



## CATEDRA DE MÉTODOS CUANTITATIVOS PARA LA TOMA DE DECISIONES

### Práctica de Gráficos de Control

La siguiente práctica es una recopilación de ejercicios tomados de exámenes hechos por la cátedra.

1- Con el propósito de analizar la posibilidad de eliminar los estándares de trabajo en un sector de una fábrica, se decide analizar el número de cierto tipo de operaciones que realiza cada trabajador por día y por semana. A continuación, se muestran los resultados obtenidos en una semana para 14 trabajadores:

Trabajador	Operaciones
1	295
2	306
3	292
4	297
5	294
6	343
7	285
8	240
9	329
10	305
11	277
12	260
13	337
14	320

- Investigue mediante una carta c si algún trabajador está fuera del sistema.
- En caso de estarlo, ¿qué recomendaría que se hiciera con dicho trabajador?
- Analice esos mismos datos mediante una carta de individuales.
- ¿Cuál de los dos gráficos de control parece ser más apropiado?





**2-** A continuación, se presenta el número de defectos observados en la muestra de 24 lotes consecutivos de circuitos electrónicos. El número de circuitos inspeccionados en cada muestra es variable.

Lote	Tamaño	Defectos	Lote	Tamaño	Defectos
1	20	17	13	30	40
2	20	24	14	30	24
3	20	16	15	30	29
4	20	26	16	30	32
5	15	15	17	30	30
6	15	15	18	30	34
7	15	20	19	15	11
8	25	18	20	15	14
9	25	26	21	15	30
10	25	16	22	15	17
11	25	25	23	15	18
12	30	21	24	15	20

- Analice los datos mediante un gráfico u, utilizando el tamaño de muestra (lote) promedio.
- Obtenga un gráfico u con límites variables. ¿Cuál gráfico es mejor para analizar este caso? ¿Por qué?

**3-** En una fábrica de autopartes se han tenido problemas con la dimensión de cierta barra de acero en el momento de ensamblarla, por lo que se decide coleccionar datos para analizar el proceso correspondiente. La longitud ideal de la barra es de 100mm, con una tolerancia de  $\pm 2$  mm. Cada dos horas se toman muestras de cinco unidades consecutivas y se miden. Los datos obtenidos en milímetros en una semana se muestran en la tabla siguiente:

	Muestra									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Promedio	100.2	100.4	99.58	100.04	99.12	103.12	98.88	99.78	100.84	99.66
Rango	1.6	2.2	2.3	2.6	3.3	4.7	3	2.4	4.3	2.8

	Muestra									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Promedio	101.16	100.08	102.56	99.3	100.4	100.1	100.64	99.94	99.98	101.1
Rango	2.6	4.4	1.8	2.9	2.4	4.3	1.8	4.4	2.3	1.9





	Muestra									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Promedio	100.14	99.68	99.6	101.58	100.0	101.3	101.6	101.9	102.3	102.5
Rango	1.8	3.5	3.7	2.1	1.5	1.9	2.1	1.9	3	1.5

- Grafique la carta x-R y calcule porcentaje de defectuosos.
- Calcule Cp, Cpk y Cpm.
- Realice un estudio de estabilidad mediante la carta x-R.
- ¿Cuál es el estado del proceso y cuáles son sus recomendaciones? Grafique el estado del proceso como parte de su argumentación.
- ¿A qué aspecto recomendaría centrar los esfuerzos de mejora: a capacidad o a estabilidad? Argumente.

**4-** Long Road S.A. es una empresa que se dedica a la fabricación de llantas para la exportación. Como parte del proceso de control de calidad prueba el desgaste de las cuerdas de las llantas en condiciones de simulación de caminos en el laboratorio. Durante el último mes de operación se seleccionaron 20 muestras separadas de seis llantas cada una de distintos turnos. A continuación, se presenta el desgaste de las cuerdas en centésimas de pulgada:

<b>Muestra</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Promedio</b>	30.30	30.20	28.00	27.00	29.00	30.50	26.60	26.50	26.60	26.70
<b>Rango</b>	5	8	6	4	5	2	7	4	3	7
<b>Muestra</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>
<b>Promedio</b>	26.40	30.40	29.00	28.00	29.00	29.50	28.00	29.40	29.30	30.00
<b>Rango</b>	4	6	3	7	4	7	5	2	3	7

Si la especificación del producto es  $29 \pm 7$  calcule:

- Grafique la carta x-R y calcule porcentaje de defectuosos.
- Calcule Cp, Cpk y Cpm.
- Realice un estudio de estabilidad mediante la carta x-R.
- ¿Cuál es el estado del proceso y cuáles son sus recomendaciones? Grafique el estado del proceso como parte de su argumentación.
- ¿A qué aspecto recomendaría centrar los esfuerzos de mejora: a capacidad o a estabilidad? Argumente.

**5-** Kitty Products atiende el creciente mercado de productos para gatos, con una línea completa de productos que van desde juguetes y arena para estos felinos hasta polvo para combatir las pulgas. Uno de sus productos nuevos es un tubo lleno con un fluido que evita la formación de bolas de pelo en los gatos de pelo largo. Dicho producto se manufactura en una máquina automática que está programada para llenar cada tubo con 63.5 gramos de pasta. En la actualidad la empresa esta iniciando la instalación de un sistema de calidad en la compañía, no se tiene un manual de inspección ni procedimientos establecidos para la toma de datos. Para





mantener bajo control el proceso de llenado se ha decidido que Ana, empleada recién contratada el día de ayer, proceda cada cuatro horas a sacar de forma aleatoria cinco tubos de la línea de producción. Después de una semana se obtuvieron los datos que se muestran en la siguiente tabla.

Muestra	x	R	Muestra	x	R	Muestra	x	R
1	63.50	1.2	10	63.50	1.3	19	63.50	0.9
2	63.60	1.0	11	63.30	1.5	20	63.90	0.8
3	63.70	1.5	12	63.60	0.9	21	63.20	1.4
4	63.90	1.4	13	63.30	1.3	22	63.30	1.3
5	63.40	0.9	14	63.40	1.2	23	64.00	1.1
6	63.00	1.0	15	63.40	1.0	24	63.40	1.0
7	63.20	1.1	16	63.50	1.1			
8	63.30	1.3	17	63.60	1.5			
9	63.70	1.2	18	63.80	1.4			

Si la especificación del producto es  $63.5 \pm 2$  gramos encuentren:

- Grafique la carta x-R y calcule porcentaje de defectuosos.
- Calcule Cp, Cpk y Cpm.
- Realice un estudio de estabilidad mediante la carta x-R.
- ¿Cuál es el estado del proceso y cuáles son sus recomendaciones? Grafique el estado del proceso como parte de su argumentación.

6- La Tuna S.A. es una empresa que se dedica a la pesca, producción, enlatado y venta de atún. La compañía tiene una gran gama de artículos en diferentes presentaciones para sus clientes, en la actualidad se está insertando en el mercado una nueva presentación enfocada a madres con hijos que cursan el cuarto, quinto o sexto grado de escuela, se trata de una nueva presentación con una cantidad de atún inferior a la presentación tradicional que tiene un peso escurrido de 120 gramos. La idea consiste en presentaciones de atún pequeñas ya preparadas, de fácil apertura y seguras para manipular por parte de los niños, de tal manera que la señora madre no tenga que estar almacenando el atún que sobra de las latas tradicionales. Esta nueva presentación tiene una especificación de  $46 \pm 2$  gramos de peso escurrido. Se ha establecido dos equipos de trabajo formados de la siguiente manera:

- Equipo 1: Roberto, Carlos y Luis y utilizan la máquina llenadora 1.
- Equipo 2: Sergio, Eduardo y Miguel y utilizan la máquina llenadora 2.

A su vez cada equipo establece sus métodos de trabajo y calibración de equipos. Para la empresa es de suma importancia la calidad presentada a los clientes de tal manera que una vez iniciada la fabricación de este producto se ha establecido por la alta dirección un control de





calidad en la fabricación de este producto, para ello se recopilaron las siguientes muestras para ir monitoreando el proceso y asegurar la calidad del producto despachado a los supermercados.

Sub grupo	Peso de las latas en gramos escurridos		Media	Rango		
	Máquina 1	Máquina 2				
1	49.01	48.01	43.00	43.50	45.88	6.0
2	49.02	48.02	44.97	45.47	46.87	4.1
3	49.02	48.02	43.91	44.41	46.34	5.1
4	49.02	48.02	45.02	45.52	46.90	4.0
5	49.01	48.01	43.32	43.82	46.04	4.7
6	49.02	48.02	44.55	45.05	46.66	3.5
7	49.02	48.02	44.47	44.97	46.62	3.6
8	49.02	48.02	44.81	45.31	46.79	3.2
9	49.02	48.02	44.11	44.61	46.44	3.9
10	49.02	48.02	43.77	44.27	46.27	4.2
11	49.02	48.02	44.12	44.62	46.45	3.9
12	49.03	48.03	45.48	45.98	47.13	2.5
13	49.01	48.01	43.52	44.02	46.14	4.5
14	49.02	48.02	43.89	44.39	46.33	4.1
15	49.02	48.02	44.93	45.43	46.85	3.1
16	49.03	48.03	45.37	45.87	47.07	2.7
17	49.03	48.03	45.96	46.46	47.37	2.1
18	49.03	48.03	45.40	45.90	47.09	2.6
19	49.02	48.02	44.39	44.89	46.58	3.6
20	49.02	48.02	44.62	45.12	46.69	3.4
21	49.02	48.02	44.88	45.38	46.82	3.1
22	49.01	48.01	43.75	44.25	46.26	4.3
23	49.02	48.02	45.11	45.61	46.94	2.9
24	49.02	48.02	45.15	45.65	46.96	2.9
25	49.03	48.03	45.94	46.44	47.36	2.1
26	49.02	48.02	43.99	44.49	46.38	4.0
27	49.02	48.02	44.34	44.84	46.55	3.7
28	49.02	48.02	45.13	45.63	46.95	2.9
29	49.02	48.02	45.22	45.72	47.00	2.8
30	49.01	48.01	43.52	44.02	46.14	4.5

- Grafique la carta respectiva y calcule el porcentaje de defectuosos.
- Calcule  $C_p$ ,  $C_{pk}$  y  $C_{pm}$ .
- Realice un estudio de estabilidad. ¿Cuál es el estado del proceso y cuáles son sus recomendaciones? Grafique el estado del proceso como parte de su argumentación.

7- En una fábrica de productos de plástico se tiene el problema de las rugosidades (o marcas de flujo) que afectan el aspecto de los productos. Con el propósito de analizar la estabilidad del





proceso y tratar de localizar causas asignables (especiales), se inspeccionan 50 piezas de cada lote de cierto producto. El número de rugosidades encontradas en los lotes producidos en dos semanas se muestra a continuación:

Lote	Rugosidades	Lote	Rugosidades
1	155	12	188
2	181	13	155
3	158	14	141
4	156	15	163
5	152	16	154
6	188	17	153
7	163	18	167
8	163	19	128
9	170	20	153
10	154	21	129
11	150	22	160

- ¿Es apropiado analizar estos datos mediante una carta p? ¿Por qué?
- Construya una carta e interprétela.
- Aplicando el diseño de experimentos, se modifican las temperaturas de fundido y del molde, así como la fuerza de cierre del molde. Después de esto se obtienen las siguientes cantidades de rugosidades en 50 piezas de tres lotes consecutivos: 70, 50 y 45. Con base en la carta de control que obtuvo, investigue si las modificaciones dieron resultado.

**8-** Think S. A., es una empresa que se dedica a la fabricación de gaseosas de diferentes sabores, en la actualidad su línea de llenado de botellas consta de una máquina llenadora semi automática y cuya calibración es necesaria con cada arranque de la línea de producción.

La empresa siempre ha trabajado con una jornada laboral de 8 horas, de las cuales, se detiene por 10 minutos, entre las 9:30 am y las 9:40 am para tomar café y una segunda parada para almorzar entres las 12:00 pm y la 1:00 pm, lo que representa una hora y 10 minutos no productivos para la compañía.

Debido al gran éxito de las bebidas en el mercado la demanda por ellas ha crecido de manera acelerada y la empresa se ha visto en la necesidad de tomar una decisión importante y a partir de enero del presente año ha comenzado a trabajar una jornada continua de 8 horas, para ello ha establecido equipos de trabajo polivalentes con horarios escalonados.

Sin embargo, el proceso clave en la línea de envasado es la máquina llenadora ya que las leyes del país permiten hasta un más menos 4 % en el contenido de todas las bebidas carbonatadas,





debido a esto, se decidió no utilizar muchos equipos diferentes de trabajo que manipularan esta máquina, para evitar que el producto fabricado no cumpliera con las especificaciones.

En lugar de ello se tomo a uno de los montacarguistas de nombre Claudio, para que ayudara a Roberto (operario tradicional de la máquina de envasado), durante los tiempos de café y almuerzo de Roberto. El problema de la empresa es que a partir de enero se viene presentando una menor productividad de los insumos por botella y una disminución importante en las utilidades brutas del producto.

Para analizar esta situación se decidió investigar durante un día completo el proceso de fabricación en la máquina envasadora, se tomaron 30 observaciones cada una de tamaño 5 y la especificación del producto es de  $2 \pm 0.08$  litros. A continuación, se presenta una tabla con los resultados:

Hora	8:10:00 AM	8:20:00 AM	8:40:00 AM	8:53:00 AM	9:21:00 AM	9:35:00 AM	9:44:00 AM	9:50:00 AM	10:15:00 AM	10:28:00 AM
Promedio	2.016	2.001	2.012	1.990	1.995	2.080	2.027	2.002	2.040	2.003
Intervalo	0.026	0.036	0.067	0.032	0.084	0.100	0.049	0.090	0.022	0.023
Hora	10:40:00 AM	10:52:00 AM	11:25:00 AM	11:36:00 AM	11:42:00 AM	11:57:00 AM	12:09:00 PM	12:23:00 PM	12:37:00 PM	12:45:00 PM
Promedio	2.030	1.995	1.990	2.040	1.990	2.000	2.080	2.070	2.080	2.090
Intervalo	0.110	0.092	0.062	0.070	0.040	0.064	0.110	0.120	0.090	0.110
Hora	1:15:00 PM	1:27:00 PM	1:40:00 PM	1:52:00 PM	2:03:00 PM	2:18:00 PM	2:42:00 PM	3:10:00 PM	3:38:00 PM	3:49:00 PM
Promedio	2.019	2.030	2.000	2.001	2.001	2.016	2.007	2.024	2.031	2.026
Intervalo	0.036	0.014	0.100	0.020	0.059	0.094	0.050	0.089	0.017	0.042

- Grafique la carta de control y calcule porcentaje de defectuosos.
- Calcule  $C_p$ ,  $C_{pk}$  y  $C_{pm}$  y realice un estudio de capacidad y estabilidad.
- Elimine las causas asignables y grafique la carta de control con límites especificados ¿Qué podemos concluir acerca de los índices de capacidad, estabilidad y la carta con límites especificados, en dónde está el problema de la empresa?





9- Little Long Road S. A., es una transnacional que fabrica en tres países productos de alta tecnología y los vende en todo el mundo. Con el propósito de evaluar la política de mantenimiento de las fábricas se lleva un registro de las horas caídas por semana para cada una de las tres fábricas. A continuación se presenta un tabla con los datos de horas caídas por fábrica.

Semana	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Semana	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3
1	7.70	7.60	7.50	14	6.30	6.50	7.50
2	7.80	8.00	6.90	15	7.80	7.70	6.50
3	8.50	7.20	7.30	16	6.70	7.40	6.30
4	8.60	9.20	7.00	17	7.30	6.80	7.00
5	6.70	7.70	6.80	18	6.70	6.20	6.80
6	7.90	7.20	7.60	19	6.20	7.30	6.90
7	8.10	7.10	7.00	20	7.30	6.90	6.20
8	7.60	8.10	7.05	21	7.50	7.00	6.50
9	7.10	6.40	7.30	22	6.40	6.90	6.20
10	7.30	6.30	7.50	23	6.30	8.40	6.00
11	7.80	8.20	6.30	24	7.50	7.00	5.90
12	6.10	8.40	7.10	25	7.00	7.40	6.00
13	8.00	7.40	6.90				

Mediante la carta apropiada investigue si las políticas de mantenimiento de las tres fábricas son efectivas y si están haciendo esfuerzos por mejorar dichos procesos. Utilice un R promedio móvil de 0.82, 0.77 y 0.43 respectivamente ¿Hay algún hecho especial o relevante?

10- En el siguiente cuadro se proporcionan los resultados de una inspección sobre rollos de tela en el mes de junio.

Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
# de defectos	3	3	6	3	1	1	3	5	7	8
Muestra	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
# de defectos	4	10	5	4	3	1	5	4	1	3

Si el tamaño de la muestra es de 50 rollos y la especificación del proceso de producción es de 2 defectos en promedio calcule:

- Construya y analice un gráfico c y un gráfico u.
- ¿Es preferible para esta situación alguna de estas cartas sobre la otra?
- ¿Qué valor de defectos promedio recomienda para el mes siguiente?
- ¿Qué conclusiones obtiene de su estudio?







**11-** En una empresa se hacen impresiones en láminas de acero, que posteriormente se convierten en recipientes de productos de otras empresas. Un aspecto importante a vigilar en dicha impresión es la temperatura de "horneada" donde, entre otras cosas se da adherencia y se seca la lámina, una vez que ésta ha sido impresa. En una fase particular de la horneada se tiene que la temperatura de cierto horno debe ser 125°C, con una tolerancia de  $\pm 5^\circ\text{C}$ . Si no se cumple con tal rango de temperatura, entonces se presentan problemas en la calidad final de la impresión. A continuación se presenta una tabla en donde se muestran las temperaturas obtenidas en tres días, midiendo la temperatura en el horno cada hora.

Muestra	Temperatura	Rango Móvil	Muestra	Temperatura	Rango Móvil
1	125.1		13	126.4	1.6
2	127.5	2.4	14	128.3	1.9
3	122.7	4.8	15	129.5	1.2
4	126.4	3.7	16	128.1	1.4
5	125.5	0.9	17	128.5	0.4
6	130.5	5.0	18	125.1	3.4
7	127.3	3.2	19	128.5	3.4
8	127.5	0.2	20	126.3	2.2
9	127.3	0.2	21	126.5	0.2
10	123.0	4.3	22	127.9	1.4
11	123.5	0.5	23	129.5	1.6
12	128	4.5	24	131.9	2.4

Se tiene la sospecha de que al horno le hace falta una política de mantenimiento preventivo dado que los clientes se han venido quejando sobre la calidad de los productos que les son entregados. Por medio de la carta de control respectiva (dibuje la carta) determine la veracidad de esta afirmación. Para ello complemente sus conclusiones con una análisis de capacidad utilizando Cp, Cpk y Cpm.

**12-** Se fabrican teléfonos celulares, se toma uno de ellos y se cuenta el número total de defectos que podrían ocurrir: rayaduras en la superficie, rajaduras en el plástico, antena defectuosa y botón defectuoso.

La empresa quiere controlar el número de defectos en un área de sub ensamblaje. La unidad de inspección se define como cuatro teléfonos y los datos de 16 muestras se muestran en la siguiente tabla:





Número de muestra	Número de defectos	Número de muestra	Número de defectos
1	1	9	2
2	3	10	1
3	2	11	0
4	1	12	2
5	0	13	1
6	2	14	1
7	1	15	2
8	6	16	3

- Realice una carta de control para los defectos por unidad.
- Si la meta de la empresa es obtener un promedio de 1.5 defectos por teléfono. ¿Está el proceso bajo control? ¿Se logra la meta propuesta?
- Si se lograra eliminar la causa asignable, recalculé los límites de la carta, ¿ahora se logra alcanzar la meta establecida?

**13-** De un proceso que produce cierto tipo de artículo que se considera defectuoso o no defectuoso, se toman 30 muestras de tamaño 50 cada hora. Los datos están en la siguiente tabla:

<b>Muestra</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Artículos defectuosos</b>	4	3	5	3	2	2	2	1	4	3
<b>Muestra</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>
<b>Artículos defectuosos</b>	2	4	1	2	3	1	1	2	3	1
<b>Muestra</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>
<b>Artículos defectuosos</b>	5	3	4	2	1	1	4	3	2	3

Si se desea un porcentaje promedio de producto defectuoso del 4%, se le pide:

La carta respectiva. ¿Está el proceso bajo control estadístico? ¿Se cumple con la meta establecida?

**14-** En una empresa fabricante de tapas metálicas para bebidas gaseosas, un aspecto importante es la cantidad del PVC que lleva cada tapa, la cual determina el espesor de la película que hace que la bebida quede bien cerrada. El peso de los gránulos de PVC debe estar entre 212 y 218 mg. Si el peso es menor a 212, entonces, entre otras cosas, la película es muy delgada y eso puede causar fugas de gas en la bebida. Si el peso es mayor que 218 g, entonces se gasta mucho PVC y aumentan los costos. Para asegurar que se cumplen con especificaciones, se usa ordinariamente una carta de control: cada 30 minutos se toma una muestra de cuatro gránulos consecutivos de PVC y se pesan. En la tabla se muestran las últimas 25 medias y rangos obtenidas del proceso.





Sub Grupo	Media	Rango	Sub Grupo	Media	Rango
1	214.18	2.50	14	213.74	3.20
2	213.48	2.70	15	214.26	1.20
3	213.98	2.20	16	214.18	2.20
4	214.12	1.80	17	214.00	1.00
5	214.46	2.50	18	213.60	2.00
6	213.38	2.70	19	214.20	2.70
7	213.56	2.30	20	214.38	0.80
8	214.08	1.80	21	213.78	2.00
9	213.72	2.90	22	213.74	1.60
10	214.64	2.20	23	213.32	2.40
11	213.92	2.40	24	214.02	3.20
12	213.96	3.60	25	214.24	1.10
13	214.20	0.40			

Se le pide:

- La carta de control respectiva
- El porcentaje de producto defectuoso por exactitud, precisión y total.
- Un análisis de  $C_p$ ,  $C_{pk}$  y  $C_{pm}$
- Un análisis de estabilidad
- Defina el estado del proceso y sus recomendaciones.

**15-** Se ha tenido la idea de que en la empresa XX, el troquel 3026 tiene graves problemas pues no puede mantener su exactitud en una posición económica. Con el fin de investigar la situación, se tomaron treinta muestras de cinco piezas cada una y se midió el diámetro encontrándose en promedio de 15.6 mm y un intervalo promedio de 0.63 mm. La característica de esta máquina es que si las piezas tienen diámetros superiores a lo especificado se pueden reprocesar, pero si este diámetro es inferior a lo especificado, entonces se deben vender a una cuarta parte del costo. Si la especificación que se debe cumplir es  $15.60 \pm 0.56$  mm y los costos unitarios son los siguientes: costo del material ₡7.25, costo de re maquinado ₡2.15, costo de operación ₡9.35 y costo de transporte de unidades con disminución de precio ₡0.16. ¿Cuál es el costo esperado por pieza? ¿Cuál es la posición más económica de la media, cero defectos, cero re maquinado o el proceso centrado?

**16-** Los contenidos de cafeína, en miligramos, de una taza de cierta marca de café se registraron de la siguiente manera:

1.09	1.74	1.58	2.11	1.64	1.79	1.37	1.75
1.92	1.47	2.03	1.86	0.72	2.46	1.93	1.63
2.31	1.97	1.70	1.90	1.69	1.88	1.40	2.37
1.79	0.85	2.17	1.68	1.85	2.08	1.64	1.75
2.28	1.24	2.55	1.51	1.82	1.67	2.09	1.69





Si las tolerancias de la taza de café son  $1.5 \pm 0.5$  mg, calcule la media y la desviación estándar y estime los índices de Cp, Cpk y Cpm para esta muestra.

**17-** La especificación del peso de una preforma en un proceso de inyección de plástico es de  $60 \pm 1$ g. Para hacer una primera valoración de la capacidad del proceso, se obtiene una muestra aleatoria de  $n=40$  piezas y se obtiene que la media es 59,88 y la desviación 0,25.

- Estime con un intervalo de confianza de 95%, los índices Cp, Cpk y Cpm e interprete cada uno de ellos.
- ¿Hay seguridad de que la capacidad del proceso sea satisfactoria?
- ¿Por qué fue necesario estimar por intervalo?

**18-** Supóngase que una empresa que fabrica cerraduras tiene un problema con las dimensiones del ojo de una cerradura. Las especificaciones son 6,50 y 6,30 y se tiene un  $\sigma$  de 0.050. Se sabe que los costos unitarios de producción son: \$7.25 el costo del material, \$2.15 el costo de la reelaboración, \$9.35 el costo de operación y \$3 como costo de desecho. Si la empresa espera vender un pedido de 5000 cerraduras a un precio de \$20 cada una calcule:

- La posición más económica de la media
- ¿A cuánto ascienden las utilidades en la venta de estas 5000 cerraduras?

**19-** Una línea de producción de pantalones tiene grandes problemas de calidad pues los lotes se están produciendo con un promedio de defectuosos superior al 3% especificado como promedio, además la gerencia desea un máximo de 5% de producto defectuoso. Con el fin de investigar esta situación se ha recolectado la información utilizando un  $n = 170$ , que se presenta a continuación:

<b>Día</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Disconformes</b>	12	22	10	20	24	10	15	22	11	20
<b>Día</b>	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Disconformes</b>	33	35	17	12	25	11	20	17	22	18

- Establecer una carta de control p para monitorear la producción, analice los resultados obtenidos e interprete los límites del proceso.
- Después de un exhaustivo análisis y de la colaboración de los círculos de calidad se procedió a realizar mejoras en los métodos de trabajo obteniéndose los siguientes resultados:

<b>Día</b>	21	22	23	24	25	26	27	28	28	30
<b>Disconformes</b>	13	15	12	11	18	15	11	17	10	12

¿Se podrá afirmar que el trabajo realizado por los círculos de calidad fue tan exitoso que la fracción disconforme del proceso ha variado notoriamente? Antes de concluir esto pruebe que dicha conclusión es correcta utilizando un nivel de confianza del 0.05.



**20-** Easy S.A., ha tenido problemas para mejorar el proceso de armado en una línea de producción, dicho proceso se realiza de forma manual y la gerencia considera que los tiempos que le toman a la mano de obra son significativamente superiores a los que se desean. A mediados de la semana anterior se decidió aplicar un nuevo método de armado recién diseñado por los equipos 6 sigma de la empresa, para monitorear y controlar el nuevo proceso se tomaron 25 muestras de 3 observaciones cada una en los últimos cinco días, los datos observados en minutos por unidad se muestran a continuación:

Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	--
Promedio	40.13	40.20	39.67	38.33	40.43	39.80	41.47	38.80	38.53	38.13	39.53	40.33	--
Rango	2.60	6.00	1.00	3.60	1.20	3.40	5.40	6.80	2.20	6.00	1.80	2.60	--
Muestra	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Promedio	40.40	38.40	41.20	38.83	42.03	38.00	37.07	37.80	36.20	37.13	38.67	38.17	37.80
Rango	4.80	5.20	2.50	7.00	3.30	2.00	5.00	2.60	2.00	2.10	4.00	6.00	3.80

Se le pide:

- Haga la carta  $\bar{x}$  y  $\bar{R}$  del proceso y determine si el proceso está bajo control estadístico, de no ser así qué podemos deducir.
- Pruebe con un nivel de significancia del 5% que el nuevo método desarrollado por los equipos seis sigma ha dado resultado.

**21-** Considerar los dos procesos que se presentan abajo, si el tamaño de muestra es de 5 piezas y las especificaciones son de  $100 \pm 10$ , calcule  $C_p$ ,  $C_{pk}$  y  $C_{pm}$  e interprete estos índices. ¿Cuál proceso preferiría utilizar y por qué?

Proceso	Tamaño de muestra	Media muestras	Desviación muestral
1	40	99.88	3
2	40	102.02	2

**22-** EL Herrero S.A., es una empresa de metalmecánica que fabrica diversas piezas de diferentes tipos de metales o aluminio para el hogar. Actualmente su perforadora electrónica 3773 tiene graves problemas, pues no puede mantener su exactitud en una posición económica. Con el fin de investigar la situación se tomaron treinta muestras de cinco piezas cada una de una cerradura colonial que fabrica la compañía y se midió el diámetro del ojo encontrándose un promedio de 9.6 mm y un intervalo promedio de 0.035 mm. Si la especificación que se debe cumplir es  $9.60 \pm 0.028$  mm y los costos unitarios son los siguientes: Costo del material ₡10.00, costo de re maquinado ₡ 3.5, costo de operación ₡ 9.35 y costo de destrucción de unidades defectuosas de ₡ 4.00. ¿Cuál es el costo esperado por pieza?

*Una larga trayectoria de excelencia...*

