16 DE JULIO DEL 2013

Instituto tecnológico de Toluca

Ingeniería Industrial

REPORTE FINAL

ING. MA. DEL ROSARIO LARA DELFÍN

REVISOR: M. en I.
MARCO ANTONIO
GÓMEZ VÉLEZ

[ESTADÍSTICA Y CONTROL DE CALIDAD]

DOCUMENTO PARA EL ALUMNO

ESTE DOCUMENTO CONTIENE LA TEORÍA Y EJEMPLOS DE APLICACIÓN, QUE DEBE INTEGRAR EL ALUMNO A SU CONOCIMIENTO DE LA MATERIA PARA DESARROLLAR LAS COMPETENCIAS QUE MARCA EL PROGRAMA.

ESTADÍSTICA Y CONTROL DE CALIDAD

Unidad 1: **Estadística Descriptiva**

Competencia específica a desarrollar	*Actividades de Aprendizaje*
Aplicar conceptos básicos estadísticos a casos reales	• Investigación bibliográfica de conceptos básicos de estadística • De un conjunto de datos, hacer agrupaciones, calcular medidas de tendencia central y dispersión • Realización de ejercicios en clase y extra-clase de cálculo de distribuciones así como la elaboración de gráficos sobre la toma de datos de un caso real

EJERCICIOS, CUESTIONARIO Y CASO PARA LOS TEMAS CONTENIDOS EN LA UNIDAD 1

HISTOGRAMAS

1. Redondee los siguientes números a dos decimales.

a) 0.862 (b) 0.625 (e) 0.149 (d) 0.475

2. Efectúe las operaciones que se indican y exprese cada respuesta con la cantidad conecta de cifras significativas:

(a) (34.6)(8.20) (b) (0.035)(635) (e) 3.8735/6.1 (d) 5.362/6 (6 es número de conteo) (e) 5.362/6 (6 no es número de conteo)

3. Efectúe las operaciones que se indican y exprese cada respuesta con la cantidad correcta de cifras significativas:

(a) 64.3 + 2.05 (b) 381.0 -1.95 (c) 8.652 - 4 (4 no es número de conteo) (d) 8.652 - 4 (4 es número de conteo)

(e) 6.4 x 102 - 24.32

4. Durante sus últimos 70 partidos, un basquetbolista profesional obtuvo el siguiente marcaje:

(a) Elabore una hoja de anotaciones por orden ascendente.
(b) Utilizando los datos del marcaje, construya un histograma.

10 17 9 17 18 20 16
7 17 19 13 15 14 13
12 13 15 14 13 10 14
11 15 14 11 15 15 16
9 18 15 12 14 13 14
13 14 16 15 16 15 15
14 15 15 16 13 12 16
10 16 14 13 16 14 15
6 15 13 16 15 16 16
12 14 16 15 16 13 15

5. Una compañía que rellena botellas de champú se esfuerza por lograr que el peso específico del producto sea el mismo. En la tabla se ofrece el peso de 110 botellas que se revisaron a intervalos aleatorios. Elabore una marcación de estos pesos y construya un histograma de frecuencias. (El peso está en kilogramos.)

6.00 5.98 6.01 6.01 5.97 5.99 5.98 6.01 5.99 5.98 5.96
5.98 5.99 5.99 6.03 5.99 6.01 5.98 5.99 5.97 6.01 5.98
5.97 6.01 6.00 5.96 6.00 5.97 5.95 5.99 5.99 6.01 6.00
6.01 6.03 6.01 5.99 5.99 6.02 6.00 5.98 6.01 5.98 5.99
6.00 5.98 6.05 6.00 6.00 5.98 5.99 6.00 5.97 6.00 6.00
6.00 5.98 6.00 5.94 5.99 6.02 6.00 5.98 6.02 6.01 6.00
5.97 6.01 6.04 6.02 6.01 5.97 5.99 6.02 5.99 6.02 5.99
6.02 5.99 6.01 5.98 5.99 6.00 6.02 5.99 6.02 5.95 6.02
5.96 5.99 6.00 6.00 6.01 5.99 5.96 6.01 6.00 6.01 5.98
6.00 5.99 5.98 5.99 6.03 5.99 6.02 5.98 6.02 6.02 5.97

6. A continuación aparecen 125 lecturas obtenidas en un hospital por un analista de tiempos " y movimientos, quien realizó cinco lecturas al día, durante 25 días. Construya una hoja de anotaciones. Elabore una tabla en donde se muestren los

puntos intermedios, los límites de celda y las frecuencias observadas. Grafique un histograma de frecuencias.

DÍA	DURACIÓN DEL TIEMPO DE OPERACIÓN (MIN)
1	1.90 1.93 1.95 2.05 2.20
2	1.76 1.81 1.81 1.83 2.01
3	1.80 1.87 1.95 1.97 2.07
4	1.77 1.83 1.87 1.90 1.93
5	1.93 1.95 2.03 2.05 2.14
6	1.76 1.88 1.95 1.97 2.00
7	1.87 2.00 2.00 2.03 2.10
8	1.91 1.92 1.94 1.97 2.05
9	1.90 1.91 1.95 2.01 2.05
10	1.79 1.91 1.93 1.94 2.10
11	1.90 1.97 2.00 2.06 2.28
12	1.80 1.82 1.89 1.91 1.99
13	1.75 1.83 1.92 1.95 2.04
14	1.87 1.90 1.98 2.00 2.08
15	1.90 1.95 1.95 1.97 2.03
16	1.82 1.99 2.01 2.06 2.06
17	1.90 1.95 1.95 2.00 2.10
18	1.81 1.90 1.94 1.97 1.99
19	1.87 1.89 1.98 2.01 2.15
20	1.72 1.78 1.96 2.00 2.05
21	1.87 1.89 1.91 1.91 2.00
22	1.76 1.80 1.91 2.06 2.12
23	1.95 1.96 1.97 2.00 2.00
24	1.92 1.94 1.97 1.99 2.00
25	1.85 1.90 1.90 1.92 1.92

7. Al someter a prueba la resistencia relativa al esfuerzo de 150 puntos de soldadura de plata se obtuvieron los resultados que aparecen en la tabla siguiente. Haga la marcación de estas cifras y ordénelas en una distribución de frecuencia. Calcule el intervalo de celda y la cantidad aproximada de celdas. Elabore una tabla indicando los puntos intermedios de la celda, los límites de celda y las frecuencias observadas. Grafique un histograma de frecuencias.

1.5 1.2 3.1 1.3 0.7 1.3 0.1 2.9 1.0 1.3 2.6 1.7 0.3 0.7 2.4 1.5 0.7 2.1 3.5
1.1 0.7 0.5 1.6 1.4 1.7 3.2 3.0 1.7 2.8 2.2 1.8 2.3 3.3 3.1 3.3 2.9 2.2 1.2
1.3 1.4 2.3 2.5 3.1 2.1 3.5 1.4 2.8 2.8 1.5 1.9 2.0 3.0 0.9 3.1 1.9 1.7 1.5
3.0 2.6 1.0 2.9 1.8 1.4 1.4 3.3 2.4 1.8 2.1 1.6 0.9 2.1 1.5
0.9 2.9 2.5 1.6 1.2 2.4 3.4 1.3 1.7 2.6 1.1 0.8 1.0 1.5 2.2 3.0 2.0 1.8 2.9
2.5 2.0 3.0 1.5 1.3 2.2 1.0 1.7 3.1 2.7 2.3 0.6 2.0 1.4 3.3 2.2 2.9 1.6 2.3
3.3 2.0 1.6 2.7 1.9 2.1 3.4 1.5 0.8 2.2 1.8 2.4 1.2 3.7 1.3 2.1 2.9 3.0 2.1
1.8 1.1 1.4 2.8 1.8 1.8 2.4 2.3 2.2 2.1 1.2 1.4 1.6 2.4 2.1 2.0 1.1 3.8 1.3
1.3 1.0

8. Utilizando los datos del problema 4 construya:
(a)Un histograma de frecuencia relativa
(b)Un histograma de frecuencia acumulativa
(c)Un histograma de frecuencia acumulativa relativa

9. Utilizando los datos del problema 5 construya:
(a)Un histograma de frecuencia relativa
(b)Un histograma de frecuencia acumulativa
(c)Un histograma de frecuencia acumulativa relativa

10. Usando los datos del problema 6, construya:
(a) Un histograma de frecuencia relativa
(b) Un histograma de frecuencia acumulativa
(c)Un histograma de frecuencia acumulativa relativa

11. Usando los datos del problema 7, construya:
(a) Un histograma de frecuencia relativa

(b)Un histograma de frecuencia acumulativa
(c)Un histograma de frecuencia acumulativa relativa

12. Construya una gráfica de barras de los datos del:
(a)Problema 4
(b)Problema 5

13. Usando los datos del problema 6, construya:
(a)Un polígono
(b) Una ojiva

14. Usando los datos del problema 7, construya:
(a)Un polígono
(b)Una ojiva

15. Un electricista obtuvo las siguientes cinco lecturas después de probar el voltaje de línea de entrada en una casa: 115,113, 121, 115, 116. ¿Cuál es el promedio?

16. Un empleado hace seis viajes para cargar un trailer. Si las distancias que recorre en cada viaje, en metros, son 25.6, 24.8 ,22.6, 21.3, 19.6, 18.5, 16.2 y 15.5, ¿cuál es el promedio?

17. En la tabla siguiente se presenta la distribución de frecuencias correspondiente a la valoración de ruido obtenida en pruebas efectuadas en diversos sitios de una gran laminadora. El ruido está expresado en decibeles. Calcule la media.

PUNTO INTERMEDIO DE LA CELDA	FRECUENCIA
148	2
139	3
130	8
121	11
112	27
103	35

94	43
85	33
76	20
67	12
58	5
49	4
40	2

18. El peso de 65 troqueles, expresado en kilogramos, es el siguiente:

PUNTO INTERMEDIO DE LA CELDA	FRECUENCIA
3.5	6
3.8	9
4.1	18
4.4	14
4.7	13
5.0	5

Calcule la media

19. La altura promedio de 24 estudiantes de la sección 1 de un curso de control de calidad fue de 1.75 m; la altura promedio de 18 estudiantes de la sección 2 del mismo curso fue de 1.79 m; y la altura promedio de 29 estudiantes de la sección 3 de mismo curso fue de 1.68 m. ¿Cuál es la altura promedio de los estudiantes de las tres secciones de este curso?

20. Calcule la mediana de los números siguientes:
(a) 22, 11, 15, 8, 18
(b) 35, 28, 33, 38, 43, 36

21. Calcule la mediana de lo siguiente:
(a)La distribución de frecuencia del problema 6
(b) La distribución de frecuencia del problema 7

(c)La distribución de frecuencia del problema 17

(d)La distribución de frecuencia del problema 18

(e)La distribución de frecuencia del problema 28

(f)La distribución de frecuencia del problema 30

22. Calcule la moda de las siguientes series de números:

(a) 50, 45, 55, 55, 45, 50, 55, 45, 55

(b) 89, 87, 88, 83,86, 82,84

(c) 11, 17, 14, 12, 12, 14, 14, 15, 17, 17

23. En las pruebas de frecuencia de una varilla de bronce de 14 cm de longitud se obtuvieron los valores 1 200, 1 190, 1 205, 1 185 Y 1 200 vibraciones por segundo. ¿Cuál es la desviación estándar de la muestra?

24. Se hicieron cuatro mediciones del grueso del papel de este libro y los resultados fueron 0.076 mm., 0.082 mm., 0.073 mm y 0.077 mm. Calcule la desviación estándar de la muestra.

25. La distribución de frecuencia que se ofrece a continuación muestra el porcentaje de azufre orgánico presente en el carbón Illinois No. 5. Calcule la desviación estándar de la muestra.

PUNTO INTERMEDIO DE LA CELDA	FRECUENCIA (CANTIDAD DE MUESTRAS)
0.5	1
0.8	16
1.1	12
1.4	10
1.7	12
2.0	18
2.3	16
2.6	3

Calcule la desviación estándar de la muestra de lo siguiente:

(a)Los datos del problema 7

(b)Los datos del problema 17

26. Calcule la media y la desviación estándar de la muestra par la frecuencia de distribución de inspecciones diarias, de acuerdo con la siguiente tabla:

PUNTO INTERMEDIO DE LA CELDA	FRECUENCIA
1000	6
1300	13
1600	22
1900	17
2200	1I
2500	8

27. Con base en los datos del problema 17, construya:

(a)Un polígono

(b) Una ojiva

28. Con base en los datos del problema 18, construya:

(a)Un polígono

(b)Una ojiva

29. Con base en los datos del problema 28, construya:

(a)Un polígono

(b)Una ojiva

30. Con base en los datos del problema 30, construya:

(a) Un polígono

(b) Una ojiva

31. Con base en los datos del problema 17, construya:

(a) Un histograma

(b) Un histograma de frecuencia relativa

(c)Un histograma de frecuencia acumulativa

(d) Un histograma de frecuencia acumulativa relativa

32. Con base en los datos del problema 18, construya:
(a)Un histograma
(b)Un histograma de frecuencia relativa
(c)Un histograma de frecuencia acumulativa
(d)Un histograma de frecuencia acumulativa relativa

33. Con base en los datos del problema 28, construya:
(a)Un histograma
(b)Un histograma de frecuencia acumulativa
(d)Un histograma de frecuencia acumulativa relativa

34. Con base en los datos del problema 30, construya:
(a) Un histograma
(b) Un histograma de frecuencia relativa
(c)Un histograma de frecuencia acumulativa
(d)Un histograma de frecuencia acumulativa relativa

35. Si el máximo de ruido permisible es de 134.5 db, ¿qué porcentaje de los datos del problema 17 está por encima de ese valor?

36. Evalúe el histograma del problema 18, en el que las especificaciones son de 4.25 + 0.60 Kg.

37. Una compañía de servicios públicos no utiliza carbón cuyo contenido de azufre sea mayor de 2.25%. Basándose en el histograma del problema 28, ¿qué porcentaje de carbón cae en esa categoría?

38. La media de población de una compañía fabricante de bicicletas de carreras es de 9.07 Kg (20.0 lb) y la desviación estándar de la población es de 0.40 kg. Si la distribución es aproximadamente normal, calcule
(a) el porcentaje de bicicletas que pesa menos de 8.30 Kg,

(b) el porcentaje de bicicletas que pesa más de 10.00 kg y
(e) el porcentaje de bicicletas comprendido entre 8.00 y 10.10 kg.

39. Si el tiempo medio que toma la limpieza de un cuarto de motel es de 16.0 min y la desviación estándar es de 1.5 min, ¿qué porcentaje de las habitaciones tomará menos de 13.0 ¿Qué porcentaje de las habitaciones tomará más de 20.0? ¿Qué porcentaje tomará entre 13.0 y 20.5 min? Los datos están distribuidos normalmente.

40. Un fabricante de cereal frío desea que 1.5% del producto está debajo de la especificación de peso de 0.567 kg (1.25 lb). Si los datos están distribuidos normalmente y la desviación estándar de la máquina dispensadora del cereal es de 0.567 kg, ¿cuál es el peso medio requerido?

41. En el rectificado de precisión de una parte complicada, es más económico reelaborar esa parte que desecharla. Por ello se decidió definir el porcentaje de piezas reelaboradas en 12.5%. Suponiendo una distribución normal de los datos, que la desviación estándar es de 0.01 mm y el límite superior de la especificación es de 25.38 mm (0.99 pulgadas), calcule el centro del proceso.

42. Utilizando la información del problema 39, ¿cómo consideraría la normalidad de las distribuciones siguientes?
(a)Problema 4
(b)Problema 5
(e) Problema 6
(d) Problema 7
(e)Problema 18
(t)Problema 30

43. Con sus palabras y apoyándose en gráficas, conteste los siguientes incisos:
a) ¿Qué es la tendencia central y qué es la variabilidad de un proceso o unos datos?

b) Represente de manera gráfica y mediante curvas de distribución, dos procesos con la misma variabilidad pero diferente tendencia central.
e) Elabore la gráfica de dos procesos con la misma media pero diferente dispersión.
d) Represente dos procesos cuya forma de distribución sea diferente.
e) ¿Qué significa que un proceso sea capaz?

44. Si una característica de calidad debe estar entre 30 ± 2, y se sabe que su media es *f.1.* = 29.9; entonces, ¿se tiene buena calidad, se cumple con las especificaciones?

45. ¿De qué manera afectan los datos raros o atípicos a la media? Explique su respuesta.

46. Un grupo de 30 niños va de paseo en compañía de tres de sus maestras. La edad de los niños varía entre 4 y 8 años, la mitad tiene 5 años o menos. La edad que se repite más es la de 4. La edad de las tres maestras es de aproximadamente 30 años. Con base en lo anterior, incluyendo a las tres maestras, proponga un valor aproximado para la media, la moda y la mediana de la edad de los 33 paseantes. Argumente sus propuestas.

47. En una empresa se llevan los registros del número de fallas de equipos por mes; la media es de 4 y la mediana de 6.
a) Si usted tiene que reportar la tendencia central de fallas, ¿qué número reportaría? ¿Por qué?
b) ¿La discrepancia entre la media y la mediana se debió a que durante varios meses ocurrieron muchas fallas?

48. De acuerdo con los registros de una empresa, el ausentismo por semana del personal de labor directa es de 25 personas en promedio, con una desviación estándar de 5. Con base en esto, conteste los siguientes dos Incisos:
a) ¿Entre qué cantidad se espera que usualmente varíe el número de personas que no acuden a trabajar por semana?

b) Si en la última semana hubo 34 ausencias, ¿significa que pasó algo fuera de lo normal, por lo que debemos investigar qué sucedió y tomar alguna medida urgente para minimizar el problema?

49. En una empresa se lleva un registro semanal del número de empleados que acuden a la enfermería de la empresa a recibir atención médica. De acuerdo con los datos de los primeros seis meses del año se tiene que el número promedio por semana es de 16, y la desviación están dar es de 3.5. Con base en esto conteste los siguientes dos incisos:

a) ¿Entre qué cantidades se espera que varíen usualmente el número de empleados que acuden a la enfermería por semana?

b) Si en la última semana acudieron a la enfermería 25 personas, esto significa que en esa semana pasó algo fuera de lo usual. Conteste sí o no y explique por qué.

50. De acuerdo con cierta norma, a una bomba de gasolina en cada 20 Lts. Le permite una discrepancia de 0.2 L.

En una gasolinera se hacen revisiones periódicas para evitar infracciones y ver si se cumplen las especificaciones *(El* = 19.8, *ES* = 20.2). De acuerdo con los resultados de 15 inspecciones para una bomba en particular, la media y la desviación estándar de los 15 datos son 19.9 Y0.1, respectivamente. De acuerdo con esto, ¿se puede garantizar que la bomba cumple con la norma?

Argumente su respuesta.

51. Dos máquinas, cada una operada por una persona, son utilizadas para cortar tiras de hule, cuya longitud ideal es de 200 mm, con una tolerancia de ± 3 mm.

Al final del turno un inspector toma una muestra e inspecciona que la longitud cumpla especificaciones. A continuación se muestran las últimas 110 mediciones para ambas máquinas.

199.2 199.7 201.8 202.0 200.7 201.4 200.4 201.7 200.7 200.9 201.0 201.5 200.5 201.2 201.7
201.2 200.2 201.0 201.4 201.4 202.0 201.0 201.5 201.6 200.7 201.8 200.5 200.5 198.6 200.3
198.5 198.2 199.7 199.7 199.0 198.4 199.6 199.0 198.7 200.5 198.9 198.8 198.7 199.2 199.0

199.0 198.7 199.1 199.6 199.0 199.7 198.9 199.4 198.7 198.5 198.7201.0 201.4 201.2 201.2 201.1 200.6 200.8 199.6 199.1 198.4 199.3 200.3 199.2 198.6 200.0 200.8 200.9 200.1 201.0 201.3 200.7 198.4 198.3 198.8 197.8 198.1 200.3 199.8 202.1 200.7 201.4 200.6 200.6 199.5 199.0 198.9 198.5 199.9 198.3 199.6 201.5 201.4 201.3 200.5 201.2 200.1 200.3 198.2 198.8 199.2 199.7 200.5 197.9 198.5

Obtenga las medidas de tendencia central y con base en ellas señale si la tendencia central del proceso es adecuada.

b) Calcule la desviación estándar y una aproximación de los límites reales, ya partir de éstos decida si la variabilidad de los datos es aceptable.

e) Obtenga un histograma e interprételo (tendencia central, variabilidad, acantilados, sesgos, etcétera).

d) Con la evidencia obtenida antes, cuál es su opinión acerca de lo adecuado o no de la longitud de las tiras que se cortaron en el periodo que representan las mediciones.

52. En el caso del ejercicio anterior, considere que los primeros 55 datos (ordenados por renglón) corresponden a una máquina, y los últimos 55 a otra. Ahora conteste lo siguiente.

a) Evalúe las dos máquinas en cuanto a su centrado (tendencia central) y con respecto a la longitud ideal (200).

b) Analice la dispersión de ambas máquinas utilizando la desviación estándar y la regla empírica.

e) Haga un histograma para cada máquina e interprete cada uno de ellos.

d) De acuerdo con lo anterior, ¿cuál es el problema de cada máquina?

e) Considere que cada máquina es operada por una persona diferente, y determine cuáles son las posibles causas de los problemas señalados en el inciso anterior y señale qué haría para corroborar cuáles son las verdaderas causas.

f) Vuelva a analizar el histograma realizado en el inciso *e)* del ejercicio anterior y vea si de alguna forma se vislumbraba lo que detectó con los análisis realizados en este ejercicio.

53. En un área de servicios dentro de una empresa de manufactura se realiza una encuesta para evaluar la calidad del servicio proporcionado y el nivel de

satisfacción de los clientes internos. La encuesta consiste de 10 preguntas, y cada una de ellas evalúa diferentes aspectos del servicio proporcionado. Las respuestas para cada pregunta es un número entre 0 y 10. Para hacer un primer análisis de los resultados obtenidos se suman los puntos obtenidos de las 10 preguntas para .cada cuestionario. A continuación se muestran los puntos obtenidos en 50 cuestionarios.

78 78 82 85 81 86 80 73 84 68 84 75 78 76 76 82 85 91 80 70 87 77 82 84 48
49 39 39 43 35 42 34 44 49 34 30 43 31 34 41 42 45 42 35 38 39 42 43 29 80

a) Calcule las medidas de tendencia central, de dispersión a los datos anteriores y dé una primera opinión acerca de la calidad en el *servicio.*

b) Realice el histograma e interprételo con cuidado.

e) ¿Qué es lo más destacado que observa en el histograma?

d) ¿Tendría alguna utilidad hacer un análisis por separado de cada una de las preguntas? Explique.

54. En una fábrica de piezas de asbesto una característica importante de la calidad es el grosor de las láminas.

Para cierto tipo de lámina el grosor óptimo es de 5 mm y se tiene una discrepancia tolerable de 0.8 mm, ya que si la lámina tiene un grosor menor que 4.2 mm se considera demasiado delgada y no reunirá las condiciones de resistencia exigidas por el cliente. Si la lámina tiene un grosor mayor que 5.8 mm, entonces se gastará demasiado material para su elaboración y elevarán los costos del fabricante. Por lo tanto, es de suma importancia fabricar las láminas con el grosor óptimo, y en el peor de los casos dentro de las tolerancias especificadas. De acuerdo con los registros de las mediciones realizadas en los últimos tres meses se grosor medio es u = 4.75,la mediana 4.7,y la desviación estándar σ = 0.45.

a) De acuerdo con la media y la mediana, ¿el centrado del proceso es adecuado? Argumente.

b) Si considera sólo la media y la mediana, ¿puede decidir si el proceso cumple con las especificaciones? Explique.

e) Calcule los límites reales, haga la gráfica de capacidad y señale si el proceso cumple con especificaciones. Argumente su respuesta.

55. En el problema anterior, con el propósito de mejorar la calidad que se tenía en cuanto al grosor de las láminas, se implementó un proyecto de mejora siguiendo la metodología Seis Sigma. Varios de los cambios implementados fueron relativos a mejora y estandarización de los procedimientos de operación del proceso. Para verificar si el plan *tuvo* éxito, se eligieron láminas de manera aleatoria y se midió su grosor. Los 120 datos obtenidos durante tres días se muestran a continuación:

4.l	4.3	4.8	5.1	4.9	4.6	4.7	5.7	4.5	5.3	4.4	5.1	4.7	4.1	5.1	5.0	5.0	4.9	4.9	4.8	4.7	5.1
5.1	5.3	4.7	5.0	5.0	5.3	5.1	5.1	4.6	5.0	4.6	4.8	4.7	4.9	4.2	4.5	5.3	5.1	4.8	4.4	5.0	5.0
4.9	5.2	5.6	5.1	5.3	4.9	5.0	4.4	4.9	4.7	4.4	5.0	4.5	5.0	5.2	4.7	4.9	4.6	5.0	4.9	4.8	4.5
4.6	4.9	4.2	4.6	5.3	5.2	4.6	4.9	5.2	4.8	4.7	5.1	5.1	5.0	5.3	5.0	5.1	5.2	4.5	5.2	4.1	5.1
4.9	4.9	4.4	4.5	5.3	5.3	4.4	5.0	4.7	5.3	5.1	4.7	4.7	4.8	5.2	4.5	4.6	5.2	4.9	5.0	4.6	5.3
4.8	4.7	4.6	5.1	5.0	5.3	5.6	5.0	5.0	4.5												

a) Calcule la media y mediana de estos datos, y compárelas con las que se tenían antes del proyecto, decida si con los cambios se mejoró el centrado del proceso.
b) Calcule la desviación estándar y, con ésta, obtenga una estimación de los *nuevos* límites reales y decida si la variabilidad se redujo.
e) Construya un histograma, inserte las especificaciones e interprételo.
d) De acuerdo con todo lo anterior, ¿el proyecto dio buenos resultados? Argumente.
e) Si se observaron mejoras, ¿son suficientes para garantizar un producto dentro de especificaciones?

56. En la elaboración de envases de plástico primero se elabora la preforma, para la cual se tienen varios criterios de calidad, uno de ellos es el peso de ésta. Para cierto envase se tiene que el peso debe estar entre 28.00 ± 0.5 g. A continuación se muestran los últimos 112 datos obtenidos mediante una carta de control para esta variable.

27.72	28.39	**28.21**	28.19	**28.02**	27.93	**27.89**	27.88	**28.06**	27.91	**27.97**	27.95	**27.96**	27.94	**28.04**
28.05	27.81	**27.74**	27.95	**27.91**	27.93	**28.07**	28.13	**27.98**	27.87	**27.87**	27.82	**28.23**	27.90	**27.91**
28.16	27.94	**27.86**	27.84	**27.70**	27.98	**28.02**	28.00	**27.99**	28.13	**28.26**	28.10	**27.94**	28.07	**27.84**
27.90	27.87	**27.76**	27.95	**27.94**	27.81	**27.76**	27.96	**27.84**	27.85	**27.93**	28.22	**27.96**	27.88	**28.08**
28.04	28.19	**27.89**	28.08	**28.09**	28.02	**27.85**	28.27	**27.75**	27.98	**27.75**	27.82	**28.13**	27.88	**28.11**

28.05 28.14 **28.11** 28.08 **28.16** 28.04 **28.05** 27.75 **27.89** 27.94 **28.19** 28.10 **27.78** 27.63 **27.93** **27.74** 28.10 **28.14** 27.91 **27.84** 28.21 **27.85** 27.84 **28.12** 28.01 **27.97** 27.88 **28.00** 28.10 **28.16** **28.16** 28.01 **28.13** 27.97 **27.90** 27.87 **27.94**

a) Obtenga las medidas de tendencia central y señale si la tendencia central de las mediciones es adecuada.

b) Calcule la desviación están dar y una aproximación de los límites reales y con base en éstos decida si la variabilidad de los datos es aceptable.

e) Obtenga un histograma e interprételo (tendencia central, variabilidad, acantilados, sesgos, etcétera).

d) ¿Es adecuado el peso de las preformas?

57. Una característica *clave* en la calidad de las pinturas es su densidad, y un componente que influye en ésta es la cantidad de arenas que se utilizan en su elaboración. La cantidad de arena en la formulación de un lote se controla por medio del número de costales, que según el proveedor contienen 20 kg. Sin embargo, continuamente se tienen problemas en la densidad de la pintura que es necesario corregir con retrabajo y reprocesos adicionales. En este contexto se decide investigar cuánta arena contienen en realidad los costales. Para ello, se toma una muestra aleatoria de 30 costales de cada lote o pedido (500 costales). Los pesos obtenidos en las muestras de los últimos tres lotes se muestran adelante. Las especificaciones iniciales que se establecen para el peso de los costales de arena son de 20 ± 0.8 kg.

LOTE	PESO DE COSTALES DE LA MUESTRA
1	18.6 19.2 19.1 18.6 19.6 19.4 19.5 19.4 19.8 19.2 18.7 19.1 18.9 21.0 20.0 19.4 19.8 20.4 19.0 19.0 18.8 20.0 18.6 19.3 19.3 19.6 19.1 20.0 19.0 19.1
2	18.6 19.9 18.8 18.4 19.0 20.1 19.7 19.3 20.7 19.6 19.5 19.1 18.5 19.6 19.4 19.6 20.3 18.8 19.2 20.6 20.0 18.4 18.9 19.7 17.8 19.4 18.9 18.4 19.0 19.7
3	20.1 20.2 21.0 19.7 20.1 20.0 19.1 20.4 19.6 20.6 20.0 19.7 20.8 19.7 19.7 20.4 19.8 20.5 20.0 20.0 20.2 19.7 20.0 19.6 19.7 19.8 19.9 20.3 20.4 20.2

a) De acuerdo con los 90 datos, ¿el centrado del proceso es adecuado?

b) ¿La variabilidad es poca o mucha? Apóyese en los estadísticos adecuados.

e) Obtenga un histograma para los 90 datos, inserte las especificaciones e interprételo con detalle.

d) Dé su conclusión general acerca de si los bultos cumplen con el peso especificado.

e) Haga un análisis de cada lote por separado y con apoyo de estadísticos y gráficas, señale si hay diferencias grandes entre los lotes.

f) ¿Las diferencias encontradas se podrían haber inferido a partir del histograma del inciso *e)?*

58. En una empresa que fabrica *y vende* equipo para fotocopiado utilizan como un indicador importante de la calidad en el servicio posventa, el tiempo de respuesta a solicitudes de apoyo técnico debido a fallas en los equipos. Para problemas mayores, en cierta zona del país se estableció como meta que la respuesta se dé en un máximo de 6 horas hábiles; es decir, de que habla el cliente solicitando apoyo, *y* que si el problema se clasifica como grave no deben pasar más de 6 horas hábiles para que un técnico acuda a resolver el problema. A continuación se aprecian los tiempos de respuesta en horas para los primeros *nueve* meses del año (65 datos).

5.0	4.1	5.5	3.2	7.7	4.5	4.7	5.4	3.0	7.9	3.9	3.9	6.5	6.3	7.0	6.7	5.4	3.6	5.9	7.5	3.1	7.1
5.7	2.0	5.9	5.8	4.1	6.0	5.5	6.8	2.9	4.0	1.7	6.8	4.8	4.4	4.7	5.3	2.3	3.2	4.3	5.4	6.6	7.1
4.2	7.1	3.2	5.7	4.1	7.4	5.1	6.9	7.5	8.9	5.8	5.8	6.4	6.8	7.0	5.4	5.6	5.9	3.1	8.3	5.4	

a) Calcule las medidas de tendencia central *y* con base en éstas, ¿cree que se cumple con la meta?

b) Aplique [a regla empírica, interprete *y* diga qué tan bien se cumple la meta.

e) Haga un histograma e interprete sus aspectos más relevantes.

d) A partir del análisis que se ha realizado, ¿qué recomendaciones daría para ayudar a cumplir mejor la meta?

59. Los siguientes datos representan las horas caídas de equipos por semana en tres líneas de producción.

a) Analice los datos para cada línea *y* anote las principales características de la distribución de los datos.

b) Compare las tres líneas, ¿nota alguna diferencia importante?

SEMANA	LINEA 1	LINEA 2	LINEA 3	SEMANA	LINEA 1	LINEA 2	LINEA 3
1	7.7	6.6	7-5	14	6.3	6.5	8.5
2	6.8	5.2	8.1	15	7.8	7.7	8.0
3	8.5	7.2	6.2	16	6.7	7.4	7.7
4	8.6	9.2	7.4	17	7.3	6.1	7.5
5	5.7	6.7	8.2	18	5.7	6.2	8.2
6	7.9	6.2	6.0	19	6.2	7.3	7.7

7	8.1	7.1	8.2	20	7.3	6.9	7.0
8	7.6	8.1	8.1	21	5.0	6.1	6.5
9	7.1	6.4	6.7	22	5.0	6.9	6.2
10	7.3	6.3	8.0	23	5.4	8.4	6.0
11	7.8	8.2	8.1	24	7.5	5.0	6.1
12	6.1	8.4	8.1	25	6.0	7.4	5.8
13	6.4	7.4	7.0				

60. Una característica importante en la calidad de la leche de vaca es la concentración de grasa. En una industria en particular se fijó 3.0% como el estándar mínimo que debe cumplir el producto que se recibe directamente de los establos lecheros. Por medio de muestreos y evaluaciones en cierta época del año se obtuvieron los siguientes 90 datos sobre concentración de grasa en cierta región.

2.7	3.4	3.5	4.0	3.1	3.3	3.5	3.3	3.2	3.4	2.6	3.1	3.4	2.7	3.3	3.6	2.9	2.8	3.0	3.6	3.5	2.8	3.1	2.8
2.2	3.4	3.3	2.5	3.4	2.7	2.9	3.6	3.3	2.7	3.7	3.3	3.2	3.1	2.9	2.7	3.3	3.6	3.3	3.1	3.1	3.4	3.0	3.5
3.4	3.0	2.9	3.2	3.2	3.0	3.3	3.9	3.3	3.0	3.0	3.5	2.9	3.5	3.1	3.5	3.0	3.1	2.9	3.1	3.1	2.9	2.9	3.4
3.4	3.1	3.2	3.3	3.2	3.3	3.0	3.2	3.5	3.4	3.8	3.2	2.9	3.0	3.2	3.2	3.3	3.8						

a) Calcule las medidas de tendencia central y de *va*riabilidad, y comente acerca del cumplimiento del están dar mínimo para la concentración de grasa.

b) Obtenga un histograma, inserte el estándar mínimo e interprete de manera amplia.

e) La población de donde provienen estos datos, ¿cumple el estándar mínimo?

61. En la elaboración de *envases* de plástico es necesario garantizar que cierto tipo de botella en posición vertical tenga una resistencia mínima de 20 kg fuerza. Para garantizar esto, en el pasado se realizaba una prueba del tipo pasa-no-pasa, donde se aplicaba la fuerza mínima y se veía si la botella resistía o no. En la actualidad se realiza una prueba exacta, en la que mediante un equipo se le aplica fuerza a la botella hasta que ésta cede, y el equipo registra la resistencia que alcanzó. ¿Qué ventajas y desventajas tiene cada método?

62. En el caso del problema anterior, a continuación se muestran 100 datos obtenidos en las pruebas destructivas de la resistencia de botellas.

28.3	26.8	26.6	26.5	28.1	24.8	27.4	26.2	29.4	28.6	24.9	25.2	30.4	27.7	27.0	26.1	28.1
26.9	28.0	27.6	25.6	29.5	27.6	27.3	26.2	27.7	27.2	25.9	26.5	28.3	26.5	29.1	23.7	29.7
26.8	29.5	28.4	26.3	28.1	28.7	27.0	25.5	26.9	27.2	27.6	25.5	28.3	27.4	28.8	25.0	25.3

27.7	25.2	28.6	27.9	28.7	25.3	29.2	26.5	28.7	29.3	27.8	25.1	26.6	26.8	26.4	26.4	26.3
28.3	27.0	23.7	27.7	26.9	27.7	26.2	27.0	27.6	28.8	26.5	28.6	25.7	27.1	27.8	24.7	27.1
26.4	27.2	27.3	27.0	27.7	27.6	26.2	24.7	27.2	23.8	27.4	29.5	26.4	25.8	26.7		

a) Calcule las medidas de tendencia central y de variabilidad.

b) Estime los límites reales y comente si las botellas cumplen la resistencia mínima que se desea garantizar.

e) Obtenga un histograma, inserte una línea vertical en el valor de la resistencia mínima e interprete ampliamente.

d) Con base en los análisis anteriores, ¿considera que el proceso cumple con la especificación inferior?

63. En una empresa que elabora productos lácteos se tiene como criterio de calidad para la crema que ésta tenga un porcentaje de grasa de 45 con una tolerancia de ± 5. De acuerdo con los muestreos de los últimos meses se tiene una media de 44 con una desviación estándar de 1.3. Haga un análisis de capacidad para *ver* si se está cumpliendo con la calidad exigida, represente gráficamente los datos y comente los resultados obtenidos.

64. El volumen en un proceso de envasado debe estar entre 310 y 330 ml. De acuerdo con los datos históricos se tiene que μ = 318 σ =4. ¿El proceso de envasado funciona bien en cuanto al volumen? Argumente su respuesta.

65. En la elaboración de una bebida se desea garantizar que el porcentaje de CO2 (gas) esté entre 2.5 y 3.0. En el monitoreo del proceso se obtuvieron los siguientes 115 datos:

2.61	2.62	2.65	2.56	2.68	2.51	2.56	2.62	2.63	2.57	2.60	2.53	2.69	2.53	2.67	2.66	2.63	2.52
2.61	2.60	2.52	2.62	2.67	2.58	2.61	2.64	2.49	2.58	2.61	2.53	2.53	2.57	2.66	2.51	2.57	2.55
2.57	2.56	2.52	2.58	2.64	2.59	2.57	2.58	2.52	2.61	2.55	2.55	2.73	2.51	2.61	2.71	2.64	2.59
2.60	2.64	2.56	2.60	2.57	2.48	2.60	2.61	2.55	2.66	2.69	2.56	2.64	2.67	2.60	2.59	2.67	2.56
2.61	2.49	2.63	2.72	2.67	2.52	2.63	2.57	2.61	2.49	2.60	2.70	2.64	2.62	2.64	2.65	2.67	2.61
2.67	2.65	2.60	2.58	2.59	2.65	2.50	2.65	2.57	2.55	2.64	2.66	2.67	2.61	2.52	2.65	2.57	2.52
2.56	2.60	2.59	2.56	2.57	2.66	2.64										

a) Por medio de medidas de tendencia central determine si la tendencia central de las mediciones es adecuada.
b) Calcule la desviación estándar y una aproximación de los límites reales y, con base en éstos, decida si la variabilidad de los datos es aceptable.
e) Obtenga un histograma e interprételo (tendencia central, variabilidad, acantilados, sesgos, etcétera).
d) Con la evidencia obtenida antes, ¿cuál es su opinión acerca de la capacidad del proceso referido?

PARETO

66. En un análisis de Pareto primero se debe hacer un Pareto de problemas y después un Pareto de causas.
Explique en qué consiste cada uno de éstos y dé un par de ejemplos para ilustrarlo.

67. ¿En qué consiste el principio de Pareto? Explíquelo en el contexto de su área de trabajo.

68. En una empresa del ramo gráfico durante dos meses se ha llevado el registro del tipo de defectos que tienen los productos finales, y se obtuvieron los siguientes problemas con sus respectivos porcentajes: fuera de tono, 35%; manchas, 30%; fuera de registro, 15%; mal corte, 12%; código de barras opaco, 8%. De acuerdo con el principio de Pareto, ¿se puede afirmar que el problema vital, desde el punto de vista estadístico, es fuera de tono?

69. Enliste las principales actividades que realiza y, de acuerdo con el tiempo que les dedica a cada una de ellas, haga un Pareto.

70. Mediante un análisis, en una empresa se detectaron seis tipos básicos de quejas de los clientes, pero cada tipo de queja causó diferente grado de insatisfacción o molestia para el cliente. La escala que se utilizó para medir el grado de molestia es el siguiente: máxima molestia (10 puntos), mucha

insatisfacción (8), molestia moderada (6), poca (4), muy leve (2). Además, en el análisis se determinó la frecuencia con la que ocurrieron en el último semestre las distintas quejas. En la siguiente tabla se sintetizan los resultados de tal análisis:

TIPO DE QUEJA	GRADO DE MOLESTIA	FRECUENCIA \ DE OCURRENCIA
A	4	12 %
B	8	5 %
C	2	40 %
D	6	25 %
E	4	10 %
F	8	8 %

a) Realice un análisis de Pareto para determinar sobre qué tipo de queja se deben dirigir los esfuerzos para atender sus causas. Aplique la recomendación 2 del diagrama de Pareto.

71. De acuerdo con la información de una hoja de verificación en una línea del proceso de envasado de tequila, en el último mes se presentaron los siguientes resultados en cuanto a defectos y frecuencia:

DEFECTO DE ENVASADO	FRECUENCIA
Botella	804
Tapa	715
Etiqueta	1823
Contraetiqueta	742
Botella sin vigusa	916
Otros	102
Total de botellas envasadas en el mes	424 654

a) Realice un diagrama de Pareto y obtenga conclusiones.

72. En una empresa procesadora de carnes frías mediante una inspección al 100% se detectaron problemas en las salchichas. A continuación se muestran los resultados de una semana.

		PROBLEMA Y NÚMERO DE PAQUETES DEFECTUOSOS		
Máquina empacadora	Turno	Falta de *vacío*	Mancha *verde*	Mancha amarilla
A	I	4 300	700	700

	II	6 300	650	650
B	I	3 500	700	400
	II	6 600	500	420
C	I	8 500	800	324
	II	9 120	655	345

a) Considere que la gravedad de los tres problemas es la misma, realice un análisis de Pareto para problemas y detecte cuál es el más significativo.

b) Con respecto al problema vital, haga Paretos de segundo nivel (causas) tanto para máquina como para turno.

e) Vuelva a realizar los análisis anteriores, pero considerando que la gravedad del problema desde el punto de vista del cliente es la siguiente: falta de vacío (6), mancha verde (10), mancha amarilla (8).

73. En una fábrica de aparatos de línea blanca se han presentado problemas con la calidad de las lavadoras.

Un grupo de mejora de la calidad decide revisar los problemas de la tina de las lavadoras, ya que con frecuencia es necesario retrabajarla para que ésta tenga una calidad aceptable. Para ello, estratificaron los problemas en la tina de lavadora por tipo de defecto, con la idea de localizar cuál es el desperfecto principal. A continuación se muestra el análisis de los defectos encontrados en las tinas producidas en cinco meses. Realice un análisis de Pareto y obtenga conclusiones.

DEFECTO	FRECUENCIA
Boca de la tina ovalada	200
Perforaciones deformes	400
Boca de la tina despostillada	180
Falta de fundente	130
Mal soldada	40
Total	1950

74. Construya un diagrama de Pareto que represente el reemplazo de piezas de una estufa eléctrica. Los datos correspondientes a un período de seis meses son los siguientes: puerta del horno, 193; reloj, 53; quemadores del frente, 460;

quemadores de atrás, 290; control de quemador, 135; carretillas de cajonera, 46; otros, 84; reguladores del horno, 265.

75. Un equipo de proyecto estudia el costo que implican las descomposturas en una línea para embotellar bebidas refrescantes. El análisis de datos en miles de dólares correspondientes a un período de tres meses son: regulador de presión, 30; ajuste del gusano de alimentación, 15; atoramiento de la cabeza de cobre, 6; pérdidas de enfriamiento, 52; reemplazo de válvula, 8; otras, 5. Construya un diagrama de Pareto.

76. Aproximadamente dos tercios de los accidentes automovilísticos se deben a una inadecuada forma de conducir. Construya un diagrama de Pareto sin la línea acumulativa para los siguientes datos: dar vuelta en sentido incorrecto, 3.6%; velocidad de manejo excesiva para las condiciones imperantes, 28.1 %; distancia insuficiente entre dos vehículos, 8.1%; violaciones a las indicaciones de preferencia, 30.1 %; ocupar carriles de la izquierda o al permanecer en el centro, 3.3%; rebasar mal, 3.2%; otras causas, 23.6%.

77. En un importante club del disco del mes se reunieron datos sobre los motivos de la devolución de pedidos en el lapso de un trimestre. Los resultados obtenidos son los siguientes: se escogió mal el producto, 50,000; rechazados, 195,000; dirección incorrecta, 68,000; cancelación del pedido, 5,000; otros, 15,000. Construya el diagrama de Pareto correspondiente.

78. Los rechazos por errores en la pintura de carritos para podar césped fueron en el lapso de 1 mes por los motivos siguientes: quedaron burbujas, 212; pintura desvaída, 582; chorreaduras, 227; pintura en exceso, 109; salpicaduras, 141; pintura mala, 126; rayaduras, 434; otros, 50. Construya un diagrama de Pareto.

79. Mediante un diagrama de dispersión determine si existe una relación entre las temperaturas de un producto y el porcentaje de espuma presente en una bebida gaseosa. Los datos son los siguientes:

1 36 15 11 44 32
2 38 19 12 42 33
3 37 21 13 38 20
4 44 30 14 41 27
5 46 36 15 45 35
6 39 20 16 49 38
7 41 25 17 50 40
8 47 36 18 48 42
9 39 22 19 46 40
10 40 23 20 41 30

80. Por medio de un diagrama de dispersión determine si existe una relación entre las horas de utilización de una máquina y los milímetros de desviación del objetivo. Los datos de 20 pares *(x, y),* con las horas de utilización de la máquina como variable *x* son: (30, 1.10), (31, 1.21), (32, 1.00), (33, 1.21), (34, 1.25), (35, 1.23), (36, 1.24), (37, 1.28), (38,1.30),(39,1.30),(40,1.38),(41,1.35),(42,1.38),(43, 1.38),(44, 1.40),(45,1.42), (46, 1.45), (47, 1.45), (48, 1.50) Y (49, 1.58). Dibuje una línea para representar los datos utilizando sólo la estimación visual y calcule cuántos milímetros de desviación habrá después de 55 horas.

81. Los datos para la presión de un gas (kg/cnr') y su correspondiente volumen (litros) son los siguientes: (0.5, 1.62), (1.5, 0.75), (2.0, 0.62), (3.0, 0.46), (2.5, 0.52), (1.0, 1.00), (0.8,1.35), (1.2, 0.89), (2.8, 0.48), (3.2, 0.43), (1.8, 0.71) Y (0.3, 1.80). Dibuje un diagrama de dispersión y defina la relación correspondiente.

82. Los siguientes' datos (resistencia a la tensión, dureza) corresponden a la resistencia a la tensión (100 psi) y dureza (Rockwell E) de aluminio moldeado en matriz. Dibuje un diagrama de dispersión y defina la relación respectiva. (293, 53), (349,70), (368,40), (301, 55), (340, 78), (308, 64), (354, 71), (313, 53), (322, 82), (334,67), (377,70), (247, 56), (348, 86), (298, 60), (287, 72), (292, 51), (345,88), (380,95), (257,51), (258, 75).

DIAGRAMA DE DISPERSIÓN

83. ¿Cuál es el propósito de un diagrama de dispersión?
¿Qué tipo de variable va en el eje *X* y cuál en el eje *Y?*

84. Si el valor del coeficiente de correlación entre dos variables es cercano a cero, ¿significa que tales variables no están relacionadas? Argumente su respuesta.

85. En cierta empresa es usual pagar horas extras para cumplir con los tiempos de entrega. En este centro productivo, un grupo de mejora de calidad está tratando de reducir la proporción de piezas malas. Con este propósito deciden investigar la relación que existe entre la cantidad de horas extras, *X,* y el porcentaje de artículos defectuosos, *Y* A continuación se muestran los datos obtenidos.

SEMANA	HORAS EXTRAS	% DEFECTUOSO
1	340	5
2	95	3
3	210	6
4	809	15
5.	80	4
6	438	10
7	107	4
8	180	6
9	100	3
10	550	13
11	220	7
12	50	3
13	193	6
14	290	8
15	340	2
16	115	4
17	362	10
18	300	9
19	75	2
20	93	2
21	320	10
22	154	7

a) Obtenga el diagrama de dispersión para estas variables.

b) ¿Qué relación observa?

e) Con base en lo anterior, ¿puede concluir con seguridad que cuando se trabaja tiempo extra se incrementa el porcentaje de defectuosos porque ocurren factores como calentamiento de equipo, cansancio de obreros, etc., que causan mayores problemas en la calidad de las piezas?

86. En una fábrica de pintura se quiere reducir el tiempo de secado del barniz. Los siguientes datos corresponden al tiempo de secado del barniz (horas) y a la cantidad de aditivo con el que se intenta lograr tal reducción.

CANTIDAD DE ADITIVO	TIEMPO DE SECADO
0	14
1	11
2	10
3	8
4	7.5
5	9
6	10
7	11
8	13
9	12
10	15

a) Mediante un diagrama de dispersión investigue la relación entre el tiempo de secado y la cantidad de aditivo.

b) Con base en la relación; ¿alrededor de qué cantidad de aditivo recomendaría para reducir el tiempo de secado?

e) Obtenga el coeficiente de correlación entre ambas variables e interprételo.

d) Al parecer, el coeficiente de correlación lineal es muy bajo. ¿Quiere decir que el tiempo de secado no está relacionado con la cantidad de aditivo?

87. En una industria se desea investigar cómo influye la temperatura (0C) en la presión del vapor de B-trimetilboro. Los datos obtenidos con tal propósito se muestran a continuación:

TEMPERATURA	PRESIÓN
13.0	2.9
19.5	5.1
45.7	30.5
56.1	51.4
64.4	74.5
71.4	100.2
80.5	143.7
85.7	176.9
22.5	8.5
27.2	10.3
31.8	14.6

a) Construya un diagrama de dispersión e interprételo.

b) Obtenga el coeficiente de correlación y al interpretarlo compare con lo observado en el inciso *a).*

88. Como parte del análisis del problema de ausentismo se decide investigar la relación entre edad del empleado y días que faltó a laborar en el año. Los datos del último año se muestran a continuación.

EMPLEADO	EDAD	FALTAS	EMPLEADO	EDAD	FALTAS
1	29	6	21	25	7
2	33	5	22	38	3
3	40	0	23	22	0
4	23	8	24	30	4
5	31	6	25	29	7
6	20	9	26	34	10
7	30	5	27	35	5
8	38	5	28	20	1
9	23	8	29	32	5
10	25	6	30	25	5
11	26	7	31	36	5
12	30	5	32	30	5
13	42	2	33	20	10
14	34	5	34	38	4
15	31	6	35	39	4
16	18	11	36	34	4

17	33	6	37	35	6
18	33	4	38	27	7
19	33	5	39	40	3
20	32	5	40	31	6

a) Mediante un diagrama de dispersión, analice la relación entre estas dos variables.

b) ¿Qué tipo de relación observa y cuáles son algunos hechos especiales?

e) Calcule el coeficiente de correlación e interprételo.

UNIDAD 2

Unidad 2: Estadística Aplicada

Competencia específica a desarrollar	*Actividades de Aprendizaje*
Describir los aspectos fundamentales de la inferencia estadística y su aplicación en situaciones reales o simuladas	• Buscar información e identificar los elementos que conforman las pruebas de inferencia estadística • Discutir en grupo los conceptos de estimación • Proponer hipótesis y probarlas estadísticamente

EJERCICIOS, CUESTIONARIO Y CASO PARA LOS TEMAS CONTENIDOS EN LA UNIDAD 2

ESTIMACIÓN

1. En un estudio estadístico, ¿qué es una población y para qué se toma una muestra?

2. ¿Qué implica realizar una estimación puntual y en qué consiste la estimación por intervalo para la media?

3. ¿Por qué no es suficiente la estimación puntual y por qué se tiene que recurrir a la estimación por intervalo?

4. Explique el papel que desempeñan las distribuciones de probabilidad en la inferencia estadística.

5. En el contexto de estimación por intervalo, señale en forma específica qué parámetro utiliza cada una de las siguientes distribuciones para realizar estimaciones: *T* de Student, normal y *ji-cuadrada.*

6. En la elaboración de envases de plástico es necesario garantizar que cierto tipo de botella en posición *ver*tical tenga una resistencia mínima de 50 kg de fuerza. Para asegurar esto, en el pasado se realizaba una prueba del tipo pasa-no-pasa, donde se aplicaba la fuerza' mínima y se veía si la botella resistía o no. En la actualidad se realiza una prueba exacta, en la que mediante un equipo se aplica fuerza a la botella hasta que ésta cede, y el equipo registra la resistencia que alcanzó la botella.

a) ¿Qué ventajas y desventajas tiene cada método?

b) Para evaluar la resistencia media de los envases se toma una muestra aleatoria de n = 20 piezas. De los resultados se obtiene que $\bar{X}$ = 55.2 y *S* = 3.

Estime con una confianza de 95% ¿cuál es la resistencia promedio de los envases?

e) Antes del estudio se suponía que μ = 52. Dada la evidencia de los datos, ¿tal supuesto es correcto?

d) Con los datos anteriores, estime con una confianza de 95% ¿cuál es la desviación estándar poblacional (del proceso)?

7. Para evaluar el contenido de nicotina en cierto tipo de cigarros elaborados por un proceso se toma una muestra aleatoria de 40 cigarrillos y se obtiene que $\bar{X}$ *=18.1 mg y S=l.7.*

a) Estime con una confianza de 95%, ¿cuál es la cantidad de nicotina promedio por cigarro?

b) ¿Cuál es el error de estimación en el inciso anterior?

e) Antes del estudio se suponía que μ = 17.5. Dada la evidencia de los datos, ¿se puede rechazar tal supuesto?

d) Si se quiere estimar la media con un error máximo de 0.4, ¿qué tamaño de muestra se requiere?

e) Con los datos anteriores, estime con una confianza de 95% ¿cuál es la desviación estándar poblacional (del proceso)? *n* ¿Qué puede decir sobre la cantidad mínima y máxima de nicotina por cigarro? Es posible garantizar con suficiente confianza que los cigarros tienen menos de 20 mg de nicotina. Sugerencia: aplique la regla empírica

8. En un problema similar al del anterior es necesario garantizar que la resistencia mínima que tienen un envase de plástico en posición vertical sea de 20 kg. Para evaluar esto se obtuvieron los siguientes datos mediante pruebas destructivas:

28.3 26.8 26.6 26.5 28.1 24.8 27.4 26.2 29.4 28.6 24.9 25.2 30.4 27.7 27.0 26.1 28.1 26.9 28.0 27.6 25.6 29.5 27.6 27.3 26.2 27.7 27.2 25.9 26.5 28.3 26.5 29.1 23.7 29.7 26.8 29.5 28.4 26.3 28.1 28.7 27.0 25.5 26.9 27.2 27.6 25.5 28.3 27.4 28.8 25.0 25.3 27.7 25.2 28.6 27.9 28.7

a) Esta variable forzosamente tiene que evaluarse mediante muestreo y no al 100%, ¿por qué?

b) Realice un análisis exploratorio de estos datos (obtenga un histograma y vea el comportamientos de los datos obtenidos).

e) Estime con una confianza de 95%, ¿cuál es la resistencia promedio de los envases?

d) Antes del estudio se suponía que μ= 25. Dada la evidencia de los datos, ¿tal supuesto es correcto?

e) Con los datos anteriores, estime con una confianza de 95% ¿cuál es la desviación estándar poblacional
(del proceso)?

9. En la elaboración de una bebida se desea garantizar que el porcentaje de CO2 (gas) por envase esté entre 2.5 y 3.0. Los siguientes datos fueron obtenidos del monitoreo del proceso:

2.61 2.62 2.65 2.56 2.68 2.51 2.56 2.62 2.63 2.57 2.60 2.53 2.69 2.53 2.67 2.66 2.63 2.52 2.61 2.60 2.52 2.62 2.67 2.58 2.61 2.64 2.49 2.58 2.61 2.53 2.53 2.57 2.66 2.51 2.57 2.55 2.57 2.56 2.52 2.58 2.64 2.59 2.57 2.58 2.52 2.61 2.55 2.55 2.73 2.51 2.61 2.71 2.64 2.59 2.60 2.64 2.56 2.60 2.57 2.48 2.60 2.61 2.55 2.66 2.69 2.56 2.64 2.67

a) Realice un análisis exploratorio de estos datos (obtenga un histograma y vea el comportamientos de los datos obtenidos).

b) Estime con una confianza de 95%, ¿cuál es el CO2 promedio por envase?

e) Se supone que *11* debe ser igual a 2.75. Dada la evidencia, ¿es posible rechazar tal supuesto?

d) Con los datos anteriores, estime con una confianza de 95% la desviación están dar del proceso.

e) De los datos muestrales se observa que el mínimo es 2.48 y el máximo 2.73, ¿por qué el intervalo obtenido en el inciso *b)* tiene menor amplitud?

10. Una característica importante en la calidad de la leche de vaca es la concentración de grasa. En una industria en particular se fijó como están dar mínimo del producto que se recibe directamente de los establos lecheros sea de 3.0%. Por medio de 40 muestreos y evaluaciones en cierta época del año se obtuvo que *X* = 3.2 Y*5= 0.3.*

a) Estime con una confianza de 90% el contenido promedio de grasa poblacional.

b) ¿Cuál es el error máximo de estimación para la media? ¿Por qué? -

e) Si se quiere estimar la media con un error máximo de 0.05, ¿qué tamaño de muestra se requiere?

d) Estime con una confianza de 95%, ¿cuál es la desviación estándar poblacional?

e) ¿Qué puede decir acerca de la cantidad mínima y máxima de grasa en la leche? ¿Es posible garantizar con suficiente confianza que la leche tiene más de 3.0% de grasa? Sugerencia: aplique la regla empírica.

11. En la fabricación de discos compactos una variable de interés es la densidad mínima (grosor) de la capa de metal, la cual no debe ser menor de 1.5 micras. Por experiencia se sabe que la densidad mínima del metal casi siempre ocurre en los radios 24 y 57, aunque en el método actual también se miden los radios 32, 40 y 48. Se realizan siete lecturas en cada radio, lo cual da un total de 35 lecturas, de las cuales sólo se usa la mínima. A continuación se presenta una muestra histórica de 18 densidades mínimas:

1.81, 1.97, 1.93, 1.97, 1.85, 1.99, 1.95, 1.93, 1.85, 1.87, 1.98, 1.93, 1.96, 2.02, 2.07, 1.92, 1.99, 1.93

a) Argumente en términos estadísticos si las densidades mínimas individuales cumplen con la especificación de 1.5 micras. Sugerencia: aplique la regla empírica.

b) Encuentre un intervalo de confianza de 99% para la media de la densidad mínima.

e) Proporcione un intervalo de confianza de 99% para la desviación estándar.
d) Dibuje el diagrama de cajas para los datos e interprete los resultados.

12. Si la desviación estándar de la población es 150, encuentre el tamaño necesario de la muestra para estimar la verdadera media dentro de 90 puntos para un nivel de confianza de 95%.

13. Para un mercado de pruebas, calcule el tamaño necesario de la muestra para estimar la verdadera proporción de los consumidores satisfechos con un producto nuevo, dentro de ± 0.5 en un nivel de confianza de 90%. Suponga que no tiene una idea muy clara respecto a cuál es la proporción.

14. Si tenemos una población con una desviaci6n están dar de 2.1, ¿qué tamaño de la muestra se necesita para estimar la media de la poblaci6n dentro de ±.36, con una confianza de 99%?

15. Tenemos fuertes motivos para pensar que la proporción es de .8 más o menos. Encuentre el tamaño de la muestra necesario para estimar la proporción dentro de ± .06, con un nivel de confianza de 95%.

16. La gerencia de una empresa textil ha recibido últimamente muchos ataques por los efectos supuestamente nocivos que su proceso de manufactura ejerce sobre la salud. Un sociólogo propuso la teoría de que los empleados que mueren de causa natural muestran una notable uniformidad a lo largo de su vida. Los límites superior e inferior de la duraci6n de su vida difieren en no más de 550 semanas (aproximadamente *10.5* años), Para un nivel de confianza de 98%, ¿de qué tamaño ha de ser una muestra examinada si se quiere calcular la vida promedio de esos empleados dentro de ± 30 semanas?

17. Una tienda de comestibles vende bolsas de basura sin marca y ha recibido muchas quejas respecto a la resistencia de ellas. Parece ser que las bolsas sin marca son más débiles que las de marca que vende el competidor; por tanto, se rompen más pronto. El vicepresidente de compras quiere determinar el peso

máximo promedio que puede meterse en las primeras bolsas sin que se rompan. Si la desviación estándar del peso que rompe las bolsas es de 1.2 lbs, determine el número de bolsas que hay que probar para que el vicepresidente tenga una seguridad de 95% de que el peso de rotura promedio de la muestra se halla dentro de 0.5 lbs del promedio verdadero?

18. Un curso de lectura veloz garantiza cierto incremento en la rapidez de lectura en un plazo de 2 días. El maestro sabe que habrá pocos que no logren ese aumento, por lo cual antes de señalar el incremento garantizado quiere tener una confianza de 95% de que el porcentaje haya sido estimado dentro de ±3% del valor verdadero. ¿Cuál es el tamaño más conservador de la muestra necesario en este problema?

19. Una tienda que se especializa en lámparas y relojes quiere obtener una estimación por intervalo del número promedio de clientes que entra diariamente en la tienda. El dueño tiene una seguridad razonable de que la desviación están dar del número diario de clientes es 15. Ayúdelo a resolver el problema determinando el tamaño de la muestra que él debe usar si quiere lograr un intervalo de confianza de 96% para la verdadera media que tendrá un ancho de 8 clientes solamente.

20. En una muestra de 42 estaciones de gasolina en un estado, se comprobó que el precio promedio de un galón de gasolina sin plomo era $1.12, con una desviación están dar de $.04 por galón.
¿En qué intervalo caerá 99.7% de las veces la verdadera media del precio por galón de gasolina sin plomo en todo el estado?

21. ¿Cuál es la ventaja de utilizar la estimación por intervalo y no la estimación puntual?

22. ¿Por qué el tamaño del error estándar de un estadístico es importante en su empleo como estimador? ¿Con cuál característica de los estimadores se relaciona esto?

23. Susana Ramírez, jefa de archivo en un sistema universitario, necesita saber qué proporción de estudiantes tienen calificaciones por debajo de 2.0. ¿Cuántas calificaciones deben examinarse a fin de determinar esta proporción dentro de ±.01 con una confianza de 95%?

24. Un intervalo de confianza de 95% para la media de la población está dado por (94,126)y un intervalo de confianza de 75% está dado por (100.96,119.04). ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de ambas estimaciones del intervalo?

25. Una tienda de comestibles compró hace poco una carga de 1,500cajas de 24 onzas de cereal cada una. Una muestra aleatoria de 57 de ellas reveló un peso neto promedio de 23.2 onzas y una desviación estándar de .3 onzas.
a) Estime la desviación estándar de la población a partir de la desviación estándar de la muestra.
b) Estime el error están dar de la media de esta población finita.
c) ¿Cuáles son los límites superior e inferior del intervalo de confianza del peso neto medio, si el nivel deseado de confianza es de .95?

26. Si se tiene una media muestral de 91, una desviación estándar de la población de 5.1 y un tamaño muestral de 41, encuentre el nivel de confianza asociado a los siguientes intervalos:
a) (89.4, 92.6) b) (89, 93) e) (90.328, 91.672)

27. Basándose en el conocimiento de las cualidades deseables de los estimadores, ¿por qué motivos podría X ser considerado el mejor "estimador" de la verdadera población de la media?

28. Al presidente de una compañía petrolera le preocupa el número de pleitos en sus instalaciones y ha estado analizando diferentes medidas correctivas. Con el propósito de entender a los provocadores de las peleas mar adentro, muestreó aleatoriamente 41 días en que un grupo de trabajadores regresó de un permiso en tierra firme. En esa muestra la proporción promedio de trabajadores que se liaron

a golpes cada día es de .032 y la desviación estándar correspondiente es de 0.0130.

a) Dé una estimación puntual de la proporción promedio de trabajadores que participaron en pleitos en un día cualquiera en que un grupo de ellos regresó de tierra firme.

b) Estime la desviación estándar de la población asociada a este porcentaje de peleas.

e) Calcule un intervalo de confianza de 90% para las proporciones de empleados que intervienen en peleas a su regreso de tierra firme.

29. Si tenemos las siguientes expresiones de los límites de un intervalo de confianza, obtenga el nivel de confianza asociado al intervalo:

a) $\bar{X}$ - *1.6*σ_x a $\bar{X}$ + *1.6*σ_x

b) $\bar{X}$ - *1.8*σ_x a $\bar{X}$ + *1.8*σ_x

e) $\bar{X}$ - *2.4*σ_x a $\bar{X}$ + *2.4*σ_x

30. Harris Polls Incorporated está en la industria de encuestas a las familias. Por encuestas anteriores se sabe que la desviación estándar del número de horas de televisión vistas semanalmente por una familia es de 1.1 horas. Harris Polls quisiera determinar el número promedio de horas de televisión vistas a la semana por cada familia norteamericana. La exactitud es un factor importante y, por lo mismo, a esa empresa le gustaría tener una certidumbre de 98% de que el número promedio de la muestra de horas cae dentro de ±.3 horas del promedio nacional. En forma conservadora, ¿qué tamaño de muestra debe usarse?

31. Juan Beltrán acaba de comprar un programa de computadora que afirma que puede escoger, con una precisión de 85%, las acciones que aumentarán de precio la próxima semana. ¿En cuántas acciones deberá el señor Beltrán probar el programa a fin de tener una certidumbre de 98% de que el porcentaje de acciones que aumentan de valor en la siguiente semana se encuentra dentro de ±.03 de la muestra de la población?

32. El gerente de un hotel de veraneo quiere saber el número promedio de huéspedes diarios. La siguiente tabla contiene el número de los que se registraron cada 27 días seleccionados al azar. Calcule la media muestral.

61 57 59 50 61 54 53 60 60 60 50 54 64 57 57 58 61 51 54 62 53 58 63 62 63 60 57

33. Usando la información del ejercicio 20 como una:

a) Muestra, encuentre la desviación estándar de la muestra.

b) Población, calcule la desviación están dar de la población.

34. Al evaluar la eficacia de un programa de rehabilitación, en una encuesta a 52 presos de un total de 900 se descubrió que 35% de ellos ya habían cometido antes algún delito.

a) Estime el error estándar de la proporción de los reincidentes.

b) Construya un intervalo de confianza de 90% para la proporción de los reincidentes entre los presos de esta cárcel.

35. Durante la cosecha de manzanas, 105 bushels de manzanas fueron revisados por si había algunas podridas, pues una manzana podrida puede hacer que se pudran las demás. Se descubrió que había un promedio de 3.2 manzanas podridas por bushel. Se sabe que la desviación estándar de manzanas podridas por bushel es de .2 en este tipo de fruta.

a) Calcule el error estándar de la media

b) Establezca una estimación por intervalo alrededor de la media usando un error estándar de la media.

36. Con una muestra aleatoria de 60 autobuses, la oficina de transporte masivo de Montreal ha calculado que el número promedio de pasajeros por kilómetro es de 4.1. Gracias a estudios anteriores se sabe que la desviación están dar de la población es de 1.2 pasajeros por kilómetro.

a) Encuentre el error estándar de la media. (Suponga que la flotilla de autobuses es muy grande.)

b) Construya un intervalo de confianza de 95% para el número medio de pasajeros por kilómetro en cada población.

37. La oficina de hacienda muestreó 200 declaraciones de impuestos hace poco y descubrió que el ingreso promedio de la muestra por concepto de devolución de impuestos era de $425.39 con una desviación estándar de la muestra de $107.10.
a) Usando esta información, estime la devolución media de la población y su desviación estándar.
b) Usando las estimaciones anteriores, construya un intervalo donde la media de la población dé una confianza de 95% de que va a disminuir.

38. Un escuadrón de rescate está efectuando un estudio para analizar su eficiencia. En una muestra de 49 llamadas, el tiempo promedio de respuesta fue de 15.2 minutos. Se sabe que la desviación estándar de dicho tiempo es de 2.5 minutos, dato que se consiguió en un estudio precedente. Construya un intervalo de confianza para el tiempo medio de respuesta con un nivel de confianza de: a) 90% y b) 99%.

39. Un ingeniero del personal de una planta purificadora de agua mide todos los días el cloro contenido en 200 muestras. A través de varios años, ha comprobado que la desviación estándar de la población es de 1.4 miligramos de cloro por litro. Las últimas muestras dieron un promedio de 4.6 miligramos de cloro por litro.
a) Calcule el error estándar de la media.
b) Establezca el intervalo alrededor de 5.2, o sea la media de la población, que incluya la media muestral con una probabilidad de 68.7%.

40. Un ingeniero industrial estaba acumulando los tiempos normales de diversas tareas en un proceso de montaje de labor intensiva El proceso incluía 300 estaciones de trabajo, cada una de las cuales realizaba la misma tarea de montaje. Muestreó 7 estaciones y obtuvo los siguientes tiempos de montaje para cada una: 1.9, 2.5, 2.9, 1.3, 2.6, 2.8 y 3.0 minutos.
a) Calcule el tiempo medio de montaje y la correspondiente desviación están dar de la muestra.

b) Estime la desviación están dar de la población.
e) Construya un intervalo de confianza de 98% para el tiempo medio de montaje.

41. Un inspector de granos en un puerto marítimo descubre descomposición en 40 de 120 lotes seleccionados aleatoriamente de trigo embarcado en el puerto. Construya un intervalo de confianza de 95% para él, aplicable a la proporción real de lotes con trigo descompuesto en los embarques procedentes de ese puerto.

42. Una empresa de ropa está pensando en reintroducir corbatas anchas con diseños llamativos. A fin de evitar un fracaso estrepitoso, entrevistó a 75 ejecutivos jóvenes (su mercado primario) y averiguó que 70 de ellos opinaban que ese tipo de corbatas eran elegantes y querían comprar una. Usando un nivel de confianza de 98%, construya un intervalo de confianza para la proporción de ejecutivos jóvenes a quienes gustan las corbatas elegantes y llamativas.

43. El departamento de transporte ha establecido que la velocidad promedio de los automóviles en las carreteras interestatales no debe rebasar las 61 millas por hora, para que los departamentos estatales de carreteras conserven el subsidio federal. Policías de la guardia civil de North Carolina, en automóviles privados, cronometraron una muestra de 132 automóviles y descubrieron que la velocidad promedio era de 60.5 millas por hora, con una desviación estándar de 2 mph.
a) Encuentre el error estándar de la media.
b) ¿Cuál es el intervalo alrededor de la media muestral que contendrá la media de la población 95.5% de las veces?
e) ¿Puede North Carolina, sin incurrir en una mentira, decir que la verdadera velocidad promedio en sus carreteras es 61 mph o menos, con una confianza de 95.5%?

44. Marcos Sánchez, dueño del restaurante Aurora, piensa adquirir un nuevo mobiliario. Para decidir con mayores datos sobre la cantidad que puede invertir en mesas y sillas, desea determinar el ingreso promedio por cliente. Muestreó aleatoriamente a 9 clientes, cuya cuenta promedio resultó ser de $18.30 con una

desviación estándar de $3.60. Construya un intervalo de confianza de 95% para el monto de la cuenta promedio por cliente.

45. Un horticultor sabe que cierta cepa de maíz producirá siempre entre 80 y 140 bushels por acre.
Para tener un nivel de confianza de 90%, ¿cuántas muestras de un acre es preciso extraer a fin de estimar la producción promedio por acre, hasta una aproximación de ±5 bushels por acre?

46. Elije si es falso o verdadero

a) ( ) Se dice que un estadístico es un estimador eficiente del parámetro de una población si, con un tamaño creciente de la muestra, se tiene casi la certidumbre de que el valor del estadístico se acerca mucho al del parámetro de la población.
b) ( ) El intervalo es una gama de valores que se usan para estimar la forma de la distribución de una población.
c) ( ) Si un estadístico tiende a asumir valores más altos que el parámetro de la población con la misma frecuencia con que tiende a asumir valores que son más bajos, decimos que el estadístico es una estimación insesgada del parámetro.
d) ( ) La probabilidad de que el parámetro de una población se encuentre dentro de determinada estimación por intervalo recibe el nombre de nivel de confianza.
e) ( ) Con un tamaño creciente de la muestra, la distribución *t* tiende a adquirir una forma más plana.
f) ( ) Siempre hemos de utilizar la distribución *t,* y no la distribución normal, cuando la desviación están dar de la población no se conozca.
g) ( ) Podemos obtener una estimación aproximada de la desviación estándar de una población, si contamos con información sobre su intervalo.
h) ( ) Cuando se emplea una distribución *t* en la estimación, hay que suponer que la población es aproximadamente normal.

i) ( ) No siempre es recomendable emplear altos niveles de confianza, pues producen amplios intervalos de confianza.

j) ( ) Existe una distribución *t* para cada posible tamaño de la muestra.

k) ( ) Una estimación puntual es a menudo insuficiente, porque es correcta o incorrecta.

l) ( ) Se dice que la media de la muestra es un estimador insesgado de una media de la población, porque ningún otro estimador podría extraer información adicional de la muestra acerca de la media de la población.

m) ( ) El estimador de mayor uso de σ es s.

n) ( ) El error estándar de la proporción se calcula como $\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$

o) ( ) Los grados de libertad empleados en una estimación de la distribución t son iguales al tamaño de la muestra.

p) ( ) La distribución t es menos capaz de aproximarse a una distribución normal conforme crece el tamaño de la muestra.

q) ( ) La distribución t no necesariamente ha de emplearse en la estimación, si se conoce la desviación estándar de la población.

47. Elije la respuesta correcta

1) Cuando se escoge el estimador de un parámetro de una población, es preciso considerar:

a) Suficiencia c) Eficiencia e) a y e pero no b

b) Claridad d) Todos los anteriores

2) Suponga que a 200 miembros de un grupo se les preguntó si les gustó un producto en particular. Cincuenta contestaron afirmativamente y 150 contestaron negativamente. Suponiendo que la respuesta afirmativa significa un éxito, ¿cuál de las siguientes expresiones es correcta?

a) $\bar{p}$ = .33 b) $\bar{p}$ = .25 e) $\bar{p}$ = .33 d) $\bar{p}$ = .25 e) b y d solamente

3) Suponga que toma una muestra y calcula $\bar{X}$ como 100. Luego calcula el límite superior de un intervalo de confianza de 90% para p.; su valor es 112. ¿Cuál es el límite inferior de este intervalo de confianza?

a) 88 c) 100

b) 92 d) No puede determinarse con la información disponible

4) Después de seleccionar una muestra y calcular $\bar{X}$, un estadístico dice: "Tengo confianza de que 88% de la media de la población fluctúa entre 106 y 122". ¿Qué es lo que realmente está diciendo?

a) Hay una probabilidad de .88 de que μ.fluctúe entre 106 y 122.

b) Hay una probabilidad de .88 de que μ = 114, o sea el punto medio del intervalo.

c) 88% de los intervalos calculados de las muestras de este tamaño contendrán la media de la población.

d) Todos los anteriores

e) a y c pero no b.

5) ¿Cuál de los siguientes enunciados es una condición necesaria para utilizar una tabla de distribución *t?*

a) *n* es pequeña. d) Todos los anteriores.

b) Se conoce s, no así *σ.* e) a y b pero no c.

c) La población es infinita.

6) ¿Cuál de las siguientes distribuciones *t* se espera que tenga la mayor parte del área en sus extremos?

a) $\bar{X}$ = .83, grados de libertad = 12 c) $\bar{X}$ = 15, *n* = 19

b) $\bar{X}$ = 15, grados de libertad = 19 d) $\bar{X}$ = 8.3, *n* = 12

7) ¿Cuál de los siguientes enunciadores es una diferencia entre las tablas de distribución *t* y z?

a) La tabla de distribución *t* tiene valores únicamente para unos cuantos porcentajes.

b) La tabla de distribución *t* mide la probabilidad de que el parámetro de la población que estamos estimando se halle en nuestro intervalo de confianza.
c) Debemos especificar los grados de libertad con que estamos trabajando al utilizar una tabla z.
d) Todos los anteriores.
e) a y b pero no c.

8) Supóngase que estamos tratando de estimar una variancia de la población por medio de S^2. Es incorrecto calcular S^2 como $\frac{\sum(x-x^2)}{n}$) porque el valor seria:
a) Sesgado b) Ineficiente e) Incongruente d) Insuficiente

9) Cuando se consideran muestras de un tamaño mayor que 30, empleamos la tabla de distribución normal aun cuando la desviación estándar de la población no se conozca. ¿Por qué lo hacemos?
a) El cálculo de los grados de libertad se dificulta con tamaños grandes de la muestra.
b) El número de porcentajes que necesitamos para calcular los intervalos de confianza excede el número contenido en las tablas de distribución *t.*
e) Es difícil calcular X (y, por tanto, S^2) en muestras grandes.
d) Ninguno de los anteriores.
e) a y c pero no b.

10) Suponga que, en una población con $N = 50$, se selecciona una muestra de tamaño 15; se sabe que σ^2 es 36 y que S^2 de la muestra es 49; X de la muestra se calcula en 104.
¿Cuál de las siguientes expresiones debería emplearse al calcular un intervalo de confianza de 95% para μ?
a) Distribución *t* de Student d) a y e pero no b
b) Distribución normal e) b y e pero no a
c) Multiplicador de población finita

11) Podemos utilizar la distribución normal para representar la distribución de muestreo de la población cuando:

a) El tamaño de la muestra es mayor que 10

b) El tamaño de la muestra es menor que 50

c) El tamaño de la muestra es mayor que 5

d) Ninguno de los anteriores

12) Si un estadístico subestima el parámetro de una población en la misma medida en que lo sobreestima, lo llamaremos:

a) Congruente c) Eficiente e) Ninguno de los anteriores

b) Suficiente d) Todos los anteriores

48. Completa

a) Un solo número usado para estimar el parámetro desconocido de una población es una estimación _____

b) Un intervalo de valores que se usa para estimar el parámetro de una población desconocida es una estimación _____

c) Una vez que sabemos algo sobre una muestra, el número de valores de la muestra que podemos especificar libremente recibe el nombre de_____

d) La familia de distribuciones de probabilidad usadas cuando se ignora la desviación estándar de la población, cuando el tamaño de la muestra es pequeño y los valores se aproximan a la distribución normal es _____

e) Cuando ofrecemos una estimación por intervalo del parámetro de una población, mostramos el grado de seguridad de que el intervalo contenga el parámetro real de la población estableciendo un nivel _____

f) El límite inferior y el límite superior de confianza son _____respecto de _____.

CASO CONCEPTUAL

(Nortern White Metals Company)

Jody Wallis había iniciado su carrera en el departamento de servicios estadísticos de una gran compañía de seguros médicos, pero pronto decidió trabajar en la atmósfera más fascinante de una empresa industrial diversificada. Sarah Porter, aunque con menos experiencia, gozaba de gran respeto por su competencia técnica, así como por su afabilidad y carácter extrovertido.

Se habían puesto a trabajar de inmediato, como había dicho el presidente ejecutivo que lo harían, y Dick estaba muy contento con el progreso hecho por ellos. Un análisis exhaustivo de las operaciones automatizadas en el departamento de producción había dado por resultado procedimientos más eficientes de control de calidad. También en el departamento de anodizado se recomendaron y se hicieron mejoras. Dick pensó que lady y Sarah serían una valiosa adición a su personal, pues estaba muy impresionado por su dedicación, su trabajo de equipo y las buenas relaciones que sostenían con el resto de los empleados. Sus pensamientos se interrumpieron cuando dos de los representantes más importantes de ventas, Bill Hamilton y Lynn Martin, tocaron la puerta entreabierta del despacho de Dick.

Dick les dijo que pasaran y les preguntó el motivo de su inesperada visita.

"No pensamos que esto pueda aguardar hasta la próxima reunión de ventas que se celebrará la semana entrante", explicó Bill. "Como usted sabe, ha habido problemas con algunas de mis cuentas, semejantes a los que tuvimos con NES Electronics."

"Lamento mucho lo sucedido y ya estoy enterado", replicó Dick, "pero creo que el personal técnico tiene ahora en sus manos el problema del control de calidad. Y están haciendo un magnífico trabajo", señaló con entusiasmo.

"Precisamente por eso estamos aquí", observó Lynn. "Bill y yo esperábamos que Jody y Sarah nos ayudasen a recuperar parte del prestigio que hemos perdido con algunos clientes importantes." Y luego empezó a explicar que algunos de esos clientes estaban mostrando poca confianza en la calidad de los productos de Northern White Metals Company y no querían hacer pedidos en grandes volúmenes.

En ese momento apareció Jody en el umbral de la puerta, trayendo en sus manos una pila de papeles.
"Disculpen la interrupción", dijo.
"No te preocupes", la interrumpió Dick, "adelante".
"Sarah y yo acabamos de terminar la entrevista y yo quería ir a verte para discutir esto contigo", dijo Jody.
"Muy bien", respondió Dick. "Ya que estás aquí, quizá puedas ayudarles a Lynn y Bill con un problema de ventas."
Jody dijo que le gustaría mucho hacerla, y Lynn reanudó en el punto donde se había detenido por la interrupción.
"Algunos clientes muy importantes han tenido últimamente problemas con algunos de nuestros productos. Necesitamos algo específico, algo más que meras palabras para convencerlos de que la situación ha mejorado", manifestó
Lynn con vehemencia. "¿Qué clase de seguridad podemos dar en este momento sobre la calidad de nuestros productos?", preguntó.
"Bueno", contestó Jody con una sonrisa, "¿qué clase de seguridad necesita usted?"
Lynn y Bill necesitaban apoyo técnico para sus presentaciones de ventas con algunos clientes que habían perdido la confianza en la capacidad de la empresa para entregar un producto que se ajustase a las especificaciones. ¿Qué tipo de evidencia podía ofrecerse de que se habían implantado nuevos y eficaces métodos de control? ¿Qué tipo de información requerirá Jody para proporcionar esa evidencia?

PRUEBAS DE HIPÓTESIS

49. ¿Qué significa probar una hipótesis?

50. Dos máquinas, cada una operada por una persona, son utilizadas para cortar tiras de hule, cuya longitud ideal debe ser de 200 mm. De las inspecciones de una semana (25 piezas) se observa que la longitud media de las 25 piezas para una máquina es de 200.1 y para la otra es de 201.2. ¿Es significativa la diferencia entre los dos casos? Argumente su respuesta.

51. Se desea comprar una gran cantidad de bombillas y se tiene que elegir entre las marcas *A* y *B.* Para ello, se compraron 100 focos de cada marca y se encontró que las bombillas probadas de la marca *A* tuvieron un tiempo de vida medio de 1 120 horas, con una desviación están dar de 75 horas; mientras que las de la marca *B* tuvieron un tiempo de vida medio de 1 064 horas, con una desviación estándar de 82 horas.

a) ¿Es significativa la diferencia entre los tiempos medios de vida? Use $\alpha = 0.05$. Aplique la prueba *T* de Student suponiendo igualdad de varianzas.

b) Repita lo anterior pero sin suponer igualdad de varianzas.

Formule una hipótesis nula y una hipótesis alternativa para probar si las nevadas anuales medias de Buffalo, Nueva York, exceden de 45 pulgadas.

52. Describa lo que la hipótesis nula y la hipótesis alternativa suelen representar en el proceso de prueba de hipótesis.

53. Defina la expresión *nivel de significancia.*

54. Defina los errores de tipo I y de tipo II.

55. En un juicio, la hipótesis nula señala que un acusado es inocente de cierto crimen. ¿Preferirá el sistema legal cometer un error de tipo I o de tipo II con esta hipótesis?

56. ¿Cuál es la relación existente entre el nivel de significancia de una prueba y el error de tipo I?

57. Si nuestra meta es aceptar una hipótesis nula de que $\mu = 98.6$ con 85% de certidumbre cuando es verdadera y si nuestro tamaño de la muestra es de 50, represente en un diagrama las regiones de aceptación y rechazo para las siguientes hipótesis alternativas:

a) $\mu \neq 98.6$ b) $\mu > 98.6$ c) $\mu < 98.6$

58. Para los siguientes casos, especifique qué distribución de probabilidad se empleará en una prueba de hipótesis:

a) H_o: μ=19.5 H_a: *μ≠F19.5* $\bar{X}$ *=23.2* *σ=5* *n=36*

b) H_o: *μ* = 536 H_a: *μ*< 536 $\bar{X}$ = 548 s = 42 *n* = 26

e) H_o: μ=307 H_a:μ>307 $\bar{X}$ *=328* *σ=63* *n=19*

d) H_o: μ=38 H_a: *μ≠F38* $\bar{X}$ *=42* *s=3.6* *n=42*

e) H_o: μ=1297 H_a: μ>1297 $\bar{X}$ *=1325* *s=163* *n=13*

59. Su hipótesis nula establece que la batería de un marcapaso tiene una vida promedio de 300 días, y la hipótesis alternativa señala que la vida de la batería dura más de 300 días. Si usted fuera el ingeniero de control de calidad del fabricante de las baterías:

a) ¿Preferiría cometer un error de tipo I o de tipo II?

b) Basándose en la respuesta a la parte a), ¿recurriría a un nivel alto o bajo de significancia?

60. ¿En qué condiciones conviene aplicar la prueba de un extremo? ¿Y una de dos extremos?

61. Si tuviera que decidir que una prueba de un extremo es la adecuada, ¿cómo determinaría si debería ser de extremo inferior o de extremo superior?

62. Un ingeniero de seguridad en carreteras decide probar la capacidad de carga de un puente que tiene 20 años de construido. Dispone de abundantes datos recabados de pruebas semejantes efectuadas en la misma clase de puente. ¿Conviene aplicar una prueba de un extremo o de dos extremos? Si la capacidad mínima de carga del puente ha de ser 10 toneladas, ¿cuáles son la hipótesis nula y la hipótesis alternativa?

63. El doctor Roberto Duran piensa que la nicotina de los cigarros hace que durante el día los fumadores presenten en promedio una mayor frecuencia cardiaca que los no fumadores. También está convencido de que los fumadores buscan la nicotina en los cigarros, más que fumar por la satisfacción física del acto

en sí. De ahí que el fumador promedio consuma más cigarros al día si deja una marca con alto contenido de nicotina por otra que tenga un nivel de contenido bajo.

a) Suponga que el doctor Durán sabe que los no fumadores tienen durante el día una frecuencia cardiaca promedio de 78 latidos por minuto. ¿Cuáles son la hipótesis nula y la hipótesis alternativa con que se prueba su primera opinión?

b) En los 3 últimos meses, el doctor Durán ha estado observando una muestra de 48 individuos que fuman un promedio de 15 cigarros diarios con un alto contenido de nicotina. Acaba de hacer que cambien de marca y que fumen una que tiene poca nicotina. Formule la hipótesis nula y la hipótesis alternativa para probar esta segunda opinión.

64. Una tienda de artículos deportivos ha iniciado una promoción especial para su horno de propano y piensa que la promoción deberá culminar en un cambio de precio. Sabe que, antes de comenzar la promoción, el precio promedio al menudeo del horno era de $41.95, con una desviación estándar de $5.36, La tienda muestrea 16 de sus detallistas una vez iniciada la promoción y descubre que el precio medio de los hornos ahora es de $38.95. En un nivel de significancia de .02, ¿tiene motivos para pensar que el precio promedio al menudeo ha disminuido?

65. De 1980 hasta 1985, la razón media de precio/ganancias de aproximadamente 1,800acciones cotizadas en la Bolsa de Valores de Nueva York fue de 14.35, con una desviación estándar de 9.73. En una muestra de 30 acciones elegidas al azar, la razón media de precio/ganancias fue de 11.77en 1986. ¿Esta muestra ofrece suficiente evidencia para afirmar (en un nivel de significancia de .05) que en 1986 esa razón media de la Bolsa de Valores de Nueva York ha cambiado su valor anterior?

66. Una empresa industrial supone que la vida de su prensa rotativa más grande es de 14,500 horas, con una desviación estándar de 2,100 horas. De una muestra de 25 prensas la compañía obtiene una media muestral de 13,000 horas. En un

nivel de significancia de .01, ¿debe la compañía concluir que la vida media de las prensas es menor que las 14,500 supuestas?

67. American Theaters sabe que una película de gran éxito se exhibirá un promedio de 84 horas en cada ciudad, y la desviación estándar correspondiente fue de 10 días, El gerente del distrito del sureste quería comparar la popularidad de la película en su región con la que alcanzó en otros cinemas del país, Seleccionó aleatoriamente 75 cinemas de su región y descubrió que exhibieron la película un promedio de 81.5 días.
a) Formule las hipótesis correspondientes para probar si hubo una diferencia significativa en las Semanas de exhibición de la película entre los cinemas en el distrito del sureste y en todas las demás salas del país.
b) En un nivel de significancia de 1%, pruebe estas hipótesis.

68. La comisión promedio que cobran las empresas norteamericanas de servicios de corretaje en la venta de acciones comunes es de $144, con una desviación estándar de $ 52. Un corredor ha extraído una muestra aleatoria de 121transacciones de sus clientes y determinó que pagaron una comisión promedio de $151. En un nivel de significancia de.10, ¿podemos afirmar que las comisiones de su cliente son superiores al promedio de la industria?

69. Todos los días el United States Customs Service, descubre siempre unos 28 millones de dólares en artículos introducidos ilegalmente en el país, con una desviación estándar de $16 millones al día. En 64 días elegidos aleatoriamente en 1986, esa oficina interceptó un promedio de 30.3 millones de dólares en artículos de contrabando. ¿Indica esa muestra (en un nivel de significancia de 5%) que al jefe de aduanas debe preocuparle el hecho de que el contrabando haya rebasado su nivel histórico?

70. Antes del embargo petrolero de 1973 y de los incrementos posteriores en los precios del petróleo crudo, el consumo de gasolina en Estados Unidos había crecido a una tasa mensual de .57% ajustada a la estación del año, con una desviación estándar de .10% al mes. En 15 meses escogidos aleatoriamente entre

1975 y 1985, el consumo de gasolina aumentó a un porcentaje promedio de apenas .33% por mes. En un nivel de significancia de .01, ¿puede afirmar usted que el crecimiento en el consumo de gasolina disminuyó a raíz del embargo y sus consecuencias?

71. Un equipo semiprofesional de béisbol tiene un jugador que encabezó la liga en el promedio de bateo durante muchos años. En los últimos años, ese jugador consiguió un promedio de bateo de .343, con una desviación estándar de .018. Sin embargo, este año su promedio es apenas de .306. El jugador está renegociando su contrato de la próxima temporada, y el sueldo que obtendrá depende mucho de su capacidad para convencer al dueño del equipo de que su promedio de bateo en este año no difiere muy significativamente del logrado en años anteriores. Si el dueño está dispuesto a usar un nivel de significancia de .02, ¿reducirá el sueldo del jugador en el próximo año?

72. Un fabricante de blusas para dama sabe que su marca se expande en 19% de las tiendas de ropa de mujer al este de río Mississipi. Hace poco, muestreó 85 de esas tiendas en la costa occidental y descubrió que 14.12% de las tiendas venden la marca. En un nivel de significancia de .04, ¿hay pruebas de que el fabricante tiene una distribución menos satisfactoria en la costa occidental que la región oriental del Mississipi?

73. De un total de 9,700 préstamos, otorgados por la asociación cooperativa de crédito de los empleados, en el último periodo de 5 años, 350 fueron muestreados para determinar qué proporción fue concedida a las mujeres. La muestra reveló que 41% de los préstamos se concedían a las empleadas. Un estudio similar, efectuado hace 5 años, mostró que 35% de los prestatarios eran mujeres. En un nivel de significancia de .02, ¿puede usted afirmar que la proporción de préstamos otorgados a las mujeres ha cambiado significativamente durante los últimos 5 años?

74. Una compañía se especializa en la aplicación de técnicas de ingeniería genética para producir nuevos productos farmacéuticos. Hace poco inventó un

pulverizador que contiene interferon, el cual reducirá la transmisión del resfriado común entre parientes. En la población general, 15.1% de todos los que contraerán el resfriado causado por rhinovirus cuando otro miembro de la familia sufre la enfermedad. El pulverizador de interferon fue probado en 180 personas, y uno de los miembros de sus familias contrajo resfriado por rhinovirus. Sólo 17 de los sujetos sufrieron un resfriado semejante.

a) En un nivel de significancia de .05, ¿deberá la empresa farmacéutica concluir que el nuevo pulverizador logra reducir la transmisión de los resfriados?

b) ¿A qué conclusión deberá llegar cuando $\sigma = .02$?

e) Basándose en los resultados anteriores, ¿cree usted que la empresa farmacéutica debería vender el nuevo pulverizador? Explique su respuesta.

75. Algunos teóricos de las finanzas piensan que los precios diarios del mercado de valores, constituyen una "fluctuación aleatoria con tendencia positiva". Si tienen razón, entonces el promedio industrial Dow Jones habrá de mostrar una ganancia en más del 50% los días de actividad bursátil.

Si el promedio aumentará en 101 de 175 días seleccionados aleatoriamente, ¿qué pensaría usted de la teoría anterior? Use un nivel de significancia de .01.

76. Un fabricante de salsa de tomate está a punto de decidir si producir una marca nueva de mucho condimento. El departamento de investigación de la compañía aplicó una encuesta telefónica a nivel nacional en 6,000 familias y averiguó que la salsa sería comprada por 335 de ellas. Un estudio mucho más exhaustivo hecho 2 años antes reveló que 5% de las familias comprarían la marca entonces. En un nivel de significancia de 2%, ¿deberá la compañía concluir que hay un mayor interés en el sabor tan condimentado?

77. Un comerciante vende cortadoras de pasto en su ferretería y quiere comparar la confiabilidad de los aparatos que él vende con la de otra marca que se expende a nivel nacional. Sabe que apenas 15% de estas cortadoras requieren reparación durante el primer año de uso. Una muestra de 120 clientes del comerciante reveló que, exactamente 22 de ellos, necesitaban reparaciones el primer año de uso. En

el nivel de significancia de .02, ¿hay evidencia de que las cortadoras del comerciante difieren en su confiabilidad de las que se venden a nivel nacional?

78. Si una muestra de 20 observaciones revela una media muestral de 16 y una variancia muestral de 2.25 pruebe la hipótesis de que la media de la población es 15, contra la alternativa de que sea algún otro valor. Use el nivel de significancia de .01.

79. Una persona tomó una muestra aleatoria de 7 casas en un suburbio muy elegante de una gran ciudad y encontró que el valor promedio estimado del mercado era de $560,000, con una desviación estándar de $49,000.00. Pruebe la hipótesis de que, para todas las casas del área, el valor medio estimado es de $600,000, contra la alternativa de que sea menor que $600,000. Use el nivel de significancia de .05.

80. En una muestra de 60 mujeres, tomadas de una población de más de 5,000 que se habían inscrito en un programa de reducción de peso impartido por una cadena de clínicas de salud en todo el país, la presión sistólica media de la muestra es de 101 y su desviación estándar es de 42. En un nivel de significancia de .02, ¿puede afirmar usted que, en promedio, las mujeres inscritas en el programa tienen una presión sistólica que rebasa el valor de 75 recomendado por varias asociaciones médicas?

81. El departamento de procesamiento de datos de una gran compañía de seguros de vida ha instalado nuevas terminales de video a colores para reemplazar las unidades monocromáticas usadas antes. Los 95 operadores capacitados para emplear las nuevas máquinas necesitaban un promedio de 7.2 horas antes de alcanzar un nivel satisfactorio de rendimiento. Su variancia muestral fue de 16.2 horas al cuadrado. La larga experiencia con operadores en las antiguas terminales monocromáticas revela que tenía un promedio de 8.1 horas en las máquinas antes de dar un rendimiento satisfactorio. En un nivel de significancia de .01, ¿debe el supervisor del departamento llegar a la conclusión de que es más fácil aprender a operar las nuevas máquinas?

82. Al deprimirse el mercado petrolero a principios de 1986, los educadores del Estado de Texas querían saber cómo la pérdida resultante de los ingresos del estado (estimadas en unos $100 millones por cada dólar de disminución en el precio de un barril de petróleo) afectaría a su presupuesto. El consejo estatal de educación pensaba que la situación no alcanzaría niveles críticos, mientras pudieran tener una certidumbre razonable de que el precio se mantendría por encima de $18 por barril. Entrevistaron a 13 economistas petroleros, escogidos de manera aleatoria, y les pidieron predecir a qué nivel bajarían los precios antes de tocar fondo. Las 13 predicciones arrojaron un promedio de $21.60, con una desviación estándar de la muestra de $4.65. Cuando α = .01, ¿es la predicción promedio significativamente mayor que $18.00? ¿Debe el consejo de educación concluir que es poco probable que surja una crisis de presupuestos? Explique su respuesta.

83. Un documental de televisión dedicado a la glotonería afirmó que, en promedio, los norteamericanos tienen un exceso de peso de 10 libras aproximadamente. Para probar tal aserción, se examinó a 18 individuos seleccionados aleatoriamente, y se descubrió que su exceso promedio de peso era de 12.4libras, con una desviación estándar de la muestra de 2.7 libras. En un nivel de significancia de .01, ¿hay razones para dudar de la validez de ese valor de 10 libras?

84. Un distribuidor de software para sistemas operativos de computadoras personales está planeando la oferta inicial de sus existencias al público, a fin de reunir suficiente capital de trabajo y financiar el desarrollo de un sistema integrado de la séptima generación, radicalmente nuevo.
Con las actuales ganancias de $1.61 por acción, el distribuidor y sus suscriptores estaban considerando un precio de oferta de $21, o sea 13 veces las ganancias. A fin de verificar si el precio es adecuado, escogieron en forma aleatoria 7 firmas de software cotizadas en la bolsa de valores y descubrieron que su razón promedio de precio/ganancias era de 11.6, con una desviación estándar de la muestra de 1.3. Cuando a = .02, ¿puede el distribuidor afirmar que las acciones de las

empresas de software cotizadas en la bolsa de valores tienen una razón promedio de precio/ganancias que es significativamente diferente de 13?

85. Un distribuidor de automóviles piensa que es exagerada la afirmación del fabricante de que la vida de sus llantas es de 40,000 millas. El distribuidor registra cuidadosamente el millaje obtenido con una muestra de 64 de esas llantas. La media resulta ser 38,500 millas. La desviación estándar de la vida de todas las llantas de este tipo fue calculada antes por el fabricante en 7,600 millas. Suponiendo que el millaje tiene una distribución normal, determine el máximo nivel de significancia en el cual aceptaremos la afirmación del fabricante respecto a la vida de sus llantas, es decir, en nivel en que no concluiremos que el millaje es significativamente menor que 40,000 millas.

86. El Coffee Institute ha afirmado que al menos 40% de los adultos norteamericanos toman regularmente una taza de café en el almuerzo. Una muestra aleatoria de 450 individuos reveló que 200 de ellos solían tomar café en el almuerzo. ¿Cuál es el valor probable de una prueba de hipótesis que pretende demostrar que la aseveración del Coffee Institute era correcta? *(Sugerencia:* pruebe H_o: $p = .4$ frente a H_a : $p > .4$.)

87**.** Un taller usa una sierra controlada por una máquina para cortar secciones de los tubos que se emplean en los aparatos de medición de la presión. La longitud de las secciones está normalmente distribuida, con una desviación estándar de .06 pulg. Se han cortado 25 piezas con la máquina calibrada para cortar secciones de 5.00 pulg. de largo. Cuando se las midió, su longitud media fue de 4.97 pulg. Use valores probables para determinar si la máquina debería ser recalibrada porque la longitud media es significativamente diferente de 5.00 pulg.

88. Una empresa de servicios educativos anuncia que 80% de las veces su curso de preparatoria aumentará la puntuación de un individuo en los exámenes de admisión a la universidad (por lo menos en 50 puntos) en el total combinado de las puntuaciones verbales y cuantitativas. El director de mercadotecnia de la empresa, desea averiguar si se trata de una afirmación razonable.

Ha examinado los registros de 125 estudiantes que se inscribieron en el curso y descubrió que 94 de ellos efectivamente aumentaron su puntuación en 50 puntos como mínimo. Use valores probables para determinar si los anuncios de la empresa de servicios educativos deben cambiarse porque la edad percentual de los estudiantes cuyas calificaciones aumentan en 50 o más puntos es significativamente diferente de 80 %.

89. Para las siguientes situaciones, formule las hipótesis nula y alternativa correspondientes.
a) Un investigador médico quiere averiguar si las mujeres tienen mayores probabilidades que los hombres de contraer infecciones de las vías respiratorias.
b) Una editorial de libros de texto quiere determinar si los libros de estadística venden menos ejemplares en el cuarto año de una edición determinada que en el tercer año de la edición.
c) Un gerente de producto que trabaja en una fábrica de artículos de consumo desea saber si hay una diferencia de eficacia entre dos campañas con las cuales piensa promover un nuevo enjuague bucal.
d) El gerente de crédito de una mueblería quiere saber si el porcentaje de cuentas de crédito que se retrasan en los pagos a la mueblería está por debajo del promedio nacional que es 8%.

90. Un fabricante de baterías para marcapasos especifica que la vida de cada una es de 28 meses o más. Si la programación de la cirugía de sustitución de las baterías debe basarse en esa declaración, explique al gerente de la compañía las consecuencias de los errores de tipo I y de tipo 11.

91. Un fabricante norteamericano de ropa deportiva para mujeres pequeñas ha supuesto que el peso promedio de las que compran su ropa es de 110 libras. La compañía selecciona dos muestras de sus clientas y descubre que una estimación muestral de la media de la población es de 981ibras y que la otra muestra produce un peso medio de 122 libras. En la prueba de hipótesis de que la media de la población es de 110 libras frente a la hipótesis de que la media no es igual a 110

libras, ¿tiene unade estos valores muestrales mayores probabilidades de llevamos a aceptar la hipótesis nula? Explique su respuesta.

92. Servando Torres ha probado 2 tipos de exhibiciones en el punto de compra para su nueva pluma. Una exhibición de estante fue puesta en una muestra aleatoria de 40 tiendas dentro del mercado de prueba, y una exhibición de piso fue colocada en otras 40 tiendas de la zona. El número medio de plumas vendidas por tienda en un mes con la exhibición en estante fue de 42, con una desviación estándar de 8. Cuando se empleó la exhibición en el piso, el número promedio de plumas vendidas por tienda en ese mismo mes fue de 45, con una desviación estándar de 7.
Cuando α = .02, ¿hubo una diferencia significativa entre las ventas logradas con los 2 tipos de exhibición.

93. La biblioteca de una universidad sospecha que el número promedio de libros prestados a cada alumno por visita ha cambiado en los últimos años. Antaño, un promedio de 3.4 libros se prestaban a los alumnos. Sin embargo, una muestra reciente de 23 estudiantes dio un promedio de 4.3 libros por visita, con una desviación estándar de 1.5 libros. En un nivel de significancia de .01, ¿ha cambiado el promedio de libros prestados?

94. En 1982, una encuesta de 50 hospitales municipales de Estados Unidos reveló una tasa promedio de ocupación de 73.6%, con una desviación estándar de 18.2%. Otra encuesta de 75 hospitales municipales, realizada en 1985, descubrió una tasa promedio de ocupación de 68.9%, con una desviación están dar de 19.7%. Cuando o = .10,¿podemos afirmar que la tasa promedio de ocupación ha cambiado significativamente durante los 3 años transcurridos entre las encuestas?

95. En un día promedio, cerca de 5% de las acciones de la Bolsa de Valores de Nueva York establecieron un nuevo récord en el año. El jueves 11 de febrero de 1986, el promedio industrial Dow Jones cerró a 1645.07 en un fuerte volumen de más de 136 millones de acciones negociadas. Una muestra aleatoria de 120 acciones reveló que 16 de ellas habían establecido nuevos récords anuales ese

día. Aplicando un nivel de significancia de .01, ¿hemos de llegar a la conclusión de que más acciones de las usuales establecieron nuevos récords en ese día?

96. En respuesta a las críticas concernientes al extravío de correspondencia, el U.S. Postal Service implantó nuevos procedimientos para resolver el problema. Al jefe de correos se le ha asegurado que con este cambio se reducirán las pérdidas por debajo del porcentaje tradicional de 0.3%. Después de que los nuevos procedimientos llevaban 2 meses en vigor, el U.S. Postal Service patrocinó una investigación en la cual un total de 8,000 cartas fueron enviadas desde varias partes del país. Dieciocho de ellas no llegaron a su destino. En un nivel de significancia de .10, ¿puede el jefe de correos afirmar que los nuevos procedimientos cumplieron su cometido?

97. ¿Qué probabilidades hay de que estemos rechazando una hipótesis nula verdadera cuando rechazamos el supuesto valor porque:
a) El estadístico muestral difiere en más de 1.75 errores estándar en ambas direcciones?
b) El valor del estadístico muestral está a más de 2.4 errores están dar por encima de él?
c) El valor del estadístico muestral está a más de 1.33 errores están dar debajo de él?

98. Si queremos aceptar la hipótesis nula 75% de las veces cuando es correcta, ¿dentro de cuántos errores estándar alrededor de la supuesta media debe caer la media muestral para que se halle en la región de aceptación? ¿ y dentro de cuántos debe caer si queremos tener una seguridad de 96% de aceptar la hipótesis nula cuando sea verdadera?

99. Las normas ambientales del gobierno federal norteamericano que se aplican a una planta nuclear en participar especifican lo siguiente: en promedio, el agua reciclada debe tener una temperatura mayor que 840 F (28.90 C) antes que sea vertida en el río cercano a la planta. En 70 muestras, se descubrió que la temperatura promedio del agua reciclada era de 86.30 F (30.20 C).

Si la desviación estándar de la población es de 13.50 F (7.50 C), ¿debe ser emplazada la planta por no respetar los límites impuestos por la norma? Formule y pruebe la hipótesis apropiadas cuando α= .05.

100. Un grupo de inspectores estatales, que investigan las acusaciones contra una embotelladora de Louisiana porque no llena los refrescos, ha muestreado 200 botellas y ha descubierto que el contenido promedio es de 31.7 onzas de líquido. En la propaganda se anuncia que las botellas contienen 32 onzas de líquido. Se sabe que la desviación estándar de la población es de 1.5 onzas de líquido. ¿Deben los inspectores llegar a la conclusión de que, en un nivel de significancia de 2%, las botellas no están siendo llenadas?

101. Una empresa acaba de terminar una nueva campaña publicitaria en favor de su cereal natural para el desayuno, hecho con nueces, trigo y frutas secas. Para probar la eficacia de la campaña, el gerente de marca entrevistó a 11 clientes antes de iniciarla ya otros 11después de finalizarla
A continuación se da el consumo semanal (en onzas) del cereal por parte de los clientes:

Antes	14 5 18 18 30 10 8 26 13 29 24
Después	24 14 13 29 33 11 12 25 21 26 24

a) Cuando α = .05, ¿puede el gerente afirmar que la campaña ha conseguido incrementar la demanda del cereal?
b) Conociendo la encuesta inicial antes de la campaña, ¿puede sugerirle al gerente de marca un procedimiento más idóneo para que lo aplique después de la campaña?

102. Antes de la supresión de las normas relativas a las tarifas aéreas, el precio promedio que se pagaba por un vuelo entre Raleigh-Durham, North Carolina, y la Ciudad de Nueva York era de $132. La desviación están dar de la población era de $34. Una encuesta reciente de 75 viajeros seleccionados aleatoriamente reveló que habían pagado $120.62 en promedio por su boleto. ¿Ha cambiado

significativamente la tarifa aérea promedio de esta ruta desde que se suprimieron las normas relativas a las tarifas de las vías aéreas? ¿Cuál es el mayor valor probable que le permitiría afirmar que la tarifa promedio observada no es significativamente diferente de $132?

103. Una compañía está tratando de mejorar la distribución de su marca de postres congelados. Para lograrlo ha ampliado su fuerza de ventas pues quiere introducir el producto en nuevos locales.
Antes del incremento de la fuerza de ventas, la compañía muestreó 150 tiendas de comestibles y averiguó que 44% de ellas expendían por lo menos uno de sus productos. Luego de contratar a más vendedores, una muestra de 200 tiendas de comestibles indicó que 52% de ellas vendían la marca en cuestión. Cuando α = 0.04, ¿puede la compañía concluir que su distribución ha mejorado?

104. Una empresa administra una cadena de tiendas que venden sistemas de estéreo y sus componentes. Ha tenido mucho éxito en muchas ciudades donde hay universidades, pero también ha sufrido algunos fracasos. Un análisis de estos últimos la ha llevado a adoptar una política de no abrir una tienda a menos que tenga una seguridad razonable de que por lo menos 15% de los estudiantes de la ciudad poseen sistemas de estéreo de $1,100 o más. Una encuesta de 300 de los 2,400 estudiantes realizada en un pequeño colegio de humanidades, ha revelado que 57 de ellos poseen sistemas de estéreo que cuestan $1,100 por lo menos. Si la empresa está dispuesta a correr un riesgo de 5%, ¿debe abrir una tienda en esta localidad?

105. Una compañía supone que una llamada telefónica logra acelerar más que una carta el cobro de cuentas morosas. Dos grupos de esos clientes fueron contactados, uno por cada método, y se registró el tiempo transcurrido entre el envío de la carta o la llamada telefónica y la recepción del pago:

MÉTODO APLICADO	DÍAS PARA COBRAR
CARTA	10 8 9 11 11 14 10
LLAMADA TELEFÓNICA	7 4 5 4 8 6 9

a) Cuando α = .025, ¿debe la compañía concluir que las cuentas morosas se cobran más rápidamente con llamadas telefónicas que enviando cartas?
b) ¿Puede la compañía afirmar que los clientes morosos responden más rápidamente a las llamadas telefónicas que a las cartas?

106. En la segunda semana de febrero de 2005, el número promedio de unidades producidas por semana de todos los modelos de automóviles fabricados en Estados Unidos fue de 2,221. Una muestra de la producción planeada de los fabricantes, en la segunda semana de febrero de 2006, arrojó los siguientes resultados:

MODELO	Malibu	Fiesta	Pontiac	Mustang	Jeep	Focus	Camaro
UNIDADES	5004	2931	3773	1313	1292	3600	2600

¿Indican los datos anteriores que la producción planeada fue significativamente diferente de la producción real en el año anterior? Use un nivel de significancia de 0.10.

107. Una aspirina de lenta absorción perdió hace poco parte de su participación en el mercado ante un nuevo competidor. Este anuncia en su publicidad que su marca penetra en la corriente sanguínea más rápidamente que la aspirina de absorción lenta y, por lo mismo, alivia más pronto el malestar. A la compañía productora de la aspirina le gustaría probar que no existe una diferencia significativa entre los dos productos y, en consecuencia, que la afirmación del competidor es falsa. En una prueba preliminar, a 9 sujetos se les administró la aspirina de lenta absorción una vez al día durante 3 semanas. En otras 3 semanas a esos mismos sujetos se les administró el producto de la competencia. Se registró el número promedio que el medicamento tardó en llegar a la corriente sanguínea de cada sujeto:

Sujeto	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aspirina de lenta absorción	16.5	25.5	23.0	14.5	28.0	10.0	21.5	18.5	15.5
Competidor	12.0	20.5	25.0	16.5	24.0	11.5	17.0	15.0	13.0

Cuando α = .10, ¿hay una diferencia significativa en el tiempo que los dos medicamentos tardan en llegar a la corriente sanguínea?

108. En 1986, se estimó que aproximadamente 52% de las familias norteamericanas estaban abonadas a la televisión por cable. Los editores de la revista *Newstime* estaban seguros de que sus lectores se suscribían a la televisión por cable en un porcentaje más alto que la población general y querían apoyarse en este hecho para ayudar a vender espacio publicitario para esos canales. A fin de verificar su opinión, muestrearon a 250 suscriptores de la revista y comprobaron que 146 estaban abonados a la televisión por cable. En un nivel de significancia de .2%, ¿apoyan los datos de la encuesta la opinión de los editores?

109. Un químico está desarrollando repelente de insectos y quiere saber si una fórmula recién inventada brinda mayor protección contra las mordeduras de insecto que la proporciona el producto líder del mercado. En un experimento, a 14 voluntarios se les roció un brazo con el viejo producto y el otro con la nueva fórmula. Después cada uno metió los brazos en dos cámaras llenas con igual número de mosquitos, zancudos y otros insectos picadores. El número de picaduras recibidas en cada brazo se transcriben aquí. Cuando α = .01, ¿debe el químico concluir que la nueva fórmula real mente es más eficaz que el actual producto líder del mercado?

Sujeto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Fórmula antigua	5	2	5	4	3	6	2	4	2	6	5	7	1	3
Fórmula nueva	3	1	5	1	1	4	4	2	5	2	3	3	1	2

110. Una compañía, que hace poco fue criticada por no pagar a las mujeres lo mismo que a los hombres que ocupan puestos idénticos, afirma que el sueldo promedio de todos los empleados es de $23,500. En una muestra aleatoria de 29 mujeres de la compañía, se calculó que el sueldo promedio es de $ 23,000. Si se conoce que la desviación estándar de la población es $ 1,250 en estos trabajos,

determine si razonablemente podemos esperar encontrar $ 23,000 como la media muestral, si en efecto la afirmación de la compañía es verdadera.

111. Una cadena regional de tiendas de comestibles instaló nuevos centros de cajas registradoras computarizadas para reducir la espera de los clientes y los costos de mano de obra, así como para ayudar en el control de inventario. Las 36 empleadas que aprendieron a manejar las nuevas máquinas tuvieron un promedio de 12.4ensayos antes de realizar una operación sin error. La larga experiencia en el adiestramiento de cajeras, en las antiguas cajas registradoras, reveló que hacían un promedio de 11.6 ensayos antes de lograr una operación correcta, con una desviación estándar de 2.7 ensayos. Cuando $\alpha = .01$, ¿debe la cadena llegar a la conclusión de que es más difícil aprender a operar las nuevas registradoras computarizadas?

112. Una empresa alquila automóviles en buenas condiciones mecánicas pero más viejos que los que rentan otras cadenas a nivel nacional. Por ello en su publicidad anuncia que sus tarifas son mucho más bajas que las de la competencia. Una encuesta practicada en la industria indicó que el precio total promedio del alquiler en una de las compañías más importantes es de $77.38. Un amuestra aleatoria de 18 transacciones realizadas en la empresa mostró un precio promedio total de $ 87.61, con una desviación estándar de la muestra de $ 19.48. Verifique que, en $\alpha = .025$, el precio total promedio de la empresa es significativamente *mayor* que el de las grandes firmas.

¿Indica este resultado que sus tarifas no son en verdad más bajas que las de las principales cadenas nacionales? Explique su respuesta.

113. En un taller de maquinaria, algunos de los soldadores ya no reciben sueldo fijo sino que trabajan a destajo. Para averiguar si esto ha modificado la productividad de los soldadores, al supervisor se le pide llevar un registro de la producción diaria (número de piezas terminadas) de cada uno. Con los datos que se incluyen en seguida, pruebe en un nivel de significancia de 10% si existen diferencias significativas de productividad en las dos clases de remuneración.

REMUNERACIÓN	PRODUCCIÓN
Sueldo	118 115 122 99 106 125 102 100 92 103 113 129
Trabajo a destajo	115 126 113 110 135 102 124 137 108 128

114. Un gerente de personal piensa que 18% de los empleados de la compañía trabajan horas extras todas las semanas. Si la proporción observada en esta semana es de 13% en una muestra de 250 de los $2{,}500$ empleados, ¿podemos aceptar como razonable su opinión o hemos de concluir que es más adecuado algún otro valor? Use $\alpha = 0.05$.

115. Un corredor de bolsa sostiene que puede predecir, con 85% de exactitud, si una acción del mercado bursátil aumentará o disminuirá de valor durante el próximo mes. A manera de prueba, predice el resultado de 60 acciones y acierta en 45 de sus pronósticos. ¿Ofrecen estos datos evidencia concluyente (cuando $\alpha = .04$) de que la exactitud de su predicción es significativamente menor que el 85% afirmado por el corredor?

116. El fabricante de un suplemento vitamínico para recién nacidos inserta en un paquete un cupón que da derecho a una muestra gratis de su producto, el cual se distribuye en los hospitales a los padres. Tradicionalmente, cerca de 18% de los cupones son redimidos. Ante la tendencia actual a tener menos hijos ya procrear a una edad mayor, la compañía sospecha que los padres modernos están mejor educados en promedio y que, por consiguiente, están más propensos a utilizar un suplemento vitamínico con sus hijos. Una muestra de $1{,}500$ padres redimió 295 cupones.
¿Apoya esa cifra, en un nivel de significancia de 2%, la suposición de la compañía sobre los padres modernos?

117. Un innovador en la industria de sistemas de accionamiento por motor pensaba que su nuevo sistema eléctrico capturaría 48% del mercado regional en 1 año, debido al bajo precio del producto y a su excelente rendimiento. En la región hay 5,000 usuarios de estos sistemas de accionamiento. Luego de muestrear 10% de ellos un año más tarde, la compañía descubrió que 43% de ellos estaban

empleando los nuevos sistemas. Cuando α = .01, ¿debemos llegar a la conclusión de que la compañía no logró su meta de participación en el mercado?

118. Elige si es verdadero o falso.

1. ( ) En la prueba de hipótesis, suponemos que algún parámetro de la población asume un valor particular antes de extraer la muestra. Esta suposición que debe probarse se llama hipótesis alternativa.

2. ( ) Suponiendo que determinada hipótesis sobre la media de la población sea correcta e porcentaje de las medias muestrales que puede caer fuera de ciertos límites de esta supuesta media recibe el nombre de nivel de significancia.

3. ( ) En la prueba de hipótesis, la distribución de probabilidad que conviene usar es siempre la distribución normal.

4. ( ) Si cometiéramos un error de tipo **I,** rechazaríamos una hipótesis nula que es realmente verdadera.

5. ( ) Una prueba de diferencias pareadas es adecuada cuando las dos muestras que van aprobarse son dependientes.

6. ( ) Una prueba de un extremo para la diferencia entre medias puede aplicarse cuando los tamaños de la muestra son grandes o pequeños y los procedimientos se parecen. La única diferencia radica en que, si los tamaños de la muestra son grandes, utilizaremos una distribución normal; en cambio, la distribución *t* se usa cuando los tamaños de la muestra son pequeños.

7. ( ) Si nuestras hipótesis nula y alternativa son H_0: μ = 80 y H_a : μ < 80, es conveniente utilizar una prueba de extremo izquierdo.

8. ( ) Supóngase que hay que formular una hipótesis respecto a las diferencias de las medias entre dos poblaciones y que los tamaños de la muestra son

grandes. Si no conocemos las desviaciones estándar de las dos poblaciones, podremos usar como estimaciones las desviaciones estándar de la muestra.

9. ( ) El valor 1 - β es conocido como el poder de la prueba.

10. ( ) Si tomamos dos muestras independientes y realizamos una prueba de hipótesis para evaluar las diferencias significativas de sus medias, obtendremos resultados muy semejantes a los de una prueba de diferencias pareadas realizada con las dos mismas muestras.

11. ( ) A menudo es posible fijar el valor de o, de manera que lleguemos a un compromiso sin riesgo en la prueba de hipótesis.

12. ( ) Está usted realizando una prueba de hipótesis de dos extremos en una media de la población y ha establecido α = .05. Si el estadístico muestral cae dentro de .95 del área alrededor de μ_{H_0} habrá demostrado que la hipótesis nula es verdadera.

13. ( ) Si las pruebas de hipótesis se efectuaran con un nivel de significancia de .60, la hipótesis nula generalmente se aceptaría aunque no fuera verdadera.

14. ( ) Si μ_{H_0} = 50 y α = .05, entonces 1 – β debe ser igual a .95 cuando μ= 50.

15.( ) Cuando se realiza una prueba de dos extremos para calcular la diferencia entre medias, con una hipótesis nula de $\mu_1 = \mu_2$, la supuesta diferencia entre las dos medias de la población es cero.

16.( ) Seleccionar el nivel adecuado de significancia es más fácil que escoger la prueba que conviene aplicar.

17.( ) Se cuentan con métodos matemáticos que garantizan que el nivel de significancia escogido será apropiado.

119. Elige la respuesta correcta

1) Si decimos que α = .10 para una prueba de hipótesis, entonces estamos diciendo que:

a) 10% es el estándar mínimo de la probabilidad aceptable.

b) 10% es el riesgo que corremos de rechazar una hipótesis verdadera.

c) 10% es el riesgo que corremos de aceptar una hipótesis falsa.

d) a y b solamente.

e) a y c solamente.

2) Supóngase que deseamos probar si una media de la población es significativamente mayor o menor que 10. Tomamos una muestra y encontramos que $\bar{X}$ será 8. ¿Cuál deberá ser la hipótesis alternativa?

a) $\mu < 10$ b) $\mu \neq 10$ c) $\mu > 10$ d) No puede determinarse con la información dada.

3). Supóngase que está efectuándose una prueba de hipótesis para un proceso en el cual un error de tipo I sería muy costoso, pero un error de tipo **II** sería relativamente barato y tendría poca importancia. ¿Cuál de los siguientes valores será la mejor opción para α en esta prueba?

a) .01 b) .10 e) .25 d) .50

4). Está usted real izando una prueba de extremo derecho de una media de la población y no se conoce σ. Se extrae una muestra de tamaño 26 y se calculan $\bar{X}$ y S. En un nivel de significancia de .01, ¿dónde buscaría usted un valor en una distribución?

a) La tabla de z donde .99 del área está a la izquierda del valor de z.

b) La tabla de z donde .98 del área se halla a la izquierda del valor de z.

c) La tabla de distribución *t* donde, con 25 grados de libertad, el encabezado de la columna es .02.

d) La tabla de distribución *t* donde, con 25 grados de libertad, el encabezado de la columna es .01.

5). Supóngase que va a probar la diferencia entre dos medias muestrales, que ha calculado como $\bar{X}_1$ = 22 y $\bar{X}_2$ = 27. Desea probar si la diferencia es significativa. ¿Cuál es el valor de $\mu_{\bar{x}_1-\bar{x}_2}$ que utilizará?

a) 5 b) - 5 c) 0 d) No puede determinarse con la información dada

6). ¿Por qué en ocasiones usamos muestras pareadas en vez de muestras independientes?

a) El costo de seleccionar muestras pareadas es siempre menor que el de tomar muestras independientes.

b) Las muestras pareadas nos permiten controlar los factores extraños.

c) Los tamaños de la muestra deben ser los mismos en las muestras pareadas.

d) Todos los anteriores.

e) b y c pero no a.

7). Se escogió un conjunto de dos muestras dependientes de tamaño 15 y se realizó una prueba de hipótesis. Se usó un valor de *t* con 14 grados de libertad. Si los dos conjuntos de las muestras han sido tratados como independientes, ¿cuántos grados de libertad se habrán utilizado?

a) 14 b) 28 c) 29 d) 30

8). Un agricultor tiene 12 campos de maíz en diferentes partes de cierto país. Al probar las cosechas significativamente diferentes de un año a otro, revisa sus archivos correspondientes a los 2 últimos años y puede recabar información sobre la producción en 11 de los campos durante el primer y segundo años. ¿Debe el agricultor tratar estas muestras como:

a) Dependientes?

b) Independientes?

c) No puede determinarse con la información dada

9). En una prueba de diferencia entre proporciones, se están estudiando dos muestras. En la primera, una muestra de tamaño 100 indica 20 éxitos; en la

segunda, una muestra de tamaño 50 indica 13 éxitos. ¿Cuál es el valor de $\hat{p}$ en esta situación?

a) $\frac{20+13}{150}$ b) $\frac{20}{100}+\frac{13}{50}$ c) $\frac{33}{150}\times\frac{117}{150}$ d) Ninguno de los anteriores

10) ¿Cuál es la principal suposición que hicimos al efectuar pruebas de un extremo para las diferencias entre medidas con muestras pequeñas?

a) Las variancias desconocidas de la población eran iguales.

b) Las fracciones del muestreo eran completamente pequeñas.

c) Se escogieron las muestras aplicando las técnicas del muestreo de juicio.

d) Ninguna de las anteriores.

11). Con un menor nivel de significancia, la probabilidad de rechazar una hipótesis nula que en realidad sea verdadera:

a) Disminuye. c) Aumenta.

b) Permanece inalterada. d) Todas las anteriores.

12). Los que toman decisiones respecto al nivel adecuado de significancia lo hacen examinando el costo de:

a) Realizar la prueba c) Un error de tipo I e) a y c

b) Un error de tipo II d) a y b f) b y c

120. Completa

a) Una suposición o conjetura hecha sobre un parámetro de la población es _____
b) Aceptar una hipótesis nula cuando es falsa es un tipo de error _____ Su probabilidad se denota con _____
c) La suposición sobre un parámetro de la población que deseamos probar es la hipótesis_____ La conclusión que aceptamos cuando los datos no apoyan esta suposición es la hipótesis_____

d) Una prueba de hipótesis de la diferencia entre las medias muestrales de dos muestras dependientes es una prueba de diferencia _____
e) Una prueba de hipótesis que incluye dos regiones de rechazo recibe el nombre de prueba de dos _____
f) Si la hipótesis nula es μ = 10 y la hipótesis alternativa es μ > 10, la prueba que
g) conviene aplicar es una prueba _____.

CASO CONCEPTUAL

(Northern White Metals Company)

Dick se sintió tan contento con el trabajo realizado por Sarah y *lady,* que llamó al presidente ejecutivo para preguntarle si podrían ser reasignados de las oficinas centrales y enviados a la Northern White Metals Company por algunos meses. "De ninguna manera, Lennox", gruñó el presidente ejecutivo. "Tenemos aquí muchos problemas que requieren su presencia". Y luego suavizó el tono de la voz, agregando: "Tal vez puedan ayudarte de cuando en cuando en casos específicos. Lo haremos según lo dicten las circunstancias."

"Gracias, señor", replicó Dick. "Hablaré con ellos cuando surjan problemas."

Aunque Dick se sentía molesto porque su jefe no accedió a la petición de trasladar a Sarah y *lady* a la compañía, le daba gusto que el problema de la calidad del producto ya estuviera bajo control. Se habían reducido los problemas con los clientes, y la perspectiva de la fuerza de ventas volvía a ser optimista y tonificante.

El presidente original de la compañía ya se había jubilado, y Dick asumió formalmente el cargo de presidente y director general. Con la producción que marchaba bien y las ventas en constante crecimiento, Dick decidió centrar su atención en el mejoramiento de otras fases de las operaciones. El departamento de embarques vino a su mente, al percatarse de que allí la actividad se empezaba a tornar agitada y un poco desorganizada. Si hacía más eficiente ese departamento, pensó Dick, la compañía estaría en condiciones de servir mejor a sus clientes.

El departamento de embarques comprendía dos operaciones independientes: empaque y carga. En el proceso del empaque, se apilaban largas secciones de extrusiones de aluminio, formando una especie de fardo o bulto. Luego se

envolvían en cartón para carga pesada y se sujetaban con una serie de bandas de acero. El cartón servía principalmente para proteger el metal, y las bandas sujetaban firmemente los bultos apilados. El proceso íntegro se llevaba a cabo en forma manual; dos empleados trabajaban en cada una de las estaciones de empaque. El número de estaciones podía aumentarse o disminuirse, según la demanda. Los bultos envueltos y atados eran recogidos en las estaciones de empaque por un montacargas, eran pesados y guardados en un área en espera de ser cargados en camiones. El departamento de embarques estaba siempre en intensa actividad; en ocasiones se volvía caótico.

Por observación y por sus charlas con el coordinador del departamento de embarques, Dick había observado que los problemas tendían a presentarse más frecuentemente en el área de empaque. El número de estaciones se aproximaba a la capacidad total. Y aun así a los empacadores, si bien eran buenos trabajadores, les resultaba difícil a veces empacar el volumen de material que salía de la línea de producción. A Dick le interesaba sobre todo este problema, pues hacía poco Rich Gochnauer, representante de ventas de una compañía de materiales de embalaje, le había hablado de una nueva máquina automática de embalaje inventada por su firma.

El nuevo equipo ofrecía poco en cuanto a ahorros en el costo de los materiales de empaque, pero el representante de ventas afirmaba que reduciría mucho el tiempo que se requería para envolver y atar un bulto. No sólo haría más eficientes las operaciones de empaque, afirmaba, sino que además disminuiría notablemente los costos de la mano de obra.

Dick se mostró escéptico ante todo esto, aunque estaba ansioso por mejorar el área de empaque. El señor Gochnauer accedió a que, para convencer a Dick de las ventajas del nuevo equipo, se instalase en la compañía una unidad muestra durante un periodo de prueba de 30 días. Según Dick, ese periodo sería más que suficiente para evaluar la máquina, y se hicieron los preparativos para iniciar la prueba.

Dick decidió que, si la nueva máquina automática proporcionaba un mejoramiento significativo sobre los métodos actuales, haría instalar varias en el área de empaque. Lo que ahora le preocupaba era cómo saber si el nuevo equipo era verdaderamente superior al embalaje manual; es decir, ¿en realidad haría el

mismo trabajo en menos tiempo? Optó por acudir a sus "consultores" recién descubiertos en los servicios técnicos de la corporación.

"¿Puedes venir y ayudarnos en esto?", preguntó Dick a *lady* tras explicarle la situación.

"A decir verdad, no es necesario que nos traslademos allá, Dick", replicó *lady* con tranquilidad. "El problema parece ser bastante claro. Basta que me envíes los datos al final del periodo de prueba y trataremos de darte una respuesta inmediata. "

¿Qué clase de datos e información general necesitará Dick suministrar a los servicios técnicos? ¿Cómo harán uso éstos de dichos datos, y qué tipo de "respuesta" ofrecerá *lady* a Dick respecto al nuevo equipo?

UNIDAD 3

Unidad 3: Control de Calidad

Competencia específica a desarrollar	*Actividades de Aprendizaje*
Evaluar los beneficios de implementar y/o mantener un Sistema de control de calidad.	• Investigar tanto en forma bibliográfica como documental lo relativo a la teoría general de la calidad. • Analizar y definir los puntos de control de un proceso, realizando ejercicios y diagramas sobre problemas reales de calidad en las empresas. • Proponer un caso de mejora continua

EJERCICIOS, CUESTIONARIO Y CASO PARA LOS TEMAS CONTENIDOS EN LA UNIDAD 3

PREGUNTAS DE REPASO

1. Resuma en forma breve la historia de la calidad antes y desde la Revolución Industrial. ¿Qué provocó los cambios más importantes?

2. ¿Qué factores han contribuido a una mayor conciencia de la calidad en los negocios modernos?

3. Explique las distintas definiciones de la calidad. ¿Una sola definición es suficiente? ¿Por qué sí o por qué no?

4. Distinga entre clientes, clientes externos y clientes internos. Explique cómo se aplican estos conceptos a un restaurante de McDonald's, uno de Pizza Hut o una franquicia similar.

5. ¿Cuál es el concepto de calidad total? ¿Qué significa para la forma en que se administra una organización?

6. Describa los tres principios fundamentales de la calidad total.

7. ¿Qué es un proceso? ¿De qué manera el enfoque de procesos difiere de una organización tradicional?

8. Mencione algunos ejemplos de los tipos de mejoras que puede realizar una empresa.

9. ¿Cuál es la diferencia entre mejoramiento y aprendizaje?

10. ¿Cuáles son los elementos importantes de una infraestructura de calidad total?

11. Explique la relación entre infraestructura, prácticas y herramientas.

12. ¿De qué manera la calidad apoya el logro de una ventaja competitiva?

13. ¿Qué quiere decir Philip Crosby con la frase "La calidad no cuesta"?

14. Explique el papel de la calidad en el aumento de la rentabilidad de una empresa.

15. ¿Qué evidencias existen para refutar la afirmación de que "La calidad no deja ningún beneficio"?

16. Explique los tres niveles de la calidad y las cuestiones clave que se de1?en atender en cada nivel. '

17. ¿Por qué es importante personalizar los principios de la calidad?

18. Explique la reacción en cadena de Deming.

19. Resuma los 14 puntos de Deming. ¿De qué manera se relaciona cada punto con los cuatro componentes del conocimiento profundo?

20. Explique la trilogía de calidad de Juran.

21. ¿Cómo la filosofía de Juran es similar o diferente a la de Deming?

22. ¿Cuáles son los absolutos de Crosby en relación con la administración de calidad y los elementos básicos de la mejora? ¿En qué se parecen o difieren de los 14 puntos de Deming?

23. Resuma las contribuciones clave de Feigenbaum, Ishikawa y Taguchi al pensamiento moderno de la calidad.

24. ¿En qué forma el enfoque de Taguchi para medir la variación apoya la filosofía de Deming?

25. ¿Qué expresa la JUSE mediante el control de calidad en toda la empresa? ¿En qué forma se relacionan con este concepto los criterios del premio Deming?

PREGUNTAS PARA DISCUSIÓN

1. Explique de qué forma la buena o mala calidad le afecta en lo personal como consumidor. Por ejemplo, describa experiencias en las que se satisficieron sus expectativas, en las que se superaron o en las que no se satisficieron al comprar bienes o servicios. ¿La experiencia que tuvo cambió su punto de vista acerca de la empresa y su producto? ¿De qué manera?

2. Explique la importancia de la calidad para el interés nacional de cualquier país del mundo.

3. ¿Cómo se podrían aplicar las definiciones de la calidad a su escuela o universidad? Mencione ejemplos de sus clientes y las formas en que sus expectativas se pueden satisfacer o exceder.

4. Piense en un producto o servicio que esté considerando comprar. Elabore una lista de criterios de uso que sean importantes para usted.

5. Seleccione una actividad de servicio con la que esté familiarizado. Si usted dirigiera esta actividad, ¿qué criterios para "el cumplimiento de las especificaciones" utilizaría para supervisarla?

6. Elija un producto o servicio para ilustrar la forma en que se pueden aplicar al mismo tiempo las diversas definiciones de la calidad;

7. ¿Qué definición de la calidad está implícita en los siguientes anuncios para el consumidor?

a. El sitio Web de Tiffany & Co. simplemente dice: "Desde 1837, Tiffany & Co. ha estado en el negocio de crear diseños originales de belleza notable. Nosotros respaldamos nuestros productos. Si usted está interesado en un producto en particular, contacte por favor al servicio a clientes al 800 xxx-xxxx."

b. Hyundai, Inc., anuncia (vea el sitio Web) la Hyundai Advantage1M-America's Best Warranty1M para sus automóviles, que incluye características de:

• 10 años 160000 kilómetros, la protección del tren motriz cubre la mayor parte de los componentes del motor y el transeje.

• 5 años 96 000 kilómetros, defensa a defensa cubre casi todo componente de vehículo nuevo.

• La garantía antiperforación de 7 años sin límite de kilómetros cubre la corrosión por herrumbre de la carrocería.

• 5 años sin límite de kilómetros, la asistencia en el camino las 24 horas cubre remolque (incluso en caso de accidente), olvidar las llaves en el interior, llantas desinfladas y falla de la batería.

• 12 meses 12 000 kilómetros, reemplazo de las partes y garantía limitada en accesorios.

• 8 años 80 000 kilómetros, garantía federal en cuanto a emisiones y desempeño.
• 7 años 70 000 kilómetros, garantía del sistema de control de emisiones de California.

c. Symantec, empresa de software que fabrica software antivirus y realiza almacenamiento vía correo electrónico y servicios de seguridad anuncia.

• Sin virus.
• Nada de correo publicitario.
• Sin tiempo muerto.
• Correo electrónico sin fallas.

d. Un anuncio del Honda Accord EXV-6 dice, "radio satelital XM®,asientos de piel con calefacción y sistema de navegación disponible. Siéntase libre de mostrarlo".

8. ¿En qué forma podrían diferir las prácticas administrativas entre una empresa que se caracteriza como "manejada según el mercado" y otra que se dice que está "manejada según la mercadotecnia"?

9. ¿Considera que su colegio o universidad aplica los principios de calidad total? ¿Por qué sí o por qué no?

10. ¿Cuáles son algunos procesos que usted realiza personalmente? ¿Qué oportunidades se le ocurren para mejorarlos?

11. Elija alguna organización sobre la que haya leído o con la cual tenga una experiencia personal y describa sus fuentes de ventaja competitiva. Para cada una, explique si cree que la calidad apoya su estrategia o no.

12. Explique de qué manera se podrían aplicar los "tres niveles de la calidad" a su colegio o universidad.

PROYECTOS, ETCÉTERA

1. Elabore una cartera de anuncios de periódicos y revistas e ilustre de qué manera se emplea la calidad para promover estos productos. ¿Los anuncios sugieren algunas de las definiciones de la calidad?

2. Visite el sitio Web del Premio Nacional a la Calidad Malcolm Baldrige en www.baldrige.org y resuma los resultados clave de los ganadores durante los últimos dos años.

3. Prepare un caso de Calidad en la práctica similar a los de KARLEE y Xerox utilizando fuentes como publicaciones de negocios, entrevistas personales, etc. Enfoque su análisis en la forma en que su estrategia para la calidad total apoya su estrategia competitiva.

4. Estudie los informes anuales de una empresa durante un periodo de años. Elabore un resumen de cómo se analiza o está implícita la calidad en las declaraciones y filosofía de la empresa. ¿Son evidentes algunos cambios en las perspectivas de la calidad con el tiempo?

5. Muchos países en todo el mundo tienen organizaciones profesionales similares a la American Society for Quality; sin embargo, cada una tiene su propia historia y ofrece actividades a sus miembros corporativos e individuales. Entre ellas están la Excellence Finland, Excellence Ireland, German Society for Quality, Hong Kong Society for Quality, Instituto Profesional Argentino para la Calidad y la Excelencia, Israel Society for Quality, Union of Japanese Scientists and Engineers (JUSE),National Quality Institute (Canadá), Programa Gaucho da Qualidade e Produtividade (Brasil), Singapore Quality Institute y la Spanish Association for Quality. Realice algunas investigaciones sobre algunas de estas sociedades y compare sus semejanzas y diferencias.

6. Elabore su propia lista de verificación de la calidad personal y analice los resultados durante un periodo extenso. Después de que haya recopilado

información durante una o dos semanas, revise los datos para propósitos de análisis y mejora. Utilice gráficas para representar y analizar los resultados semanales. Use las pautas siguientes.

• Cada participante debe iniciar un proyecto personal de mejoramiento de la calidad y mantenerlo y mejorarlo durante el resto del ciclo escolar.

• Se premiará el esfuerzo consistente y no la precisión elegante al llevar a cabo el proyecto; es decir, el objetivo principal deberá ser el beneficio individual, en lugar de "una calificación" o la perfección.

• Deben ser elegidos de ocho a diez elementos para el registro y el mejoramiento personal. El listado de estándares de lista de verificación posibles podría incluir:

• Revisar los apuntes después de cada clase.

• Limitar las llamadas telefónicas a 10 minutos, siempre que sea posible.

• No ver más de X horas de televisión por semana.

• Levantarse la primera vez que suena el despertador.

• Terminar todas las tareas de lectura a tiempo.

• Planificar mediante un breve resumen de lo que debe lograr cada día.

• Utilizar las escaleras en lugar del elevador. .:-

• Realizar un seguimiento de los contactos de trabajo en 24 horas.

• Trabajar en la biblioteca (u otro lugar tranquilo) para evitar las interrupciones.

• Centrarse en una sola materia mientras estudia.

• No obstinarse tratando de aclarar un punto confuso (o un "error" en un programa de computadora) cuando esté atorado; déjelo de lado y vuelva después; por ejemplo, no más de 10 minutos después de buscar la solución de un problema.

• Diversas normas dietéticas; comer verduras, evitar las grasas (sea específico), establezca un objetivo diario o semanal.

• Limitar el consumo de cerveza o cigarro, o ambos (sea específico), establezca una meta diaria o semanal.

Sin embargo, no se requiere que los participantes usen sólo términos de esta lista. Se puede seguir cualquier cosa que sea significativa para usted.

• Después de recopilar los datos de una semana, elabore una gráfica sencilla para determinar el nivel de los" defectos" encontrados.

• Una práctica sugerida es que comparta los elementos y objetivos de su lista de verificación personal con su profesor, un colega, su pareja o un amigo. Pida a esa

persona que le pregunte más o menos sobre su progreso cada semana. Si su avance ha sido regular, debe estar feliz de analizarlo y mostrar sus gráficas y tablas. Aun cuando su avance no sea uniforme, deberá poder demostrar que ha mejorado en uno o dos elementos, lo cual ya es un adelanto. ¡No sea tan duro con usted mismo!

• Es preciso integrar en el proceso un informe de avance intermedio más o menos a la mitad de un ciclo escolar. El informe final sobre el proyecto se debe elaborar al final del ciclo. Es necesario considerar el hecho de hacer que la calidad personal sea una parte permanente de su proceso de mejoramiento y planificación personal.

Cuando termine el proyecto, responda estas preguntas:

a. ¿Qué reveló su análisis?

b. ¿Experimentó lo mismo que Sergesketter cuando descubrió que ciertos elementos dejaban de ser problemas en poco tiempo, simplemente porque empezó a medirlos?

c. ¿Cómo se siente al analizar sus "defectos" con otras personas?

d. ¿De qué manera el proceso de la calidad personal se relaciona con otros procesos en un ambiente laboral?

CASOS

1. SKILLED CARE PHARMACY

Skilled Care Pharmacy, con sede en Mason, Ohio, es un proveedor regional privado con operaciones anuales por un valor de 25millones de dólares de productos farmacéuticos entregados en entornas de atención de largo plazo, asistencia para sobrevivir, hospicios y casas-hogar. El servicio incluye los siguientes productos:

• Medicamentos y servicios de facturación relacionados.

• Registros médicos.

• Sistemas de información.

• Educación continua.

• Servicios de asesoría que incluyen servicios de farmacia, enfermería, alimentarios y sociales.

Los grupos de clientes clave a los que Skilled Care presta sus servicios incluyen la población de ancianos en entornas de atención extendida y de largo plazo.

Los clientes en este sector dependen de Skilled Care para satisfacer sus necesidades diarias de productos farmacéuticos a una velocidad competitiva. Debido al alto factor de riesgo de su negocio, estas necesidades requieren que el medicamento apropiado sea entregado al paciente correcto en el momento indicado. Además, dependiendo del ambiente en que se preste el servicio, se pueden emplear diversos métodos para administrar un medicamento, como frascos, empaques con dosis múltiples o cajas con una sola dosis. Asimismo, dependiendo del tipo de consumidor, se pueden establecer requisitos de entrega específicos para servir mejor al usuario final.

La dedicación de Skilled Care y su compromiso con el mejoramiento continuo de la calidad son evidentes en todas sus operaciones internas y externas. Al reflexionar sobre los principios necesarios para lograr el éxito en la calidad en todos los niveles de clientes, Skilled Care adoptó el enunciado de política de calidad que se muestra en la figura 3.A. La población de empleados de Skilled Care incluye a 176 asociados de diversas culturas comprometidos con un lugar de trabajo libre de drogas. El equipo incluye asociados con todos los niveles de capacitación educativa que representan muchas de las siguientes disciplinas: farmacéuticos, técnicos farmacéuticos, captura de datos médicos, contadores, especialistas en facturación, enfermeras, recursos humanos, ventas y mercadotecnia, compras, administración y asistencia administrativa, entrega, representantes de servicios al cliente y personal certificado de tecnología de la información. En ocasiones, se forman equipos de trabajo multidisciplinarios y multifuncionales para realizar la(s) tarea(s) que se presenten.

Los productos de Skilled Care se generan en su única planta de 8 352m2 en Mason, Ohio. La farmacia, que está abierta las 24 horas del día, los 365 días del año, está protegida con un sistema de alarma Honeywell. La tecnología principal de la empresa descansa en el paquete de software de la farmacia llamado Rescot. Este sistema permite a Skilled Care procesar, facturar y generar datos pertinentes decisivos para las operaciones generales de la empresa. Se han establecido también otras alianzas dentro de las capacidades de empaque multidosis de Skilled Care y la interconexión de compras al mayoreo. Skilled Care Pharmacy

utiliza Internet para publicar información pertinente y noticias, además de albergar una aplicación de Internet de servicios al cliente llamada Track-It para dar información específica sobre los problemas de los clientes y buscar las soluciones en la empresa. Las ventajas del comercio en línea incluyen un tiempo de respuesta más breve en servicios al cliente para todas las áreas, que incluyen la realización de pedidos, revisiones de los farmacéuticos, entrega y facturación del producto. Skilled Care Pharmacy enfrenta retos estratégicos clave como resultado de la estructura financiera en rápida evolución, del cuidado de la salud, una escasez de personal farmacéutico con licencia, la constante evolución de la práctica de la medicina y la retención de los empleados en todos los niveles. Éstos, al igual que los desafíos futuros, están equilibrados siempre con la responsabilidad con los accionistas.

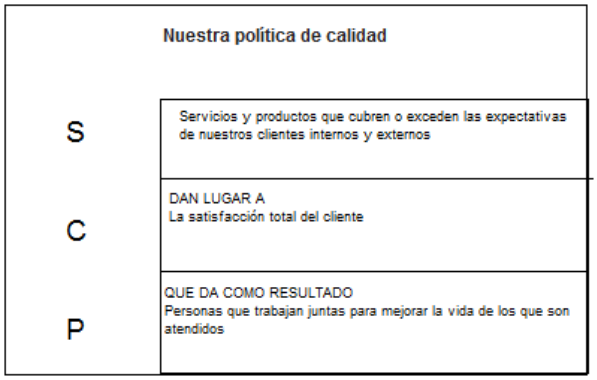


Figura 3.A Política de calidad de Skilled Care

Preguntas para discusión

1. ¿Cómo se aplican las distintas definiciones de la calidad en el caso de Skilled Care?
2. ¿Cómo se reflejan los principios de calidad total en la política y operaciones de Skilled Care?
3. Dada la naturaleza de las operaciones de Skilled Care y los desafíos que enfrenta, explique de qué manera una estrategia de calidad total puede ayudar a la empresa a enfrentar los retos y mejorar su capacidad para prestar los servicios que sus clientes necesitan.

2. UNA HISTORIA SOBRE DOS RESTAURANTES

Tim Kelley fundó el Kelley's Seafood Restaurant hace casi 15 años. El restaurante es muy productivo debido a la excelente calidad de su comida, pero últimamente ha tenido problemas con la consistencia debido a su gran cantidad de proveedores. Las operaciones del restaurante están divididas en frente (meseros) y parte posterior (cocina). La cocina tiene papeletas pegadas con adhesivo para elevar la moral de los empleados, quienes están capacitados en todas las áreas y el personal de la cocina busca mejorar la comida de manera continua.

Sin embargo, los meseros tienen pocos beneficios adicionales y salarios mínimos y la rotación de personal es un poco problemática. El criterio principal de Tim para seleccionar meseros es su capacidad para llegar a tiempo. Hay poca comunicación entre las operaciones del frente y la parte posterior, además del surtido de los pedidos. Tim se asegura de que los meseros le informen de inmediato sobre cualquier queja que se presente.

El restaurante no usa ninguna automatización porque Tim cree que les impediría atender cualquier petición especial de los clientes. "Así es como hemos hecho las cosas durante los últimos 15 años y así es como seguiremos haciéndolas", fue su respuesta a la sugerencia de utilizar un sistema de cómputo para acelerar los pedidos y eliminar las demoras. Anteriormente, Tim organizaba juntas de personal de forma regular, pero hace poco las cambió de una a la semana a una cada cinco o seis meses. La mayor parte del tiempo se concentra en el comportamiento negativo y a menudo se le escucha decir: "Ya no es posible conseguir buenos empleados."

Jim's SteakHouse es un restaurante de una familia que se encuentra en el mismo estado. Jim sólo utiliza la carne y los ingredientes más frescos de los mejores proveedores y ofrece a sus clientes porciones de comida extragrandes, de modo que sienten que reciben mayor valor por su dinero. Jim paga a los cocineros salarios muy altos para atraer a empleados de alta calidad.

Los meseros reciben 70 por ciento de las propinas; los garrotero s 20 por ciento, y el personal de la cocina 10 por ciento, para fomentar el trabajo en equipo. Muchas de las nuevas contrataciones son por recomendación de los empleados actuales. Jim entrevista a todos los posibles empleados y les hace preguntas relacionadas

con la cortesía, la responsabilidad y la creatividad. El restaurante organiza torneos de boliche, competencias de golf, días de campo y fiestas de Navidad para sus empleados. En día del cumpleaños de Jim los clientes reciben una comida gratis, a los niños se les da la bienvenida con globos, dulces y crayones y los aficionados al deporte se entretienen con una televisión de pantalla grande. Jim se pasea por el local y constantemente pide la opinión de los clientes. Jim visita muchos otros restaurantes para estudiar sus operaciones y aprender técnicas nuevas. Como resultado de estas visitas, Jim instaló computadoras para programar las reservaciones y capturar los pedidos para la cocina.

Preguntas para discusión

1. Compare estos dos restaurantes desde la perspectiva de la calidad total. ¿Reflejan o no los principios fundamentales de la calidad total?
2. ¿Qué consejo daría a los propietarios?

UNIDAD 4

Unidad 4: Herramientas de calidad

Competencia específica a desarrollar	*Actividades de Aprendizaje*
Construir e interpretar gráficos de control siguiendo una metodología sistemática a fin de tomar decisiones correctas respecto al estado del proceso y realizar los análisis de capacidad correspondiente.	• Revisión bibliográfica sobre herramientas cualitativas para el control de calidad y sus aplicaciones en distintos ámbitos • Investigar distintos gráficos de control y su clasificación de acuerdo al tipo de datos a analizar • Elaboración e interpretación de gráficos de control por variables y atributos • Resolución de ejercicios sobre análisis de la capacidad del proceso e interpretación para la toma de decisiones

EJERCICIOS, CUESTIONARIO Y CASO PARA LOS TEMAS CONTENIDOS EN LA UNIDAD 4

1. ¿Qué son las hojas de verificación y cuál es su objetivo?

2. Señale los distintos tipos de hojas de verificación que existen.

3. A partir de la hoja de verificación de la tabla 10.1 del capítulo anterior ¿es posible analizar la manera en la que influye el turno en el problema principal? Si la respuesta es no, bosqueje la manera en la que rediseñaría la hoja para realizar tal análisis.

4. Diseñe una hoja de verificación para analizar la distribución del grosor de las láminas de asbesto considerando que el espesor ideal es de 5 mm con tolerancia de ±0.8 (vea el ejemplo 11.1).

5. En un área de maquinado en una fábrica de válvulas existen tres máquinas para hacer roscas, en las cuales trabajan cinco personas. Se han presentado problemas con el número de piezas defectuosas en dicha área. Los directivos presionan a los empleados culpándolos de los problemas de calidad. Los trabajadores, por su parte, se quejan con los directivos de que las máquinas son demasiado viejas y que por eso surgen los problemas. ¿Qué haría usted para aclarar la situación?

6. En una empresa que fabrica colchones existen cuatro tipos básicos de defectos: plisado, hilvanado, fuera de medida y manchas. La fabricación se hace mediante cinco máquinas. Diseñe una hoja de verificación para registrar los defectos cuando se hace la inspección.

7. En el proceso de envasado de tequila, los defectos principales son: botella, tapa, etiqueta, contra etiqueta, botella s/vigusa, otros. Diseñe una hoja de verificación para registrar estos defectos.

8. ¿Cuándo se dice que un proceso es capaz o hábil?

9. Respecto a los índices C_P y C_{pk} explique:
   a) ¿Qué mide el índice C_p?
   b) ¿Qué significa que un proceso esté descentrado? Explique gráficamente con un ejemplo.
   c) ¿El índice C_P toma en cuenta lo centrado de un proceso? Argumente su respuesta.
   d) ¿Por qué se dice que el índice C_P mide la capacidad potencial y el C_{pk} la capacidad real? Apóyese en los puntos anteriores para explicar.

10. Si una característica de calidad debe estar entre 30 ± 2, y se sabe

que su media y desviación estándar están dadas por μ = 29.3 y σ = 0.5, calcule e interprete con detalles los siguientes índices: C_P, C_{pk}, K.

11. Para el ejercicio 15 del capítulo 8 (Calidad y Productividad, Gutiérrez Pulido) sobre el grosor de las láminas de asbesto se tiene que las especificaciones son: EI = 4.2 mm y ES = 5.8 mm. Además de las mediciones hechas en los últimos tres meses, se aprecia un proceso que tiene una estabilidad aceptable, con μ = 4.75 y σ= 0.45.

a) Calcule el índice K e interprételo.
b) Obtenga los índices C_P y C_{pk} e interprételos.
c) Con base en la tabla 4.4 estime el porcentaje de láminas que no cumplen *con especificaciones: del lado inferior, del superior y de ambos lados.*
d) En resumen, ¿el proceso cumple con especificaciones? Argumente su respuesta.

12. Los siguientes datos representan las mediciones de viscosidad de los últimos tres meses de un producto lácteo. El objetivo es tener una viscosidad de 80 $\pm$ 10 cps.

84	81	77	80	80	82	78	83
81	78	83	84	85	84	82	84
82	80	83	84	82	78	83	81
86	85	79	86	83	82	84	82
83	82	84	86	81	82	81	82
87	84	83	82	81	84	84	81
78	83	83	80	86	83	82	86
87	81	78	81	82	84	83	79
80	82	86	82	80	83	82	76
79	81	82	84	85	87	88	90

a) Construya una gráfica de capacidad de este proceso (histograma con tolerancias) y genere una primera opinión sobre la capacidad.
b) Calcule la media y la desviación estándar y, considerando estos

parámetros como poblacionales, estime los índices *CP, Cpk> Cpm* y *K*. e interprételos con detalle.

c) Con base en la tabla 4.4 (documento del alumno) estime el porcentaje fuera de especificaciones.

d) Las estimaciones hechas en los dos incisos anteriores y las correspondientes interpretaciones se deben ver con ciertas reservas dado que son estimaciones basadas en

13. Una característica clave en localidad de las pinturas es su densidad, y un componente que influye en tal densidad es la cantidad de arena que se utiliza en la elaboración de pinturas. La cantidad de arena en la formulación de un lote se controla con base en el número de costales, que según el proveedor deben contener 20 kg. Sin embargo, continuamente se tienen problemas en la densidad de la pintura, que es necesario corregir con trabajo y procesos adicionales. En este contexto, en las empresas se preguntan: ¿cuánta arena contienen en realidad los costales?

Para averiguarlo deciden tomar una muestra aleatoria de 30 costales de cada lote o pedido (500 costales). Los pesos obtenidos en las muestras de los últimos tres lotes aparecen en la tabla 13.1

Tabla 13.1

Lote	Peso de los costales de la muestra (kg)									
1	18.6	19.2	19.5	19.2	18.9	19.4	19.0	20.0	19.3	20.0
	18.8	19.3	19.1	18.6	19.4	18.7	21.0	19.8	19.0	18.6
	19.6	19.0	19.1	19.1	19.6	19.4	19.8	19.1	20.0	20.4
2	18.6	19.9	18.8	18.4	19.0	20.1	19.7	19.3	20.7	19.5
	18.9	18.4	19.5	19.1	18.5	19.6	19.4	19.6	20.3	18.8
	19.2	20.6	19.0	19.7	20.0	18.4	18.9	19.7	17.8	19.4
3	20.1	20.2	21.0	19.7	20.1	20.0	19.1	20.4	19.6	20.6
	19.9	20.3	20.0	19.7	20.8	19.7	19.7	20.4	19.6	20.5
	20.0	20.0	20.4	20.2	20.2	19.7	20.0	19.6	19.7	19.8

a) Las tolerancias que se establecen para el peso de los costales de arena son 20 ± 0.05. Calcule los estadísticos básicos para las muestras y decida si la calidad es satisfactoria.

b) Calcule los estadísticos básicos para los 90 datos y dé una opinión global sobre el peso de los costales.

c) Obtenga un histograma para los 90 datos, inserte las especificaciones y

obtenga una conclusión general sobre el peso de los bultos.

d) Con base en lo anterior, ¿cuál debe ser la posición de la fábrica de pinturas ante el proveedor de arena.
e) Estime los índices de capacidad CP y Cpk utilizando todos los datos.

14. En una fábrica de envases de vidrio se han tenido problemas con la capacidad de las botellas de 750 ml. Con base en el historial del proceso se sabe que la capacidad media de tal tipo de botella es de 749 ml, con una desviación estándar de 12, con el propósito de mejorar la calidad de las botellas en cuanto al volumen, se tienen dos propuestas a nivel experimental. Los datos para cada propuesta están en la tabla 14.1.

Propuesta	**Volumen de las botellas (ml)**									
1	740 738 751	759 743 758	740 748 747	751 742 753	751 761 746	751 765 753	750 754 766	757 733 751	744 753 750	752 752 744
2	746 744 745	744 750 749	751 741 738	747 745 742	748 749 751	745 743 743	748 748 749	743 744 748	745 747 744	746 742 749

a) Calcule los estadísticos básicos para cada propuesta y comente.
b) Con base en un histograma en el que inserte especificaciones, describa cada una de las propuestas y elija la que considere mejor.
c) estime los índices de capacidad C_P y C_{pk} para cada propuesta ¿Cuál propuesta parece mejor?

15. Una característica importante en la calidad de la leche de vaca es la concentración de grasa. En una industria en particular se ha fijado que el estándar mínimo que debe cumplir el producto que se recibe directa- mente de los establos lecheros es de 3.0%. Si de los datos históricos se sabe que μ = 4.1 y σ = 0.38.

a) Calcule el C_{pi} e interprételo.
b) Con base en la tabla 9.2 estime el porcentaje fuera de especificaciones.
c) ¿La calidad es satisfactoria?

16. En una empresa que elabora productos lácteos se tiene como criterio de calidad para la crema que ésta tenga un porcentaje de grasa de 45 con una

tolerancia de $\pm$ 5. De acuerdo con los muestreos de los últimos meses, se tiene una media de 44.5 con una desviación estándar de 1.3. Haga un análisis de capacidad para ver si se está cumpliendo con la calidad exigida (*C_P, C_{pk} K, C_{pm}, límites reales),* represente gráficamente sus resultados y comente.

17. El volumen en un proceso de envasado debe estar entre 310 y 330 ml. De acuerdo con los datos históricos se tiene que μ= 318 y σ= 4. ¿El proceso de envasado funciona bien en cuanto al volumen? Argumente su respuesta.

18. El porcentaje de productos defectuosos en un proceso es de 2.3%. Con base en la tabla 4.4 (documento para el alumno) estime el C_p de este proceso.

19. Si un proceso tiene un C_{ps} = 1.3, estime las PPM fuera de especificaciones (apóyese en la tabla 4.4).

20. 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 $\bar{X}$ = 59.88 y S = 0.25.

a) Estime, con un intervalo de confianza de 95%, los índices C_P, C_{pk} y C_{pm} e interprete cada uno de ellos.
b) ¿Hay seguridad de que la capacidad del proceso sea satisfactoria?
c) ¿Por qué fue necesario estimar por intervalo?

21. Conteste los primeros incisos del problema anterior, pero ahora suponiendo que el tamaño de la muestra fue de n = 140. ¿Las conclusiones serían las mismas?

22. Dé algunos ejemplos de administración por reacción y comente el tipo de resultados que se obtienen.

23. ¿Cuáles son las causas comunes de variación y cuáles las especiales?

24. ¿Cómo debe tratar de resolverse un problema ocasionado por causas especiales y cómo uno debido a causas comunes?

25. ¿Cuál es el objetivo básico de una carta de control?

26. De manera general, ¿cómo se obtienen los límites de control en las cartas de control de Shewhart?

Ejercicios para carta $\bar{X} - R$

1. Señale para qué tipo de procesos se usan las cartas $\bar{X}$ *-R.*

2. Según la información proporcionada por una carta $\bar{X}$ *-R* sobre un proceso de producción de piezas metálicas, la media de la longitud de tales piezas es de 5 cm y el rango medio con tamaño de muestra $n = 5$ es 0.1. Resuelva lo siguiente:

a) Es me la desviación estándar del proceso con $\sigma = R/d_2$

b) Obtenga los límites de control para una carta *X* con $n = 4$, recordando que $\sigma_x = \sigma / \sqrt{n}$

c) Si las especificaciones inferior y superior para esta pieza son 4.8 y 5.2, respectivamente, calcule los límites reales o naturales y vea si las piezas cumplen con las especificaciones.

d) Para cuantificar la capacidad del proceso, calcule los índices C_p, C_{pk} y C_{pm} e interprételos.

e) ¿Por qué son diferentes los límites obtenidos con *b y* e?

3. El peso ideal de un producto es de 250 g, con una tolerancia de más menos 10 g, y para controlar tal peso se usa una carta de control $\bar{X}$- *R,* a partir de la cual se obtiene $\mu = 253$ y $\sigma = 5$. Con estos datos conteste lo siguiente:

a) ¿Qué se le controla al peso con la carta $\bar{X}$ y qué con la carta *R?*

b) Considerando un tamaño de subgrupo de 4 y 9, obtenga la línea central y los límites de control para las correspondientes cartas *X.*

c) Si usando un tamaño de subgrupo de $n = 4$, se obtienen las siguientes medias muestrales de manera sucesiva: 245, 248, 244, 243, ¿el proceso está en control estadístico? Argumente.

4. En relación con el problema anterior:

a) Obtenga los límites naturales del proceso y, de acuerdo con éstos, ¿cumplen los artículos con las especificaciones?

b) Calcule los índices C_p, C_{pk} y C_{pm} e interprételos.

c) Si todas las medias están dentro de las especificaciones, ¿quiere decir que el proceso cumple con las especificaciones? Explique su respuesta

d) Si todos los promedios caen dentro de los límites de control en la carta *X,* ¿eso quiere decir que se cumple con las especificaciones?

5. En la fabricación de artículos de plástico se debe asegurar una resistencia mínima de 65. Para ello, cada cinco lotes se hacen pruebas destructivas a tres artículos seleccionados aleatoriamente de uno de los lotes. Los datos se registran en una carta de control $\bar{X}$- *R.* Los límites de control en la carta $\bar{X}$ son los siguientes:

LCS = 86

Línea central = 77

LCI = 68

a) Si al medir la resistencia de tres artículos se obtienen los datos: 70, 75 y 60, ¿quiere decir que el proceso estuvo fuera de control en la producción de dicho lote?

b) Alguien sugiere que el límite de control inferior en la carta X debe ser igual a la especificación inferior de 65. ¿Es correcta esta sugerencia? Explique su respuesta.

c) ¿El proceso cumple con la especificación inferior? Recuerde que el LCI no es para las medias.

d) Calcule el C_{pi} e interprételo.

6. Una fábrica de autopartes ha tenido problemas con la dimensión de cierta barra de acero en el momento de ensamblarla, por lo que se decide colectar datos para analizar el proceso correspondiente. La longitud ideal de la barra es de 100 mm, con una tolerancia de $\pm$ 2 mm. Cada dos horas se toman cinco barras consecutivas y se miden. Los datos obtenidos (en mm) en una semana se muestran en la tabla 6.1.

Tabla 6.1 Datos para el ejercicio 6

Muestra	Longitud de las piezas					Media	Rango
1	101.0	99.4	99.9	100.5	100.2	100.20	1.6
2	100.0	98.8	101.0	100.3	100.1	100.04	2.2
3	99.1	99.4	101.3	99.0	99.1		
4	100.3	100.1	98.7	101.3	99.8	100.04	2.6
5	97.2	99.7	98.9	100.5	99.3	99.12	3.3
6	102.2	103.6	100.2	104.7	104.9	103.12	4.7
7	98.2	97.6	99.0	100.6	99.0	98.88	3.0
8	100.7	99.8	100.4	99.7	98.3	99.78	2.4
9	100.4	103.0	98.7	101.6	100.5	100.84	4.3
10	97.9	99.8	100.6	99.3	100.7	99.66	2.8
11	101.5	100.2	102.1	99.7	102.3	101.16	2.6
12	100.4	100.0	100.2	97.7	102.1	100.08	4.4
13	101.4	102.4	103.2	103.2	102.6	102.56	1.8
14	97.8	100.1	99.3	98.6	100.7	99.30	2.9
15	100.7	101.3	98.9	99.9	101.2	100.40	2.4
16	101.7	98.4	97.9	102.2	100.3		
17	101.0	100.3	101.3	101.1	99.5	100.64	1.8
18	99.6	102.0	100.5	97.6	100.0	99.94	4.4
19	101.5	100.2	99.4	99.2	99.6	99.98	2.3
20	100.2	102.1	101.0	100.6	101.6	101.10	1.9
21	100.5	100.4	100.2	100.7	98.9	100.14	1.8
22	99.0	99.0	101.4	101.1	97.9	99.68	3.5
						$\bar{\bar{X}} = 100.29$	$\bar{R} = 2.88$

a) Obtenga una carta $\bar{X}$ e interprétela.

b) Interprete los límites de control y establezca la diferencia conceptual de éstos con las especificaciones.

c) Mediante una carta *R* investigue si el proceso estuvo en control estadístico en cuanto a la variabilidad.

d) Explique con sus palabras cuál es la diferencia entre lo investigado en *a* y en *c*.

e) Para continuar con el uso de la carta de control, ¿qué límites de control propondría?

f) Analice la capacidad del proceso. Para ello:

f.1 obtenga un histograma e inserte tolerancias,

f.2 calcule los índices C_p, C_{pk} y C_{pm}, e interprételos, y

f.3 obtenga los límites naturales del proceso y compárelos con las especificaciones.

g) ¿Cuáles son sus conclusiones generales tanto en lo referente a la estabilidad del proceso como a su capacidad?

7. En una empresa fabricante de chocolates o tapas metálicas para bebidas gaseosas, un aspecto importante es la cantidad del PVC que se lleva cada corcholata, la cual determina el espesor de la película que hace que la bebida quede bien cerrada. El peso de los gránulos del PVC debe estar entre 212 y 218 mg. Si el peso es menor a 2012, 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 2018 g, entonces se gasta mucho PVC y aumentan los costos. Para asegurar que se cumplen con estas especificaciones, se usa ordinariamente una carta de control: cada 30 minutos se toma una muestra de 4 gránulos consecutivos de PVC y se pesan. En la tabla 7.1 se muestran las últimas 25 medidas y rangos obtenidos del proceso.

a) Calcule los límites de una carta X- R y obtenga las cartas.

b) Interprete las cartas (puntos fuera, tendencias, ciclos, etcétera).

c) ¿El proceso muestra una estabilidad o estado de control estadístico razonable?

Tabla 7.1 Datos para el ejercicio 7

Subgrupo	Media	Rango	Subgrupo	Media	Rango
1	214.18	2.5	14	213.74	3.2
2	213.48	2.7	15	214.26	1.2
3	213.98	2.2	16	214.18	2.2
4	214.12	1.8	17	214.0	1.0
5	214.46	2.5	18	213.6	2.0
6	213.38	2.7	19	214.2	2.7
7	213.56	2.3	20	214.38	0.8
8	214.08	1.8	21	213.78	2.0
9	213.72	2.9	22	213.74	1.6
10	214.64	2.2	23	213.32	2.4
11	213.92	2.4	24	214.02	3.2
12	213.96	3.6	25	214.24	1.1
13	214.2	0.4			
			Media	213.966	2.136

8. En relación con el ejercicio 7, analice la capacidad del proceso, para ello:

a) Estime la desviación estándar del proceso.

b) Calcule los límites reales del proceso e interprételos.

c) Calcule los índices C_p, C_{pk} y K, e interprételos.

9. Se desea que la resistencia de un artículo sea de por lo menos 300 psi. Para verificar que se cumpla con tal característica de calidad, se hacen pequeñas inspecciones periódicas y los datos se registran en una carta X- R. El tamaño de subgrupo que se ha usado es de tres artículos, que son tomados de manera consecutiva cada dos horas. Los datos de los últimos 30 subgrupos se muestran en la tabla 9.1. Conteste ¿Qué acciones recomendaría para mejorar el proceso?

a) Dado que la media de medias es 320.73, ¿el proceso cumple con la especificación inferior (El = 300)? Explique.

b) Calcule los límites de la carta X – R e interprételos.

c) Obtenga las cartas e interprételas (puntos fuera tendencias, ciclos, alta variabilidad, etcétera).

d) ¿El proceso muestra una estabilidad o estado de control estadístico razonable?

e) Haga un análisis de la capacidad del proceso, para ello:

   i. Estime la desviación estándar del proceso

   ii. Calcule los límites reales del proceso e interprételos

   iii. Obtenga un histograma para los datos individuales

   iv. Calcule el índice C_{pi} e interprételo.

f) Si ha procedido de manera adecuada, ha encontrado en el inciso anterior que la capacidad del proceso es mala, pero ¿cómo se explica esto si ningún dato de la tabla 9.1 es menor a 310.0? Argumente.

g) A qué aspecto recomendaría centrar los esfuerzos de mejora: ¿a capacidad o a estabilidad? Argumente.

Tabla 9.1 Datos para el ejercicio 9

Subgrupo	Datos			Media	Rango
1	315.6	319.2	303.8	312.87	15.4
2	318.8	309.2	321.4	316.47	12.2
3	311.2	312.1	342.9	322.07	31.7
4	322	321.1	329.1	324.07	8
5	315.2	327.4	300.6	314.4	26.8
6	310.3	319.8	338.5	322.87	28.2
7	320.6	315.9	318.3	318.27	4.7
8	322.2	303.6	323.4	316.4	19.8
9	329.1	306.7	312.4	316.07	22.4
10	322.4	318.8	299.7	313.63	22.7
11	326.2	310.1	338.5	324.93	28.4
12	328.8	325	322	325.27	6.8

13	328.8	306.3	305.6	313.57	23.2
14	318.7	320.8	310.3	316.6	10.5
15	326.7	316.7	327.3	323.57	10.6
16	313.4	307.4	329.5	316.77	22.1
17	337.3	312.9	324.4	324.87	24.4
18	316.3	314.1	323	317.8	8.9
19	327.2	338.2	340.9	335.43	13.7
20	337.8	343	337.4	339.4	5.6
21	309.2	321.7	310.5	313.8	12.5
22	314.3	321.6	318	317.97	7.3
23	318.9	322.2	333.5	324.87	14.6
24	303.7	326.3	337.1	322.37	33.4
25	319.3	338.8	320.9	326.33	19.5
26	317	327.4	312.5	318.97	14.9
27	310.6	318.5	336.7	321.93	26.1
28	319.5	326	333.2	326.23	13.7
29	308.6	321.7	306	312.1	15.7
30	316.2	321.6	328.5	322.1	12.3
			Media	**320.73**	**17.2**

10. En una empresa que se dedica a procesar y envasar arenas (uno de sus usos es la elaboración de pinturas), ha habido reclamaciones de los clientes porque el peso de los costales es muy variable. En particular, para cierto tipo de arena, los costales deben pesar 20 kg. Para atender esta queja, se decide estudiar la variabilidad del proceso de envasado mediante la puesta en práctica de una carta de control $\bar{X}$ -*R*. La especificación inferior se establece como 19 y la superior como 21. En el proceso de envasado, cada tres horas se toman tres bultos consecutivos y se pesan. Los datos obtenidos en una semana están en la tabla 10.1.

a) Mediante una carta *R,* investigue la estabilidad del proceso

b) Si en la carta anterior obtuvo puntos fuera de control, explique gráficamente y con sus palabras qué significa eso.

c) Mediante una carta $\bar{X}$ analice si el proceso de encostalado está en control estadístico. Explique los resultados que obtenga.

d) ¿Cuál es la diferencia de lo investigado en *a* y *c?*

Tabla 10.1 Datos para el ejercicio 10

Muestra	Peso de los costales (kg)			Media	Rango
1	19.8	20.0	20.7	20.17	0.9
2	19.3	19.2	18.5		
3	17.9	19.7	19.0	18.77	2.1
4	18.1	19.9	20.4	19.47	2.3
5	20.0	19.6	17.0	18.87	3.0
6	19.0	17.7	20.4	19.03	2.7
7	20.2	20.2	20.3	20.23	0.1
8	20.9	20.5	20.0	20.47	0.9
9	19.5	19.4	19.7	19.53	0.3
10	19.8	19.9	18.7	19.47	1.2
11	19.9	19.4	18.4		
12	18.5	19.8	19.9	19.40	1.4
13	20.4	20.0	19.3	19.90	1.1
14	19.6	19.6	19.7	19.63	0.1
15	17.0	19.3	21.6	19.30	4.6
16	19.4	19.5	20.4	19.77	1.0
17	19.2	18.4	17.9	18.50	1.3
18	20.3	19.3	19.3	19.63	1.0
19	20.0	19.5	19.0	19.50	1.0
20	19.5	19.8	19.8	19.70	0.3
21	18.0	19.4	19.7	19.03	1.7
22	18.7	21.6	18.8	19.70	2.9
23	18.7	20.1	19.5	19.43	1.4
				$\bar{\bar{X}} = 19.5$	$\bar{R} = 1.45$

11. Dé algunos ejemplos de administración por reacción y comente el tipo de resultados que se obtienen.

12. ¿Cuáles son las causas comunes de variación y cuáles las especiales?

13. ¿Cómo debe tratar de resolverse un problema ocasionado por causas especiales y cómo uno debido a causas comunes?

14. ¿Cuál es el objetivo básico de una carta de control?

15. De manera general, ¿cómo se obtienen los límites de control en las cartas de control de Shewhart?

Ejercicios para carta *X – R*

1. Señale para qué tipo de procesos se usan las cartas $\bar{X}$ *-R.*

2. Según la información proporcionada por una carta $\bar{X}$ *-R* sobre un proceso de producción de piezas metálicas, la media de la longitud de tales piezas es de 5 cm y el rango medio con tamaño de muestra $n = 5$ es 0.1. Resuelva lo siguiente:

f) Es me la desviación estándar del proceso con $\sigma = R/d_2$

g) Obtenga los límites de control para una carta $\bar{X}$ con $n = 4$, recordando que $\sigma_x = \sigma / \sqrt{n}$

h) Si las especificaciones inferior y superior para esta pieza son 4.8 y 5.2, respectivamente, calcule los límites reales o naturales y vea si las piezas cumplen con las especificaciones.

i) Para cuantificar la capacidad del proceso, calcule los índices C_p, C_{pk} y C_{pm} e interprételos.

j) ¿Por qué son diferentes los límites obtenidos con *b y* e?

3. El peso ideal de un producto es de 250 g, con una tolerancia de más menos 10 g, y para controlar tal peso se usa una carta de control $\bar{X}$*- R,* a partir de la cual se obtiene $\mu = 253$ y $\sigma = 5$. Con estos datos conteste lo siguiente:

d) ¿Qué se le controla al peso con la carta *X* y qué con la carta *R?*

e) Considerando un tamaño de subgrupo de 4 y 9, obtenga la línea central y los límites de control para las correspondientes cartas $\bar{X}$*.*

f) Si usando un tamaño de subgrupo de $n = 4$, se obtienen las siguientes medias muestrales de manera sucesiva: 245, 248, 244, 243, ¿el proceso está en control estadístico? Argumente.

4. En relación con el problema anterior:

a) Obtenga los límites naturales del proceso y, de acuerdo con éstos, ¿cumplen los artículos con las especificaciones?

b) Calcule los índices Cp, Cpk y Cpm e interprételos.

c) Si todas las medias están dentro de las especificaciones, ¿quiere decir que el proceso cumple con las especificaciones? Explique su respuesta.

e) Si todos los promedios caen dentro de los límites de control en la carta $\bar{X}$, ¿eso quiere decir que se cumple con las especificaciones?

5. En la fabricación de artículos de plástico se debe asegurar una resistencia mínima de 65. Para ello, cada cinco lotes se hacen pruebas destructivas a tres artículos seleccionados aleatoriamente de uno de los lotes. Los datos se registran en una carta de control $\bar{X}$- *R.* Los límites de control en la carta $\bar{X}$ son los siguientes:

LCS = 86

Línea central = 77

LCI = 68

e) Si al medir la resistencia de tres artículos se obtienen los datos: 70, 75 y 60, ¿quiere decir que el proceso estuvo fuera de control en la producción de dicho lote?

f) Alguien sugiere que el límite de control inferior en la carta $\bar{X}$ debe ser igual a la especificación inferior de 65. ¿Es correcta esta sugerencia? Explique su respuesta.

g) ¿El proceso cumple con la especificación inferior? Recuerde que el LCI no es para las medias.

h) Calcule el C_{pi} e interprételo.

6. Una fábrica de autopartes ha tenido problemas con la dimensión de cierta barra de acero en el momento de ensamblarla, por lo que se decide

colectar datos para analizar el proceso correspondiente. La longitud ideal de la barra es de 100 mm, con una tolerancia de $\pm$ 2 mm. Cada dos horas se toman cinco barras consecutivas y se miden. Los datos obtenidos (en mm) en una semana se muestran en la tabla 6.1.

h) Obtenga una carta *X* e interprétela.

i) Interprete los límites de control y establezca la diferencia conceptual de éstos con las especificaciones.

j) Mediante una carta *R* investigue si el proceso estuvo en control estadístico en cuanto a la variabilidad.

k) Explique con sus palabras cuál es la diferencia entre lo investigado en *a* y en *c*.

l) Para continuar con el uso de la carta de control, ¿qué límites de control propondría?

m) Analice la capacidad del proceso. Para ello:

f.1 obtenga un histograma e inserte tolerancias,

f.2 calcule los índices C_p, C_{pk} y C_{pm}. e interprételos, y

f.3 obtenga los límites naturales del proceso y compárelos con las especificaciones.

n) ¿Cuáles son sus conclusiones generales tanto en lo referente a la estabilidad del proceso como a su capacidad?

Tabla 6.1 Datos para el ejercicio 6

Muestra	Longitud de las piezas					Media	Rango
1	101.0	99.4	99.9	100.5	100.2	100.20	1.6
2	100.0	98.8	101.0	100.3	100.1	100.04	2.2
3	99.1	99.4	101.3	99.0	99.1		
4	100.3	100.1	98.7	101.3	99.8	100.04	2.6
5	97.2	99.7	98.9	100.5	99.3	99.12	3.3
6	102.2	103.6	100.2	104.7	104.9	103.12	4.7
7	98.2	97.6	99.0	100.6	99.0	98.88	3.0
8	100.7	99.8	100.4	99.7	98.3	99.78	2.4
9	100.4	103.0	98.7	101.6	100.5	100.84	4.3
10	97.9	99.8	100.6	99.3	100.7	99.66	2.8
11	101.5	100.2	102.1	99.7	102.3	101.16	2.6
12	100.4	100.0	100.2	97.7	102.1	100.08	4.4
13	101.4	102.4	103.2	103.2	102.6	102.56	1.8
14	97.8	100.1	99.3	98.6	100.7	99.30	2.9
15	100.7	101.3	98.9	99.9	101.2	100.40	2.4
16	101.7	98.4	97.9	102.2	100.3		
17	101.0	100.3	101.3	101.1	99.5	100.64	1.8
18	99.6	102.0	100.5	97.6	100.0	99.94	4.4
19	101.5	100.2	99.4	99.2	99.6	99.98	2.3
20	100.2	102.1	101.0	100.6	101.6	101.10	1.9
21	100.5	100.4	100.2	100.7	98.9	100.14	1.8
22	99.0	99.0	101.4	101.1	97.9	99.68	3.5
						$\bar{\bar{X}} = 100.29$	$\bar{R} = 2.88$

7. En una empresa fabricante de chocolates o tapas metálicas para bebidas gaseosas, un aspecto importante es la cantidad del PVC que se lleva cada corcholata, la cual determina el espesor de la película que hace que la bebida quede bien cerrada. El peso de los gránulos del PVC debe estar entre 212 y 218 mg. Si el peso es menor a 2012, 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 2018 g, entonces se gasta mucho PVC y aumentan los costos. Para asegurar que se cumplen con estas especificaciones, se usa ordinariamente una carta de control: cada 30 minutos se toma una muestra de 4 gránulos consecutivos de PVC y se pesan. En la tabla 7.1 se muestran las últimas 25 medidas y rangos obtenidos del proceso.

a) Calcule los límites de una carta $\bar{X}$- R y obtenga las cartas.

b) Interprete las cartas (puntos fuera, tendencias, ciclos, etcétera).

c) ¿El proceso muestra una estabilidad o estado de control estadístico razonable?

Tabla 7.1 Datos para el ejercicio 7

Subgrupo	Media	Rango	Subgrupo	Media	Rango
1	214.18	2.5	14	213.74	3.2
2	213.48	2.7	15	214.26	1.2
3	213.98	2.2	16	214.18	2.2
4	214.12	1.8	17	214.0	1.0
5	214.46	2.5	18	213.6	2.0
6	213.38	2.7	19	214.2	2.7
7	213.56	2.3	20	214.38	0.8
8	214.08	1.8	21	213.78	2.0
9	213.72	2.9	22	213.74	1.6
10	214.64	2.2	23	213.32	2.4
11	213.92	2.4	24	214.02	3.2
12	213.96	3.6	25	214.24	1.1
13	214.2	0.4			
			Media	213.966	2.136

8. En relación con el ejercicio 7, analice la capacidad del proceso, para ello:

a) Estime la desviación estándar del proceso.
b) Calcule los límites reales del proceso e interprételos.

9. Se desea que la resistencia de un artículo sea de por lo menos 300 psi. Para verificar que se cumpla con tal característica de calidad, se hacen pequeñas inspecciones periódicas y los datos se registran en una carta *X- R.* El tamaño de subgrupo que se ha usado es de tres artículos, que son tomados de manera consecutiva cada dos horas. Los datos de los últimos 30 subgrupos se muestran en la tabla 9.1. Conteste

h) Dado que la media de medias es 320.73, ¿el pro- ceso cumple con la especificación inferior (EI = 300)? Explique.
i) Calcule los límites de la carta X – R e interprételos.
j) Obtenga las cartas e interprételas (puntos fuera tendencias, ciclos, alta variabilidad, etcétera).
k) ¿El proceso muestra una estabilidad o estado de control estadístico razonable?
l) Haga un análisis de la capacidad del proceso, para ello:
   v. Estime la desviación estándar del proceso

vi. Calcule los límites reales del proceso e interprételos

vii. Obtenga un histograma para los datos individuales

viii. Calcule el índice C_{pi} e interprételo.

m) Si ha procedido de manera adecuada, ha encontrado en el inciso anterior que la capacidad del proceso es mala, pero ¿cómo se explica esto si ningún dato de la tabla 9.1 es menor a 310.0? Argumente.

n) A qué aspecto recomendaría centrar los esfuerzos de mejora: ¿a capacidad o a estabilidad? Argumente.

Tabla 9.1 Datos para el ejercicio 9

Subgrupo	Datos			Media	Rango
1	315.6	319.2	303.8	312.87	15.4
2	318.8	309.2	321.4	316.47	12.2
3	311.2	312.1	342.9	322.07	31.7
4	322	321.1	329.1	324.07	8
5	315.2	327.4	300.6	314.4	26.8
6	310.3	319.8	338.5	322.87	28.2
7	320.6	315.9	318.3	318.27	4.7
8	322.2	303.6	323.4	316.4	19.8
9	329.1	306.7	312.4	316.07	22.4
10	322.4	318.8	299.7	313.63	22.7
11	326.2	310.1	338.5	324.93	28.4
12	328.8	325	322	325.27	6.8

13	328.8	306.3	305.6	313.57	23.2
14	318.7	320.8	310.3	316.6	10.5
15	326.7	316.7	327.3	323.57	10.6
16	313.4	307.4	329.5	316.77	22.1
17	337.3	312.9	324.4	324.87	24.4
18	316.3	314.1	323	317.8	8.9
19	327.2	338.2	340.9	335.43	13.7
20	337.8	343	337.4	339.4	5.6
21	309.2	321.7	310.5	313.8	12.5
22	314.3	321.6	318	317.97	7.3
23	318.9	322.2	333.5	324.87	14.6
24	303.7	326.3	337.1	322.37	33.4
25	319.3	338.8	320.9	326.33	19.5
26	317	327.4	312.5	318.97	14.9
27	310.6	318.5	336.7	321.93	26.1
28	319.5	326	333.2	326.23	13.7
29	308.6	321.7	306	312.1	15.7
30	316.2	321.6	328.5	322.1	12.3
			Media	**320.73**	**17.2**

10. En una empresa que se dedica a procesar y envasar arenas (uno de sus usos es la elaboración de pinturas), ha habido reclamaciones de los clientes porque el peso de los costales es muy variable. En particular, para cierto tipo de arena, los costales deben pesar 20 kg. Para atender esta queja, se decide estudiar la variabilidad del proceso de envasado mediante la puesta en práctica de una carta de control $\bar{X}$ -*R.* La especificación inferior se establece como 19 y la superior como 21. En el proceso de envasado, cada tres horas se toman tres bultos consecutivos y se pesan. Los datos obtenidos en una semana están en la tabla 10.1.

a) Mediante una carta *R,* investigue la estabilidad del proceso
b) Si en la carta anterior obtuvo puntos fuera de control, explique gráficamente y con sus palabras qué significa eso.
c) Mediante una carta $\bar{X}$ analice si el proceso de encostalado está en control estadístico. Explique los resultados que obtenga.
d) ¿Cuál es la diferencia de lo investigado en *a* y *c?*
e) ¿El proceso está en control estadístico? Argumente su respuesta.

f) Mediante un histograma analice la capacidad del proceso.

e) Calcule los índices C_p, C_{pk} y C_{pm} e interprételos.

h) ¿El proceso es capaz? ¿El proceso es estable (está en control)?

i) ¿Los límites de control de la carta X son equivalentes a las especificaciones? Explique su respuesta.

j) Explique de manera sencilla el significado de los límites de control de ambas cartas.

k) ¿Qué recomendaciones daría para lograr que el peso de los costales esté más cercano a 20 kg?

Tabla 10.1 para el problema 10

Muestra	Peso de los costales (Kg)			Media	Rango
1	19.8	20.0	20.7	20.7	0.9
2	19.3	19.2	18.5		
3	17.9	19.7	19.0	18.77	2.1
4	18.1	19.9	20.4	19.47	2.3
5	20.0	19.6	17.0	18.87	3.0
6	19.0	17.7	20.4	19.03	2.7
7	20.2	20.2	20.3	20.23	0.1
8	20.9	20.5	20.0	20.47	0.9
9	19.5	19.4	19.7	19.53	0.3
10	19.8	19.9	18.7	19.47	1.2
11	19.9	19.4	18.4		
12	18.5	19.8	19.9	19.40	1.4
13	20.4	20.0	19.3	19.90	1.1
14	19.6	19.6	19.7	19.63	0.1
15	17.0	19.3	21.6	19.30	4.6
16	19.4	19.5	20.4	19.77	1.0
17	19.2	18.4	17.9	18.50	1.3
18	20.3	19.3	19.3	19.63	1.0
19	20.0	19.5	19.0	19.50	1.0
20	19.5	19.8	19.8	19.70	0.3
21	18.0	19.4	19.7	19.03	1.7
22	18.7	21.6	18.8	19.70	2.9
23	18.7	20.1	19.5	19.43	1.4
				$\overline{X} = 19.5$	$\overline{R} = 1.45$

11. En la prestación de servicios en una empresa, se registra diariamente la evaluación de los clientes. La forma operativa en la que se hace esto es la siguiente: todos los días, en forma aleatoria, se pide a cinco clientes atendidos

que contesten una encuesta de satisfacción en el servicio, la cual va de cero a 100. Los datos obtenidos durante el último mes se muestran en la tabla 11.1.

a) Mediante una carta de medias analice la estabilidad de la calidad en el servicio.
b) Interprete los límites de control.
c) ¿El proceso es estable?
   Haga un estudio de los datos individuales (no de los promedios), calcule estadísticos básicos y realice un histograma
d) ¿Cuál es su opinión sobre el nivel de calidad en el servicio?
e) ¿Cuál es la diferencia de lo investigado en los incisos *a* y *d?*

Tabla 11.1 datos para el ejercicio 11

Día	Calificación servicios					Media
1	83	84	63	68	93	78.2
2	84	88	71	87	93	85.2
3	87	76	92	75	79	78.6
4	71	69	79	79	62	73.0
5	76	81	100	85	100	87.0
6	69	86	98	84	89	89.0
7	88	89	75	72	86	83.6
8	96	76	71	97	73	75.6
9	61	71	57	90	79	75.8
10	82	93	87	87	76	84.6
11	80	82	66	83	83	76.6
12	69	84	89	88	65	75.2
13	50	92	76	62	71	76.2
14	74	94	73	79	67	77.4
15	66	74	86	78	72	75.2
16	80	82	84	60	83	77.8
17	57	87	74	94	72	76.8
18	99	88	83	90	80	88.2
19	87	80	89	89	77	84.4
20	79	85	65	71	70	74.0
21	93	70	77	80	74	78.8
22	73	76	81	80	65	75.0

Carta de individuales

12. ¿A qué tipo de variables y proceso se recomienda aplicar una carta de individuales?

13. en un proceso químico se mide su rendimiento logrado en cada lote. Procesar un lote incluyendo todas sus etapas lleva actualmente, en promedio, 13 horas, tiempo de proceso y otra para el rendimiento.

a) ¿Para qué sería útil una carta de control en estos casos?
b) ¿Específicamente qué carta de control es la apropiada para estas variables?
c) Si el tiempo de proceso de un lote es mayor que 13 horas, ¿eso quiere decir que alguien hizo las cosas muy lentamente?
d) ¿Cómo detectaría si el tiempo de proceso ha bajado o subido?
e) ¿Explique de manera general lo que se tendría que hacer para establecer los límites de control para el tiempo y para el rendimiento?

14. La pureza de un proceso químico se mide para cada lote, y los datos obtenidos se registran en una carta de individuales. Actualmente se tiene que los límites de control para dicha carta son los siguientes:

LCS = 0.92
Línea central = 0.86
LC/ = 0.80

a) Bajo el supuesto de que el proceso está en con- trol estadístico, explique de manera sencilla el significado práctico de estos límites.
b) Si la pureza de los últimos 10 lotes es la siguiente: 0.90, 0.85, 0.83, 0.82, 0.84, 0.84, 0.85, 0.81, 0.83 y 0.82, grafíquelos en la carta y explique lo que ha pasado en el proceso.
c) Se sugiere que el límite de control inferior sea igual a 0.84, ya que se tiene la exigencia por parte de la administración de que ésa sea la pureza mínima tolerable del proceso. ¿Es correcta esta sugerencia?

15. En una empresa, los gastos por consumo de agua son considerablemente altos, por lo que se decide establecer una carta de individuales con el propósito de detectar anormalidades y buscar reducir el consumo. Se tomará la lectura al medidor de agua todos los lunes para cuantificar el consumo de la semana anterior. Los datos (en m3) obtenidos en 20 semanas se muestran en la tabla 15.1.

a) ¿Por qué no es apropiado analizar estos datos mediante una carta *X*- *R*?

b) Mediante una carta para individuales y una carta de rangos móviles, investigue si el consumo de agua estuvo en control estadístico.
c) Explique de manera clara los límites de control que obtenga.
d) Obtenga los límites naturales del proceso.
e) ¿Qué límites de control usaría para analizar datos futuros mediante ambas cartas?
f) Con base en este estudio inicial, la administración decide impulsar un programa de ahorro de agua, para lo cual forma un equipo responsable. Este equipo, siguiendo el ciclo PHVA (vea el capítulo 6), realiza una serie de modificaciones. El consumo de agua en las siguientes cuatro semanas a las modificaciones es el siguiente: 510, 460, 420, 505. ¿Existe evidencia de que las modificaciones dieron resultado? Argumente con base en la carta de control que obtuvo antes.

Tabla 15.1 Datos para el ejercicio 15.

Semana	Consumo
1	562
2	577
3	536
4	536
5	650
6	525
7	533
8	569
9	563
10	553
11	549
12	480
13	557
14	555
15	518
16	557
17	553
18	540
19	517
20	571

16. En una empresa se decide registrar el consumo de energía eléctrica por semana, con el propósito de conocer la variabilidad, detectar anormalidades y, en lo futuro, poder evaluar el impacto de un programa de ahorro de energía. Los datos de 22 semanas se muestran en la tabla 16.1.

a) Mediante la carta apropiada, investigue si en alguna semana se presentó algún consumo anormal (grande o pequeño).
b) Alguien en la empresa afirma que en la semana ocho se consumió demasiada energía. ¿Cuál sería su posición al respecto?
c) ¿Por qué y para qué se usan los rangos móviles?
d) ¿Qué límites de control usaría para analizar datos futuros?
e) ¿Cómo explicaría estos límites?

Tabla 16.1 Datos para el ejercicio 16

Semana	kW*hora	Rango
1	5.92	
2	6.73	0.81
3	7.29	0.56
4	5.64	1.65
5	6.40	0.76
6	6.05	0.35
7	6.47	0.42
8	8.80	2.33
9	5.88	2.92
10	6.88	1.00
11	5.87	1.01
12	5.20	0.67
13	6.39	1.19
14	6.21	0.18
15	5.85	0.36
16	6.50	0.65
17	5.70	0.80
18	7.17	1.47
19	6.32	0.85
20	4.62	1.70
21	6.17	1.55
22	5.41	0.76

17. En el departamento de sistemas se lleva un registro del tiempo de respuesta a solicitudes de servicio de clientes internos. Los últimos datos en horas y en el orden de ocurrencia se muestran a continuación (el orden es por renglón).

39 35 49 92 41 57 38 37 33 33 44 34 119 37 34 32 34 23 96 43 36 32 35 42 42 34 86 27 42 117 33 39 43 37 78 42 37 37 33 96 26 37 29 32 38 98 39 43 126 87 46 31 109 37 40 37 28 52 122 40 29 33 35 71 62

a) ¿Es apropiado analizar estos datos mediante una carta de individuales?

b) Organice los datos en columna y obtenga la columna de rangos móviles de orden dos.

c) Obtenga los límites de control para una carta de control de individua les e interprételos.

d) Obtenga la carta de control e interprétela.

e) ¿El tiempo de respuesta es estable?

f) Grafique los datos en un histograma.

g) Observe cómo se aprecia en el histograma lo especial percibido en la carta, comente.

18. Con el propósito de evaluar el mantenimiento en una empresa, se lleva un registro de las horas caídas por semana de tres líneas de producción. Los datos se muestran en la tabla 18.1. Se decide analizar estos datos mediante una carta de control de individuales.

a) ¿Qué ventajas se obtendrían al analizar estos datos mediante tal carta?
b) Calcule los límites de control para cada línea de producción e interprételos.
c) Obtenga la carta para cada caso e interprételas.
d) ¿Hay alguna diferencia entre las tres líneas?
e) ¿Hay algún hecho especial y relevante?

Tabla 18.1 Datos para el ejercicio 18

Semana	Línea 1	Línea 2	Línea 3	Semana	Línea 1	Línea 2	Línea 3
1	7.7	6.6	7.5	14	6.3	6.5	8.5
2	6.8	5.2	8.1	15	7.8	7.7	8.0
3	8.5	7.2	6.2	16	6.7	7.4	7.7
4	8.6	9.2	7.4	17	7.3	6.1	7.5
5	5.7	6.7	8.2	18	5.7	6.2	8.2
6	7.9	6.2	6.0	19	6.2	7.3	7.7
7	8.1	7.1	8.2	20	7.3	6.9	7.0
8	7.6	8.1	8.1	21	5.0	6.1	6.5
9	7.1	6.4	6.7	22	5.0	6.9	6.2
10	7.3	6.3	8.0	23	5.4	8.4	6.0
11	7.8	8.2	8.1	24	7.5	5.0	6.1
12	6.1	8.4	8.1	25	6.0	7.4	5.8
13	6.4	7.4	7.0				

Cartas p y *np*

19. ¿Qué tipo de variables se analizan mediante una carta *p* o *np?*

20. ¿Cuándo se prefiere la carta *p* sobre la *np?*

21. Se analiza el porcentaje de artículos defectuosos en un proceso mediante una carta de control *p* y se encuentra que está en control estadístico. ¿Esto significa que el porcentaje de artículos defectuosos es muy pequeño y que, por lo tanto, el proceso funciona bien?

22. En un proceso se lleva una carta *p,* cuya línea central es 0.08. Si se toma un lote de 100 artículos y se obtienen 16 defectuosos, ¿ese lote es anormal?, es decir, ¿en la producción de ese lote el proceso estuvo fuera de control estadístico? Calcule los límites de la carta *p* para responder.

23. En cierto proceso que se controla con una carta *p,* cuyos límites son:

LCS = 0.13

Línea central = 0.08

LCI = 0.03

a) Obtenga los límites de control de la carta *p* si se usa un tamaño de muestra de 80. Recuerde que la línea central de cualquier carta *p es* igual a *p.*
b) ¿Con qué tamaño de muestra el límite inferior de la carta *p* continuaría siendo mayor que cero?

24. En un proceso se elabora por lotes de tamaño 500, en la inspección fina l de los últimos 30 lotes se obtuvo la siguiente cantidad de artículos defectuosos (los datos están en orden horizontal).

11	12	15	17	11	10	13	25
17	13	11	12	17	8	12	11
20	15	12	17	18	14	10	8
10	6	7	5	9	6		

a) Calcule los límites de control para una carta *p*
b) Grafique la carta *pe* interprétela.
c) **¿**El proceso es estable?
d) Con sus palabras diga qué significan los límites de control y la línea central
e) A partir del lote 20 se empezó a ejecutar un plan de mejora, ¿hay algún tipo de evidencia de que el plan haya dado resultado?

25. En un proceso se produce por lotes y éstos se prueban a 100%. Se lleva un registro de la proporción de artículos defectuosos. Los datos de los últimos 25 lotes se muestran en la tabla 25.1.

a) Obtenga una carta *p* usando el tamaño de muestra (lote) promedio e interprete.
b) ¿Cómo explicaría los límites de control que obtuvo alguien que no tiene conocimientos profundos de estadística?
c) Obtenga una carta *p* con límites de control variables e interprete.
d) ¿Qué límites de control usaría para analizar datos futuros mediante las cartas *p?*

Tabla 25.1 Datos para ejercicio 25

Lote	Tamaño	Artículos defectuosos
1	200	21
2	200	20
3	200	27
4	200	33
5	200	22
6	200	40
7	180	27
8	180	23
9	180	20
10	200	26
11	200	28
12	200	21
13	200	23
14	200	21
15	200	25
16	200	29
17	200	20
18	220	28
19	220	18
20	220	24
21	200	13
22	200	23
23	200	12
24	200	19
25	200	26

26. En el caso del ejercicio 25, suponiendo que todos los lotes tienen el mismo tamaño (el promedio), obtenga una carta np para tales datos. Comente.

27. Para analizar la estabilidad de la cantidad de artículos defectuosos en un proceso de producción y tratar de mejorarlo, se toma una muestra de 120 piezas cada cuatro horas, mediante el método de intervalo. Los datos obtenidos durante seis días se muestran en la tabla 27.1:

a) Para analizar estos datos, ¿cuál carta (p o np) recomendaría?
b) Mediante una carta p, analice los datos y comen- te los resultados.
c) ¿Cómo explicaría los límites de control que obtuvo?
d) De acuerdo con los costos de producción, el nivel de artículos defectuosos máximo tolerable es de 10%. Por lo tanto, se sugiere que el límite de control superior de la carta p sea 0.10. ¿Es correcta esta sugerencia?

Tabla 27.1 Datos para ejercicio 27

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

28. Analice los datos del ejercicio con una carta *np* e interprete

29. Para el proceso del ejercicio 28 se ejecuta un proyecto de mejora. Los datos obtenidos en la semana posterior a las mejoras se muestran en la tabla 29.1.

Tabla 29.1 Datos para el ejercicio 29

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

a) Mediante los límites de la carta que obtuvo antes de la mejora, analice estos últimos datos para ver si las soluciones dieron resultado.
b) Si las mejoras dieron resultado con el auxilio de la carta *p,* ¿a partir de qué muestra se habrían confirmado?
c) Después de los cambios, al parecer los límites de control de la carta son inadecuados; si es así, proponga los límites que se usarían a futuro.

Cartas *c y u*

30. ¿Para qué tipos de variables se aplican las cartas *c* y *u*?

31. En una empresa se registra el número de quejas por mal servicio. Los datos de las últimas 25 semanas se muestran en seguida (el orden es por renglón).

6 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4

5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5

a) Es adecuado analizar éstos mediante una carta *p?* Argumente.
b) Calcule los límites de control para una carta *c* e interprételos.
c) Obtenga la carta *c* y analícela.
d) ¿El proceso es estable?
e) ¿El nivel de calidad se puede considerar satisfactorio?

32. En una empresa se registra en una hoja de verificación la cantidad de artículos defectuosos, teniendo como una variante el trabajador que realizó tal tipo de

piezas. Analizando los datos de los últimos cinco meses se tiene que, en promedio, cada trabajador realiza 25 piezas malas por semana.

a) Obtenga una carta de control *e* para el número de piezas malas por trabajador por semana.
b) Si un trabajador hizo 12 piezas malas en una semana (la mitad del promedio}. ¿Quiere decir que el trabajador tuvo un buen desempeño y, por lo tanto, se le debe premiar de alguna forma?
c) Un trabajador realizó 45 piezas malas en una semana, lo cual es mayor que el límite superior de la carta e, por lo tanto, cometió más fallas de las que ordinariamente se esperaría. Con base en lo anterior, ¿se debe llamar la atención o castigar a tal trabajador?

33. 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 analiza r la estabilidad del proceso y tratar de localizar causas especiales de variación, se inspeccionan 50 piezas de cada lote de cierto producto. El número de rugosidades encontradas en los lotes producidos en dos semanas se muestra en la tabla 33.1.

Tabla 33.1 Datos para el ejercicio 33

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

a) ¿Es apropiado analizar estos datos mediante una carta *p?*
b) Construya una carta *u* e interprétela.
c) Interprete los límites de control que obtuvo.

d) Estos datos también podrían analizarse con una carta c. ¿Cuáles serían las posibles ventajas y desventajas de ello?
e) 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, 45. Con base en la carta de control que obtuvo, investigue si las modificaciones dieron resultado.

34. Analice los datos de la tabla con una carta c.

Subgrupo	Media	Rango	Subgrupo	Media	Rango
1	214.18	2.5	14	213.74	3.2
2	213.48	2.7	15	214.26	1.2
3	213.98	2.2	16	214.18	2.2
4	214.12	1.8	17	214.0	1.0
5	214.46	2.5	18	213.6	2.0
6	213.38	2.7	19	214.2	2.7
7	213.56	2.3	20	214.38	0.8
8	214.08	1.8	21	213.78	2.0
9	213.72	2.9	22	213.74	1.6
10	214.64	2.2	23	213.32	2.4
11	213.92	2.4	24	214.02	3.2
12	213.96	3.6	25	214.24	1.1
13	214.2	0.4			
			Media	213.966	2.136

35. En una empresa se registra el número de quejas por mal servicio. Los datos de las últimas 25 semanas se muestran en seguida.

5, 8, 9, 8, 4, 4, 1, 6, 4, 8, 5, 10, 6, 16, 14, 12, 22, 7, 10, 12, 3, 7, 3, 3, 5

a) Obtenga la carta *e* para tales datos e interprétela
b) Explique el significado de los límites de control que obtuvo.
c) ¿Esta misma carta sería apropiada si el número de quejas dependiera del número de clientes?

36. La tabla 36.1 presenta el número de defectos observados en las muestras de 24 lotes consecutivos de circuitos electrónicos. El número de circuitos inspeccionados en cada muestra es variable.

Tabla 36.1 Datos para el ejercicio 36

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

a) ¿Se pueden analizar estos datos mediante una carta *p*?

b) ¿Por qué la carta *e* no es apropiada para analizar estos datos?

Analice los datos mediante una carta *u,* usando el tamaño de muestra (lote) promedio. Comente los resultados.

c) Obtenga una carta *u* con límites variables. Comente lo que observe.

37. En un hotel se ha venido llevando un registro de quejas de los clientes desde hace 15 semanas junto con el número de clientes por semana. Los datos se muestran en la tabla 37.1

a) Analice estos datos mediante una carta *u.*

b) Si este proceso estuviera en control estadístico, ¿Eso quiere decir que la calidad es buena? Explique su respuesta.

c) Explique el significado de los límites de control obtenidos.
d) Si mejorara o empeorara la calidad, ¿cómo se daría cuenta a través de esta carta de control?
e) Tomando en cuenta únicamente el número de quejas, analícelas mediante una carta de control *c.*
f) ¿Por qué no se obtienen los mismos resultados con la carta e que con la *u?*
g) ¿Cuáles serían los límites de control a usar en el futuro?

Tabla 37.1 Datos para el ejercicio 37

Semana	Quejas	Clientes
1	11	114
2	15	153
3	5	115
4	14	174
5	16	157
6	11	219
7	10	149
8	9	147
9	10	131
10	10	91
11	10	112
12	11	158
13	30	244
14	11	111
15	11	120

38. 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 semana. En la tabla 38.1 se muestran los resultados obtenidos en una semana para 14 trabajadores.

Tabla 38.1 Datos para el ejercicio 38

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

a) Investigue mediante una carta *c*, si algún trabajador está fuera del sistema.
b) En caso de estarlo ¿qué recomendaría que se hiciera con dicho trabajador?
c) Analice esos mismos datos mediante una carta de individuales
d) ¿Cuál de las dos cartas parece ser más apropiada?

39. Conteste las siguientes preguntas acerca de la carta CUSUM:
   a) ¿Por qué recibe ese nombre?
   b) ¿Qué ventajas *y* desventajas tiene sobre las tradicionales cartas de Shewhart?
   c) ¿En qué situaciones se recomienda su aplicación?
   d) ¿Cuáles son las dos formas de construir una carta CUSUM *y* en qué consiste cada una?

40. Conteste las siguientes preguntas acerca de la carta EWMA:
a) ¿Por qué recibe ese nombre?
b) ¿Qué ventajas *y* desventajas tiene sobre las tradicionales cartas de Shewhart?
c) ¿En qué situaciones se recomienda su aplicación?

41. En una carta EWMA, explique el efecto que tendría utilizar un valor de λ muy cercano a 1. También explique el efecto de tomar un valor de λ *muy* cercano a cero.

42. Diseñe una carta CUSUM con *α= 0.005,* δ = 0.75, *σ= 3 y n* = 5. Encuentre los parámetros fundamentales de la máscara V, así como los parámetros *H y K* de la Versión tabular. Suponga que el valor nominal es μ_0.

43. ¿En qué casos es recomendable utilizar las parejas de cartas Shewhart-CUSUM o Shewhart-EWMA?

44. Suponga que para un proceso en control se desea un *ARLo* = 400 *y* que es de interés detectar cambios de nivel de magnitud 1.5 *veces* el error estándar. Encuentre los parámetros de la máscara V de una CUSUM para este proceso.

45. A cierto producto químico orgánico comercial se le mide cada cuatro horas el nivel de una sustancia relacionada con su pureza. Los datos de 22 muestras son los siguientes (ordenados por renglón):
15.3,15.7,14.4,14.0,15.2,15.8,16.7,16.6,15.9,17.4,15.7,15.9,14.7,15.2,14.6,13.7,
12.9,13.2,14.1,14.2,13.8,14.6.
a) Dado que el valor objetivo de esta sustancia es 15 *y* que se conoce que la desviación están dar es de alrededor de 1, construya la carta CUSUM para estos datos. Use *k* = 0.5 *Y h* = 5. Aplique la CUSUM con máscara *y* también en forma tabular.
b) Construya una carta de individuales para estos datos *y* comente su desempeño en relación con la CUSUM del inciso anterior.
c) Usando λ = 0.2 construya la carta EWMA.
Compare su desempeño con la CUSUM del inciso a)

46. Los datos que se muestran en la tabla 46.1 son los promedios de muestras de tamaño 5 que se obtuvieron del muestreo periódico de un proceso. Se sabe que la desviación estándar del proceso es 1.3.
a) Obtenga una carta CUSUM e interprétela.
b) Obtenga una carta $\bar{X}$.
e) Construya una carta EWMA e interprétela.
d) Comente las diferencias que encontró entre las tres cartas.

Tabla 46.1 datos para el problema 46

MUESTRA	$\bar{X}$	MUESTRA	$\bar{X}$	MUESTRA	$\bar{X}$	MUESTRA	$\bar{X}$
1	20.36	6	20.60	11	21.18	16	20.61
2	20.17	7	19.84	12	21.18	17	21.46
3	20.44	8	20.80	13	20.96	18	21.76
4	21.02	9	21.58	14	20.99	19	21.50
5	21.31	10	21.13	15	21.15	20	21.56

47. Los datos que se muestran en la tabla 47.1 son los promedios de muestras de tamaño 6, que se obtuvieron del muestreo periódico de un proceso. Se sabe que la desviación estándar del proceso es 2.2.

a) Obtenga una carta CUSUM e interprétela.

b) Obtenga una carta X.

e) Construya una carta EWMA e interprétela.

d) Comente las diferencias que detectó en cada carta.

Tabla 47.1 datos para el problema 47

MUESTRA	$\bar{X}$	MUESTRA	$\bar{X}$	MUESTRA	$\bar{X}$	MUESTRA	$\bar{X}$
1	39.76	6	39.58	11	37.97	16	37.98
2	39.36	7	40.06	12	39.11	17	39.09
3	39.67	8	39.24	13	38.73	18	37.17
4	39.32	9	39.17	14	38.61	19	38.33
5	38.27	10	38.29	15	38.87	20	40.04

48. En un proceso de envasado, la etiqueta de los frascos declara contener 50 gramos de café soluble. Cada hora se sacan cinco frascos consecutivos y se pesan. Los promedios de las últimas 30 muestran fueron los siguientes:

49.85 49.71 50.23 50.09 50.14 50.30 50.04 49.69 49.91 49.97 49.37 49.89 50.90 50.78 50.74 50.69 50.91 50.85, 50.48 50.79 50.98 50.78 50.85 50.55 50.47 50.47 50.69 50.75 50.68 50.74

a) Construya la carta *X* considerando que la desviación estándar del proceso es 1 gramo, e interprétela sólo con la regla 1.

b) Construya una carta CUSUM con la cual interesa detectar un cambio de nivel de 1 desviación estándar del proceso con *ARLo* = 500. ¿El proceso está en control estadístico?

e) ¿Cuál sería el valor de *ARLo?*

d) Construya una carta EWMA e interprétela.

e) ¿Cuál sería el *ARLo* para la EWMA? ¿Ycuál sería el *ARL,?*

f) Compare lo que se detectó con cada una de las tres cartas.

Cuestionario

1. Defina qué es el *control estadístico de procesos* y analice sus ventajas.
2. ¿Qué significa el término *control estadístico?* Explique la diferencia entre capacidad y control.
3. ¿Cuáles son las desventajas de sólo usar histogramas para estudiar la capacidad de un proceso?
4. Analice las tres aplicaciones principales de las gráficas de control.
5. Describa la diferencia entre datos de variable y de atributo. ¿Qué tipo de gráficas de control se utilizan para cada uno?
6. Describa en forma breve la metodología para elaborar y utilizar las gráficas y cuadros de control.
7. ¿Qué buscamos al interpretar las gráficas de control? Explique las posibles causas de los distintos indicadores de que el proceso está fuera de control.
8. ¿Cómo debe utilizar el personal de planta las gráficas de control?
9. ¿Qué son los límites de control modificados? ¿En qué condiciones se debe dar?
10. ¿Cómo se usan las gráficas de control de variable para determinar la capacidad de un proceso?
11. Describa la diferencia entre *límites de control* y *límites de especificación.*
12. ¿Por qué en ocasiones se utiliza la gráfica s en lugar de la gráfica *R?*
13. Describa algunas situaciones en las que se utilizaría una gráfica para mediciones individuales.
14. Explique el concepto de rango móvil. ¿Por qué es difícil interpretar una gráfica de rangos móviles?
15. Explique la diferencia entre *defectos* y *defectuosos.*
16. Describa en forma breve el proceso de elaboración de una gráfica *p.* ¿Cuáles son las diferencias clave al compararla con una gráfica *x?*
17. ¿Una gráfica *np* proporciona información diferente a la de una gráfica *p?* ¿Por qué debe utilizar una gráfica *np?*
18. Explique la diferencia entre una gráfica c y una gráfica *u.*

19. Explique cómo se utilizan estas gráficas para los defectos en un sistema de calificación de la calidad.
20. Describa las reglas para determinar la gráfica de control apropiada en cualquier situación.
21. Explique el concepto de subgrupos racionales.
22. ¿Qué aspectos se deben tomar en cuenta al seleccionar el tamaño de la muestra para una gráfica de control?
23. Explique los aspectos económicos por considerar al determinar la frecuencia de muestreo que se va a usar en una gráfica de control.
24. Analice las implicaciones de la ubicación de los límites de control en términos de los errores tipo 1y tipo II.
25. Describa los enfoques para aplicar el SPC en operaciones de producción cortas.
26. Explique las situaciones para las cuales las gráficas EWMAy CuSum tienen preferencia sobre la mayor parte de las gráficas de control tradicionales.

CASOS

1. LA VENTANA WINDOW COMPANY

La Ventana Window Company (LVWC) fabrica equipo original y ventanas de reemplazo para edificios residenciales y usos en proyectos de remodelación. LVWC obtuvo un importante contrato como proveedor de Southwestern Vista Homes (SVH), constructor de comunidades residenciales en varias ciudades importantes del suroeste de Estados Unidos. Debido al gran volumen de la demanda, LVWC amplió sus operaciones de manufactura a dos turnos. Pronto, estaban trabajando seis días a la semana y contrataron trabajadores adicionales y ampliaron sus instalaciones.

Poco después de que La Ventana empezó a enviar ventanas al suroeste del país, recibió algunas quejas acerca de pequeñas holguras entre los marcos superior e inferior de las ventanas, que ocasionan desajustes. Esta información preocupó a Jim Dean, director ejecutivo de La Ventana. Había vendido su negocio de puertas en una fría ciudad del medio oeste cuando decidió que quería retirarse al desierto del suroeste de Estados Unidos. Había jugado mucho al golf durante los primeros seis meses, pero se había dado cuenta de que necesitaba un reto más importante

que el juego. Fue entonces cuando inició La Ventana, aprovechando su experiencia en la manufactura de productos para el mercado de la construcción residencial, que se ampliaba debido a la gran cantidad de construcciones en el suroeste.

LVWC, bajo la dirección de Jim, pronto creó una reputación como fabricante de alta calidad, razón por la cual lo seleccionaron como proveedor de SVH. La empresa basó su capacidad de manufactura en empleados bien capacitados y dedicados, de modo que nunca sintió la necesidad de considerar enfoques de control de procesos formales. En vista de las quejas recientes, Jim pensó que la rápida expansión a una operación con dos turnos, las presiones para producir volúmenes más elevados y el esfuerzo por satisfacer las solicitudes de entrega justo a tiempo provocaban una reducción en la calidad.

Por recomendación del gerente de planta, Jim contrató a un consultor de calidad para que capacitara a los supervisores de cada turno y a obreros de la línea seleccionados en los métodos del control de procesos. Como proyecto de prueba, el gerente de la planta quiere evaluar la capacidad de una operación de corte crítica, que considera podría ser la causa del problema de las holguras en los marcos. La especificación nominal para esta operación de corte es 25.500 pulgadas con una tolerancia de 0.030 pulgadas. Por tanto, las especificaciones superior e inferior son LEI = 25.470 pulgadas y LES = 25.530 pulgadas. El consultor sugirió inspeccionar cinco ventanas consecutivas por operador en medio de cada turno durante un periodo de 15 días y registrar la dimensión del corte. La tabla en la hoja de trabajo para el *caso LVWC,* a continuación se muestran los datos recopilados para cada turno, por operador.

La Ventana Window Company Case Data								
a) Initial Data								
Day/Shift		**Sample**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1-1	**Juanita**	**1**		**25.505**	**25.498**	**25.493**	**25.501**	**25.500**
1-2	**Tex**	**2**		**25.498**	**25.506**	**25.495**	**25.509**	**25.500**
2-1	**Juanita**	**3**		**25.493**	**25.500**	**25.503**	**25.511**	**25.493**

2-2	Tex	4		25.496	25.496	25.496	25.505	25.500
3-1	Juanita	5		25.499	25.498	25.506	25.501	25.495
3-2	Tex	6		25.497	25.500	25.500	25.489	25.511
4-1	Juanita	7		25.502	25.500	25.508	25.500	25.500
4-2	Tex	8		25.498	25.497	25.503	25.502	25.498
5-1	Shane	9		25.482	25.485	25.484	25.466	25.491
5-2	Tex	10		25.492	25.504	25.510	25.500	25.509
6-1	Juanita	11		25.499	25.495	25.500	25.499	25.505
6-2	Tex	12		25.500	25.495	25.509	25.502	25.503
7-1	Juanita	13		25.504	25.500	25.495	25.497	25.489
7-2	Tex	14		25.503	25.501	25.500	25.500	25.513
8-1	Juanita	15		25.499	25.503	25.502	25.504	25.503
8-2	Tex	16		25.499	25.495	25.507	25.499	25.502
9-1	Juanita	17		25.492	25.498	25.506	25.507	25.502
9-2	Tex	18		25.498	25.500	25.500	25.495	25.493
10-1	Juanita	19		25.499	25.501	25.502	25.501	25.505
10-2	Tex	20		25.505	25.500	25.503	25.499	25.503
11-1	Shane	21		25.481	25.498	25.482	25.484	25.485
11-2	Tex	22		25.497	25.499	25.501	25.497	25.488
12-1	Juanita	23		25.514	25.505	25.512	25.494	25.495
2-2	Shane	24		25.474	25.481	25.505	25.499	25.492
13-1	Juanita	25		25.502	25.496	25.507	25.491	25.504
13-2	Tex	26		25.504	25.498	25.506	25.503	25.503
14-1	Juanita	27		25.498	25.497	25.511	25.494	25.487
14-2	Tex	28		25.500	25.506	25.494	25.497	25.506
15-1	Juanita	29		25.504	25.510	25.498	25.504	25.498
15-2	Tex	30		25.506	25.504	25.508	25.499	25.504
b) Additional Data								

16-1	**Juanita**	**31**		**25.505**	**25.504**	**25.506**	**25.493**	**25.509**
16-2	**Tex**	**32**		**25.493**	**25.501**	**25.515**	**25.490**	**25.520**
17-1	**Juanita**	**33**		**25.491**	**25.490**	**25.496**	**25.501**	**25.506**
17-2	**Tex**	**34**		**25.504**	**25.502**	**25.515**	**25.502**	**25.495**
18-1	**Juanita**	**35**		**25.493**	**25.495**	**25.498**	**25.503**	**25.490**
18-2	**Tex**	**36**		**25.495**	**25.496**	**25.498**	**25.498**	**25.484**
19-1	**Juanita**	**37**		**25.497**	**25.497**	**25.494**	**25.503**	**25.501**
19-2	**Tex**	**38**		**25.501**	**25.504**	**25.509**	**25.496**	**25.501**
20-1	**Juanita**	**39**		**25.485**	**25.497**	**25.499**	**25.491**	**25.499**
20-2	**Tex**	**40**		**25.498**	**25.501**	**25.497**	**25.506**	**25.490**
21-1	**Juanita**	**41**		**25.509**	**25.504**	**25.499**	**25.505**	**25.503**
21-2	**Tex**	**42**		**25.500**	**25.495**	**25.487**	**25.505**	**25.500**
22-1	**Juanita**	**43**		**25.513**	**25.504**	**25.506**	**25.498**	**25.489**
22-2	**Tex**	**44**		**25.494**	**25.503**	**25.492**	**25.514**	**25.495**
23-1	**Juanita**	**45**		**25.509**	**25.514**	**25.502**	**25.498**	**25.504**
23-2	**Tex**	**46**		**25.504**	**25.499**	**25.500**	**25.492**	**25.509**
24-1	**Juanita**	**47**		**25.499**	**25.507**	**25.513**	**25.497**	**25.511**
24-2	**Tex**	**48**		**25.501**	**25.509**	**25.510**	**25.507**	**25.495**
25-1	**Juanita**	**49**		**25.506**	**25.508**	**25.518**	**25.505**	**25.505**
25-2	**Tex**	**50**		**25.519**	**25.498**	**25.499**	**25.504**	**25.518**

Preguntas para discusión

1. Interprete los datos en los archivos del *caso LVWC* en la hoja de trabajo, establezca un estado de control estadístico y evalúe la capacidad del proceso para cumplir con las especificaciones. Considere las preguntas siguientes: ¿Qué indican las gráficas de control iniciales? ¿Existe alguna condición fuera de control? Si el proceso no está bajo control, ¿cuáles podrían ser las causas probables con base en la información disponible? ¿Cuál es la capacidad del proceso? ¿Qué indican a la empresa los índices de la capacidad del proceso? ¿LVWC enfrenta un problema serio que necesita solucionar? ¿De qué forma la empresa podría eliminar los problemas que detectó SVH?

2. El gerente de la planta implementó las recomendaciones que resultaron del estudio inicial. Debido al éxito en el uso de las gráficas de control, LVWC tomó la decisión de continuar usándolas en la operación de corte. Después de establecer el control, se tomaron muestras adicionales durante los siguientes 20 turnos, como se indica en la segunda parte de la hoja de trabajo. Evalúe si el proceso sigue bajo control y sugiera cualquier acción que sea necesario emprender. Considere lo siguiente: ¿hay alguna evidencia que sugiera que el proceso ha cambiado en relación con los límites de control establecidos? En caso de que se crea que existe algún patrón fuera de control, ¿cuál podría ser la causa?, ¿qué debe investigar la empresa?

2. MURPHYTRUCKING, INc,

Murphy Trucking, Inc. (MTI) es contratista de transporte para varias empresas de manufactura. Uno de sus clientes más importantes, Crawford Consumer Products (CCP), mejora la calidad en forma activa mediante el uso de los criterios para el Premio Nacional a la Calidad Malcolm Baldrige. En un esfuerzo por mejorar la calidad de sus proveedores, el año pasado CCP exigió a sus proveedores que proporcionaran evidencias de esfuerzos de mejora de la calidad que dieran lugar a procesos de alta capacidad. Como parte de su programa de desarrollo de proveedores, CCP organizó un seminario para todos sus proveedores a fin de explicar su iniciativa y ofrecer ayuda inicial. Los directivos de MTI participaron en este seminario y reconocieron que la empresa tenía fallas serias en sus esfuerzos de mejora de la calidad.

Lo más importante fue que Jeff Blaine, gerente de compras de CCP, les dijo en privado que habían detectado muchos errores en los documentos de embarque de MTI. CCP no seguiría tolerando este alto número de errores y, si no se lograba una mejora, buscaría el servicio de transporte en otra parte. Rick Murphy, presidente y director ejecutivo de MTI, estaba preocupado.

Durante una junta fuera de la oficina, Murphy y otros ejecutivos de MTI desarrollaron un extenso plan para ayudar a la empresa a crear un enfoque en la calidad total. Uno de los objetivos clave era establecer un esfuerzo de SPC para obtener el control de los procesos clave enfocados en el cliente y establecer las prioridades para mejorar.

El estudio de la elaboración de remisiones de embarque después de mejorar el proceso En un intento por responder a la retroalimentación de CCP, MTI centró su atención en los errores de facturación y trabajó en ellos durante los siguientes seis meses. Para entender mejor la situación, MTI realizó un estudio inicial (caso de base) tomando muestras de 20 remisiones de embarque, todos los días, durante un periodo de 20 días. Los resultados iniciales fueron desalentadores, pues las remisiones defectuosas daban un total de 60 por ciento.

Después de la mejora del proceso y de un esfuerzo intenso por capacitar a los empleados encargados de los embarques para que no cometieran errores, la empresa estaba lista para llevar a cabo otro estudio a fin de determinar qué progreso se había logrado. El primer grupo de tablas indica los resultados del estudio inicial. La hoja de trabajo *MTI-Rev* presenta los resultados del segundo estudio, después de realizar las mejoras. Los dos estudios revelaron que los empleados de campo no corregían los errores cuando los detectaban. En ambos casos, el reproceso costaba a la empresa casi 2 dólares por error, pero el número de errores se redujo en gran medida de un estudio a otro. Sin embargo, los empleados de campo no siempre detectaban los errores, lo que daba lugar a un servicio deficiente y otros problemas.

Murphy Trucking, Inc. Case
Base Case

Table 1 MTI Defective Billing Data

Day	No. Defective Bills
1	10
2	9
3	13
4	10
5	15
6	10
7	14
8	13
9	14
10	14
11	12
12	13
13	14
14	13
15	12
16	12
17	14
18	16
19	14
20	10

Table 2 MTI Distribution of Billing Errors

		Error Category							
Day	No. of Bills	1	2	3	4	5	6	7	8
1	54	4	6	3	3	2	6	2	10
2	76	5	8	2	6	4	4	3	10
3	67	7	8	3	5	4	6	2	7
4	89	5	20	2	9	5	7	3	14
5	76	7	13	2	7	2	5	2	10
6	84	6	11	3	7	3	8	2	9
7	61	4	11	2	6	2	3	2	6
8	73	7	10	2	7	4	4	3	10
9	90	7	14	3	7	4	9	2	15
10	98	9	10	3	6	5	6	4	8
11	82	8	13	3	5	2	7	2	13
12	64	4	13	1	4	3	6	1	10
13	72	4	10	1	6	3	7	2	6
14	88	5	11	3	8	4	5	4	11
15	86	8	12	3	9	3	5	4	8
16	93	9	18	4	5	5	9	2	16
17	81	5	14	2	5	3	9	2	11
18	88	9	16	2	7	3	6	2	14
19	66	7	10	3	4	3	4	1	10
20	92	10	16	2	6	5	8	4	15
21	57	3	7	2	5	2	4	2	9
22	68	4	14	3	4	3	4	3	8
23	85	5	15	3	5	3	8	2	9
24	79	7	7	1	6	5	6	3	9
25	96	10	13	4	5	5	5	3	16

Murphy Trucking, Inc. Case
Revised Data

Table 1 MTI Defective Billing Data

Day	No. Defective Bills
1	6
2	6
3	7
4	7
5	4
6	6
7	7
8	8
9	7
10	5
11	5
12	4
13	7
14	5
15	7
16	5
17	7
18	5
19	7
20	7

Table 2 MTI Distribution of Billing Errors

		Error Category							
Day	No. of Bills	1	2	3	4	5	6	7	8
1	56	2	2	3	1	1	3	1	5
2	72	2	1	4	3	2	2	2	5
3	69	4	2	4	2	2	3	1	4
4	83	2	10	1	5	3	3	1	7
5	71	3	1	6	4	1	3	1	5
6	85	3	6	1	3	2	4	1	4
7	66	2	1	5	3	1	2	1	3
8	78	3	1	5	4	2	2	2	5
9	95	8	2	7	4	2	4	1	3
10	91	4	1	5	3	3	3	2	4
11	84	4	6	2	2	1	7	1	4
12	61	2	2	6	2	2	3	5	1
13	77	2	1	5	3	1	4	3	1
14	87	3	6	1	4	2	3	5	2
15	80	4	6	1	5	2	2	4	2
16	92	4	9	2	3	2	4	8	1
17	89	2	7	1	3	1	5	6	1
18	84	9	8	1	4	2	3	7	1
19	63	4	5	1	2	2	2	5	2
20	91	5	8	1	3	3	4	8	2
21	50	1	3	1	2	1	2	5	1
22	69	2	7	2	2	1	2	4	2
23	83	3	8	1	3	2	4	4	1
24	72	3	3	2	3	3	3	5	2
25	92	5	6	2	3	2	3	8	1

Preguntas para discusión

1. En este punto, MTI no está segura de cómo interpretar los resultados. A usted lo contrató el comité ejecutivo como consultor para que analizara estos datos e hiciera recomendaciones adicionales para integrar los conceptos del SPC en el sistema de calidad de MTI. Utilizando los resultados de los datos del caso de base, determine el desempeño, es decir, la capacidad del proceso de elaboración de remisiones en un sentido cualitativo y cuantitativo. ¿Cuál es el índice promedio de remisiones defectuosas? ¿El proceso está bajo control? ¿Qué índices de errores podría esperar la empresa en el futuro? ¿A qué conclusiones generales llegó?
2. Realice el mismo análisis estadístico con el segundo grupo de datos. ¿Cómo difieren los resultados? ¿Cuál es el índice promedio de facturas defectuosas? ¿El proceso está bajo control? ¿Qué índices de errores podría esperar la empresa en el futuro? ¿A qué conclusiones generales llegó?

El estudio de la elaboración de remisiones, parte II: Las revelaciones del estudio inicial son sorprendentes.

Los resultados del segundo estudio son alentadores, pero todavía la empresa no se encuentra donde quisiera estar. Rick Murphy en persona dirigió una sesión de solución de problemas para manejar las causas de origen del índice de errores actual. Durante esta sesión, los miembros del grupo elaboraron un diagrama de causa-efecto para ayudar a determinar las causas de las facturas incorrectas.

Se identificaron ocho categorías de causas:

1. Nombre o dirección incompletos del remitente.
2. Nombre o dirección incompletos del consignatario.
3. Falta el tipo de contenedor.
4. Descripción incompleta del flete.
5. El peso no aparece en la remisión de embarque.
6. Código de destino incorrecto.
7. Información incompleta sobre el conductor.
8. Conteo de piezas inexacto.

Utilizando el proceso de planear-hacer-estudiar-actuar de Deming, el grupo de Murphy diseñó un plan para examinar todas las facturas durante un periodo de 25 días y contar el número de errores en cada una de estas categorías. Repitieron el

estudio seis meses después para determinar el proceso logrado en la reducción de errores, si es que existía alguno. La segunda tabla en los archivos muestra los datos de estos estudios. Rick Murphy consideró que la gráfica *p* elaborada en el primer estudio y que se volvió a aplicar en el segundo proporcionaba información importante acerca del proceso; sin embargo, quería descubrir si otro método le indicaba algo más sobre la naturaleza de los defectos encontrados.

3. Después de elaborar las gráficas *p* para el primer y segundo estudios, usted decidió analizar los datos a fin de determinar si el sistema estaba bajo control elaborando otra gráfica de control apropiada (que no fuera una gráfica *p)* y que le indicara mejor la naturaleza de los defectos.

Asimismo, decidió que sería recomendable elaborar un diagrama de Pareto para obtener información adicional sobre el problema y sugerir recomendaciones para reducir los errores en la elaboración de remisiones de embarque.

4. Complete su análisis utilizando las tres gráficas de cada uno de los dos estudios para aconsejar a Rick y sus directivos de Murphy sobre los pasos siguientes. ¿En qué se diferencian los resultados del primer y segundo estudios? ¿El proceso está bajo control? ¿Qué categorías de errores mejoraron? ¿En cuáles necesitan trabajar de inmediato a fin de lograr otras mejoras? ¿A qué conclusiones generales llegó?

BIBLIOGRAFÍA

1. Gutiérrez Pulido Humberto. Calidad total y productividad. Ed McGraw Hill. Tercera Edición. México, 2010.

2. R.E. Walpole, R.H. Myers. *Probabilidad y estadística para ingenieros*. Editorial Interamericana

3. Evans, James R., y Lindsay William. *Administración y control de la calidad.* Editorial CENGAGE Learning.

4. Humberto Cantú Delgado. *Desarrollo de una Cultura de Calidad*, Ed Mc Graw Hill.

5. Humberto Gutiérrez Pulido/ Román de la Vara Salazar. *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma*. Ed Mc Graw Hill.

6. Dale H. Besterfield. *Control de Calidad*. Ed.Prentice Hall.

7. Douglas C. Montgomery/George C. Runger. *Probabilidad y Estadística aplicadas a la Ingeniería*. Ed. Mc Graw Hill