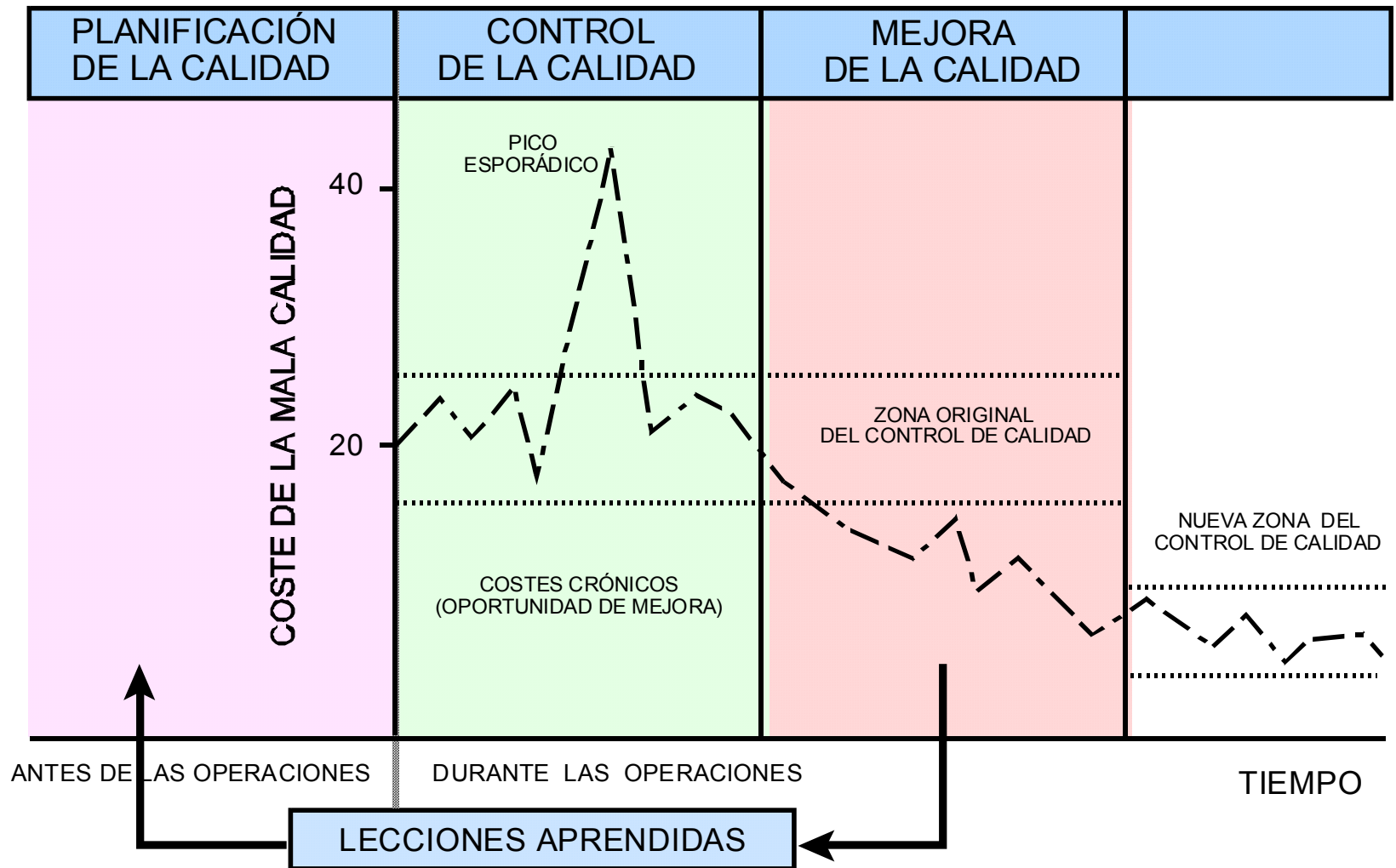


MÓDULO 5: CONTROL DE CALIDAD

CALIDAD INDUSTRIAL



5.1. El proceso de control de la calidad: procesos para gestionar la calidad.



5.1. El proceso de control de la calidad: Fases.

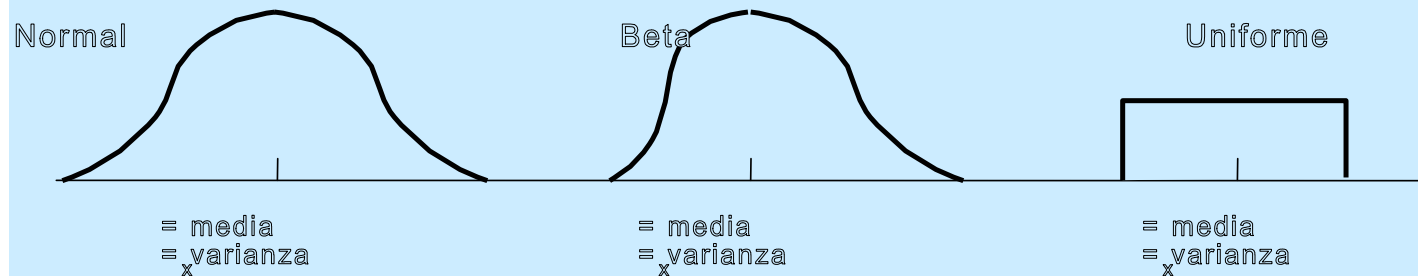


- A. La elección de los puntos de control y características a controlar: variables y atributos.
- B. El diseño del sistema de medición: responsabilidad, frecuencia y sensor.
- C. La fijación de estándares de actuación: Valor nominal, Límites de Tolerancia Superior (LTS) y/o Inferior (LTI).
- D. La medición de la actuación real: Valor Central, Límites de Control Superior (LCS) e Inferior (LCI).
- E. La comparación e interpretación de las diferencias: Procesos Bajo Control, Fuera de Control, Capaces y no Capaces.
- F. Acción correctivas: Disminuir la variabilidad y desplazar la media.

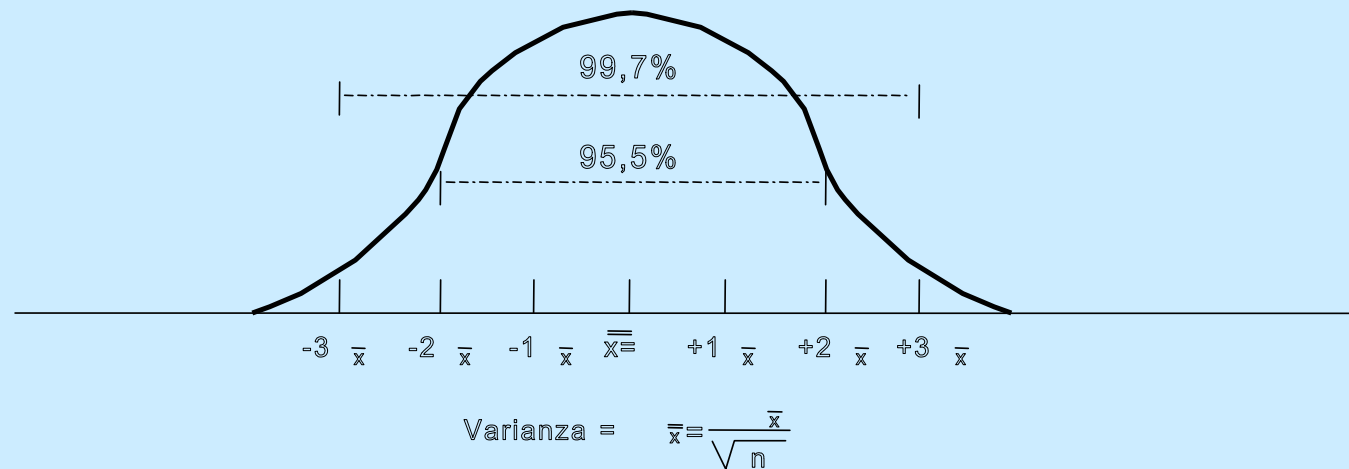
5.2. Gráficos de Control de la Calidad: Teorema Central del Límite



A. DISTINTAS DISTRIBUCIONES DE LA POBLACION



B. DISTRIBUCION MUESTRAL DE LAS MEDIAS DE LAS MUESTRAS (NORMAL)



5.2. Gráficos de Control de la Calidad: Fórmulas.



- Gráficos para variables (tiempo, peso, longitud, etc.):
 - Gráficos X y R.

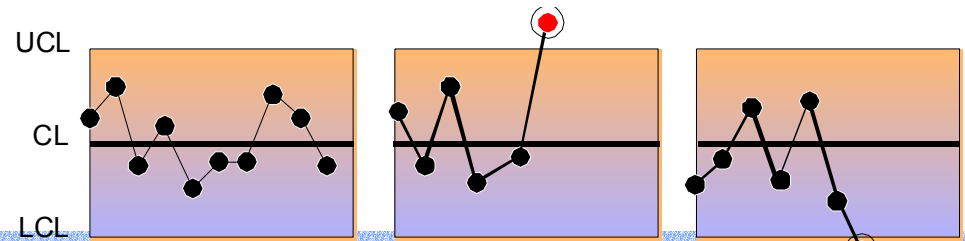
$$\begin{aligned}UCL_x &= \bar{X} + A_2 \bar{R} & UCL_R &= D_4 \bar{R} \\UCL_x &= \bar{X} - A_2 \bar{R} & UCL_R &= D_3 \bar{R}\end{aligned}$$

- Gráficos para atributos (porcentaje de defectuosas):
 - Gráfico p.

$$\begin{aligned}UCL_x &= \bar{p} + Z \sigma_p \\UCL_x &= \bar{p} - Z \sigma_p\end{aligned} \quad \sigma_p = \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$



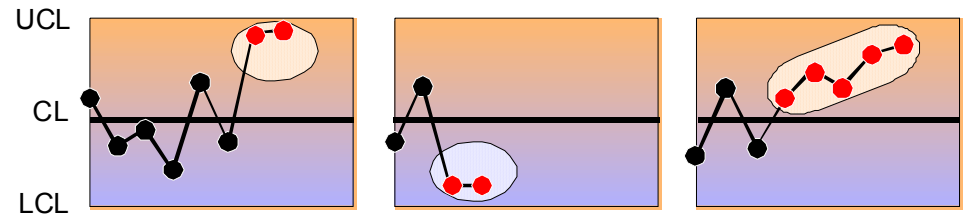
5.2. Gráficos de Control de Calidad: Señales estadísticas.



Comportamiento normal

Un punto por fuera. Investigar la causa de mal resultado.

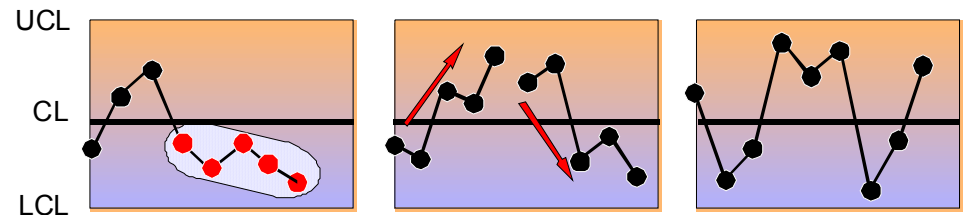
Un punto por fuera. Investigar la causa de la mejora.



Dos puntos cerca del UCL. Investigar causa del mal resultado.

Dos puntos cerca del LCL. Investigar causa de la mejora.

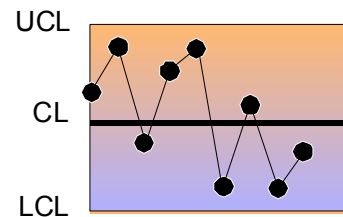
5 puntos por arriba de la CL. Investigar causa del mal resultado.



5 puntos por debajo de la CL. Investigar causa de la mejora.

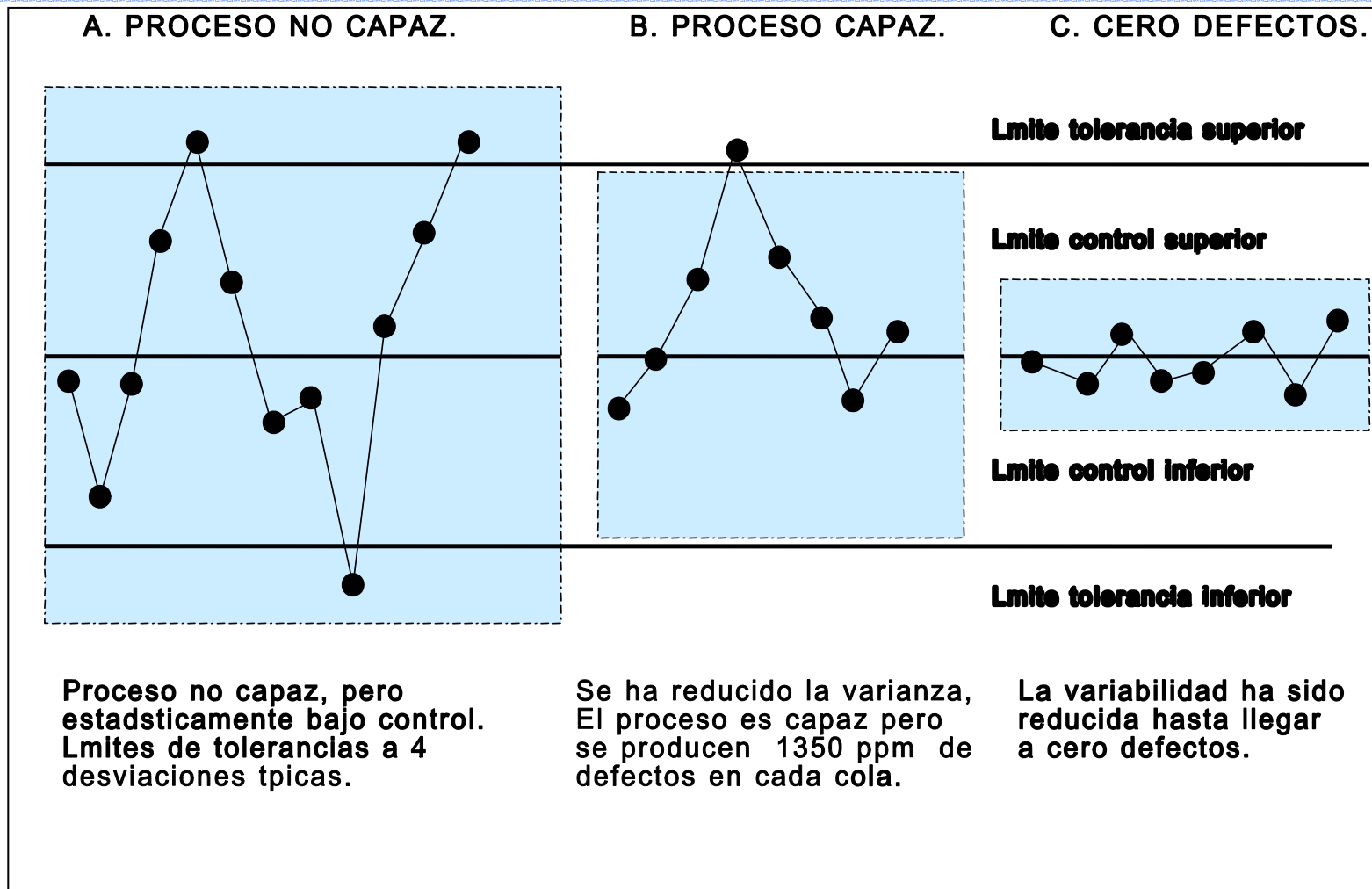
Tendencia de 5 puntos en cualquier dirección. Investigar.

Comportamiento errático. Investigar.

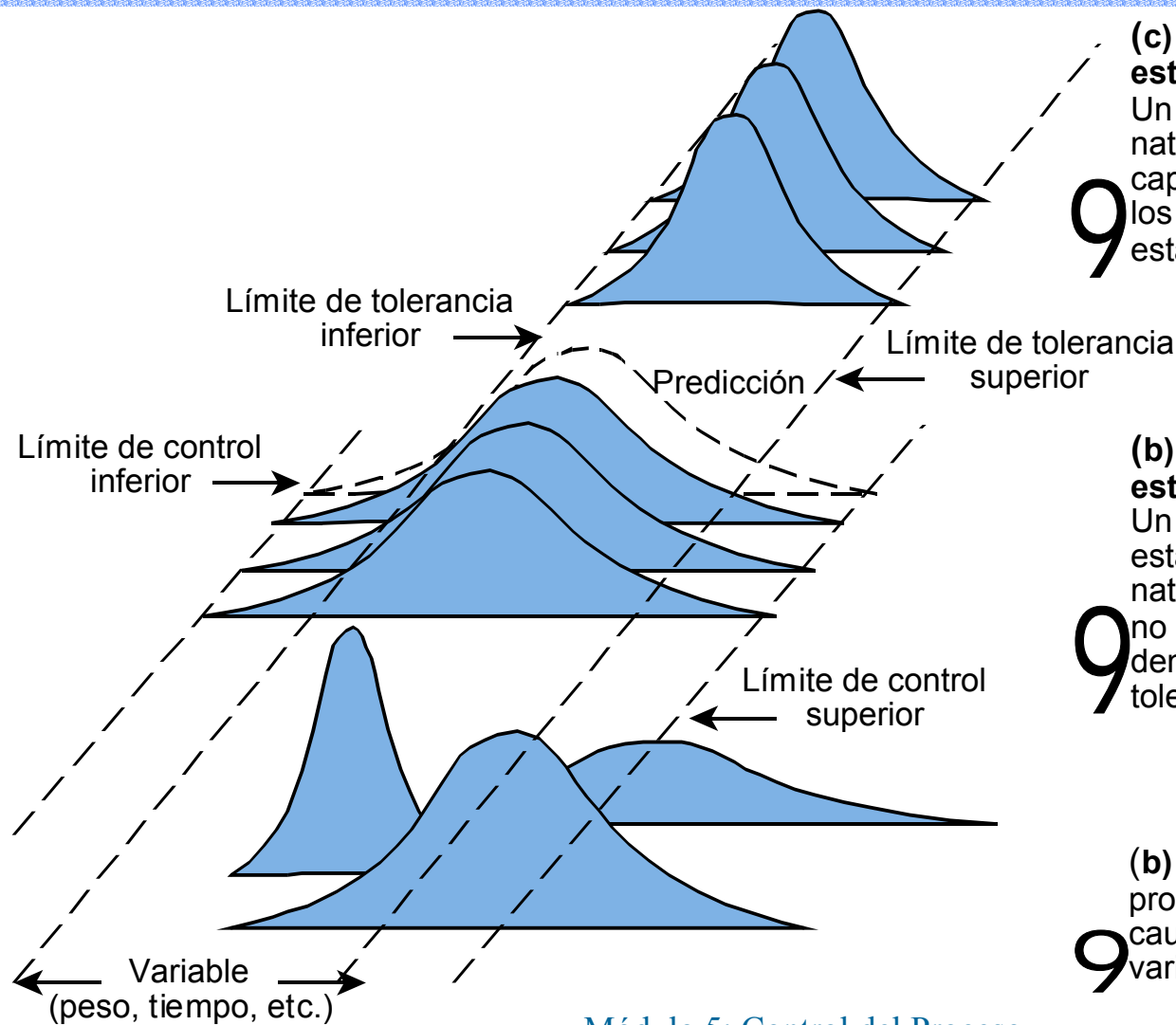


Cambios repentinos en el nivel. Investigar causas.

5.3. Medidas de la Capacidad del Proceso



5.3. Medidas de la Capacidad del Proceso.



(c) En estado de control estadístico y capaz.

Un proceso con sólo causas naturales de variación y capaz de producir dentro de los límites de tolerancia establecidos.

9

(b) En estado de control estadístico, pero no capaz.

Un proceso bajo control (sólo están presentes causas naturales de variación) pero no es capaz de producir dentro de los límites de tolerancia establecidos.

9

(b) Fuera de control. Un proceso fuera de control con causas asignables de variación.

9

5.3. Medidas de la Capacidad del Proceso: Fórmulas.



- Capacidad del proceso con una distribución centrada:

$$C_p = \frac{LTS - LTI}{LCS - LCI} = \frac{LTS - LTI}{6\sigma}$$

- Capacidad del proceso con una distribución no centrada:

$$C_{pk} = \left(\frac{LTS - \bar{x}}{3\sigma}; \frac{\bar{x} - LTI}{3\sigma} \right)$$

5.3. Medidas de la Capacidad del Proceso: Cp y DPM



Cp	z	F(Z)	F(-Z)	Prob. Bueno	Prob. Defecto	DEF. POR MILLÓN	Tamaño para 1 def.
0,67	2	0,9772	0,0228	0,9545	0,0455	45.500,12	22
1,00	3	0,9987	0,0013	0,9973	0,0027	2.699,93	370
1,33	4	1,0000	0,0000	0,9999	0,0001	63,37	15.780
1,67	5	1,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,57	1.741.523
2,00	6	1,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,00	504.988.339
3,00	9	1,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,00	

5.4. Evolución de Seis Sigma



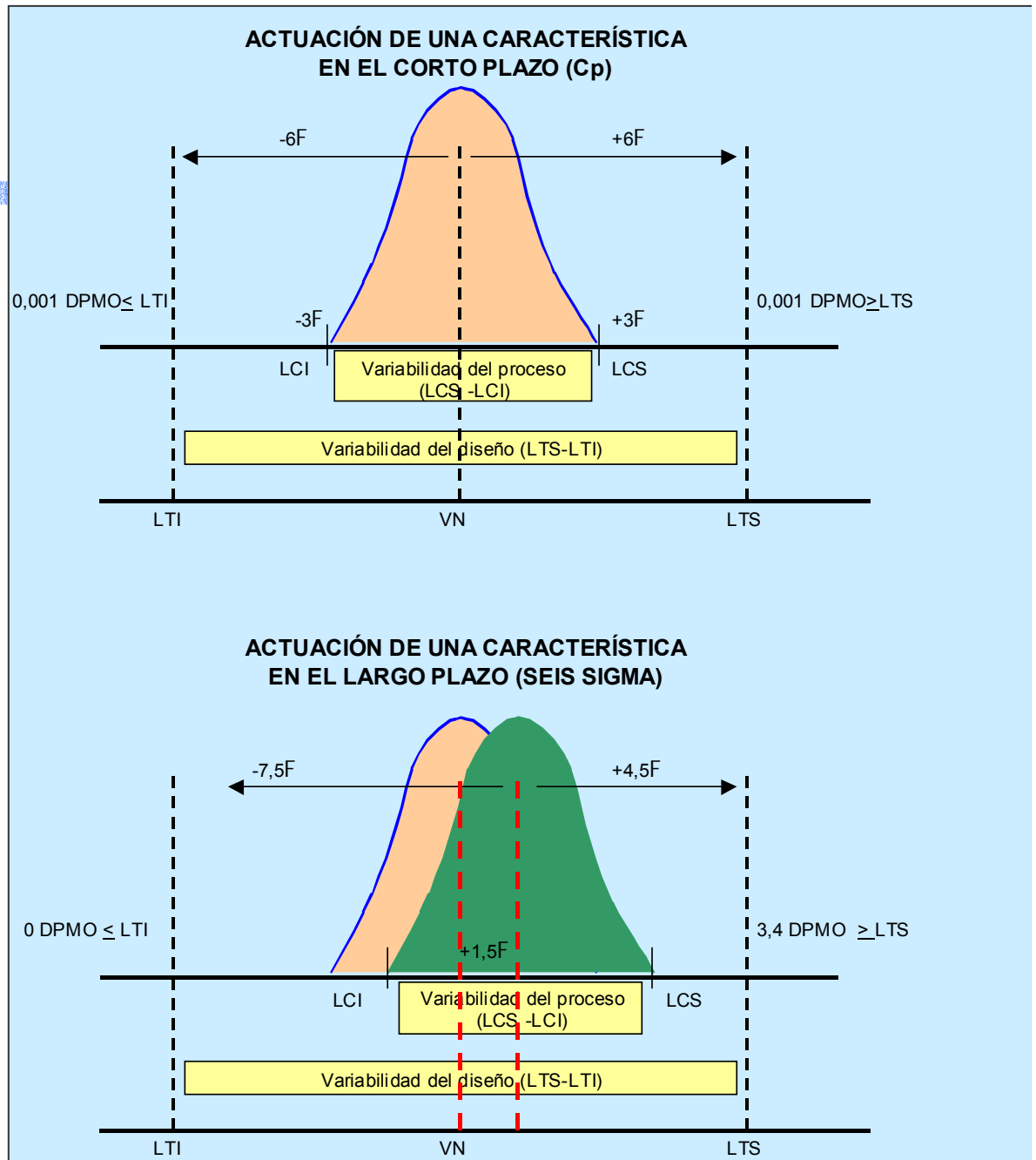
1985-1992	1993-1994	1994-1996	1996-1997	1997-1998	1998-2000
Texas Instruments Motorola	ABB	Allied Signal General Electric	General Electric Nokia Mobile Phones Bombardier Siebe, plc	Lockheed Martin Sony Crane Polaroid Corporation Avery Dennison Shimano	Thoshiba Noranda American Express Dupont Ford Dow Chemical Johnson Controls
Diseño	Refinamiento	Resultados	Competencia	Aceptación	Hiper Crecimiento

Miembros del Grupo de Trabajo 6 Sigma de la AEC



- CLH
- EQA
- ERICSSON-BTDC
- ENUSA INDUSTRIAS AVANZADAS
- GE PLASTICS
- IBERPHONE
- SOLUZIONA
- SONY
- TERRA
- SOLICITUDES:
 - JURAN INSTITUTE
 - ADLINK

5.4 Seis Sigma: representación gráfica.



5.4. Nivel Sigma y Defectos por millón



Nivel Sigma	F(NS-1,5)	F(-NS-1,5)	Prob. Bueno	Prob. Defecto	Defectos por millón
0	0,066807	0,066807	0	1	1.000.000,000000
0,25	0,10565	0,040059	0,065590726	0,934409274	934.409,274481
0,5	0,158655	0,02275	0,135905198	0,864094802	864.094,802277
0,75	0,226627	0,012224	0,214402846	0,785597154	785.597,153683
1	0,308538	0,00621	0,302327853	0,697672147	697.672,147223
1,25	0,401294	0,00298	0,398313908	0,601686092	601.686,092367
1,5	0,5	0,00135	0,498650033	0,501349967	501.349,967442
1,75	0,598706	0,000577	0,598129187	0,401870813	401.870,812714
2	0,691462	0,000233	0,691229794	0,308770206	308.770,206009
2,25	0,773373	8,84E-05	0,773284276	0,226715724	226.715,724320
2,5	0,841345	3,17E-05	0,841313054	0,158686946	158.686,945794
2,75	0,89435	1,07E-05	0,894339465	0,105660535	105.660,534771
3	0,933193	3,4E-06	0,93318937	0,06681063	66.810,629597
3,25	0,959941	1,02E-06	0,959939868	0,040060132	40.060,131895
3,5	0,97725	2,87E-07	0,977249651	0,022750349	22.750,349141
3,75	0,987776	7,62E-08	0,98777549	0,01222451	12.224,509614
4	0,99379	1,9E-08	0,993790301	0,006209699	6.209,698895
4,25	0,99702	4,48E-09	0,997020177	0,002979823	2.979,823064
4,5	0,99865	9,9E-10	0,998650032	0,001349968	1.349,968213
4,75	0,999423	2,06E-10	0,999422913	0,000577087	577,086700
5	0,999767	4,04E-11	0,999767327	0,000232673	232,673414
5,25	0,999912	7,43E-12	0,999911555	8,84446E-05	88,444598
5,5	0,999968	1,29E-12	0,999968314	3,1686E-05	31,686036
5,75	0,999989	2,1E-13	0,999989304	1,06957E-05	10,695686
6	0,999997	3,22E-14	0,999996599	3,4008E-06	3,400803
6,25	0,999999	4,66E-15	0,999998982	1,01833E-06	1,018329
6,5	1	6,66E-16	0,999999713	2,87105E-07	0,287105
6,75	1	1,11E-16	0,999999924	7,62014E-08	0,076201
7	1	0	0,999999981	1,90364E-08	0,019036

5.4. Impacto de los niveles sigma.



Nivel Sigma	Defectos por millón	Coste de la mala calidad	Competitividad
6 sigma	3,4 defectos por millón	<10% de las ventas	World-class
5 sigma	232 defectos por millón	10 a 15% de las ventas	
4 sigma	6.209 defectos por millón	15 al 20% de las ventas	Media del sector
3 sigma	66.810 defectos por millón	20 al 30% de las ventas	
2 sigma	308.770 defectos por millón	30 al 40% de las ventas	No competitiva
1 sigma	697.672 defectos por millón		