



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**



**DIVISIÓN DE EDUCACIÓN
CONTINUA Y A DISTANCIA**



**EXPOSITOR: ING. JUAN ALBERTO FLORES ZAMUDIO
DEL 19 DE ABRIL AL 17 DE MAYO DE 2008
PALACIO DE MINERÍA**

MODULO V

EL PROCESO SEIS SIGMA

Diplomado en Seis Sigma
Green Belt
DECFI

ESTRATEGIA DE SIX SIGMA

- *El efecto embudo*

Mapa de proceso, Lluvia de Ideas

5 Why's, Fishbone

Matriz C&E, AMEF

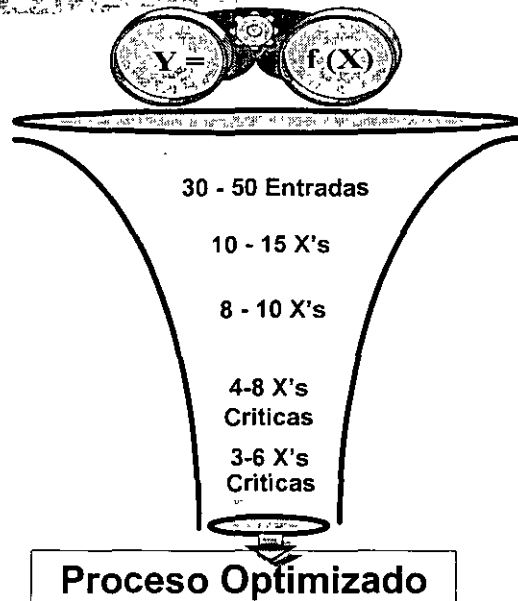
Pruebas de hipótesis

ANOVA

DOE

Plan de Control

DECFI - UNAM



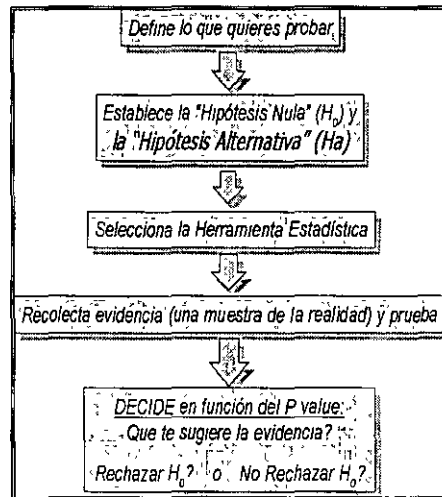
PRUEBAS DE HIPOTESIS

Hipótesis Nula (H_0)

$$P \geq 0.05$$

Hipótesis Alternativa (H_a)

$$P < 0.05$$



DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

MATRIZ DE SELECCION DE HERRAMIENTAS

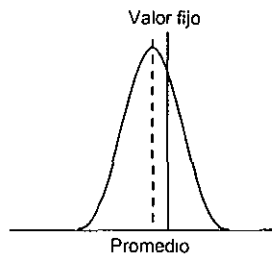
		FACTOR X	
		CONTINUO	DISCRETO
RESPUESTA Y	CONTINUO	REGRESION CORRELACION, REGRESION MULTIPLE	ANOVA PRUEBAS DE Z, Y, T, NO PARAMETRICAS
	DISCRETO	REGRESION LOGISTICA	PRUEBA DE JI CUADRADA PRUEBA DE PROPORCIONES

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

PRUEBA Z

Al tratar con variables continuas existen 2 principales preocupaciones en el comportamiento de la distribución. El centrado y la dispersión de los datos. Es muy útil contar con un modelo específico para el análisis. Para una gran diversidad de procesos, su distribución puede ser explicada por la distribución normal.



¿Podemos afirmar que existe diferencia entre el promedio de la población y el valor fijo?

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

PRUEBA Z

- Si es normal siempre podemos estandarizar nuestros datos y buscar probabilidades (valores de p) en las tablas Z

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma}$$

← Esta es información de la POBLACIÓN

Para usarla como una herramienta para contrastar hipótesis debemos de adaptarla para comparar los datos de la muestra contra la media de la población hipotética

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{s / \sqrt{n}}$$

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

PRUEBA Z

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{s / \sqrt{n}}$$

→ Media muestra
 → Valor de referencia
 → Error estándar de la Media

Con el valor de Z buscamos los valores de p para determinar si la diferencia entre las dos medias es significativa

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

Si Un ingeniero de procesos afirma que cambios específicos al Lay Out reducirán el tiempo de ciclo a menos de 30 segundos. El gerente no se impresiona y afirma que la reducción se debe a variación aleatoria del proceso. "Algunos días son mejores que otros" dijo. Tu decides. ¿quién tiene la razón?

	C. Time	C	C Time
1	37.3	16	29
2	22.5	17	30.3
3	30.3	18	25.6
4	29.5	19	28.8
5	26.7	20	29.6
6	30.5	21	25.8
7	26.3	22	29
8	29.9	23	29
9	29	24	25.6
10	25.2	25	29.1
11	27.6	26	27.2
12	28.4	27	32
13	23.6	28	29.6
14	27.8	29	30.4
15	25.5	30	27.3

Ho: $\mu = 30$ (la media del proceso es igual a 30 segundos)

Ha: $\mu < 30$ (la media es menor a 30 segundos)

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{S/\sqrt{n}} = \frac{28.3 - 30}{2.8/\sqrt{30}} = -3.37$$

Z	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
-3.3	0.0004231	0.0003965	0.0003701	0.0003437	0.0003173	0.0002910	0.0002647	0.0002384	0.0002121	0.0001858

Dado que el valor de p es menor de 0.05, concluimos que **hay suficiente evidencia** de que la reducción en el tiempo ciclo es real

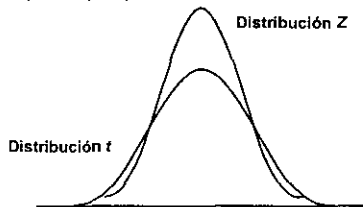
Diplomado en Seis Sigma

PRUEBA T

La prueba anterior es válida para tamaños de muestra grandes (>30) y si los datos están normalmente distribuidos. Es muy común que tamaños de muestra muy grandes sean difíciles de conseguir. Restricciones tales como costo, tiempo, etc. Pueden ser de consideración al tomar muestras. Cuando tenemos pequeñas muestras que sabemos que vienen de una distribución normal, utilizamos un estadístico similar para pequeñas muestras: la distribución t

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{S/\sqrt{n}}$$

¿cuáles la diferencia?

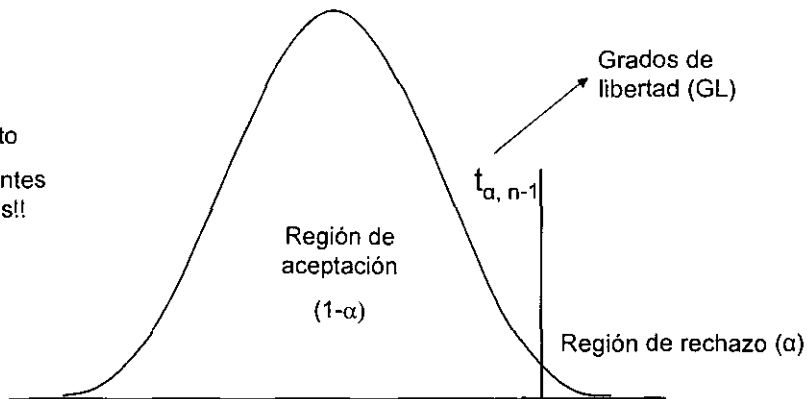


La distribución t tiene mayor dispersión debido a menores tamaños de muestra

DECFI - UNAM

PRUEBA T

Mismo concepto
¡¡Diferentes fórmulas!!



Nota: Los GL son los que afectan la dispersión de la distribución. A mayor muestra, mas grados de libertad y más cercanos serán nuestros datos a la distribución de la población.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

PRUEBA T

También hay tablas para la distribución t:

dof	Value for t																				
	3.00	3.05	3.10	3.15	3.20	3.25	3.30	3.35	3.40	3.45	3.50	3.55	3.60	3.65	3.70	3.75	3.80	3.85	3.90	3.95	4.00
1	0.1024	0.1028	0.0993	0.0976	0.0964	0.0950	0.0937	0.0923	0.0911	0.0896	0.0886	0.0874	0.0862	0.0851	0.0840	0.0830	0.0819	0.0809	0.0799	0.0789	0.0780
2	0.0477	0.0464	0.0451	0.0439	0.0427	0.0415	0.0404	0.0394	0.0383	0.0374	0.0364	0.0355	0.0346	0.0339	0.0330	0.0322	0.0314	0.0307	0.0299	0.0293	0.0286
3	0.0266	0.0277	0.0266	0.0256	0.0247	0.0237	0.0229	0.0221	0.0212	0.0205	0.0197	0.0190	0.0184	0.0177	0.0171	0.0166	0.0160	0.0156	0.0150	0.0145	0.0140
4	0.0200	0.0190	0.0181	0.0173	0.0165	0.0157	0.0150	0.0143	0.0136	0.0130	0.0124	0.0119	0.0114	0.0109	0.0104	0.0100	0.0096	0.0092	0.0088	0.0084	0.0081
5	0.0150	0.0142	0.0134	0.0127	0.0120	0.0113	0.0107	0.0102	0.0096	0.0091	0.0086	0.0082	0.0078	0.0074	0.0070	0.0066	0.0063	0.0060	0.0057	0.0054	0.0052
6	0.0120	0.0113	0.0106	0.0099	0.0093	0.0087	0.0082	0.0077	0.0072	0.0068	0.0064	0.0060	0.0057	0.0054	0.0050	0.0048	0.0045	0.0042	0.0040	0.0038	0.0036
7	0.0100	0.0093	0.0087	0.0081	0.0075	0.0070	0.0065	0.0061	0.0057	0.0053	0.0050	0.0047	0.0044	0.0041	0.0038	0.0036	0.0034	0.0031	0.0029	0.0028	0.0026
8	0.0085	0.0079	0.0073	0.0069	0.0063	0.0059	0.0054	0.0050	0.0047	0.0043	0.0040	0.0039	0.0036	0.0032	0.0030	0.0028	0.0026	0.0024	0.0023	0.0021	0.0020
9	0.0075	0.0069	0.0064	0.0059	0.0054	0.0050	0.0046	0.0043	0.0039	0.0036	0.0034	0.0031	0.0029	0.0027	0.0025	0.0023	0.0021	0.0020	0.0018	0.0017	0.0016
10	0.0067	0.0061	0.0056	0.0052	0.0047	0.0044	0.0040	0.0037	0.0034	0.0031	0.0029	0.0026	0.0024	0.0022	0.0021	0.0019	0.0017	0.0016	0.0015	0.0014	0.0013
11	0.0060	0.0055	0.0051	0.0046	0.0042	0.0039	0.0035	0.0032	0.0030	0.0027	0.0025	0.0023	0.0021	0.0019	0.0018	0.0016	0.0015	0.0013	0.0012	0.0011	0.0010
12	0.0055	0.0050	0.0046	0.0042	0.0038	0.0035	0.0032	0.0029	0.0026	0.0024	0.0022	0.0020	0.0018	0.0017	0.0015	0.0014	0.0013	0.0012	0.0011	0.0010	0.0009
13	0.0051	0.0046	0.0042	0.0038	0.0035	0.0032	0.0029	0.0026	0.0024	0.0022	0.0020	0.0018	0.0016	0.0015	0.0013	0.0012	0.0011	0.0010	0.0009	0.0008	0.0008
14	0.0048	0.0043	0.0039	0.0035	0.0032	0.0029	0.0026	0.0024	0.0022	0.0020	0.0018	0.0016	0.0015	0.0013	0.0012	0.0011	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0007
15	0.0045	0.0041	0.0037	0.0033	0.0030	0.0027	0.0024	0.0022	0.0020	0.0018	0.0016	0.0015	0.0013	0.0012	0.0011	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0007	0.0006
16	0.0042	0.0038	0.0034	0.0031	0.0028	0.0025	0.0023	0.0020	0.0018	0.0016	0.0015	0.0013	0.0012	0.0011	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0006	0.0005
17	0.0040	0.0036	0.0033	0.0029	0.0026	0.0024	0.0021	0.0019	0.0017	0.0015	0.0014	0.0012	0.0011	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0005	0.0005	0.0004
18	0.0038	0.0034	0.0031	0.0027	0.0024	0.0022	0.0020	0.0018	0.0016	0.0014	0.0013	0.0011	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004
19	0.0037	0.0033	0.0029	0.0026	0.0024	0.0021	0.0019	0.0017	0.0015	0.0013	0.0012	0.0011	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004
20	0.0035	0.0032	0.0028	0.0025	0.0022	0.0020	0.0018	0.0016	0.0014	0.0013	0.0011	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004
21	0.0034	0.0030	0.0027	0.0024	0.0022	0.0019	0.0017	0.0015	0.0013	0.0012	0.0011	0.0009	0.0008	0.0007	0.0007	0.0006	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003
22	0.0033	0.0029	0.0026	0.0023	0.0021	0.0018	0.0016	0.0014	0.0013	0.0011	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003
23	0.0032	0.0028	0.0025	0.0022	0.0020	0.0018	0.0016	0.0014	0.0012	0.0011	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003
24	0.0031	0.0028	0.0024	0.0022	0.0019	0.0017	0.0015	0.0013	0.0012	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003	0.0003
25	0.0030	0.0027	0.0024	0.0021	0.0019	0.0016	0.0015	0.0013	0.0011	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003	0.0002
26	0.0029	0.0026	0.0023	0.0020	0.0018	0.0016	0.0014	0.0012	0.0011	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003	0.0002
27	0.0029	0.0025	0.0022	0.0020	0.0017	0.0015	0.0014	0.0012	0.0011	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002
28	0.0028	0.0025	0.0022	0.0019	0.0017	0.0015	0.0013	0.0012	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003	0.0002	0.0002
29	0.0027	0.0024	0.0021	0.0019	0.0017	0.0015	0.0013	0.0011	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003	0.0002	0.0002

Ahora debemos conocer los GL

Diplomado en Seis Sigma

PRUEBA T

	C Time	C Time
1	37.3	16
2	22.5	17
3	30.3	18
4	29.5	19
5	26.7	20
6	30.5	21
7	26.3	22
8	29.9	23
9	29	24
10	25.2	25
11	27.6	26
12	28.4	27
13	23.6	28
14	27.8	29
15	25.5	30

Recordando nuestro ejemplo del tiempo de ciclo:

Ho: $\mu = 30$ (la media del proceso es igual a 30 segundos)

Ha: $\mu < 30$ (la media es menor a 30 segundos)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{S/\sqrt{n}} = \frac{28.3 - 30}{2.8/\sqrt{30}} = -3.37$$

Dado que la t es simétrica buscamos el valor cuando $t=3.37$. En la tabla de 1 cola:

dof	3.00	3.05	3.10	3.15	3.20	3.25	3.30	3.35	3.40
29	0.0027	0.0024	0.0021	0.0019	0.0017	0.0015	0.0013	0.0011	0.0010

Dado que el valor de p es menor de 0.05, llegamos a la misma conclusión de antes.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

Ejercicios

Con los siguientes datos determina la prueba de hipotesis que se te pide

12.5	11.9	12.1	12.3	11.5
12.6	11.7	12.6	12.3	11.6
12.7	11.9	12.7	12.2	11.7

- a) La media es diferente de 12.3
- b) La media es mayor a 11.7
- c) La media es menor de 12

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

Ejercicios

Un cliente cree que las lamparas que compro e instalo en su casa estan consumiendo gran cantidad de watts y por lo tanto esta incrementando el gasto por concepto de energia electrica. La compañía proveedora envio una muestra de 10 lamparas a probar y confirmar esta situacion.

Los watts consumidos por las lamparas fueron:

61.3	60.8	61.9	62.2	61.5
60.7	59.9	60.9	61.8	62.0

La especificacion de las lamparas se supone que es de 60.5 watts. La pregunta es si el cliente tiene una queja legitima?

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

Ejercicios

En un esfuerzo por mejorar los tiempos de respuesta, el departamento de Sistemas convirtió su sistema de atención a clientes actual a un nuevo sistema de call center para ayuda. Históricamente, el tiempo de espera ha sido de 7 minutos en promedio. Una muestra de 10 solicitantes del servicio fue monitoreado para ver si el tiempo de espera con el nuevo sistema había alcanzado su objetivo de tener un tiempo menor.

Los siguientes datos fueron recolectados durante el periodo de evaluación:

5.17	6.45	8.35	7.05	6.55
7.11	5.3	6.03	5.59	6.14

Diga si el nuevo sistema alcanzó el objetivo?

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

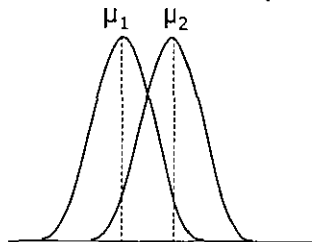
PRUEBA T <2 MUESTRAS>

1-sample T (Prueba de T de 1 muestra)

- Propósito: Analizar las diferencias entre la media obtenida y un valor objetivo o una media histórica

2-sample T (Prueba de T de 2 muestras)

- Propósito: Analizar las diferencias entre la media obtenida de dos muestras independientes.



DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

PRUEBA T <2 MUESTRAS>

- Usamos la prueba estadística llamada t-test para comparar y juzgar diferencias entre promedios de dos grupos
- La hipótesis nula es que los promedios de los dos grupos son los mismos $H_0 = \mu_a = \mu_b$
- La hipótesis alternativa es que los promedios son diferentes $H_a = \mu_a \neq \mu_b$
- Al realizar la prueba y obtener el valor de p tendremos que:
- Si p-value es < 0.05 rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

PRUEBA T <2 MUESTRAS>

- Si p-value es ≥ 0.05 se concluye que no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula por que:
 - Los grupos son los mismos, o
 - La variación es muy grande, o
 - La muestra es muy pequeña como para detectar una diferencia

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

Ejercicios

Servicio a clientes decide llamar a la planta para determinar si la calidad del producto que manejan esta reuniendo la especificacion requerida. Pide entonces al gerente de calidad datos de porcentajes de defectivo en los dos turnos que actualmente producen el producto. El gerente de calidad le envia la siguiente informacion:

Turno A	60.8	60.3	61.0	59.7	60.9
	59.9	59.8	60.5	60.1	60.6

Turno B	60.8	61.2	60.9	60.5	61.1
	60.7	61.0	60.9	60.8	60.5

En promedio, estan los dos turnos manufacturando el producto con la Misma calidad?

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

Ejercicios

La dureza de agua es medida en terminos de la concentracion de calcio (en millones). La dureza del agua en pipas de agua caliente y fria en un proceso de manufactura fue medida. Un tecnico reclama que el agua caliente es mas dura (tiene mayor concentracion de calcio) que el agua fria. Las concentraciones de calcio de las muestras tomadas se muestran en la tabla

Establece tus hipotesis y da tus conclusiones

Agua Caliente	Agua Fria
133.5	134.0
135.4	134.7
137.2	136.0
138.4	131.7
136.3	134.6
137.1	135.2
133.3	135.9
136.5	135.6
137.5	
139.4	

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

Ejercicios

Dos marcas de filtro de aire (A y B) para unidades de aire acondicionado son probadas para determinar si un filtro es superior a otro. Todos los filtros fueron probados en la misma unidad y la cantidad de polvo (en gramos) filtrado en 6 horas fue medido. Los datos para ambos filtros son:

Filtro A	Filtro B
9.1	15.6
11.8	9.3
1.5	16.9
7.2	5.1
4.2	14.5
9.6	19.0
8.7	10.3
10.2	12.5
4.4	13.3
	16.1
	2.6

Establece tus hipótesis y da tus conclusiones

Diplomado en Seis Sigma

MATRIZ DE SELECCION DE HERRAMIENTAS

		FACTOR X	
		CONTINUO	DISCRETO
RESPUESTA Y	CONTINUO	REGRESION CORRELACION REGRESION MULTIPLE	ANOVA, <input checked="" type="checkbox"/> PRUEBAS DE Z, Y T NO PARAMETRICAS
	DISCRETO	REGRESION LOGISTICA	PRUEBA DE JI CUADRADA PRUEBA DE PROPORCIONES

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

PRUEBA DE JI CUADRADA

- Esta prueba de hipótesis es usada para comparar dos o más proporciones de grupos. Es usada cuando ambas "X" y "Y" son discretas. Los conteos son resumidos en una tabla conocida como Tabla de contingencia.
- La Ji cuadrada mide las diferencias entre los conteos observados y esperados de la siguiente forma:

$$\chi^2 = \sum \frac{(\text{Observado} - \text{Esperado})^2}{\text{Esperado}}$$

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

PRUEBA DE JI CUADRADA

- Variable discreta Y:
Donde Un atributo es registrado para cada unidad
-Por ejemplo: Preciso o no preciso, Tipos de errores (direcciones o nombres equivocadas)
Donde el número de unidades con cada atributo puede ser contado
- Variable discreta X:
Datos estratificados en grupos ("por" variable)
-Por ejemplo: Localidad, método, tipo de producto, etc

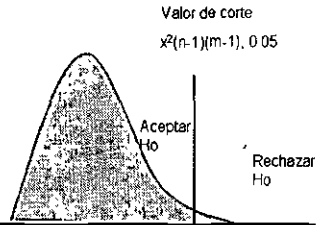
DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

VALOR DE LA PRUEBA DE JI CUADRADA

Consideraciones:

- La muestra es representativa de la población o proceso
- La distribución es Binomial para datos discretos



Valor:

- Los datos discretos son usados normalmente para analizar el desempeño de los procesos en aplicaciones de servicio
- Conociendo si hay o no diferencias significativas entre dos o más grupos prevee el hacer cambios en el proceso sin desperdiciar tanto tiempo
- Si las diferencias entre los grupos son identificadas vale la pena buscar causas raíces en los grupos que son diferentes
- Recuerda siempre considerar diferencias estadísticas significativas por que son importantes para el negocio

PROCEDIMIENTO

- Consideremos los siguientes datos, donde se quiere demostrar que el tipo de error presentado en la facturación no difiere de la persona

Valores Observados

Tipos de Errores	Arturo	Juan	Luis	Marisol	1. Totales	2. %
Fallas en la captura	3	6	5	1	15	0.16
Errores en los conceptos	7	9	5	1	22	0.24
Cálculos erróneos	9	12	11	23	55	0.60

3. Valor esperado	19	27	21	25	92	
Para fallas en la captura de Arturo	3.10	4.40	3.42	4.08	15	

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

Tipos de Errores	Arturo	Juan	Luis	Marisol	Total	%
Fallas en la captura	3	6	5	1	15	0.1630
Errores en los conceptos	7	9	5	1	22	0.2391
Calculos erroneos	9	12	11	23	55	0.5978
Totales	19	27	21	25	92	
Valores esperados	3.10	4.40	3.42	4.08		
	4.54	6.46	5.02	5.98		
	11.36	16.14	12.55	14.95		

4.

$$\chi^2 = \sum \frac{(\text{Observado} - \text{Esperado})^2}{\text{Esperado}} = 0.003 + 0.580 + 0.726 + 2.321 + 1.328 + 1.002 + 0.000 + 4.146 + 0.490 + 1.063 + 0.192 + 4.341 = \mathbf{16.191}$$

$$P\text{-Value} = 0.013$$

$$DF = \text{Grados de libertad} = (\text{filas}-1)(\text{columnas}-1) = 6$$

$P < 0.05$ por lo que, se concluye que el tipo de error depende de la persona

Ejercicios

- Tres locaciones están siendo analizadas para entender el impacto de la distancia (en millas) con respecto al daño de producto embarcado.
 - Locacion A esta a 200 millas del cliente
 - Locacion B esta a 500 millas del cliente
 - Locacion C esta a 50 millas del cliente

Una muestra de 100 piezas fue trasladada a cada locacion presentando la siguiente condición

- Locacion A = 5 piezas dañadas
- Locacion B = 8 piezas dañadas
- Locacion C = 10 piezas dañadas

Se quiere determinar si la cantidad de daños esta relacionada a la distancia del punto de embarque al cliente

	Locacion A 200 millas	Locacion B 500 millas	Locacion C 50 millas
Dañadas	5	8	10
Buenas	95	92	90

Ejercicios

- Con base en la información presentada en la parte de abajo, decide si la salida de un procedimiento quirurgico depende del hospital usado.

Procedimiento quirurgico	Hospital A	Hospital B	Hospital C	Hospital D	Hospital E
NI	13	5	8	21	43
PFR	18	10	36	56	29
CFR	16	16	35	51	10

- Considera un mismo tamaño de muestra

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

Ejercicios

- Determina si un particular escantillón crea mas o menos defectos dependiendo del método de prueba

Escantillón	Método A	Método B	Método C
No.1	37	41	44
No.2	35	72	71

- Asegura un mismo tamaño de muestra

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

PRUEBA DE PROPORCIONES

Es similar a la prueba de Chi-cuadrada, solo que la medida de interés son las proporciones de una característica en vez de las frecuencias esperadas. Trabaja para atributos que tienen solo dos posibles opciones (sí/no, bueno, malo a tiempo/tarde, etc.)

La prueba busca diferencias significativas entre las proporciones de 2 poblaciones diferentes.

$H_0: p_1 = p_2$ (No hay diferencia entre las proporciones)

$H_a: p_1 \neq p_2$ (Las proporciones son diferentes)

¿Qué otras alternativas existen?

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

PRUEBA DE PROPORCIONES

Para el análisis necesitamos:
Identificar dos proporciones

$p = \frac{\text{característica contada}}{\text{Total muestreado}}$; p_1, p_2

Ejemplo: Total de defectuosos

Calcula la proporción combinada

$$P_{\text{pooled}} = \frac{x_1 + x_2}{n_1 + n_2}$$

→ Total de características
→ Total muestreado

Calcula el estadístico de prueba: $Z = \frac{p_1 - p_2}{\text{se}(p_1 - p_2)}$

Donde $\text{se}(p_1 - p_2) = \sqrt{p_{\text{pooled}}(1 - p_{\text{pooled}}) \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}$

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

EJEMPLO

Un estudio de Harvard esperaba determinar si el consumo de Aspirina tenía influencia en la reducción de ataques de corazón. En un periodo de 5 años, 22701 voluntarios fueron monitoreados. Los voluntarios dividieron en 2 grupos: el grupo 1 tomó un placebo diariamente y el grupo 2 recibió aspirina en forma diaria.

Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

	Ataque	n	p
Grupo 1	239	11034	0.0217
Grupo 2	139	11037	0.0126

¿Esta es la diferencia suficiente para determinar que la aspirina previene los ataques al corazón?

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

EJEMPLO

$H_0: p_1 = p_2$ (No hay diferencia entre las proporciones)

$H_a: p_1 \neq p_2$ (Existe diferencia entre las proporciones)

$$P_{\text{pooled}} = \frac{x_1 + x_2}{n_1 + n_2} = \frac{239 + 139}{11034 + 11037} = 0.173$$

$$se(p_1 - p_2) = \sqrt{P_{\text{pooled}}(1 - P_{\text{pooled}})(1/n_1 + 1/n_2)}$$

$$\sqrt{0.17(0.98)(1/11034 + 1/11037)}$$

$$se(p_1 - p_2) = 0.00175$$

$$Z = \frac{p_1 - p_2}{se(p_1 - p_2)} = \frac{0.0217 - 0.0126}{0.00175} = 5.2$$

Rechazar H_0 .
 ¡concluimos que existe suficiente evidencia estadística para afirmar que la aspirina previene los ataques al corazón!

El valor de p deseado es: $2(1 - 0.99999) = 0.00002$

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

Ejercicios

Se quiere determinar si un nuevo programa de computación producirá menos defectivo de formas en un proceso de compras. En la tabla se muestran datos recolectados antes y después de la implementación del software, determina si o no el nuevo software es una mejora

	Programa Anterior	Programa Nuevo
Buenas	143	162
Malas	12	8

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

Ejercicios

Una compañía esta revisando el numero de llamadas respondidas para la satisfacción del cliente por dos diferentes equipos. Esta un equipo haciendo un mejor trabajo que otro?

	Llamada Contestadas OK	Llamadas Recibidas
Equipo 1	1435	1536
Equipo 2	1472	1636

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

PROPORCIONES VS. χ^2

1. Las pruebas de proporciones tienen mayor capacidad de detectar diferencias de la Chi-cuadrada y son más fáciles de calcular. Sin embargo, requieren de un mayor tamaño de muestra.

2. La Chi-cuadrada es más versátil que la prueba de proporciones. La prueba de proporciones solo es útil cuando solo hay dos posibles salidas, (go, no-go; si, no; etc.) y la Chi cuadrada trabaja con variables que tienen múltiples niveles.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

MATRIZ DE SELECCION DE HERRAMIENTAS

		FACTOR X	
		CONTINUO	DISCRETO
RESPUESTA Y	CONTINUO	REGRESION, CORRELACION, REGRESION MULTIPLE	ANOVA, <input checked="" type="checkbox"/> PRUEBAS DE Z, Y, T, NO PARAMETRICAS
	DISCRETO	REGRESION LOGISTICA	PRUEBA DE χ^2 <input checked="" type="checkbox"/> CUADRADA, PRUEBA DE PROPORCIONES

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

CORRELACION

- La correlación es usada para determinar el grado de relación entre dos variables de proceso. Permite la comparación de una entrada con una salida, dos entradas una en contra de la otra, o bien dos salidas una vs. la otra
- La correlación mide entonces el grado de asociación entre dos variables continuas independientes. Sin embargo, aun cuando haya un alto grado de correlación, esta herramienta no establece causalidad. Por ejemplo, el numero de accidentes en ski en Colorado esta altamente correlacionado con las ventas de chamarras térmicas, pero sabemos que comprar chamarras térmicas no causa los accidentes

CORRELACION

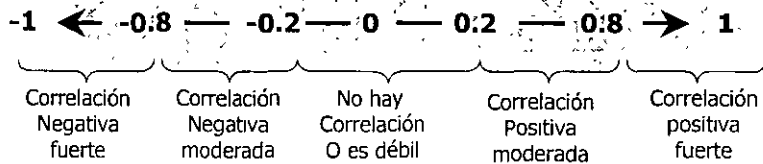
- La correlación es analizada calculando el coeficiente de correlación de Pearson
- Este es un coeficiente cuyo valor fluctúa entre -1 y 1
- Un valor positivo indica correlación positiva, que es cuando una variable aumenta su valor conforme la otra también lo amerita
- Un valor negativo indica correlación negativa, que es cuando una variable aumenta su valor mientras la otra disminuye
- Si las variables no están correlacionadas el coeficiente de correlación se acerca a 0

COEFICIENTE DE CORRELACION

$$r_{xy} = \frac{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{S_x S_y}$$

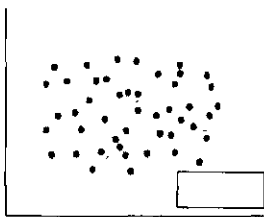
Donde: S_x y S_y son las desviaciones estándar de la muestra

Guía para el Coeficiente de Correlación: r

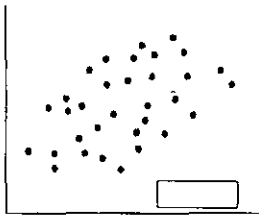


COEFICIENTE DE CORRELACION

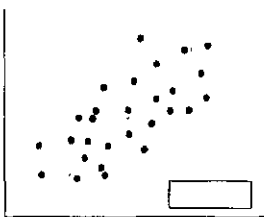
No hay correlación
 $r = 0$



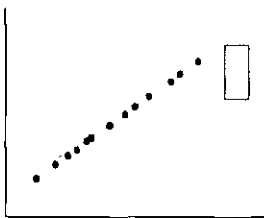
Correlación Moderada positiva
 $r = 0.6$



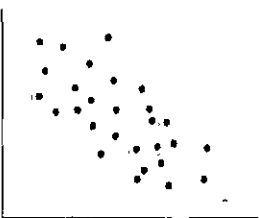
Correlación Fuerte positiva
 $r = 0.8$



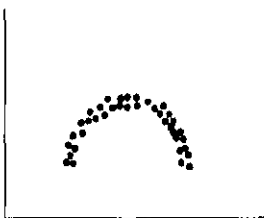
Correlación Perfecta positiva
 $r = 1.0$



Correlación Fuerte negativa
 $r = -0.8$



Correlación No-lineal
 $r = 0$



Ejercicios

- Un profesor de primaria sugiere que la memoria esta relacionada con la edad mas que con el grado escolar, por ello ha recolectado las variables edad (en años y decimos de años) de cada uno de los alumnos que resolvieron una prueba de memoria donde obtuvieron el puntaje mostrado en la tabla de datos
- Determine el grado de correlación entre estas variables y
- Diga sus conclusiones

Edad (años y decimos)	Memoria (puntos)
7.3	0.6
7.2	0.4
6.5	0.4
7.8	0.7
6.4	0.2
7.1	0.6
8.0	0.9
8.6	0.9
8.5	0.6
8.3	0.6

Edad (años y decimos)	Memoria (puntos)
9.5	1.1
9.2	0.8
8.8	0.7
9.0	0.9
9.0	1.0
9.7	1.2
10.4	1.1
10.3	1.3
9.5	0.9
10.0	0.9

Edad (años y decimos)	Memoria (puntos)
11.5	1.6
11.0	1.4
11.0	1.5
10.7	1.2
11.3	1.2
11.8	1.4
12.0	1.8
12.5	1.6
12.2	1.7
12.8	1.9

Ejercicios

- Una Psicoterapeuta con muchos años de servicio le dice a uno mas joven que las personas que viven en viviendas pequeñas con muchas personas tienen un nivel elevado de estrés . El terapeuta joven se muestra escéptico, por lo que decide estudiar la asociación entre las variables densidad habitacional (numero de habitantes de la vivienda entre superficie de construcción de la misma) y la calificación promedio de un estudio de estrés. Determine r y diga que concluyo el terapeuta

Calificación promedio del nivel de estrés	Densidad habitacional
9.1	0.06
7.5	0.17
8.0	0.12
7.2	0.21
8.5	0.09
6.0	0.19
6.8	0.14
6.6	0.22
8.2	0.10

Calificación promedio del nivel de estrés	Densidad habitacional
6.4	0.18
5.4	0.25
6.3	0.26
7.4	0.12
5.8	0.21
7.6	0.08
8.1	0.14
7.0	0.19
7.4	0.10

Ejercicios

- El departamento de recursos humanos de una empresa quiere averiguar como el ratio de trabajadores ausentes los días lunes se relaciona con la temperatura media de ese día.
- Una muestra aleatoria de 10 lunes se utilizó en el estudio de la empresa. En la tabla se muestran los datos que indican las variables estudiadas.
- Determine el grado de asociación entre las variables y grafíquela.

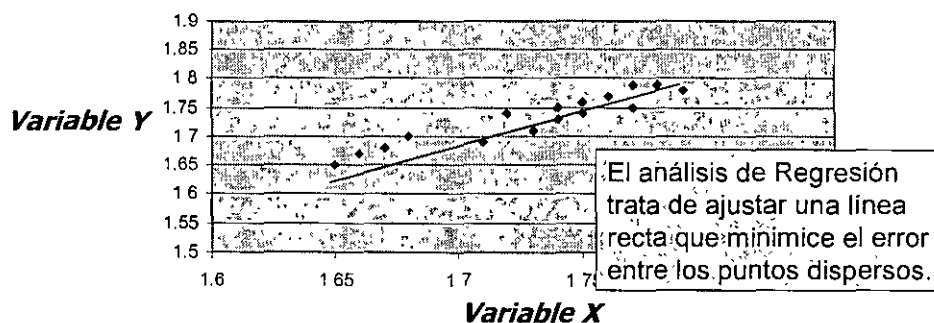
Ratio de Ausentismo, (%)	Temperatura media, (°C)
8	10
7	20
5	25
4	30
2	40
3	45
5	50
6	55
8	59
9	60

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

ANÁLISIS DE REGRESION

Desde un punto de vista gráfico, el análisis de regresión comienza con un diagrama de dispersión. Dos variables continuas se grafican una contra otra para definir si existe correlación entre ambas.



DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

ANÁLISIS DE REGRESIÓN

- El análisis de regresión genera una línea que cuantifica la relación entre una "X" y la "Y". La línea, o ecuación de regresión, es representada como:

$$Y = mx + b$$

Donde: m = pendiente de la línea (es el cambio en "Y" por unidad incrementada en "X")
 b = punto de intersección ,donde la línea cruza a "Y" cuando "X" = cero

EL MODELO

Por que cuantificar la relación?

- El análisis de regresión puede ser usado para predecir el valor de "Y" con un valor conocido de "X"
- Si la "X" siendo medida puede ser controlada, es posible producir salidas deseables al cambiar las condiciones del proceso

EL MODELO

El modelo de regresión es bueno dependiendo de que también describe la variación entre dos variables.

El coeficiente de correlación (r) indica que tan pronunciada es la pendiente.

El cuadrado de la correlación indica que tanta variación (cambios en la Y) puede ser explicado por las variables de regresión.

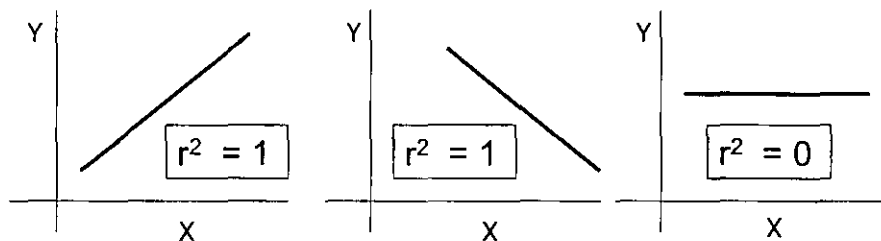
DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

LA DECISION

r^2 = Cuadrado del Coeficiente de correlación

r^2 Mide la proporción de variación que es explicada por el modelo, por la ecuación de regresión



Regla de Oro: Si $r^2 \geq 0.80$ El modelo de predicción es valido

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

Ejercicios

- En el curso de Green Belt se describió un experimento que consiste en observar como varía la longitud de un resorte, puesto verticalmente y con el extremo superior fijo, cuando varía la fuerza que se aplica al extremo inferior.
 - Los datos que ahí se reportan son los mostrados en la tabla
- Demuestre si hay relación entre las variables
 - Encuentre la recta de regresión correspondiente a estos datos y
 - Determine cual sería la longitud del resorte si se le aplicara una fuerza de 44.82 gramos

Fuerza aplicada (gramos)	Longitud del resorte (cm)
1.2	20
8.3	21.8
24.0	24.0
24.9	26.0
33.2	28.0
41.5	30.1
49.8	32.2
63	36.0
66.0	36.3
74.7	38.3
83.0	40.3
93.3	42.5
102	44.6
107.0	46.6
116.2	48.6
125	50.5

DECFI - UNAM

Ejercicios

- Para tener mas argumentos ante la Ley de No fumadores , un medico pretende demostrar al publico que mientras mas cigarrillos fume una persona, menor es el volumen de aire que puede emitir en una sola espiración. Para ello, toma una muestra de 12 personas a quienes pregunta cuantos cigarrillos fuman diariamente en promedio, y con cada uno realiza el siguiente experimento. Les pide que aspire fuertemente y que inflen un globo todo lo que pueda en una sola espiración; luego anuda el globo, lo sumerge en un recipiente con agua y mide el volumen de agua desplazado. Los datos obtenidos se muestran en la tabla
- Diga A que conclusión llego el doctor
 - Encuentre la recta de regresión
 - Prediga el valor de Y cuando: $X = 7.2$

Promedio diario de cigarrillos	Volumen de aire en el globo (cm ³)
16.9	185
10.0	293
42.3	125
8.4	220
0.0	317
32.6	186
34.1	114
49.2	81
4.7	277
28.0	126
18.8	253
28.9	225

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

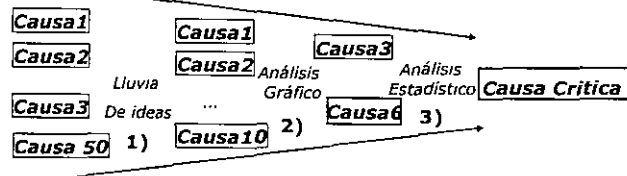
Ejercicios

- En la Facultad de Ingeniería de la UNAM se aplicó una encuesta en el diplomado de SS a los alumnos para conocer ciertas características tales como X = estatura y Y = peso. De la población se seleccionó una muestra aleatoria de alumnos; las tablas proporcionan la información obtenida. Calcule la recta de regresión, interprete el resultado de r^2

Estatura (cm)	Peso (kg)
160	50
156	56
155	56
162	51
154	48
161	60
155	45
150	50
159	51
152	55
156	46
157	49

Estatura (cm)	Peso (kg)
158	55
169	61
155	51
160	54
154	55
159	49
152	58
162	63
157	49
153	49
150	52
143	46

FASE DE ANALISIS



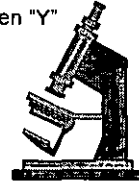
- Técnicas como **brainstorming** y **mapa de procesos** nos permiten enfocarnos en áreas de oportunidad al compartir la experiencia "entre" los miembros del equipo, lo que nos permitirá enlistar las prioridades de mejora de acuerdo a las causas raíz más importantes encontradas
- El análisis gráfico nos permitirá:
 - Confirmar las causas raíz ("lo podemos ver" y no solo eso "pensamos que es una causa raíz")
 - Enfocarte en un área en específica (por ejemplo, con estratificación)
- El análisis estadístico nos permitirá confirmar o rechazar teorías o hipótesis basadas en los factores más representativos o de mayor peso. Con esto entendemos del riesgo que existe de tomar decisiones basadas en análisis incorrectos

Debido a que el análisis estadístico requiere de tiempo y en algunos casos son complejos, este se elaborará después de una exhaustiva búsqueda y después de una preselección de los datos que contengan las posibles causas raíz.

SUMARIO FASE DE ANALISIS

Propósito:

Priorizar las variables de entrada que causan la variación en "Y"
Analizar los datos para determinar causas raíz
Validar las variables clave de entrada con **DATOS**



Preguntas a ser Respondidas:

Quien es el dueño del proceso?

Cuales son **Todas las variables clave de entrada del proceso**? Has encontrado alguna que se pueda mejorar? Que **resistencia** has experimentado o anticipas?

Donde los datos fueron recolectados para las entradas?

Cuando te diste cuenta **de las oportunidades** representadas por direccionar el problema, pudiste cuantificar con mayor precisión los beneficios (COPQ) del proyecto?

Por que la salida del proceso varía? Cuales son las entradas mas importantes?

Como has analizado los datos para **identificar los factores pocos vitales que cuentan para la variación** en el proceso? Como fueron las "X's" de tu diagrama C&E verificadas?

Cuales son las **Causas raíz** del problema?

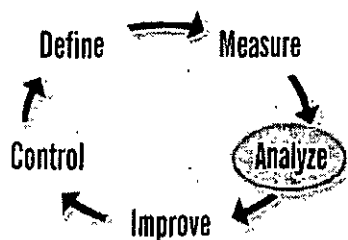
DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

SUMARIO FASE DE ANALISIS

Checklist

- Todas las fuentes de Variación Identificadas & Priorizadas
- Usar y Desplegar Datos para identificar y verificar los factores "poco vitales"
- Enunciado del problema refinado reflejando el incremento del entendimiento del mismo
- Estimar las oportunidades cuantificables representadas por el problema



Herramientas

- Mapa de Proceso
- Técnicas graficas (pareto, boxplot, Estudios Multivari, Fishbone, 5 why's)
- Matriz de priorizacion, AMEF
- Pruebas de Hipotesis
- Regresion & Correlación
- Análisis de Stakeholder, Riesgos

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

PRUEBA T

También hay tablas para la distribución t:

dof	Value for t																				
	3.00	3.05	3.10	3.15	3.20	3.25	3.30	3.35	3.40	3.45	3.50	3.55	3.60	3.65	3.70	3.75	3.80	3.85	3.90	3.95	4.00
1	0.1024	0.1008	0.0993	0.0978	0.0964	0.0950	0.0937	0.0923	0.0911	0.0898	0.0886	0.0874	0.0862	0.0851	0.0840	0.0830	0.0819	0.0809	0.0799	0.0789	0.0780
2	0.0477	0.0464	0.0451	0.0439	0.0427	0.0415	0.0404	0.0394	0.0383	0.0374	0.0364	0.0355	0.0346	0.0338	0.0330	0.0322	0.0314	0.0307	0.0299	0.0293	0.0286
3	0.0288	0.0277	0.0266	0.0256	0.0247	0.0237	0.0229	0.0220	0.0212	0.0205	0.0197	0.0190	0.0184	0.0177	0.0171	0.0166	0.0160	0.0155	0.0150	0.0145	0.0140
4	0.0200	0.0190	0.0181	0.0173	0.0165	0.0157	0.0150	0.0143	0.0136	0.0130	0.0124	0.0119	0.0114	0.0109	0.0104	0.0100	0.0096	0.0092	0.0088	0.0084	0.0081
5	0.0150	0.0142	0.0134	0.0127	0.0120	0.0113	0.0107	0.0102	0.0096	0.0091	0.0086	0.0082	0.0078	0.0074	0.0070	0.0066	0.0063	0.0060	0.0057	0.0054	0.0052
6	0.0120	0.0113	0.0106	0.0099	0.0093	0.0087	0.0082	0.0077	0.0072	0.0068	0.0064	0.0060	0.0057	0.0054	0.0050	0.0048	0.0045	0.0042	0.0040	0.0038	0.0036
7	0.0100	0.0093	0.0087	0.0081	0.0075	0.0070	0.0066	0.0061	0.0057	0.0053	0.0050	0.0047	0.0044	0.0041	0.0038	0.0036	0.0034	0.0031	0.0029	0.0028	0.0026
8	0.0085	0.0079	0.0073	0.0068	0.0063	0.0059	0.0054	0.0050	0.0047	0.0043	0.0040	0.0038	0.0035	0.0032	0.0030	0.0028	0.0026	0.0024	0.0023	0.0021	0.0020
9	0.0075	0.0069	0.0064	0.0059	0.0054	0.0050	0.0046	0.0043	0.0039	0.0036	0.0034	0.0031	0.0029	0.0027	0.0025	0.0023	0.0021	0.0020	0.0018	0.0017	0.0016
10	0.0067	0.0061	0.0056	0.0052	0.0047	0.0044	0.0040	0.0037	0.0034	0.0031	0.0029	0.0026	0.0024	0.0022	0.0021	0.0019	0.0017	0.0016	0.0015	0.0014	0.0013
11	0.0060	0.0055	0.0051	0.0046	0.0042	0.0039	0.0035	0.0032	0.0030	0.0027	0.0025	0.0023	0.0021	0.0019	0.0018	0.0016	0.0015	0.0013	0.0012	0.0011	0.0010
12	0.0055	0.0050	0.0046	0.0042	0.0038	0.0035	0.0032	0.0029	0.0026	0.0024	0.0022	0.0020	0.0018	0.0017	0.0015	0.0014	0.0013	0.0012	0.0011	0.0010	0.0009
13	0.0051	0.0046	0.0042	0.0038	0.0035	0.0032	0.0029	0.0026	0.0024	0.0022	0.0020	0.0018	0.0016	0.0015	0.0013	0.0012	0.0011	0.0010	0.0009	0.0008	0.0008
14	0.0048	0.0043	0.0039	0.0035	0.0032	0.0029	0.0026	0.0024	0.0022	0.0020	0.0018	0.0016	0.0014	0.0013	0.0012	0.0011	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0007
15	0.0045	0.0041	0.0037	0.0033	0.0030	0.0027	0.0024	0.0022	0.0020	0.0018	0.0016	0.0015	0.0013	0.0012	0.0011	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0006
16	0.0042	0.0038	0.0034	0.0031	0.0028	0.0025	0.0023	0.0020	0.0018	0.0016	0.0015	0.0013	0.0012	0.0011	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0006	0.0005
17	0.0040	0.0036	0.0033	0.0029	0.0026	0.0024	0.0021	0.0019	0.0017	0.0015	0.0014	0.0012	0.0011	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0006	0.0005	0.0005
18	0.0038	0.0034	0.0031	0.0028	0.0025	0.0022	0.0020	0.0018	0.0016	0.0014	0.0013	0.0011	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0007	0.0006	0.0005	0.0005	0.0004
19	0.0037	0.0033	0.0029	0.0026	0.0024	0.0021	0.0019	0.0017	0.0015	0.0013	0.0012	0.0011	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004
20	0.0035	0.0032	0.0028	0.0025	0.0022	0.0020	0.0018	0.0016	0.0014	0.0013	0.0011	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0006	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004
21	0.0034	0.0030	0.0027	0.0024	0.0022	0.0019	0.0017	0.0015	0.0013	0.0012	0.0011	0.0009	0.0008	0.0007	0.0007	0.0006	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003
22	0.0033	0.0029	0.0026	0.0023	0.0021	0.0018	0.0016	0.0014	0.0013	0.0011	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0006	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003
23	0.0032	0.0028	0.0025	0.0022	0.0020	0.0018	0.0016	0.0014	0.0012	0.0011	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003
24	0.0031	0.0028	0.0024	0.0022	0.0019	0.0017	0.0015	0.0013	0.0012	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0006	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003	0.0003
25	0.0030	0.0027	0.0024	0.0021	0.0019	0.0016	0.0015	0.0013	0.0011	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003	0.0002
26	0.0029	0.0026	0.0023	0.0020	0.0018	0.0016	0.0014	0.0012	0.0011	0.0010	0.0008	0.0007	0.0007	0.0006	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002
27	0.0029	0.0025	0.0022	0.0020	0.0017	0.0015	0.0014	0.0012	0.0011	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0006	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002
28	0.0028	0.0025	0.0022	0.0019	0.0017	0.0015	0.0013	0.0012	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003	0.0002	0.0002
29	0.0027	0.0024	0.0021	0.0019	0.0017	0.0015	0.0013	0.0011	0.0010	0.0009	0.0008	0.0007	0.0006	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003	0.0002	0.0002	0.0002

Ahora debemos conocer los GL.

Diplomado en Seis Sigma



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**



**DIVISIÓN DE EDUCACIÓN
CONTINUA Y A DISTANCIA**

EL PROCESO SEIS SIGMA

CA 42

**TEMA
APUNTES GENERALES
(SEGUNDA PARTE)**

**EXPOSITOR: ING. JUAN ALBERTO FLORES ZAMUDIO
DEL 19 DE ABRIL AL 17 DE MAYO DE 2008
PALACIO DE MINERÍA**



MODULO V

EL PROCESO SEIS SIGMA

Diplomado en Seis Sigma
Green Belt
DECFI



Diplomado en Seis Sigma
DECFI

FASE DE MEJORA



- Objetivo de la fase:
- Generar, Evaluar y Seleccionar Soluciones
- Probar e implementar acciones para el tratamiento de causas raíz

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

FASE 4: MEJORA

Las herramientas más comúnmente usadas en la fase de mejora son:

- Lluvia de Ideas
- Diagramas de Afinidad (Cubierta en la fase de Definición)
- Análisis de Modo y efectos de Falla (Cubierta en la fase de análisis)
- Pruebas de Hipótesis (Cubierta en la fase de análisis)
- Mapa de Proceso (Cubierta en la fase de definición)
- Consenso y Técnicas de Creatividad
- Proceso de Análisis ECRS
- Pilotajes
- PDPC

GENERANDO SOLUCIONES

- Revisa todo aquello que conozcas acerca de las causas raíz
- Establece una lluvia de ideas para soluciones
- Alienta en todo momento la creatividad
- Evalúa las ideas considerando criterios como facilidad, rapidez , implicaciones tecnológicas, bajo costo, etc.
- Selecciona la(s) mejor(es) solución(es)

Si tras la evaluación de las ideas considerando criterios no es fácil seleccionar la mejor, usa las siguientes técnicas de decisión:

-Unilateral

Una persona toma la decisión, actuando solo

-Consultativa

Una persona toma la decisión después de consultar con otros

-Grupal

El equipo entero toma la decisión conjuntamente

PROCESO DE ANALISIS ECRS

•Usar el Proceso de análisis ECRS (E=Eliminar, C=Combinar, R=Reemplazar, S=Simplificar) para examinar soluciones desde diferentes puntos de vista.

•Usar la función Eliminar para determinar si el proceso tiene pasos innecesarios.

•Usar la función Combinar para determinar si el proceso puede ser combinado con otro proceso o si un paso puede ser combinado dentro del proceso.

•Usar la función Reemplazar para determinar si hay procesos alternativos.

•Usar la función Simplificar para analizar si el proceso se puede hacer mas sencillo, sin complicaciones, y si es axial como?

Cuidar siempre de no combinar pasos que necesiten ser realizados por diferente gente o departamento

Cuidar de no eliminar pasos que son necesarios para el proceso en sí o que son indispensables para la calidad del mismo.

PILOTAJES

Por que ejecutar un pilotaje?

- Ayuda a Mejora la solución
- Ayuda a entender los riesgos
- Ayuda a validar los resultados esperados
- Suaviza la implementación (full)
- Ayuda a identificar problemas desconocidos

Cuando realizar un Pilotaje?

- Cuando se quiere confirmar los resultados esperados y la practicidad de la solución
- Cuando se quiere reducir el riesgo de falla
- Cuando el alcance de la implementación es grande y/o costoso

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

PILOTAJES

Tipos de Pilotaje

- Productos y Servicios

- Se ofrece el producto por un tiempo limitado
- Se libera en un mercado de prueba
- Se hace un prototipo o simulación del producto y se evalúa rápidamente por el usuario final
- Se hacen pruebas al producto

- Procesos

- Pilotajes en plantas
- Simulacros o ensayos generales
- Se implementa únicamente en una localidad, para un producto particular, en una línea particular, o para un cliente en particular

PILOTAJES

Pasos para conducir un pilotaje:

- Seleccionar un comité directivo
- Considerar Participantes clave
- Elaborar Plan de Pilotaje
- Informar y entrenar a los participantes
- Conducir el pilotaje
- Evaluar los resultados
- Incrementar el alcance con miras a la implementación a full

PLAN DE IMPLEMENTACION

				Linea de Tiempo						
Actividades / Tareas	Res	Status	02 Mar	09 Mar	16 Mar	23 Mar	06 Apr	13 Apr	20 Apr	
1	Diagrama de flujo de nuevo proceso	Felipe	100%							
2	Revisar Procedimientos	Juan	40%							
3	Conducir entrenamiento	Irving								
4	Revisar planes de chequeo	Jaime	50%							
5	Preparar formas de recolección de datos	Ana	75%							
6	Ejecutar Pilotaje	Equipo								
7	Evaluación de resultados	Equipo								
8	Preparación de presupuesto	Jorge	33%							
9	Análisis de recursos	Raul	20%							
10	AMEF	Equipo	100%							
11	Lanzamiento y monitoreo	Equipo								

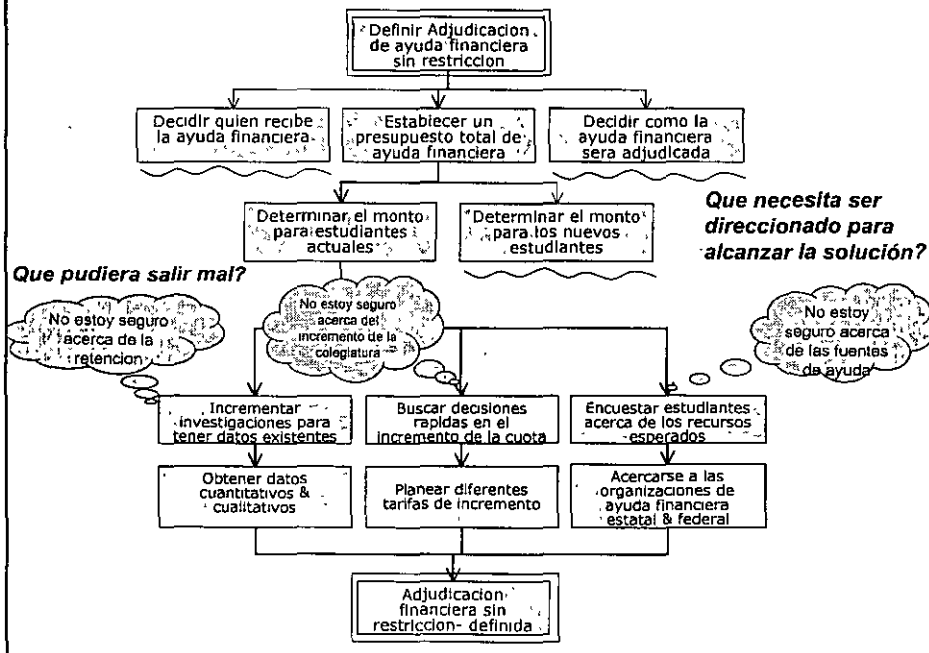
PDPC

- El PDPC por sus siglas en ingles "Process Decision Program Chart" es una herramienta valiosa para la implementación de mejoras a través de un plan de contingencia.
- El PDPC involucra los siguientes pasos:
 1. Conjuntar un equipo cercano a la implementación
 2. Listar de 4 a 10 pasos que necesitan hacerse para alcanzar la solución
 3. Preguntar , *Que pudiera salir mal?*
 4. Obtener posibles y razonables respuestas ante lo que pudiera salir mal
 5. Escoger la **contramedida** mas efectiva e **incluirla en el plan de implementación**

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

PDPC : Adjudicar ayuda financiera sin restriccion a estudiantes



FASE DE MEJORA <TOLLGATE>

Proposition:

Generar y validar mejoras arreglando las variables de entrada para alcanzar la salida optima

Determinar $Y = f(x...)$

Preguntas a ser respondidas

Quien se ve afectado por el cambio? Como se ven afectados? Que **comportamientos necesitaran cambiarse**?

Que criterio usaste para **evaluar soluciones potenciales** ? Que actividades han sido consideradas para manejar los **aspectos culturales del cambio** ?
Que ha sido hecho/sera hecho para mejorar?
Que cambios necesitan ser hechos para entrenar, medir, monitorear etc. para sostener el cambio?

Donde fue **validada la solucion** ?

Donde la solución será implementada? Cual es el **Plan de implementacion** ?

Por que esta solución fue escogida? Cuales son los **problemas potenciales con el plan** ?

Como la solución se relaciona con la causa raíz?

Como fue el pilotaje conducido para asegurar la solución optima encontrada?

SUMARIO FASE DE MEJORA

Checklist

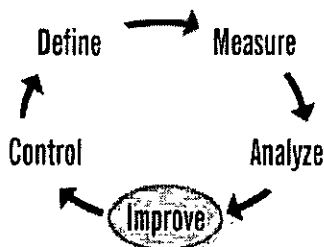
Soluciones al problema son generadas, y la mejor que se relaciona con la causa raíz es seleccionada.

Mapa del proceso "Debe ser" desarrollado

Actividades clave requeridas para el nuevo proceso identificado

Solución validada

Plan de Implementación desarrollado



Herramientas

- Mapa de Proceso
- Pilotajes
- ECRS
- PDPC

Diplomado en Seis Sigma



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA



DIVISIÓN DE EDUCACIÓN
CONTINUA Y A DISTANCIA

EL PROCESO SEIS SIGMA

CA 42

TEMA
APUNTES GENERALES
(TERCERA PARTE)

EXPOSITOR: ING. JUAN ALBERTO FLORES ZAMUDIO
DEL 19 DE ABRIL AL 17 DE MAYO DE 2008
PALACIO DE MINERÍA

CONTROLAR

Instructor: Ing. Jorge Caudillo Gutiérrez



Introducción



Conceptos Básicos del Control

¿Por qué Controlar?

- En la fase de MEJORAR, se determinó $Y=f(X)$ y se obtuvo el rango operativo de las X's necesario para alcanzar los niveles óptimos de desempeño de las Y
- La función principal de CONTROLAR es MANTENER LAS GANANCIAS
- En la fase de CONTROL, se asegura que los rangos establecidos para las X's se mantengan:

¿Cómo se encuentra el proceso en términos de $Y=f(X)$?

¿El proceso se encuentra bajo control estadístico?, ¿es estable?, ¿ha cambiado?

¿Cómo mantener la capacidad mejorada del proceso?

.....para entonces "entregar" oficialmente el proceso a sus usuarios/dueños

Implementando Controles



Una estrategia efectiva de control tiene el fin de :

- Asegurar que las mejoras del proceso se mantengan e Institucionalicen a través de cambios en sistemas y estructuras.
- Minimizar ajustes y/o sobre controlar los procesos.
- Eliminar la necesidad de control manual y vigilancia en el mantenimiento del desempeño del proceso.
- Implantar el monitoreo continuo.



TRES PROCESOS UNIVERSALES



Actividades de la fase CONTROLAR



•Diseñar controles y documentar el proceso mejorado

El equipo, diseña y documenta los controles necesarios para asegurar que las ganancias del esfuerzo de mejora Six Sigma se mantengan, toda vez que los cambios han sido implementados.

•Validar el sistema de medición

•Calcular la capacidad del proceso

La implementación es monitoreada y el desempeño del proceso es auditado en un periodo de tiempo para asegurar que las ganancias se conservan,

•Implementar y monitorear

El equipo reporta a la gerencia que la misión se ha completado y después de la aprobación se entrega la fuerza operativa y se desbanda el equipo.

Evaluación Inicial del Plan de Control



•Entradas Clave Controlables

¿Cómo se monitorean?, ¿Quién hace la medición?, ¿Con que frecuencia se toman?

¿Se conocen las especificaciones y valores meta óptimos?

¿ Cuanta variación hay alrededor del valor objetivo? ¿Que causa la variación ?

¿Con que frecuencia están fuera de control las entradas clave?

¿Qué entradas clave deberían monitorearse con Gráficos de Control?

¿Quién traza el gráfico de control (si usan)?

¿Quién interpreta la información?

¿ Qué se hace cuando se encuentran defectos?

Evaluación Inicial del Plan de Control



•Procedimientos Estándar de Operación

¿Existen?

¿Se entienden?

¿Se siguen?

¿Están actualizados?

¿Qué procedimientos se requieren para mantener el control?

¿Hay algún programa de auditorías del proceso? ¿Como es? ¿Quién lo hace?

¿Con que frecuencia? ¿Cómo se registra?

•Ruido en las Entradas

¿Qué es esto?

¿Es imposible o no práctico de controlar?

¿Qué tan robusto es el sistema al ruido?

¿Qué controlamos?



•Toda actividad de CONTROL se centra alrededor de aspectos específicos llamados SUJETOS DE CONTROL que pueden ser X's o Y's

Cada Sujeto de control es el punto focal del loop de retroalimentación

Sujetos de control pueden ser:

Características/ Desempeño del Producto, Servicio o Proceso; ¿está conforme con las especificaciones u objetivos? ¿afecta al usuario?, ¿el proceso debe de seguir o parar?

Efectos colaterales del Producto, Servicio o Proceso (p.e. radiación a los empleados, amenazas al medio ambiente, etc.

TIPOS DE CONTROL



- Control de Arranque (Pre- Control)
- Control de Proceso
- Control de Producto o Servicio (Inspección Final)
- Control de Instalaciones o Mantenimiento



CONTROL EN PROCESO



Típicamente involucra:

- El propósito es tomar la decisión o parar
- Consiste en cerrar el loop de retroalimentación, una y otra vez.
- Si hay una no conformidad o si hay un cambio significativo, entonces se requiere una acción correctiva
- Hay que verificar si el cambio observado indica descontrol o una falsa alarma debida a variación aleatoria.



CONTROL DE PRODUCTO O SERVICIO **(Inspección Final de Calidad)**



El propósito es decidir si el Producto o Servicio ES o NO conforme

Las personas que realizan este control deben tener los instrumentos y el entrenamiento que les permita:

- ✓ Entender los requerimientos de calidad
- ✓ Evaluar la calidad del Producto o Servicio
- ✓ Decidir si el Producto o Servicio es Conforme

CONTROL DE INSTALACIONES



Típicamente involucra:

- Establecer un programa de mantenimiento
- Establecer listas de verificación de las tareas a realizar durante el mantenimiento
- Entrenar a los responsables del mantenimiento para realizar las tareas
- Asignar responsabilidades claras
- Auditar que las tareas se cumplan en tiempo y forma

Documentar el Proceso



La documentación es un paso necesario para asegurar que el aprendizaje logrado se comparta e institucionalice.

La Documentación es importante para:

- Evitar la dependencia del proceso a un "nombre".
- Facilitar la capacitación
- Reducir la variación y capturar las Mejora Prácticas (Best Practices).



AMEF como parte del Plan de Control



El AMEF se puede utilizar como una parte Plan de Control para :

- Identificar las entradas y salidas clave
- Identificar los métodos de control
- Designar a los individuos Responsables del Plan de Control



¿Qué y cómo monitoreamos?



- Concentrarse en las pocas variables vitales de las entradas y salidas identificadas como importantes para el desempeño óptimo del proceso .

- El trabajo realizado en las fases de "Análisis" y " Mejora" ayudará a identificar Que variables son críticas de Monitorear y Controlar.

- Seguir el Loop de Retroalimentación.



El Control Estadístico del Proceso



Definición del CEP (Control Estadístico del Proceso)



Control: Medir el desempeño real de un proceso, comparar con el estándar y actuar sobre la diferencia o el cambio. Mientras mas pronto respondamos al cambio respecto del estándar, más uniforme será la calidad en el producto o servicio.

Estadístico: Aplicar técnicas estadísticas para medir y analizar la variación o cambios en los procesos a través del uso de números y datos.

Proceso: Cualquier combinación máquinas, medio ambiente, métodos materiales y gente para realizar tareas específicas en un producto o servicio (transformar las entradas en salidas). Algunos procesos son de manufactura y diseño de algunos son de servicio, ventas, mientras que otros son operaciones de soporte comunes a ambos



Propiedades de un Proceso



- Forma
- Centrado
- Dispersión
- Estabilidad en el tiempo



Identificando un proceso Fuera de Control



Primero selecciona la media y dispersión que será declarada como "base de comportamiento"

Después, determina los límites que contengan virtualmente toda (digamos 99.73%) de la variación normal

Es como si sonara una alarma siempre que un punto esté fuera de estos "límites de control"

Así, si existe algún cambio en el centrado o la desviación, lo sabremos!

I-MR Chart for % Fumadores



¿Señal enana de ruido?

¿Qué se puede concluir sobre el % de jóvenes que fuman?

¿Cómo evitar ser subjetivo?

- Mientras los datos contengan ruido, sólo algunos contienen señales.
- Hay que saber diferenciar el ruido en las señales potenciales.
- Los Gráfico de Shewhart son el modo más simple para separar señales del ruido.

"Causa Común"
(Ruido)

A pesar de que no sabemos con exactitud donde caerá el segundo punto del proceso, podemos razonablemente confiar que caerá dentro de los límites de causa común. Pero esta razón que sólo tiene variación de causa común, decimos que es

ESTABLE Y PREDECIBLE



"Causa Especial"
(Señal)

Un proceso con causas especiales tienden a variar repentinamente. Por esta razón es
INESTABLE e IMPREDECIBLE

VARIACIÓN



- Siempre hay variación en los procesos (prevalece en todas las cosas que hacemos en la naturaleza misma).
- Genera desperdicio (perdidas financieras) en cualquier operación de manufactura y transaccional.
- Se debe reconocer la exigencia de la variación y el desperdicio que genera. entonces la tarea es: **entenderla, medirla, clasificarla, controlarla, predecirla y reducirla.**

FUENTES DE VARIACIÓN



CAUSAS COMUNES

- Existen en cada operación/proceso
- Son causadas por el proceso mismo y sus características
- Generalmente son controlables por la gerencia

CAUSAS ESPECIALES

- Existen en cada operaciones /procesos. Normalmente se presentan esporádicamente (de vez en cuando) en los procesos.

Cada tipo de variación exhibe diferentes características estadísticas; por lo tanto, para controlar y reducir sus efectos, debemos saber identificarlos.



CAUSAS COMUNES (variación repetible, aleatoria, normal)



- Las Causas Comunes se refieren a la variación de un proceso que tiene una distribución repetible en el tiempo y aleatoria dentro de los límites de control.
- Cuando un proceso sólo presenta Causas Comunes se denomina “estado de Control estadístico” “en control estadístico” o bajo “control estadístico”.
- Si en el proceso sólo se presentan Causas Comunes de variación y estas no cambian, la salida del proceso es predecible.
- A las Causas Comunes también se les llama causas “Naturales” o “normales” de variación del proceso.
- Al reducir las Causas Comunes, mejora la capacidad del proceso.



CAUSAS ESPECIALES, ASIGNABLES

(variación anormal, esporádica, repentina) 

• Las Causas Especiales se refieren a los factores que causan variación y que actúan esporádicamente en el proceso.

Cuando éstas ocurren, hacen que la distribución completa del proceso cambie significativamente.

• A menos que todas las Causas Especiales de variación sean identificadas y contrarrestadas, continuarán afectando el proceso de forma impredecible.

• Si se presentan Causas Especiales de variación el proceso no será estable en el tiempo y no estará "bajo control".

• Se deben remover las Causas Especiales para hacerlo estable.

CONTROL ESTADISTICO DEL PROCESO



EL CEP :

✓ Es un método eficiente y económico de recolección y análisis de datos para controlar un proceso y descubrir si es estable.

✓ Se sustenta en la estadística para estudiar y controlar la variación.

✓ Se puede aplicar a cualquier cosa expresada en números.

Su aplicación va más allá de la manufactura, incluyendo compras, control de producción, personal, contabilidad, ventas, etc.

UNA HERRMIENTA PODEROSA PARA EL CONTROL DE PROCESO:

Los gráficos de control de Shewhart

- El Dr. Walter Shewhart (Laboratorios Bell- 1920) fue el primero que distinguió entre la variación controlable e incontrolable, diferenciando lo que hoy llamamos causas comunes y causas especiales.

- Desarrolló una herramienta cuyo objetivo es separarlas:

El Gráfico de Control




GRAFICOS DE CONTROL (GC)

- Los GC muestran el tipo de variación del proceso para proveer la base de la acción (o no acción).

- Los GC no son usados para determinar si el producto cumple la especificación; esto requiere un análisis de la capacidad del proceso.

- Los GC son herramientas efectivas para el estudio del tipo De variación y monitoreo de un proceso repetitivo.



DOS GRANDES ERRORES EN LOS GRÁFICOS DE CONTROL



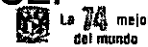
UCL y LCL vs USL y LSL

1. Poner Límites de Especificación en un Gráfico de Control
2. Tratar a los Límites de Control como Límites de Especificación o viceversa.

.....convertiría al Gráfico de Control en una "herramienta de inspección"

- La función de los Límites de Control no es "producir dentro de las especificaciones". No tiene nada que ver con tolerancias.
- La función de los Límites de Control es "notificar" cuando ha ocurrido una inestabilidad en el proceso.
- Los Límites de Control, al establecerlos racionalmente, son un criterio confiable para identificar cuándo el proceso pierde control.
- Los Límites de Control, además ayudan a prevenir variación adicional al manipular un proceso que no debería tocarse.

Tres Premisas Básicas para el CEP

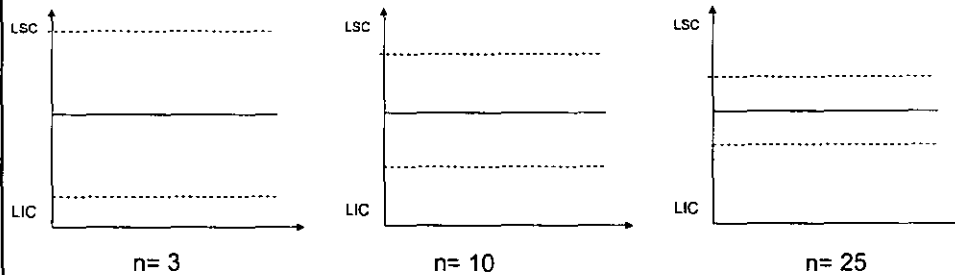


•**Integridad de los Datos.** Tener datos verídicos es vital para evitar malentendidos y correcciones dañinas.

•**Las características de Calidad** que estén bajo el estudio del CEP deben estar claramente definidas, comprendidas y haber sido acordadas por todas las personas involucradas. La aplicación de los criterios deben ser consistentes

•**Subgrupos Racionales:** Reflejan únicamente variación debida a causas comunes.

Impacto del Tamaño del Subgrupo



Si el tamaño de la muestra aumenta, los límites de control se acercarán. Esto tiene el efecto de incrementar la sensibilidad del gráfico a cambios pequeños en el promedio. También disminuye la probabilidad del error tipo II (β).

Como regla general, para datos continuos el tamaño del subgrupo (n) debe ser; $3 \leq n \leq 6$.



Dos Tipos de Datos



ATRIBUTOS

Datos Discretos: Son el resultado de usar instrumentos de medición "pasa/no pasa" o de la inspección de defectos o problemas visuales, partes omitidas o de decisiones. De sí/no, aceptado/ rechazado, etc.

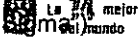
VARIABLES

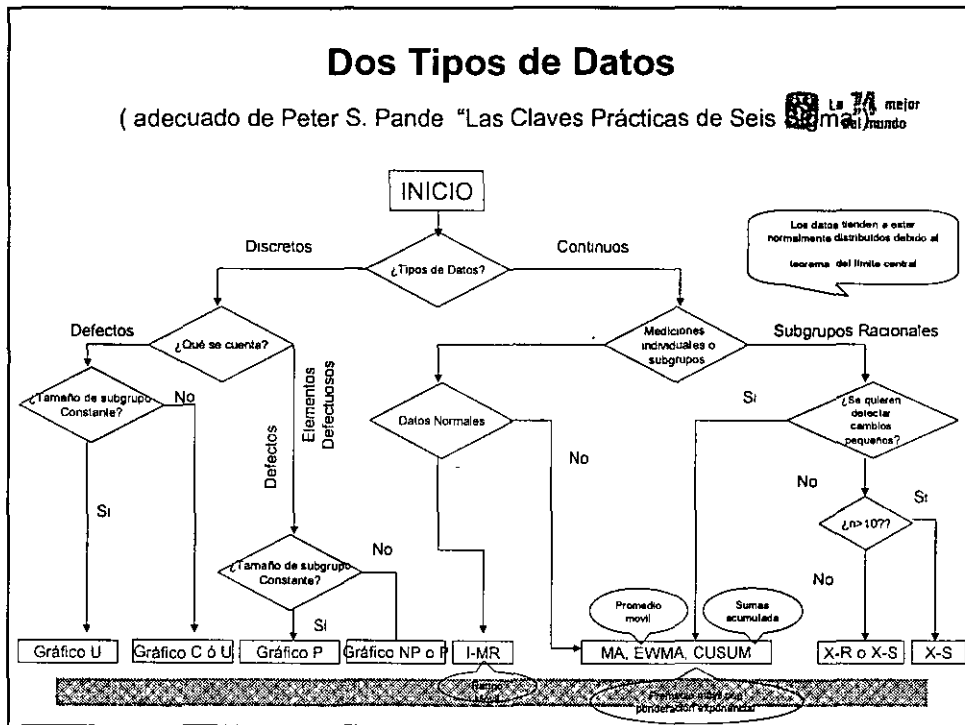
Datos Continuos: Son el resultado de medición real de una característica tal como el tiempo de procesado de una solicitud de crédito, la cantidad de IVA que pagamos mensualmente, la resistencia a la tensión del acero, el diámetro de un tubo. Etc.

¿Tú proceso maneja variables o atributos?



Dos Tipos de Datos

(adecuado de Peter S. Pande "Las Claves Prácticas de Seis Sigma" )



PASOS PARA EMPEZAR UN GRÁFICO DE CONTROL



1. Seleccionar las características de calidad a ser controladas
2. Seleccionar el tipo de gráfico de control adecuado.
3. Seleccionar la línea central de gráfico y los límites de control.
4. Establecer un sistema de recolección de datos.
 - Definir el subgrupo racional (muestra)
 - Desarrollar formatos para recolección de datos
5. Preparar procedimientos estándar en la operación para desarrollar los GC.
6. Verificar que el sistema de medición es capaz.
7. Verificar que el personal que participa está correctamente entrenado.
8. Recolectar los datos.
9. Calcular los límites de control y la media del proceso (si aún no se han seleccionado).
10. Entrenar sobre el significado e interpretación en tiempo real de los resultados.

Elaborando GRÁFICOS \bar{x} -R



La selección de subgrupos racionales es fundamental:

- Son muestras de tamaño "n" cuya variación se atribuye sólo a un sistema constante de causas comunes. La idea es minimizar la ocurrencia de causas especiales dentro de un subgrupo. Para así maximizar la oportunidad de detectar causas especiales entre subgrupos. **Tomar piezas consecutivas**
- Muestreos de diferentes máquinas, periodos prolongados de tiempo y productos combinados de varias fuentes, son todos **métodos no racionales**.
- **Tomar muestras periódicamente y en la hora especificada** para estudiar cambios en el proceso entre intervalos.
- Como regla general, **tomar de 25 a 50** subgrupos para iniciar el gráfico de control (para proveer bases sólidas para estimar la media del proceso y su variabilidad con pequeños errores de muestreo)
- **Seleccionar "n" entre 3 y 6** (comúnmente y para procesos totalmente nuevos n= 4 ó 5 a intervalos de 1 ó 2 horas máximo).
- Una vez que el proceso se encuentra en control estadístico, se deben recalculer **periódicamente los límites de control como una buena práctica (por ejemplo, después de que se ha mejorado la capacidad del proceso)**.

Elaborando GRÁFICOS \bar{x} -R



- Calcular la Media (\bar{X}) y el Rango (R) de cada subgrupo.
- Calcular \bar{X} (media de las medias de los subgrupos). \bar{X} es un estimado de la media del proceso y se convierte en la línea central del gráfico.
- Calcular R (media de los rangos de los subgrupos).
- Calcular los límites de control para \bar{X} y R.
- Graficar los puntos e interpretar el Gráfico.
- Si es un estudio inicial o se revisa la habilidad del proceso, recalculer los límites de control, para excluir los PFC. De esta forma se estima adecuadamente la variación debida sólo a causas comunes.

GUÍAS PARA DETERMINAR Y CAMBIAR LOS LÍMITES



- Calcular los límites de control iniciales mediante un estudio de capacidad de corto plazo.
- Quitar los puntos fuera de los límites de control (outliers)
- No recalcular los límites de control menos de que el proceso sea significativamente mejorado (los límites de los gráficos de control no se actualizan constantemente con nuevos datos.
- El objetivo es mejorar el proceso en el tiempo para hacer más estrechos los límites de control

GRÁFICOS DE CONTROL PARA MEDIAS Y RANGOS (X-R)



- El gráfico de \bar{x} muestra en donde se encuentra centrado el proceso.
- Si el gráfico de \bar{x} muestra una variación natural, el centro del proceso no cambiará significativamente
- Si el gráfico \bar{x} muestra una tendencia, el centro del proceso se mueve gradualmente hacia arriba o hacia abajo.
- Si el gráfico \bar{x} es errático y fuera de control, algo está cambiando el centro rápidamente y de forma inconstante.
- Los gráficos \bar{x} pueden ser afectados por condiciones fuera de control en el gráfico R
- Si ambos gráficos X y R están fuera de control, ver primero las causas que afectan al gráfico R.
- Observar si el gráfico R muestra uniformidad o inconsistencia.
- Si el gráfico R es estrecho, el producto es uniforme.
- Si el gráfico R está fuera de control, algo opera en el proceso de forma no conforme

GRÁFICAS DE CONTROL POR VARIABLES

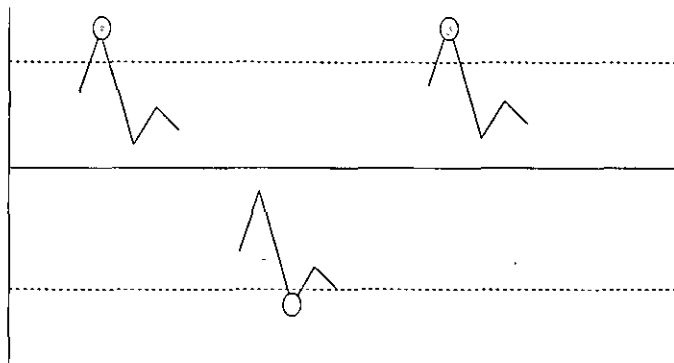


- Ventajas
 1. Provee una máxima utilización del dato
 2. Provee información detallada de la media y la variación de la característica individual
 3. El tamaño de muestra es pequeño
- Desventajas
 1. Comprensibles por el personal, solo después de ser adiestrados
 2. Un gráfico de control por cada característica a inspeccionar
 3. No debe utilizarse con datos atributivos



PRUEBA 1

Puntos extremos fuera de los límites de control



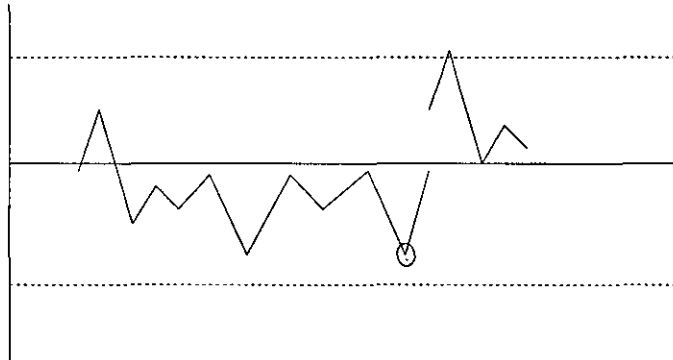
Un punto más allá de los límites de control es signo de la presencia de una condición fuera de control. Esto aplica para X y R.



PRUEBA 2

Corridas sobre o debajo de la línea central

La 74 mejor del mundo



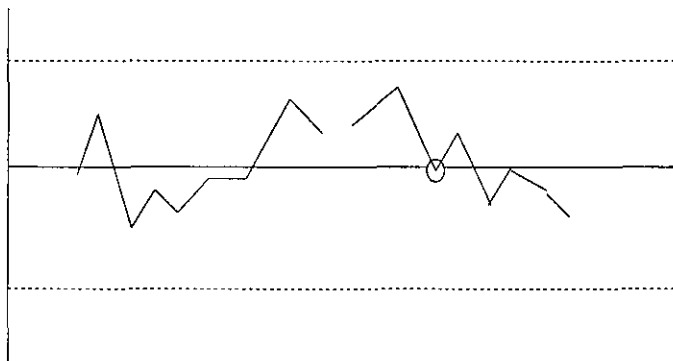
Las corridas son 9 ó más puntos consecutivos por arriba o por debajo de la línea central en los gráficos X o R

La presencia de corridas indica la evidencia de que la media del proceso o la desviación ha variado a partir de la línea central.

PRUEBA 3

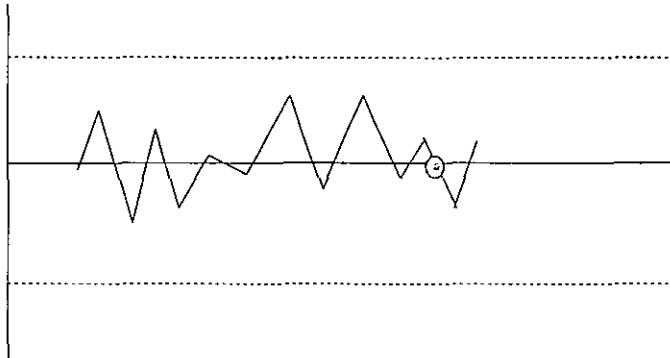
Tendencias crecientes o decrecientes

La 74 mejor del mundo



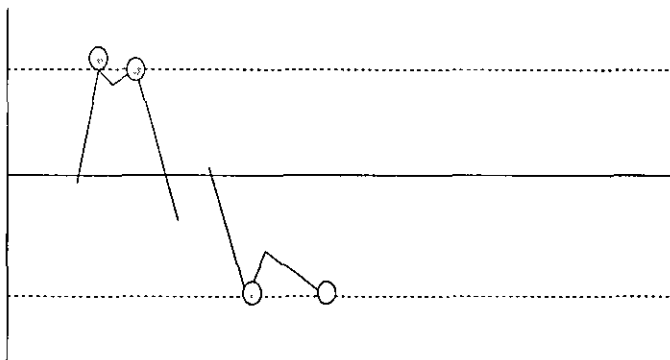
Cuando 6 o más puntos consecutivos, en los gráficos X o R muestran un incremento o decremento constante, se identifica una tendencia simétrica del proceso.

PRUEBA 4 Tendencias oscilatorias



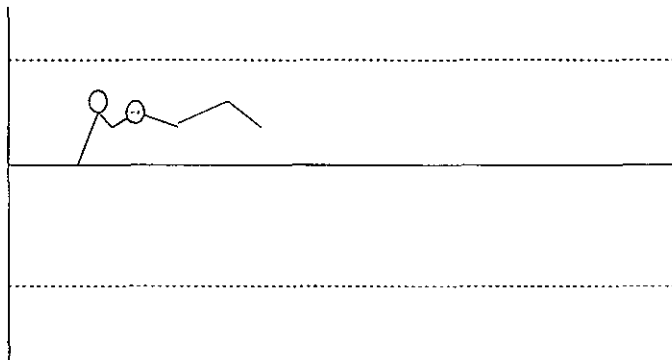
Quando 14º más puntos consecutivos oscilan alternando arriba y abajo de la línea central en los gráficos X y R, se identifica una tendencia sistemática

PRUEBA 5 (sólo para GC por variables) 2 de 3 Puntos en la Zona A o más allá ($>2\sigma$)



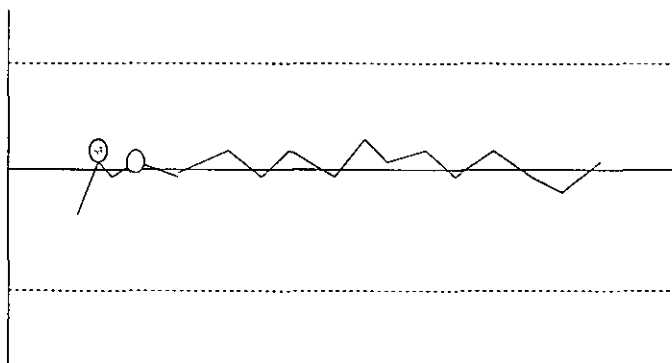
2 de 3 puntos consecutivos caen en la zona A o más allá ($>2\sigma$) del mismo lado de la línea central. Es una primera señal de alarma de que el proceso se está desplazando.

PRUEBA 6 (sólo para GC por variables)
4 de 5 Puntos en la Zona B o más allá ($>1\sigma$)



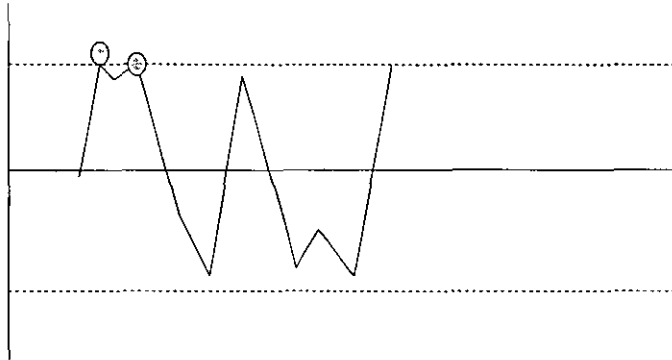
4 de 5 puntos consecutivos caen en la zona B o más allá ($>1\sigma$) del mismo lado de la línea central. También es señal de alarma de que el proceso se está desplazando.

PRUEBA 7 (sólo para GC por variables)
Corrida en la Zona C ($\pm \sigma$) (adhesión a la línea central)



15 ó más puntos consecutivos caen en la zona C (en cualquier lado de la línea central). El proceso muestra menos variación de la esperada normalmente. Esto se puede deber principalmente a un muestreo incorrecto, a un cambio (decremento) de la variabilidad del proceso que no se ha considerado correctamente en los límites de control o a la manipulación de los datos.

PRUEBA 8 (sólo para GC por variables)
Evita la línea central (Zona C)



8 puntos consecutivos se encuentran en cualquier zona respecto de la línea central sin caer en la zona C (a más de 1σ a partir de la línea central). Esto puede deberse a que más de un proceso está siendo graficando en el momento gráfico, a un sobre control del proceso o a una técnica de muestreo errónea.

**EJERCICIO; RÁFICOS DE CONTROL
PARA PROMEDIOS Y RANGOS (X- R)**



En el ensamble de motores de automovil, una de las partes, tiene una especialidadde 600 ± 2 mm de longintud. Se ha tenido un problema crónico de esta pieza fuera de especificaciones causando un mal ensamble en la línea, así como desperdicio y retrabajos. Se quiere hacer un monitoreo de X- R para esta característica.

Durante un mes se recopilan un total de 100 observaciones (20 muestras de 5 cada una) de todas las piezas usadas en la planta, y 100 de cada uno de los dos proveedores.

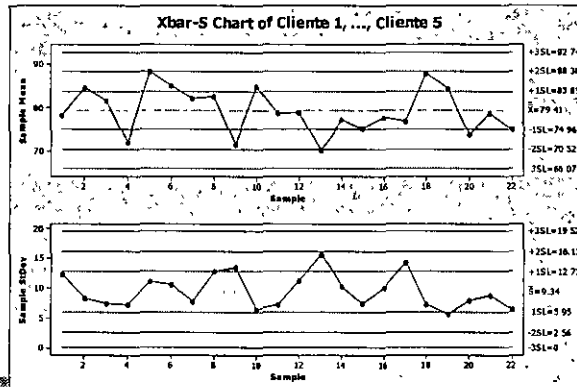
EJEMPLO X-R: CAMSHAFT. MTW



Abrir archivo de datos: File> Open Worksheet> Camshaft

Length; Logintud de las piezas.

Supp1 y Supp2; Longitud de las piezas estratificado por proveedor.



EJEMPLO X-R: CAMSHAFT. MTW



EJEMPLO X-R: CAMSHAFT. MTW



Introducir "Length" y un tamaño de subgrupo de "5" ya que hay 20 muestras de 5 piezas cada una,



EJEMPLO X-R: CAMSHAFT. MTW

Para especificar las pruebas de los Gráficos de Control

Para pueden realizar las 8 pruebas o especificar cuales se desea hacer

EJEMPLO X-R: CAMSHAFT. MTW

Seleccionar el método para estimar la desviación estándar

La 74 mejor del mundo



EJEMPLO X-R: CAMSHAFT. MTW

La 74 mejor del mundo

¿El proceso está en Control?

EJEMPLO X-R: CAMSHAFT. MTW

Para incluir las líneas de análisis a $\pm 1\sigma$, $\pm 2\sigma$, $\pm 3\sigma$



EJEMPLO X-R: CAMSHAFT. MTW



El resultado del gráfico X-R para longitud (length)

PRUEBA 1: Un punto más allá de 3σ a partir del punto central.
(punto 8)

PRUEBA 5: 2 de 3 puntos consecutivos caen en la zona A o más allá ($>2\sigma$)
del mismo lado de la línea central.
(punto 17)

PRUEBA 6: 4 de 5 puntos consecutivos caen en la zona B o más allá ($>1\sigma$)
del mismo lado de la línea central.
(puntos 12,13,19,20)

EJEMPLO X-R: CAMSHAFT. MTW

¿ Qué hay acerca de las piezas producidas con el proveedor 1, 74 mejor del mundo el proveedor 2?



EJEMPLO X-R: CAMSHAFT. MTW



EJEMPLO X-R: CAMSHAFT. MTW



EJEMPLO X-R: CAMSHAFT. MTW



Resultado de las pruebas para el Proveedor 2

PRUEBA 1: Un punto más allá de 3σ a partir del punto central.
(punto 2,14)

PRUEBA 6: 4 de 5 puntos consecutivos caen en la zona B o más allá ($>1\sigma$)
del mismo lado de la línea central.
(puntos 9)



Análisis Comparativo por Proveedor



- Unir los datos estadísticos (por proveedor en la misma columna)
- Incluir en otra columna la etiqueta (identificación del proveedor)
- Hacer el gráfico de control comparativo (opción "stages")



Análisis Comparativo por Proveedor



- Seleccionar la columna con los datos que contienen la identificación del proveedor (etiqueta)



Análisis Comparativo por Proveedor



EJERCICIO X-S: CAMSHAFT. MTW



1. Elaborar un análisis X-S con los mismos datos
2. Elabora una tabla comparativa de los resultados y concluye:

¿Cuál método es el correcto o mejor?

¿ Cuándo debemos usar X-S o X- R?



¿Cuándo debemos usar X-S o X-R?

- X-R es menos sensible y menos preciso que X-S.
- Cuando se quiere tener mayor potencia $(1-\beta)$ = capacidad de detectar cambios pequeños en el proceso, se debe aumentar el tamaño de los subgrupos (n), pero cuando $n > 10$ el rango pierde confiabilidad como medida de la variabilidad por tanto es mejor utilizar X-S.

DEFINICIONES DE ATRIBUTOS

DEFECTO	Una falla que causa que el artículo no cumpla con las especificaciones requeridas es llamada un defecto. Cada parte del artículo que carece de conformidad en sus especificaciones es un defecto. Un defecto también es llamado no conformidad .
DEFECTIVO	Un artículo con uno o más defectos es un artículo defectivo. Un artículo defectivo también es llamado artículo no conforme o defectuoso .
NUMERO DE DEFECTOS	En una muestra de " n " artículos, " c " es el número de defectos en la muestra. Un artículo puede ser sujeto de muchos tipos de defectos diferentes. La suma de todos los defectos en la muestra es " c ". También se le llama número o cantidad de no conformidades .
CANTIDAD DE DEFECTIVOS	En una muestra de " n " artículos, " d " es la cantidad de artículos defectivos en la muestra. También se le llama número no conforme .
FRACCIÓN	Es la razón del número de artículos defectivos en una muestra " d " y el total de artículos de la muestra " n ". La fracción defectiva de la muestra " p "= d/n . También se le llama proporción o fracción no conforme .

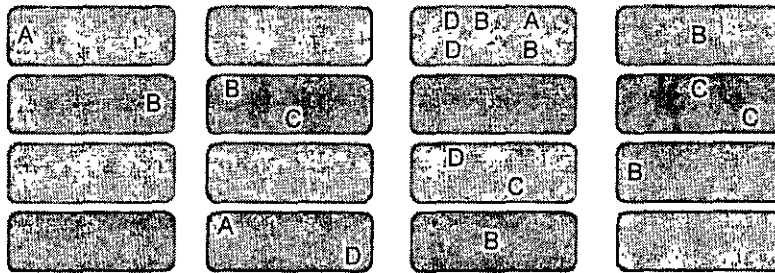
Ejercicio

Se tiene una muestra de 16 artículos (recuadros) con los defectos A, B, C, y D.

Encontrar: .

- El número de defectos o no conformidades, *D*.
- El número de defectivos o número no conforme, *NP*.
- La fracción defectiva o proporción no conforme, *P*.
- El número promedio de defectos (o no conformidades) por unidad, *U*.

Tipo de defectos A, B, C, y D



GRAFICOS P y NP

- Analizan la fracción de artículos defectuosos (p) o cantidad (NP) en una muestra cuyo tamaño puede ser variable.
- Son utilizados para conocer la proporción media defectuosa (P) o cantidad media (NP) de artículos o servicios que se someten a una inspección.
- Los gráficos NP son similares a los gráficos P y tienen usos similares; sin embargo, los gráficos P se deben utilizar cuando el tamaño de muestra varía.

Los límites se basan en la distribución binomial.

Distribuciones de Probabilidades para los Gráficos P y NP

BINOMIAL: Experimento aleatorio que consiste en "n" ensayos repetidos tales que:

Resultados dicotómicos: Cada ensayo tiene dos resultados posibles: éxito-Fracaso; bueno-malo; aceptado-rechazado, etc.

Ensayos independientes: El resultado de una prueba cualquiera es independiente del resultado obtenido en la prueba anterior y no incide en el resultado de la prueba siguiente.

Estabilidad de la prueba: La probabilidad de éxito (P), permanece constante a lo largo de toda la prueba.

$$P(x,p,n) = \binom{n}{x} (p)^x (1-p)^{(n-x)} \quad \text{para } x=0,1,2,3\dots n$$

$$\binom{n}{x} = \frac{n!}{x!(n-x)!}$$

EJEMPLO 1, GRÁFICO P

Una oficina distribuye 3000 cheques de pago semanalmente. Últimamente, nóminas invierte 50% de su tiempo corrigiendo cheques de pago con errores.

¿Se pueden utilizar Gráficos de Control para ayudar a analizar el problema?

Paso 1: Seleccionar una variable de respuesta: fracción de cheques de pago con errores.

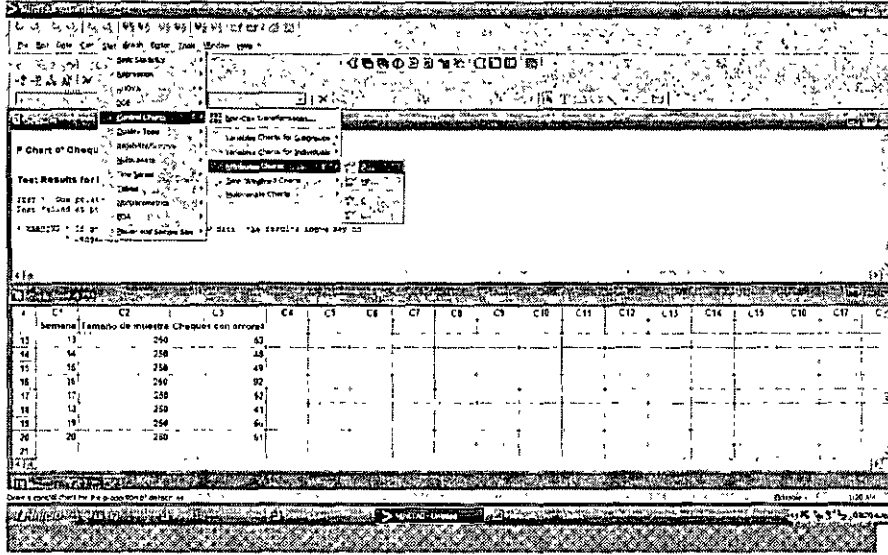
Paso 2(a): Establecer la frecuencia para las muestras o subgrupos: ya que los cheques de pago salen semanalmente la frecuencia será una semana.

Paso 2(b): Seleccionar un tamaño de muestra apropiada, asegurando que sea racional: 250 cheques de pago aleatoriamente, serán verificados cada semana (n=250), durante 20 semanas.

Paso 3: Seleccionar un gráfico de control apropiado: un cheque de pago es una unidad. La variable de respuesta de interés es "número de cheques de pago con errores" o la "proporción de cheques de pago con errores". Y

NO el "número de errores por cheque de pago". El gráfico apropiado puede ser "P" o "NP". Elaborar ambos y comparar.

Ejemplo 1, Gráfico P



Ejemplo 1, Gráfico P

Variables: Cheques con errores

Subgroup sizes: 250
(enter a number or column containing the sizes)

Scale... Labels...

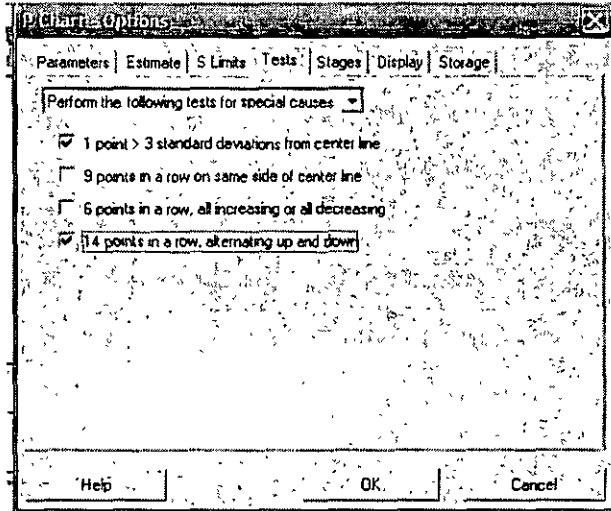
Multiple Graphs... Data Options... P Chart Options...

Select

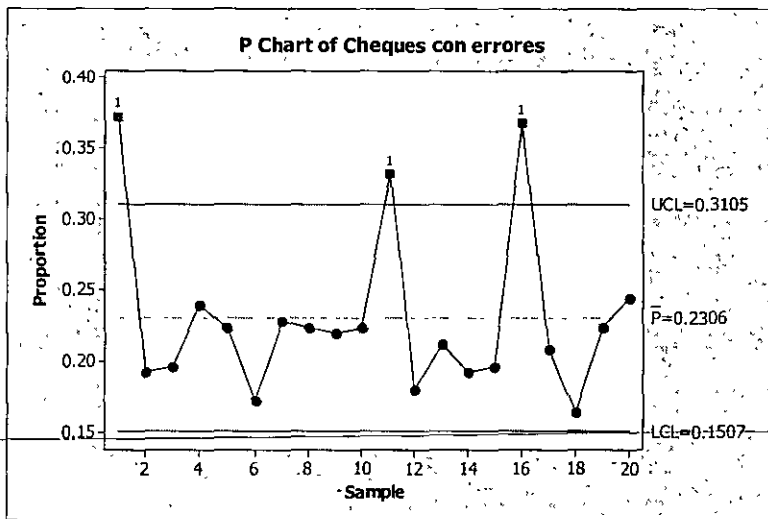
Help OK Cancel

Para seleccionar pruebas a realizar

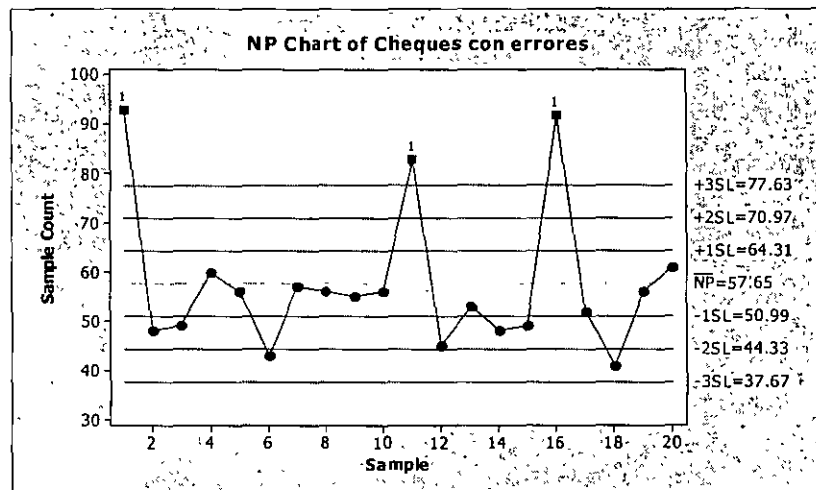
Ejemplo 1, Gráfico P



Ejemplo 1, Gráfico P



EJEMPLO 1, GRAFICO NP



Ejemplo 2

- Las primeras dos columnas de la hoja de trabajo "Atributos.MTW" contienen los resultados de la inspección de puntas dañadas de 20 muestras de bolígrafos de tamaño variable.
- Los lotes representan una producción continua de una línea.
- Construir un Gráfico de Control P de los datos e interpretarlos.

Ejemplo 2

P Chart

Variables: Puntas Malas_1

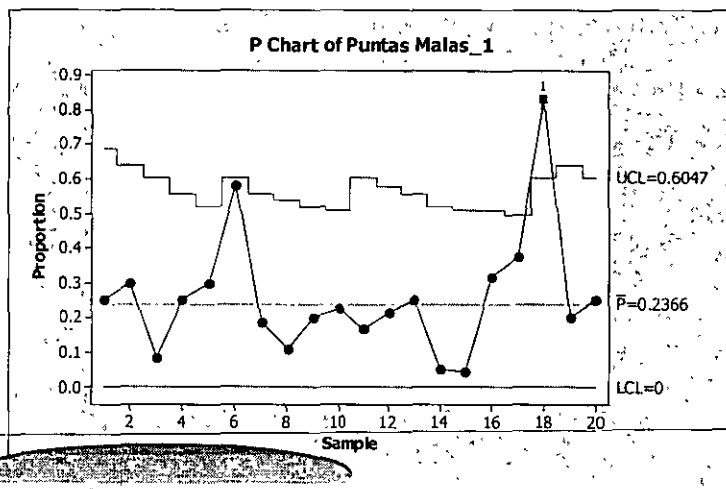
Subgroup: [enter a number or column containing the sizes]

Scale: Labels: Multiple Graphs: Data Options: P Chart Options:

Select Help OK Cancel

Now, we select the variable size

Ejemplo 2



Gráficos C y U

- Miden el número de defectos por muestra inspeccionada C o por Unidad (U).
- En el gráfico C el tamaño de la muestra debe ser constante y en el U puede variar.
- Cada muestra en el gráfico C puede ser un solo artículo o varios, siempre y cuando el tamaño de muestra sea constante.
- Los gráficos C y U son adecuados para las mismas situaciones, pero el U es necesario cuando la muestra incluye más de una cantidad y se desea conocer los defectos por unidad.
- Los límites se basan en la distribución de *POISSON*.

Distribuciones de Probabilidad para los Gráficos C y U

El experimento recibe el nombre de *POISSON* si:

Dado un intervalo de números reales, suponga que el conteo de ocurrencias es aleatorio en dicho intervalo. Si éste puede subdividirse en subintervalos suficientemente pequeños tales que:

- La probabilidad de más de una ocurrencia en cada subintervalo es cero.
- La probabilidad de una ocurrencia en un subintervalo es la misma para todos los subintervalos y es proporcional a la longitud de éstos.
- El conteo de ocurrencias en cada subintervalo es independiente del de los demás subintervalos.

Grafico C y U

Usos Típicos

- Un tipo de defecto se distribuye en un flujo continuo del producto (defectos por metro de tela, burbujas en un parabrisas, etc.)
- Defectos de diferentes fuentes (líneas, operaciones, procesos, operarios) aparecen en la unidad inspeccionada.

Gráficos C y U

Cuando se elaboran gráficos C y U es muy importante diferenciar los tipos de defectos a analizar:

CRÍTICOS
NO CRÍTICOS

H. F. Dogde clasifica los defectos:

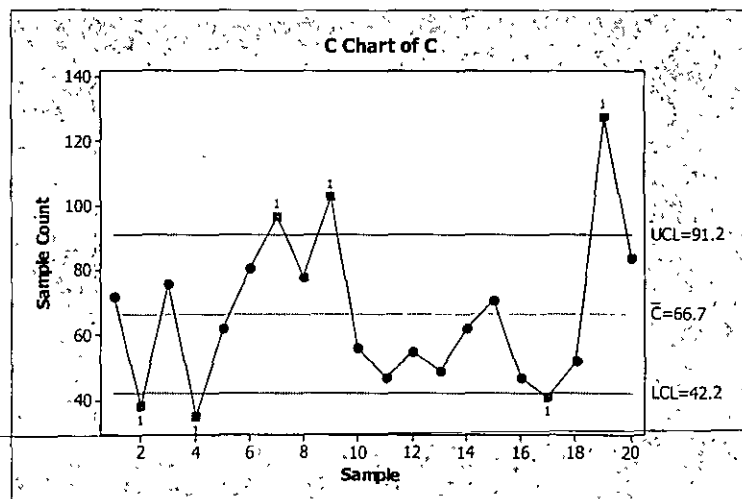
- Clase A, MUY IMPORTANTE. El artículo no es útil para sus funciones.
- Clase B, IMPORTANTE. Provocará con el tiempo falla en el artículo.
- Clase C, MODERADAMENTE IMPORTANTE. Con el tiempo puede causar problemas de menor consideración que la falta del artículo
- Clase D, SIN IMPORTANCIA. Defectos secundarios de presentación que no provocan averías en el artículo

EJEMPLOS GRAFICOS C y U

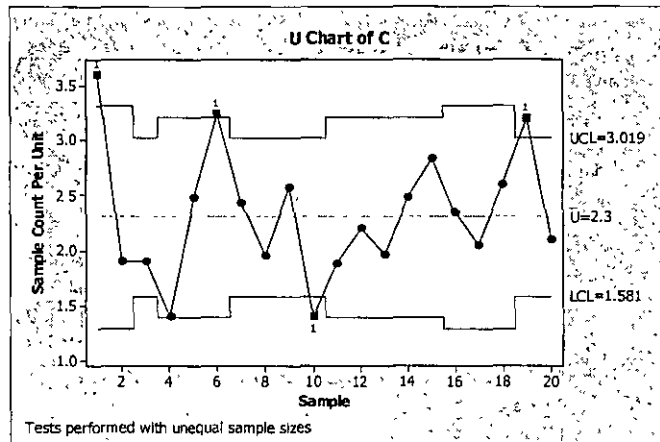
El archivo de ejercicios contiene el número de defectos encontrados en 40 muestras cada una de 10 metros lineales de película de empaque de material.

Construir un Gráfico de Control C y U para estos datos y comparar los resultados.

EJEMPLO GRAFICO C



EJEMPLO GRAFICO U



GRAFICOS DE CONTROL POR ATRIBUTOS



- VENTAJAS
 1. Datos disponibles en los registros de inspección.
 2. Fácil comprensión por el personal.
 3. Prevee un enfoque general de la calidad
 4. Bajo costo
- DESVENTAJAS
 1. No prevee información detallada de las características individuales.
 2. No reconoce diferentes graduaciones del defecto en las unidades.
 3. Tamaño de muestra grande.

DESPLIEGUE DE LOS GRAFICOS DE CONTROL

- Los GC son parte fundamental del Loop de retroalimentación.
- El CEP no funciona si los operadores, supervisores y gerentes no entienden el poder de estos gráficos en el loop de retroalimentación.
- Los GC se formalizan en el plan de control. Las acciones a tomar y el responsable de hacerlas se debe documentar en el plan de control. Los gráficos de control son parte formal de sistema de calidad.
- Los GC también se usan en las fases de Medir y Analizar, pero el objetivo de su aplicación es diferente.
- El entrenamiento de operadores, supervisores y gerentes en SPC es parte del plan de control.
- Los límites de control no son los mismos que los de especificación. Se colocaran según las necesidades de la empresa.



**FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA**



**DIVISIÓN DE EDUCACIÓN
CONTINUA Y A DISTANCIA**

EL PROCESO SEIS SIGMA

CA 42

**TEMA
APUNTES GENERALES
(CUARTA PARTE)**

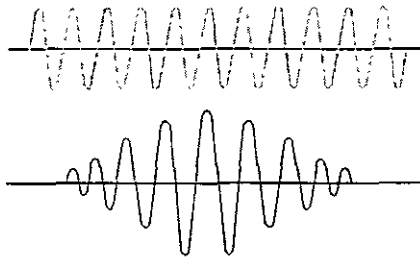
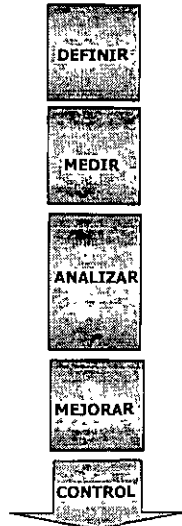
**EXPOSITOR: ING. JUAN ALBERTO FLORES ZAMUDIO
DEL 19 DE ABRIL AL 17 DE MAYO DE 2008
PALACIO DE MINERÍA**

UNIDAD V

FASE DE CONTROL

Diplomado en Seis Sigma
DECFI

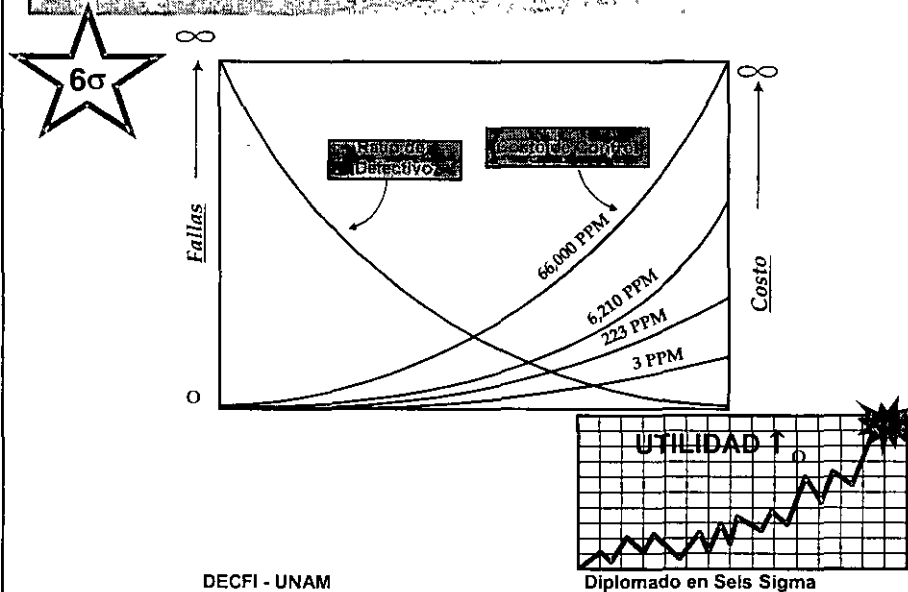
FASE DE CONTROL



OBJETIVO:

- Institucionalizar la mejora e implementacion bajo un control
- Sostener las ganancias

SEIS SIGMA PERSPECTIVA DE CALIDAD



ANÁLISIS FINANCIERO

- El Analisis Financiero es utilizado para soportar una propuesta de mejora mediante una justificación economica.
- El Analisis Financiero incluye cálculos que cuantifican el valor existente de la oportunidad y soporta la hipótesis sujeta a evaluación. El análisis asigna un valor de la oportunidad tomando los costos y los ahorros que pueden obtenerse.
- Un Analisis Financiero debe ser llevado a cabo para cualquier oportunidad en consideración. Los cálculos del valor serán una consideración principal en la determinación de la aceptación del proyecto.

MARCO DE REFERENCIA

Área de mejora	Estado Actual	Tasa de reducción	Reducción de Costo	Ahorros
Oportunidad 1	10 personas	20%	\$4,000	\$8,000.00
Oportunidad 2	4 localidades	50%	\$100,000	\$200,000.00
Oportunidad 3	50 Distribuidores	10%	\$350,000	\$1,750,000.00
Total de Oportunidades				

Área de Costo	Requerimientos	Cantidad	Costo	Efectos
Costo 1	Personas	3	\$4,000	\$12,000.00
Costo 2	Materiales	2	\$500	\$1,000.00
Costo 3	Tecnología	1	\$47,000	\$47,000.00
Costo Total				

Otros Factores:
Incremento en competitividad,
Incremento en percepción del cliente,
Mejora en comunicaciones, etc.

Conclusión:
El Total de Oportunidades es mayor que el
Costo Total. Se recomienda llevar a cabo la
propuesta.

Supuestos:

- Los volúmenes actuales no se modifican.
- Las mejoras propuestas no tienen impacto en el nivel de servicio.
- Etc.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

Lista de Razones Financieras Rápidas de Uso Común

Utilidad	Ventas	Costos
<ul style="list-style-type: none"> Ventas – costos Ventas x Margen de utilidad Utilidad por producto x Volumen de ventas 	<ul style="list-style-type: none"> Cuánto gasta un cliente x número de clientes Ventas por empleado x número de empleados Ventas por concesionaria x no. de concesionarias Precio Unitario del Producto x volumen de ventas Tamaño del mercado x participación 	<ul style="list-style-type: none"> Cuánto cuesta un cliente x número de clientes Costo por empleado x número de empleados Costo por concesionaria x no. de concesionarias Costo Unitario del Producto x Volumen de ventas Costo + Relación del costo
Capacidad		
<ul style="list-style-type: none"> Horas o minutos ahorrados en un proceso que pueden ser reaplicados en otras actividades valiosas x Costo de mano de obra utilizada. Si no se reduce el número de horas de tiempo extra, el número de eventuales o el número de personal, entonces no es una reducción de costo, sólo una mejora en la capacidad. 		

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

TIPS PARA EL ÉXITO

1. Comienza por visualizar la lógica detrás de la oportunidad de mejora ("necesitamos hacerlo porque estamos desperdiciando dinero en esto") y desarrolla las fórmulas de acuerdo con ello.
2. Calcula, ya sea con información existente o con supuestos razonables, si la información no está disponible.
3. Alinea el objetivo para realizar los cálculos con el nivel requerido de precisión y detalle. (La tolerancia de errores y el tiempo requerido para analizar variarán inversamente).
4. Cerciórate de rastrear los supuestos clave, los riesgos y factores de éxito.
5. La conclusión es la parte más crítica del análisis y debería ser lo más objetiva posible, ya sea que apoye o rechace la oportunidad de mejoramiento.

DECFI - UNAM

Diplomado en Seis Sigma

FASE DE CONTROL <TOLLGATE>

Propósito:

Institucionalizar la mejora e implementación bajo un control
Sostener las ganancias

Preguntas a ser respondidas

Quien mantendrá el plan de control? Como será transferida la responsabilidad para el continuo monitoreo de la mejora del equipo al dueño del proceso?

Que controles serán puestos en práctica para garantizar que el problema no se vuelva a presentar?

Donde están los **datos siendo recolectados**? Que gráficos de control están siendo usados? Que evidencia hay de que el proceso está en control?

Cuando los datos serán revisados? Cuando será completado el reporte final?

Porque es el plan de control efectivo?

Como será afectado el **trabajo**? Cuales son los **grandes acuerdos** que harán que el cambio perdure?

Quien está buscando la traducción de las oportunidades en términos de beneficio económico?

Cual es el **proximo problema** que debería ser direccionado para este proceso en general?

Donde están **otras áreas de negocio** que pueden beneficiarse de tus hallazgos?

Cuando serán compartidos tus aprendizajes con las otras áreas de negocio?

Como serán comunicadas los beneficios?

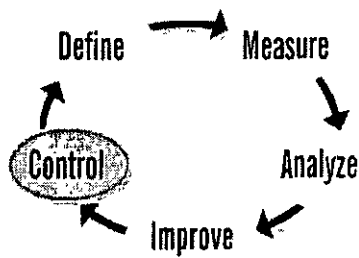
SUMARIO FASE DE CONTROL

Checklist

- Plan de Control completado
- Evidencia de que el proceso esta en control
- Documentacion del proceso
- Traduccion de las oportunidades identificadas
- Cambios en Sistemas y estructuras para institucionalizar la mejora
- Plan de Auditoria Completado

Herramientas

- Planes de control
- Control Estadístico de Proceso
- Técnicas Gráficas de Control
- Poka Yoke / A prueba de errores
- Mantenimiento Preventivo
- Administración del Cambio



DECFI - UNAM

	Proposito	Preguntas Clave	Herramientas	Entregables
Definir	Identificar el cliente y sus CTQ's - Clnicos a la calidad y Definir el alcance del proyecto y equipo de trabajo Mapear el proceso a ser mejorado	- Quen es mi Cliente? Que es lo importante? (CTQ)? Cual es el alcance? Que Defecto estoy tratando de Reducir? Por cuanto (Realista/Apropiado- Objetivo)? Cual es el Costo de la pobre Calidad?	Proyecto Cliente Mapa de Proceso Matriz de CTQs	Clientes Identificados Datos para verificar las necesidades de los clientes Equipo de Trabajo Declaracion del Problema / Objetivo Alcance del Proyecto / Programa Beneficio Financiero Mapa de proceso de alto nivel - "Como es"
Medir	Desarrollar mediciones del proceso - Y's que permitiran evaluar el desempeño del proceso actual Determinar el proceso actual y evaluarlo vs el desempeño requerido Identificar las variables de entrada que posiblemente causan variacion en el proceso - Y	- Cual es mi Proceso? Como funciona? Que Salidas afectan los CTQ's? Cuales Entradas parecen afectar las Salidas (CTQ's)? Tengo habilidad para Medir el Defecto? Como se comporta mi proceso hoy en dia? Que tan grande es el Problema - que estoy tratando? Para que mi proceso fue "Diseñado"?	Mapa de Proceso Causa y Efecto AMEF Gaps RAR Técnicas Gráficas	Mediciones clave identificadas Defectos identificados Plan de recoleccion de datos Estudios de capacidad Nivel de Sigma
Analizar	Priorizar las variables de entrada que causan variacion en el proceso - Y Analizar los datos para determinar causas raiz y oportunidades de mejora Validar las variables clave de entrada del Proceso con DATOS	Cuales Entradas estadisticamente afectan mis CTQ's? Por cuanto? Hay combinaciones de variables que afectan las salidas? Si Yo cambio una entrada realmente cambio la salida? Realmente observo resultados diferentes? Que nivel de confianza tengo de mis conclusiones?	Mapa de Proceso Gráficas Líneas Multi-var Pruebas de Hipotesis Correlación & Regresión	Mapa de Proceso detallado "Como es" Todas las fuentes de Variacion identificadas & Prioritizacion Uso y despliegue de datos para identificar y verificar los "real low" factores de entrada Refinar el problema refutando el entendimiento acrecentado Estimar la oportunidad cuantificable
Mejora	Generar y validar las mejoras a las variables de entrada para alcanzar la variable de salida optima Determinar $Y = f(x...)$	- Una vez que se "con seguridad" cuales entradas afectan mi salida, como "estabilizo" mejoras para ellas? Cuantas pruebas necesito correr para encontrar y confirmar el valor optimo para estas variables de entrada?	Mapa de Proceso Diseño de Experimento Simulación Optimización	Soluciones al problema, y seleccion de aquellas que mejor direccionen la causa raiz Mapa de proceso de "Como debe ser" Analisis Costo/Beneficio de las soluciones Soluciones validadas Plan de implementación Plan de Comunicación
Control	Institucionalizar la implementación y mejora a través de un control Sostener las ganancias	- Una vez que he reducido los Defectos, Como el equipo funcional y Yo mantendremos el nivel de reduccion? Como sostendré las ganancias aun cuando las cosas cambien Genia, Tecnología, y Clientes	Planes de Control Control Estadístico del Proceso Mantenimiento Preventivo Poka Yoke / A Prueba de errores	Plan de Control Evidencia de que el proceso esta en control Documentacion del proyecto Traduccion de las oportunidades identificadas Cambios en sistemas y estructuras para institucionalizar las mejoras

VALORES DE SIX SIGMA

*** El Cliente Define la Calidad**

... Asi que, Deleita al Cliente, Reune sus futuras necesidades HOY.

*** Enfoque en el Cliente**

Una Vision para llegar a ser una compañía de clase mundial,
Reduccion de Defectos

*** Excelencia del Servicio y Proceso**

Se lo mejor que puedas ser Hoy... Estabilidad del Proceso
entonces aplica la Mejora Continua..... DMAIC

*** Elimina la Variabilidad**

Esto mejora la Calidad y reduce Costos. VARIABILIDAD es el Enemigo.

*** El conocimiento nos impulsa a Mejorar**

Actua de acuerdo a los hechos haciendo las cosas correctas.
Vision y Comunicacion nos hace un Equipo.

*** Diviertete, Mientras Haces Dinero**

Trabaja inteligentemente, No arduamente – Disfruta tu Exito

Examen Green Belt

Nombre:

Modulo:

Fecha:

Lee cada pregunta cuidadosamente. Tomate tu tiempo. Selecciona la MEJOR respuesta de las opciones dadas. Tienes 60 minutos para completar este examen.

1. El analisis de Stakeholder es una herramienta usada para: <Opcional>
 - a. Identificar y reducir las Fuentes de riesgo de un proyecto
 - b. Determinar cual Stakeholder debera ser incluido en el equipo de trabajo
 - c. Ayudar a evaluar la resistencia del Stakeholder para cambiar su postura con respecto a su participación en el proyecto
 - d. Ayuda a identificar las causas de un problema
 - e. Mide la resistencia del Dueño del proceso ante el problema

2. Un Lider es:
 - a. El cliente mas importante de un proyecto Six Sigma
 - b. Es el agente involucrado una vez que las soluciones de un proyecto son implementadas
 - c. Es quien toma las decisiones en la fase de Mejora de un proyecto
 - d. Es el responsable para el exito de un proyecto Six Sigma
 - e. No es parte de los Stakeholders de un proyecto Six Sigma

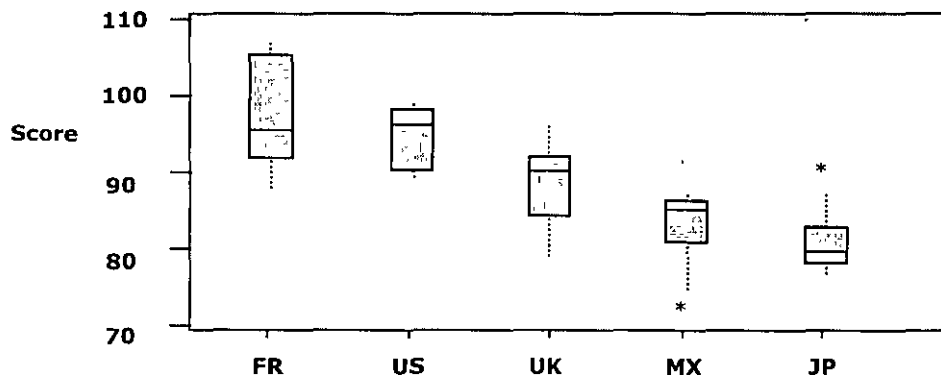
3. Los tollgates son requeridos para:
 - a. Obtener el acuerdo del Lider para desplegar la Fase de Mejora
 - b. No retrasar el avance del programa del proyecto
 - c. Nivelar con el Lider el avance y guia del proyecto despues de las fases de D, M, A, I, C en la Metodologia de Six Sigma
 - d. Proveer el estatus del proyecto al comitee evaluador del proyecto una vez que ha concluido con exito
 - e. Recolectar informacion de beneficio del proyecto

4. Los clientes son definidos en la Metodologia de Six Sigma como: <Opcional>
 - a. Un subgrupo de los Stakeholders de un proyecto
 - b. Personas a las que se enfoca el proyecto
 - c. Clientes Internos y/o externos de una compañía o proceso
 - d. Personas a las que hay que satisfacer y de las que se obtiene los VOCs que identifican CTQs
 - e. Todos los mencionados en los incisos anteriores

5. La Distribucion de un proceso es considerada normal cuando:
 - a. La muestra de la poblacion es menor a 30 datos
 - b. Los outliers son insignificantes
 - c. La curva tiene la forma de campana
 - d. Ninguna de las opciones mencionadas
 - e. Todas las opciones mencionadas en los incisos anteriores

Examen Green Belt

6. Cuando el Coaching es mejor usado?:
- En la fase de D , antes de que el proyecto inicie
 - Cuando el Green Belt y el Master Black Belt forzan al Lider a que apruebe el proyecto
 - Cuando se administra el desempeño del equipo de trabajo para alcanzar resultados ganadores
 - En cualquier fase del DMAIC para ayudarte a motivar al Lider, Equipo de trabajo y a cualquier otra persona que este apoyando el proyecto
 - Cuando todo va bien en un proyecto Six Sigma
7. La Correlacion y Regresion son:
- Conceptos relacionados a la relacion causal entre dos variables cuantitativas
 - Una medicion del significado del analisis estadistico
 - Una forma de determinar el defecto a medir de un proyecto
 - Herramientas de analisis usadas para determinar el grado de relacion entre dos variables cuantitativas
 - Mediciones de estadistica descriptiva para evaluar la calidad de un producto
8. Una pregunta que el Lider puede hacer a un Green Belt en la fase de Analisis es:
- Como las causas raiz / factores pocos vitales se relacionan a la Variable de salida Y?
 - Como las causas raiz / factores poco vitales se relacionan a los beneficios financieros del proyecto?
 - Como las causas raiz / factores poco vitales son resueltas por la solucion?
 - Cual es la propuesta de solucion a implementar en el proyecto?
 - Asi que, como va todo con el proyecto?
9. Para entender y visualizar la dispersion de los datos: <Opcional>
- Usar un Box Plot
 - Usar un Histograma
 - Usar Matriz causa y efecto
 - Usar Mapa de PDPC
 - Inciso a, o inciso b anteriores
10. El Box Plot mostrado indica que para "FR": <Opcional>



Examen Green Belt

- a. El promedio esta en 50%
- b. La varianza de los datos es mas pequeña que en los otros paises
- c. Hay mas outliers arriba del cuartil superior que en los otros paises
- d. La dispersión de los datos es mas grande que en los otros paises
- e. Todas las mencionadas en los incisos anteriores

11. Para monitorear efectivamente el despliegue de mejoras de un proceso, se debera:

- a. Conducir una simulacion empleando un analisis de tiempos
- b. Usar un Process Design Progress Chart (PDPC) para asegurar que el nuevo proceso esta siendo implementado correctamente
- c. Usar una grafica de control para monitorear anomalías arriba y abajo de los limites de control
- d. Planear y conducir reuniones de seguimiento semanales entre Lider, Equipo de trabajo, Green Belt y Master Black Belt.
- e. Usar el Gage R&R para medir la estabilidad del proceso

12. Cuando usamos un Diagrama de Afinidad, es importante : <Opcional>

- a. Asegurar que no queden ideas "solas" que no puedan ser relacionadas a un grupo de ideas afines
- b. Discutir los Pros y Contras de cada idea generada para alcanzar el consenso antes de agruparlas
- c. Combinar multiples ideas usando "y" en un post-it antes de dar titulo al grupo de ideas
- d. Conducir un brainstorming para generar las ideas primeramente
- e. Tener al Green Belt organizando y proponiendo los titulos para cada grupo de ideas para eficientar el tiempo en las sesiones de trabajo
- f.

13. El rol del Green Belt en un proyecto Six Sigma es:

- a. Ser el dueño del proyecto desde la generacion del proyecto hasta la fase de Despliegue de la mejora
- b. Administrar el proyecto desde la fase de D hasta la fase de C cuidando que el proyecto sea transferido a la linea gerencial
- c. Ser el responsable de las decisiones en cada Tollgate
- d. Respuestas a) y b)
- e. Respuestas b) y c)

14. Un Histograma es: <Opcional>

- a. Usado para visualizar la distribucion de los datos
- b. Una presentacion visual de la mediana y del nivel de sigma de un proceso
- c. La misma que la curva en forma de campana
- d. La grafica que requiere siempre un minimo de 30 datos
- e. Ninguna de las opciones anteriores

15. Un Pareto es usado para: <Opcional>

- a. Tomar decisiones acerca de los pocos vitales donde el 20% del problema es causado por el 80% de la gente

Examen Green Belt

- b. Gráficamente visualizar la frecuencia de cada ítem y ayudar al equipo de trabajo a desglosar el problema enfocándose en aquellos ítems que tengan el mayor impacto
- c. Visualizar la frecuencia relativa de las causas raíz de un proyecto
- d. Gráficar la frecuencia del valor de p para entender la relación entre cada factor vital
- e. Visualizar los objetivos del proyecto en la fase de Definir

16. El punto medio de un set de datos es llamado:

- a. Promedio
- b. Mediana
- c. Moda
- d. F-Test
- e. Valor de p

17. Un empleado productivo opera a un tiempo ciclo de 15 minutos cada pieza y un empleado no productivo opera a un tiempo ciclo de 25 minutos cada pieza son ejemplos de :

- a. Datos normalizados
- b. Datos Continuos
- c. Datos de eficiencia
- d. Datos Discretos
- e. Datos de Ingeniería

18. 3 desviaciones estándar en cada dirección de la media equivale a : <Opcional>

- a. 68.27%
- b. 89.37%
- c. 95.47%
- d. 99.73%
- e. Ninguna de las anteriores

19. Una Prueba de Hipótesis es conducida para:

- a. Determinar si dos diferentes muestras (observaciones, valores, etc.) son estadísticamente diferentes
- b. Preguntar algo cualitativo y proveer una respuesta subjetiva
- c. Mejorar el conocimiento del personal
- d. Probar una solución y mitigar el riesgo en la implementación
- e. Ninguna de las anteriores

20. Un Distribuidor de la ciudad A y un distribuidor de la Ciudad B recolectan información para determinar el número promedio de reclamos de garantía hechos cada mes. El último mes, El distribuidor A tuvo 35 y el Distribuidor B tuvo 72 reclamos. Tu pudieras probar la hipótesis de que el Distribuidor A tiene menos reclamos que el B recolectando más datos y usando:

- a. Una Prueba F
- b. Una Prueba de T
- c. Un Análisis de regresión
- d. Un Benchmarking

Examen Green Belt

e. Una prueba de ji Cuadrada

21. En una empresa de fabricacion de ropa, despues de realizar una revision a la hoja de chequeo diaria, se resumio la siguiente tabla: <Opcional>

Defecto	Frecuencia	Costos de impacto de la falla
Roturas	12	50,000
Mal corte	3	120,000
Mal	4	
Planchado		3,000
Desgarre	23	20,000
Mal costura	11	18,000
Otros	2	10,000

Con base en lo anterior realiza un diagrama de Pareto, y define de acuerdo a este criterio cual defecto es el mas impactante

Examen Green Belt

22. Un investigador de la UNAM reporta que las ratas viven un promedio de 40 meses cuando sus dietas son muy restringidas y luego enriquecidas con vitaminas y proteínas. Suponiendo que las vidas de tales ratas están normalmente distribuidas con una desviación estándar de 6.3 meses. Encuentra la probabilidad de que una rata determinada viva más de 32 meses <Opcional>

23. Una empresa de investigación del medio ambiente, ha estado estudiando las relaciones estadísticas entre muchas variables diferentes y el resfriado común. Una de las variables es el uso de las toallas faciales en 1 millón "X" y el tiempo en días en que aparecieron los síntomas de resfriado "Y" en 7 personas durante un periodo de 12 meses, dadas en la siguiente tabla

X	2,000	1,500	500	750	600	900	1,0
Y	60	40	10	15	5	25	30

Con base en lo anterior determina el coeficiente de regresión, y de esta manera determina si existe o no relación

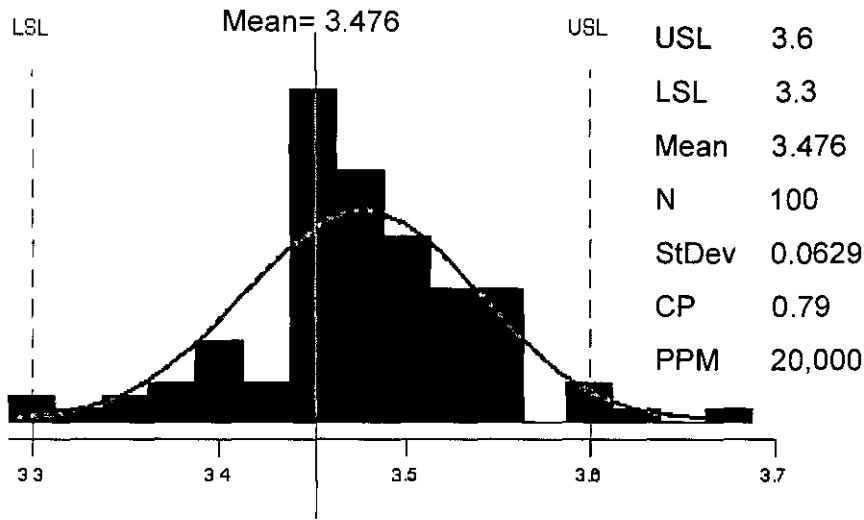
24. Dados los siguientes datos, determina la Media, el Rango, la Varianza y Desviación estándar <Opcional>

Datos	50	55	60	70	75	80
-------	----	----	----	----	----	----

Examen Green Belt

25. Interpreta la siguiente grafica acerca de espesores de bloques de metal en mm. Trata de ser lo mas descriptivo posible. Recuerda lo mas importante son tus conclusiones.

<Opcional>



Calificacion:

Respuestas Correctas = %

Total 25

FELICIDADES!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!