$)

- Índice de capacidad real:

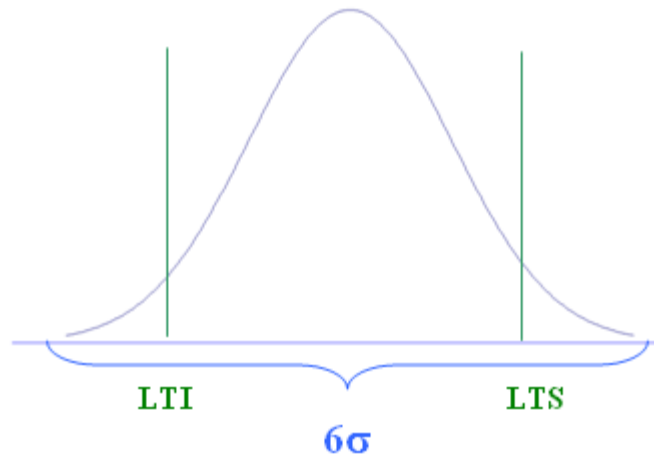
$$C_{PK} = \min\left(\frac{LTS - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LTI}{3\sigma}\right)$$

Utilizado cuando se produce un descentramiento del proceso

5.5. CAPACIDAD. ÍNDICES DE CAPACIDAD

■ ÍNDICE DE CAPACIDAD POTENCIAL:

$$C_p < 1$$

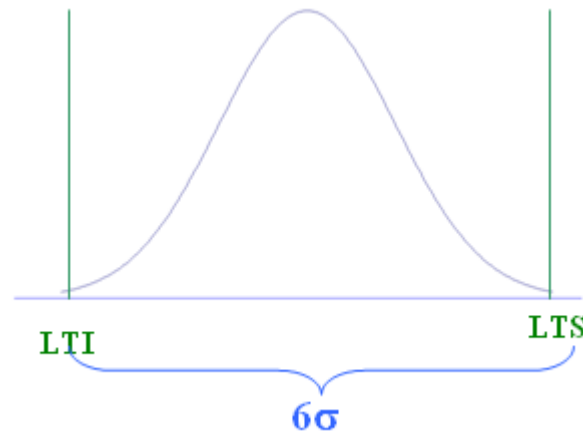


- ➔ % defectuosos (=no cumplen especificaciones) mayor cuanto menor es C_p
- Disminuir σ mediante mejora proceso y avances tecnológicos

5.5. CAPACIDAD. ÍNDICES DE CAPACIDAD

■ ÍNDICE DE CAPACIDAD POTENCIAL:

$$C_p = 1$$



- ➔ % defectuosos 2'7 por mil ➔ insuficiente en términos de calidad
- ⊖ Disminuir σ y control muy estricto para evitar un desplazamiento de la media (lo que aumentaría % defectuosos)

5.5. CAPACIDAD. ÍNDICES DE CAPACIDAD

■ ÍNDICE DE CAPACIDAD POTENCIAL:

$$C_p > 1$$

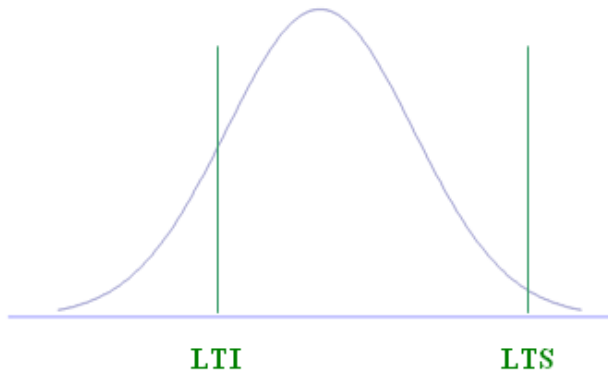


- ➔ % defectuosos (=no cumplen especificaciones) menor cuanto mayor es C_p (desde el punto de vista de calidad se exige que, como mínimo, supere el valor 1'33)
- ➔ Disminuir σ y supervisar procesos para evitar que este caiga fuera de control

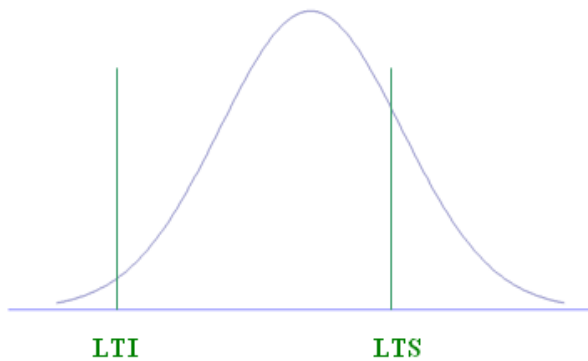


5.5. CAPACIDAD. ÍNDICES DE CAPACIDAD

■ ÍNDICE DE CAPACIDAD REAL



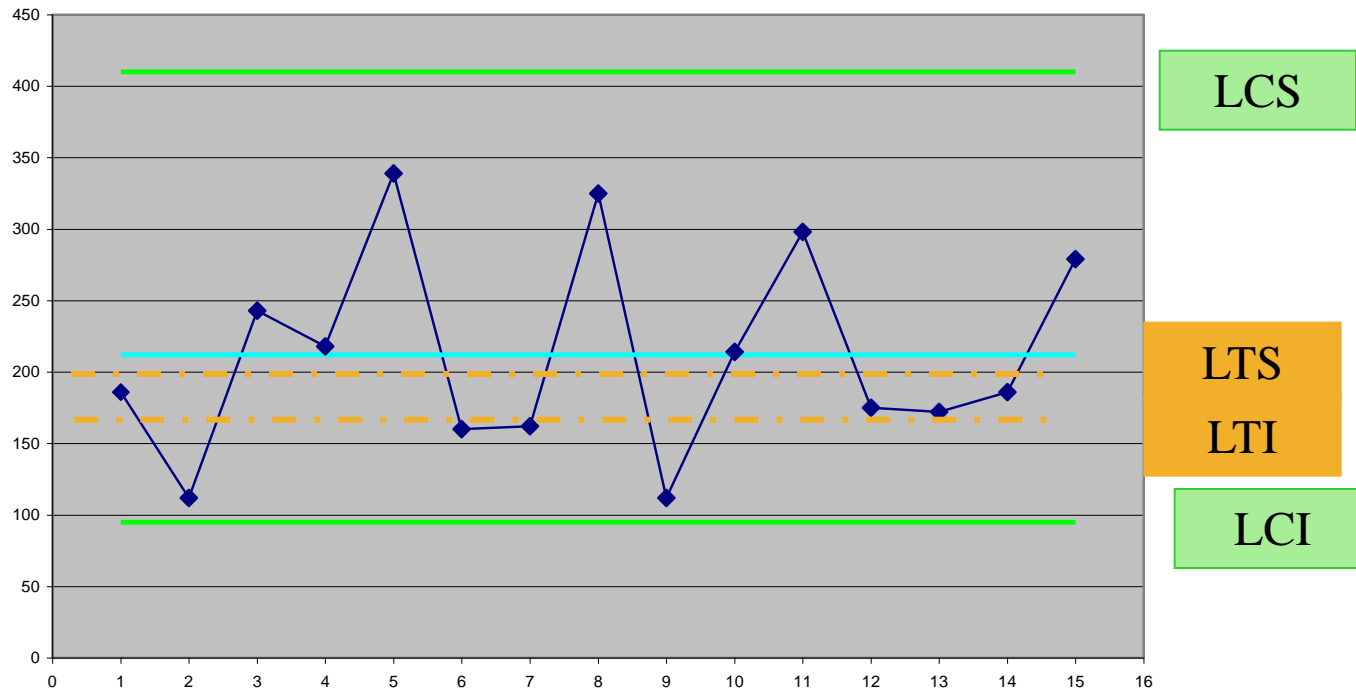
$$C_{Pk} = \min\left(\frac{LTS - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LTI}{3\sigma}\right) = \frac{\mu - LTI}{3\sigma}$$



$$C_{Pk} = \min\left(\frac{LTS - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LTI}{3\sigma}\right) = \frac{LTS - \mu}{3\sigma}$$

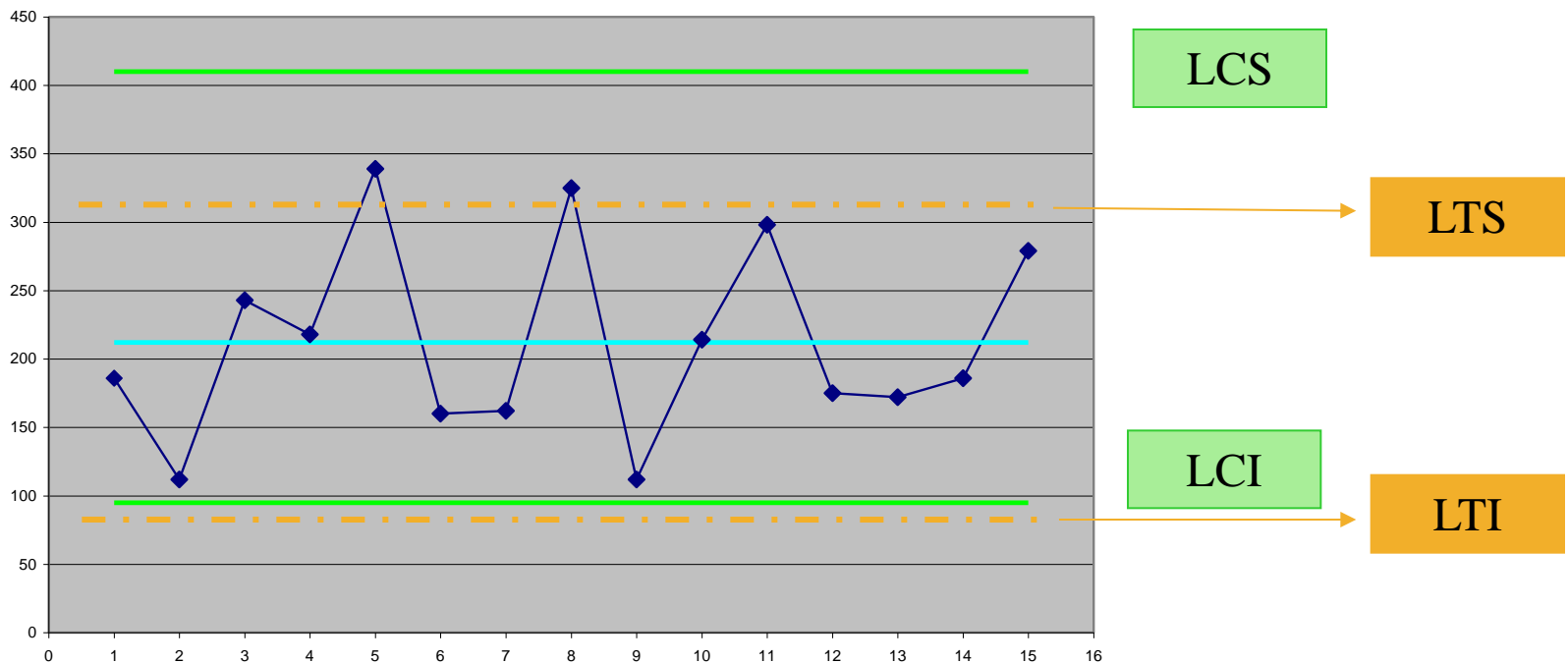
5.5. CAPACIDAD. ÍNDICES DE CAPACIDAD

■ Proceso bajo control y no cumple especificaciones



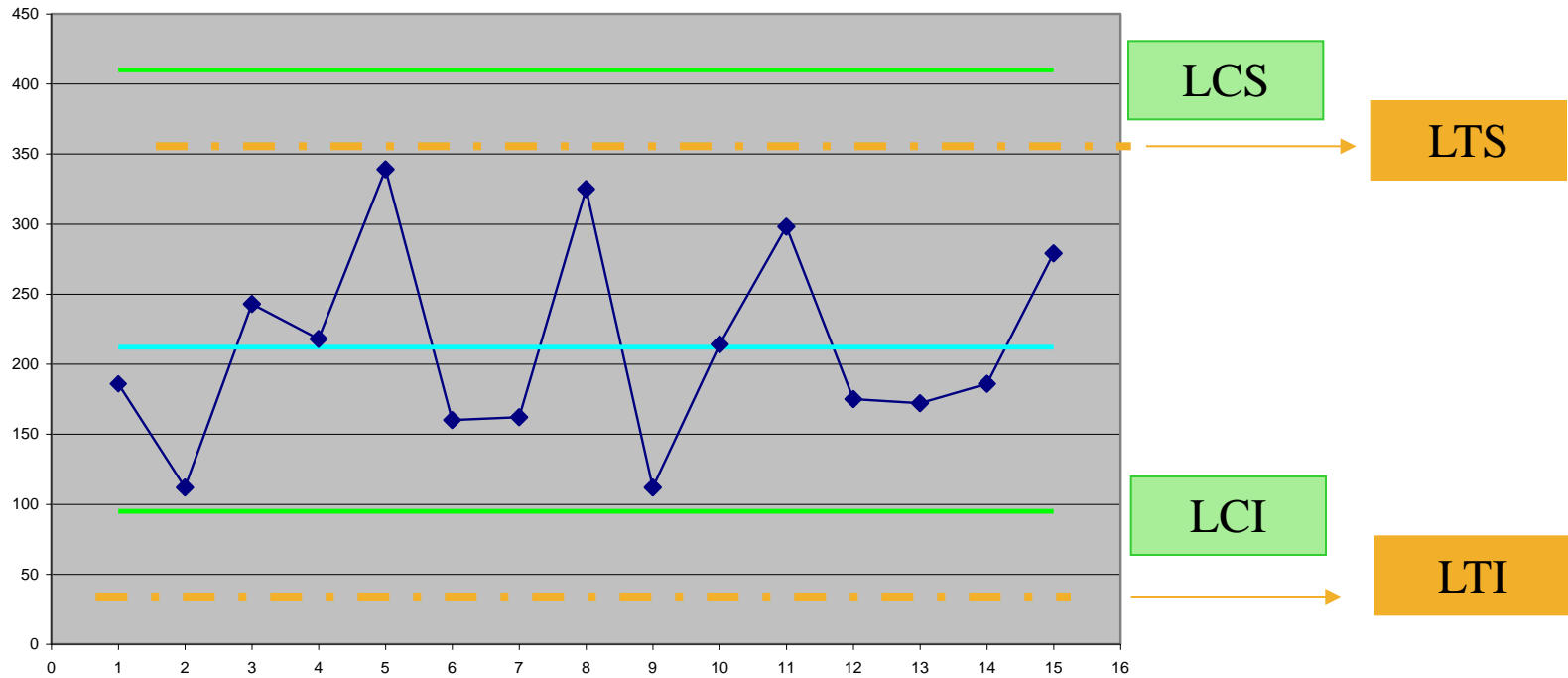
5.5. CAPACIDAD. ÍNDICES DE CAPACIDAD

■ Proceso bajo control y no libre de fallos



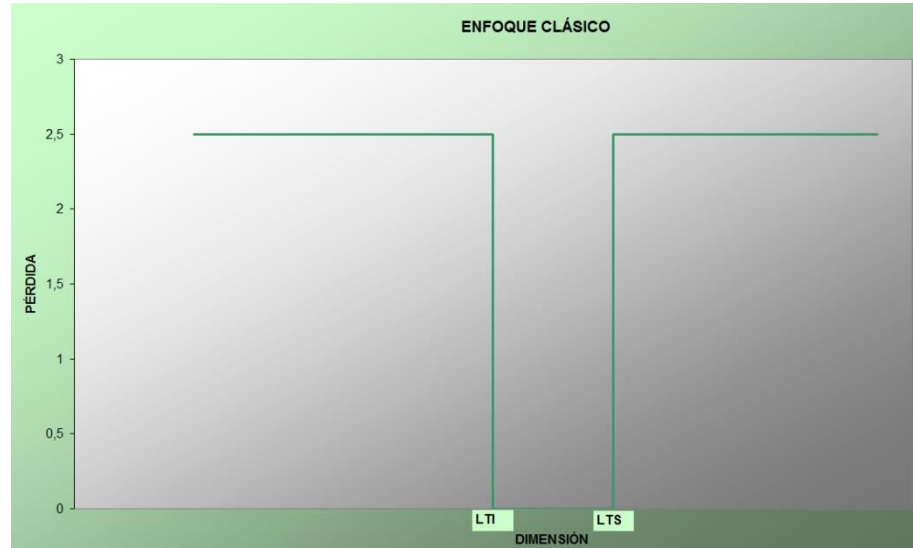
5.5. CAPACIDAD. ÍNDICES DE CAPACIDAD

■ Proceso bajo control y libre de fallos

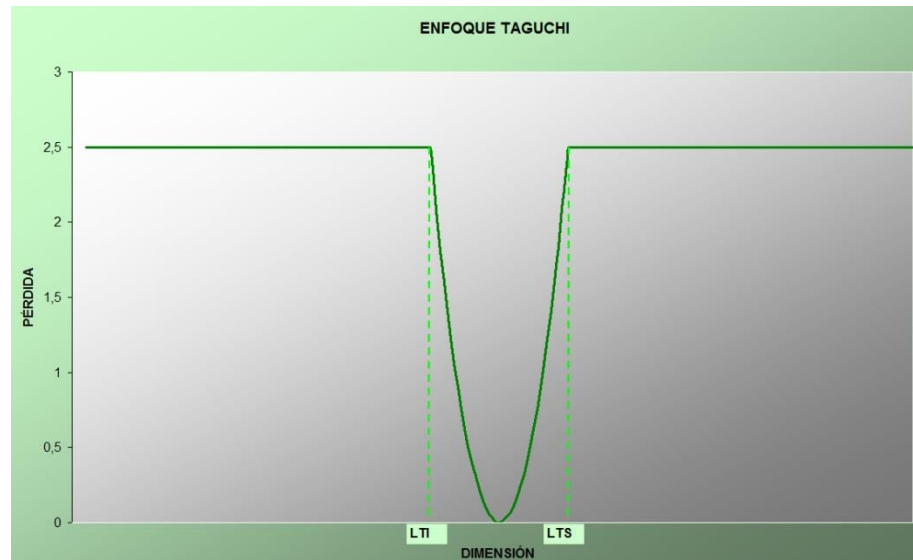


5.6. ENFOQUE TAGUCHI: FUNCIÓN DE PÉRDIDA

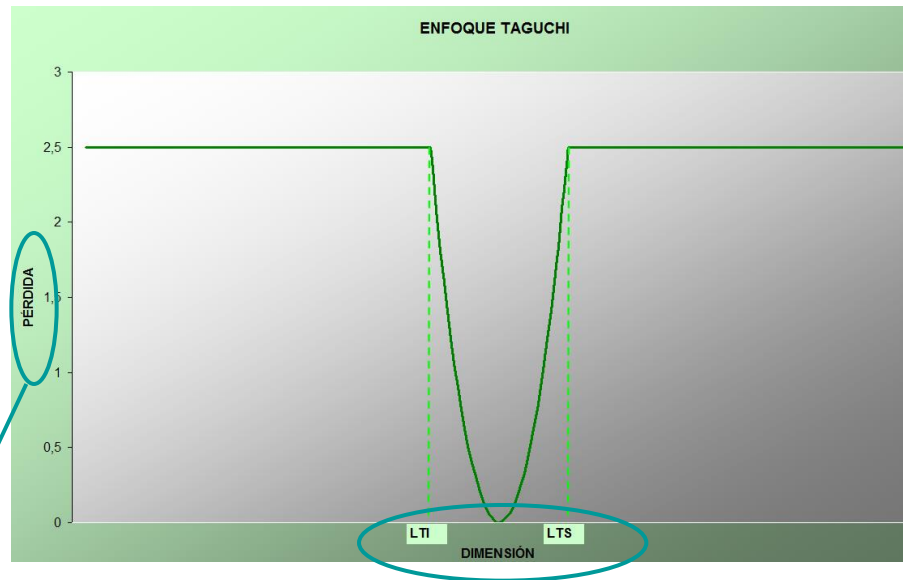
- Enfoque clásico →



- Enfoque Taguchi →



5.6. ENFOQUE TAGUCHI: FUNCIÓN DE PÉRDIDA



Función de pérdida:

$$L(x) = K(x - b)^2$$

K = coeficiente de pérdida

b = valor objetivo

Pérdida media:

$$E[L(x)] = K(\sigma^2 + (E[x] - b)^2) = K(\sigma^2 + (\mu - b)^2)$$

Estimación pérdida media:

$$k(S^2 + (\bar{x} - b)^2)$$

5.6. ENFOQUE TAGUCHI: FUNCIÓN DE PÉRDIDA

Ejemplo

Una empresa dedicada a la fabricación de material de laboratorio se fija, como objetivo, elaborar cierta pieza con un agujero de diámetro igual a 1 cm. Sin embargo, considera el producto “tolerable” si dicho diámetro mide entre 0,95 cm. y 1,05 cm (especificaciones $1 \pm 0,05$ cm).

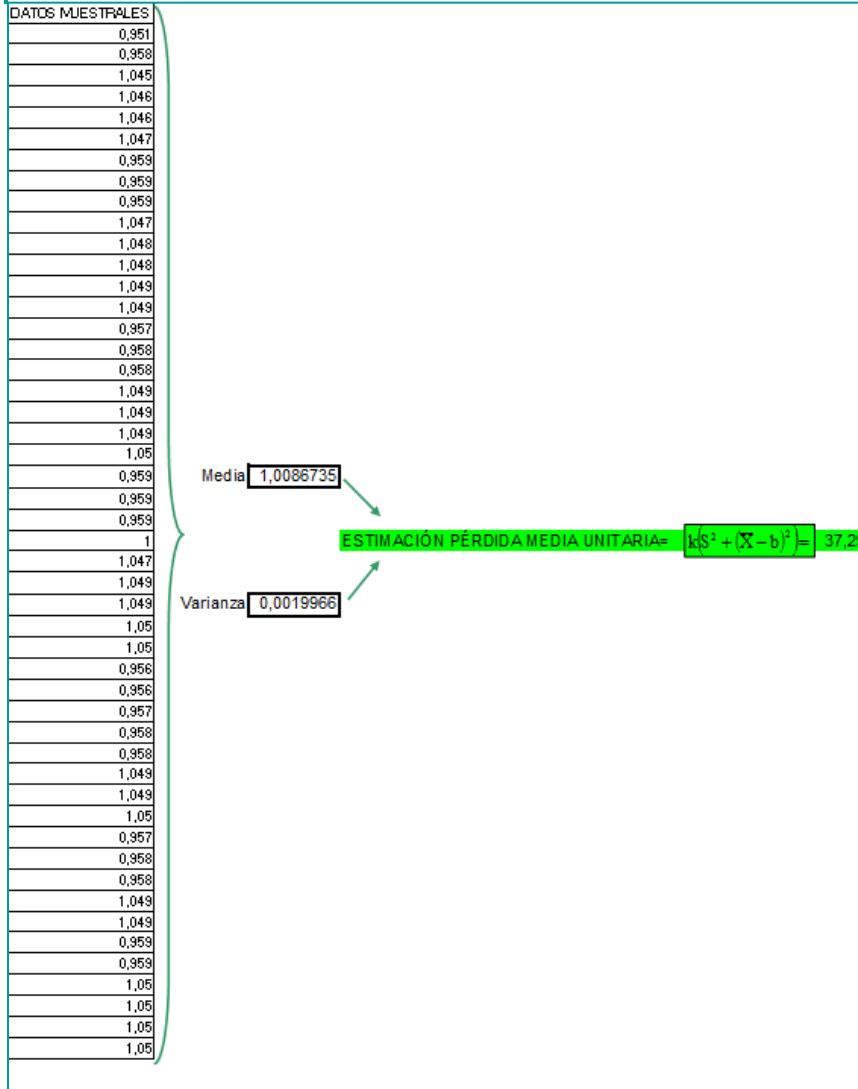
Los operarios han observado cierto desgaste en la maquinaria que podría estar provocando que el valor objetivo no se alcance. Sin embargo, la Dirección no está dispuesta en invertir en su puesta a punto o reemplazamiento, pues a tenor de las siguientes observaciones (correspondiente a la medición del diámetro de 49 piezas seleccionadas al azar)

0,951	0,959	0,957	0,959	1,05	1,049	1,049
0,958	0,959	0,958	0,959	1,05	1,049	0,959
1,045	1,047	0,958	0,959	0,956	1,05	0,959
1,046	1,048	1,049	1	0,956	0,957	1,05
1,046	1,048	1,049	1,047	0,957	0,958	1,05
1,047	1,049	1,049	1,049	0,958	0,958	1,05
0,959	1,049	1,05	1,049	0,958	1,049	1,05

todas las piezas cumplen con las especificaciones

Sabiendo que el coste derivado de utilizar una pieza errónea es de 45 €, proporcionar a la Dirección los argumentos necesarios que la decanten por realizar la inversión necesaria (utiliza para ello la función de pérdida de Taguchi)

5.6. ENFOQUE TAGUCHI: FUNCIÓN DE PÉRDIDA



Argumentos:

- Coeficiente de pérdida=18.000
- Pérdida media estimada/unidad=37'29 €

5.6. ENFOQUE TAGUCHI: FUNCIÓN DE PÉRDIDA

Descomposición pérdida media estimada

$$k(S^2 + (\bar{x} - b)^2) = kS^2 + k(\bar{x} - b)^2$$

$$kS^2$$

Proporción
pérdida debida a
variabilidad

$$\frac{kS^2}{k(S^2 + (\bar{x} - b)^2)} = \frac{S^2}{S^2 + (\bar{x} - b)^2}$$

$$k(\bar{x} - b)^2$$

Proporción
pérdida debida a
descentramiento

$$\frac{k(\bar{x} - b)^2}{k(S^2 + (\bar{x} - b)^2)} = \frac{(\bar{x} - b)^2}{S^2 + (\bar{x} - b)^2}$$

5.6. ENFOQUE TAGUCHI: FUNCIÓN DE PÉRDIDA

Descomposición pérdida media estimada

$$k(S^2 + (\bar{x} - b)^2) = kS^2 + k(\bar{x} - b)^2$$



$$\frac{kS^2}{k(\bar{x} - b)^2} = \frac{S^2}{(\bar{x} - b)^2}$$

>1

Medidas enfocadas a disminuir variabilidad (prioritariamente)

<1

Medidas enfocadas a disminuir descentramiento (prioritariamente)