**Ejercicio 1.-** En un estudio de dos semanas sobre la productividad de 100 trabajadores, se obtuvieron los siguientes datos sobre el número total de piezas fabricadas por trabajador.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 65 | 39 | 54 | 79 | 32 | 43 | 53 | 41 | 40 | 47 |
| 68 | 35 | 68 | 22 | 35 | 50 | 35 | 43 | 76 | 58 |
| 46 | 51 | 61 | 65 | 34 | 76 | 69 | 57 | 33 | 40 |
| 45 | 85 | 84 | 63 | 53 | 64 | 54 | 51 | 52 | 70 |
| 55 | 55 | 62 | 44 | 28 | 21 | 36 | 34 | 82 | 56 |
| 60 | 47 | 73 | 53 | 88 | 42 | 56 | 45 | 37 | 48 |
| 65 | 49 | 52 | 50 | 80 | 41 | 70 | 68 | 38 | 77 |
| 35 | 55 | 45 | 56 | 51 | 67 | 74 | 74 | 75 | 62 |
| 36 | 57 | 45 | 82 | 67 | 60 | 61 | 78 | 60 | 26 |
| 72 | 62 | 73 | 59 | 59 | 74 | 52 | 50 | 61 | 48 |

**Ejercicio 2.-** Se registró el tiempo (en meses) entre el inicio de una enfermedad en particular y su repetición en 50 pacientes.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2.1 | 19.2 | 14.1 | 3.7 | 9.0 | 4.1 | 8.7 | 1.6 | 8.2 | 0.2 |
| 8.2 | 1.3 | 26.7 | 9.9 | 1.2 | 18.0 | 0.4 | 6.1 | 9.6 | 1.6 |
| 0.3 | 18.0 | 32.3 | 3.3 | 2.4 | 5.6 | 3.9 | 1.4 | 7.4 | 7.4 |
| 11.4 | 2.7 | 4.3 | 2.4 | 23.1 | 6.6 | 0.2 | 14.7 | 5.8 | 8.3 |
| 4.4 | 6.9 | 1.0 | 12.6 | 2.0 | 18.4 | 24.0 | 13.5 | 16.7 | 3.5 |

**Ejercicio 3.-**Los datos siguientes son las velocidades del viento promedio (en millas por hora) que se producen en 45 ciudades seleccionadas de la República Mexicana.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 8.9 | 7.9 | 6.2 | 9.4 | 12.5 | 6.2 | 9.7 | 8.9 | 7.9 |
| 9.3 | 9.5 | 8.2 | 10.2 | 7.8 | 7.0 | 8.9 | 10.7 | 11.9 |
| 10.5 | 7.7 | 9.1 | 9.2 | 8.9 | 11.5 | 8.9 | 12.9 | 10.4 |
| 11.0 | 9.1 | 10.8 | 9.6 | 8.8 | 8.3 | 10.4 | 9.4 | 35.3 |
| 7.1 | 10.4 | 11.1 | 10.5 | 11.3 | 8.7 | 9.1 | 8.6 | 7.9 |

**Ejercicio 4.-** Considere la siguiente muestra (La resistencia de 50 lotes de algodón, libras necesarias para romper una madeja).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 74 | 100 | 90 | 99 | 97 | 89 | 108 | 94 | 87 | 79 |
| 101 | 90 | 105 | 83 | 91 | 96 | 81 | 98 | 81 | 98 |
| 105 | 110 | 91 | 99 | 101 | 94 | 106 | 98 | 93 | 82 |
| 90 | 86 | 96 | 88 | 97 | 103 | 85 | 106 | 92 | 115 |
| 97 | 101 | 102 | 96 | 100 | 76 | 96 | 81 | 101 | 93 |

**Ejercicio 5.-** Supuestamente un cereal para desayuno contiene 200 pasas en cada caja. En una muestra de 60 cajas, el día de ayer, mostro el siguiente número de pasas en cada caja. Desarrolle una distribución de frecuencias para el proceso. ¿Qué intervalo de clase sugiere? Resuma sus resultados.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 200 | 200 | 202 | 204 | 206 | 197 | 199 | 200 | 204 | 195 | 206 |
| 193 | 196 | 200 | 195 | 202 | 199 | 202 | 200 | 206 | 197 | 202 |
| 198 | 203 | 201 | 198 | 198 | 200 | 205 | 205 | 206 | 200 | 197 |
| 203 | 201 | 198 | 202 | 206 | 205 | 207 | 196 | 199 | 199 | 200 |
| 196 | 205 | 203 | 201 | 200 | 191 | 199 | 200 | 193 | 200 | 198 |
| 202 | 201 | 193 | 204 | 204 |  |  |  |  |  |  |

**Ejercicio 6.**- En un estudio de dos semanas sobre la jornada laboral de una muestra de 100 empleados, se obtuvieron los siguientes datos sobre el número de horas laboradas por empleado, durante dos semanas, en una dependencia de gobierno.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 65 | 39 | 54 | 79 | 32 | 43 | 53 | 41 | 40 | 47 |
| 68 | 35 | 68 | 22 | 35 | 50 | 35 | 43 | 76 | 58 |
| 46 | 51 | 61 | 65 | 34 | 76 | 69 | 57 | 33 | 40 |
| 45 | 85 | 84 | 63 | 53 | 64 | 54 | 51 | 52 | 70 |
| 55 | 55 | 62 | 44 | 28 | 21 | 36 | 34 | 82 | 56 |
| 60 | 47 | 73 | 53 | 88 | 42 | 56 | 45 | 37 | 48 |
| 65 | 49 | 52 | 50 | 80 | 41 | 70 | 68 | 38 | 77 |
| 35 | 55 | 45 | 56 | 51 | 67 | 74 | 74 | 75 | 62 |
| 36 | 57 | 45 | 82 | 67 | 60 | 61 | 78 | 60 | 26 |
| 72 | 62 | 73 | 59 | 59 | 74 | 52 | 50 | 61 | 48 |

**Ejercicio 7.** Los datos que se presentan abajo son las lecturas del rendimiento de un proceso químico en días consecutivos (Leer los datos hacia abajo y hacia la derecha).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 94.1 | 86.6 | 94.3 | 94.1 | 93.1 | 85.1 | 84.6 | 97.3 | 85.1 |
| 93.2 | 91.2 | 93.2 | 92.1 | 94.6 | 84.0 | 83.6 | 96.8 | 90.5 |
| 90.6 | 86.1 | 86.7 | 96.4 | 96.3 | 93.7 | 85.4 | 94.4 | 95.6 |
| 91.4 | 90.4 | 83.0 | 88.2 | 94.7 | 87.7 | 89.7 | 96.1 | 88.3 |
| 88.2 | 89.1 | 95.3 | 86.4 | 91.1 | 90.6 | 87.6 | 98.0 | 84.1 |
| 86.1 | 87.3 | 94.1 | 85.0 | 92.4 | 89.4 | 85.1 | 85.4 | 83.7 |
| 95.1 | 84.1 | 97.8 | 84.9 | 90.6 | 88.6 | 89.6 | 86.6 | 82.9 |
| 90.0 | 90.1 | 93.1 | 87.3 | 89.1 | 84.1 | 90.0 | 91.7 | 87.3 |
| 92.4 | 95.2 | 86.4 | 89.6 | 88.8 | 82.6 | 90.1 | 87.5 | 86.4 |
| 87.73 | 86.1 | 87.6 | 90.3 | 86.4 | 83.1 | 94.3 | 84.2 | 84.5 |

**Ejercicio 8.** El tiempo de falla en horas de un componente electrónico sometido a una prueba de vida acelerada se muestra en la siguiente tabla

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 127 | 124 | 121 | 118 |
| 125 | 123 | 136 | 131 |
| 131 | 120 | 140 | 125 |
| 124 | 119 | 137 | 133 |
| 129 | 128 | 125 | 141 |
| 121 | 133 | 124 | 125 |
| 142 | 137 | 128 | 140 |
| 151 | 124 | 129 | 131 |
| 160 | 142 | 130 | 129 |
| 125 | 123 | 122 | 126 |

**Ejercicio 9.** En la siguiente tabla se presentan los datos de viscosidad de un producto.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 13.3 | 14.3 | 14.9 | 15.2 | 15.8 | 14.2 | 16.0 | 14.0 |
| 14.5 | 16.1 | 13.7 | 15.2 | 13.7 | 16.9 | 14.9 | 14.4 |
| 15.3 | 13.1 | 15.2 | 15.9 | 15.1 | 14.9 | 13.6 | 13.7 |
| 15.3 | 15.5 | 14.5 | 16.5 | 13.4 | 15.2 | 15.3 | 13.8 |
| 14.3 | 12.6 | 15.3 | 14.8 | 14.1 | 14.4 | 14.3 | 15.6 |
| 14.8 | 14.6 | 15.6 | 15.1 | 14.8 | 15.2 | 15.6 | 14.5 |
| 15.2 | 14.3 | 15.8 | 17.0 | 14.3 | 14.6 | 16.1 | 12.8 |
| 14.5 | 15.4 | 13.3 | 14.9 | 14.3 | 16.4 | 13.9 | 16.1 |
| 14.6 | 15.2 | 14.1 | 14.8 | 16.4 | 14.2 | 15.2 | 16.6 |
| 14.1 | 16.8 | 15.4 | 14.0 | 16.9 | 15.7 | 14.4 | 15.6 |

**Ejercicio 10.-**Diseñar el Diagrama de Pareto



**Ejercicio 11.-** Diseñar el Diagrama de Pareto

En una fábrica de ropa se registran los defectos en­contrados en las prendas de vestir cuando se hace la inspección final. Los registros de las últimas dos semanas se muestran a continuación.

**C=**COSTURA, **O=**CORTE,

**M=**MONTAJE, **H=**HILO,

**T=**TELA.,

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **TURNO1** | T | C | H | T | H | O | M | H | T | H | C | H | O | T | H | O |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | M | H | C | H | O | C | C | C | H | M | M | O | H | H | T | O | T |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **TURNO2** | H | M | O | C | M | H | H | T | O | H | M | H | T | H | H | T | M |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | M | H | C | O | M | O | M | H | H | O | C | T | O | C | M | O | T | M | H |  |  |  |  |  |  |
| **TURNO3** | H | M | H | H | T | O | H | O | H | H | H | M | H | T | C | H | O | H |  |  |  |  |  |  |  |
|  | H | H | H | H | O | M | H | H | H | M | H | O | O | H | M | H | O | C | T | H | H | O | H | H | O |

**Ejercicio 12.-** En una empresa se está buscando reducir las quejas de clientes. Se tienen los registros del último semestre, clasificados por área de trabajo y turno.

1. Realice un análisis de Pa­reto completo. Empezando por un Pareto para problemas, y luego a partir del mismo, enfocar el Pareto para causas.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Área** | **Turno1** | **Turno2** |
| **A** | ooo  xxx  ++ | oooo­oooooo  xxxxxx  / |
| **B** | oooo  xx  +++ / | ooooooooo  Xxxxxxx  ++ |
| **C** | ooooo  x  + | oooooooo  Xxxxx  / |
| **D** | oooo  xx  ++ // | ooooooo­oooooo  xxxxx  ++++ |

Quejas:

|  |
| --- |
| o Retrasos x Pedidos  + Facturas / Otros |

**Ejercicio 13.-** En una empresa procesadora de carnes frías se tienen los datos de una semana de los defectos en la inspección final de la salchicha se muestran a continuación.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Máquina  em­pacadora | Tur­no | Defecto y número de paquetes defectuosos | | |
|  |  | **Falta de vacío** | **Mancha verde** | **Mancha amarilla** |
| **A** | **I** | 4300 | 700 | 700 |
|  | **II** | 6300 | 650 | 650 |
| **B** | **I** | 3500 | 700 | 400 |
|  | **II** | 6600 | 500 | 420 |
| **C** | **I** | 8500 | 800 | 324 |
|  | **II** | 9120 | 655 | 345 |

Realice un análisis de Pareto completo y encuentre las principales pistas para resolver los problemas en las salchichas.

**Ejercicio 14.-** mediante un análisis, en una empresa se detectaron seis tipos básicos de quejas de los clientes, pero cada tipo de queja causo 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 puntos), 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.

Realice un análisis de Pareto para determinar sobre qué tipo de queja se debe dirigir los esfuerzos para atender sus causas.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tipo de queja | Grado de molestia | Porcentaje de ocurrencia |
| A | 4 | 12 |
| B | 8 | 5 |
| C | 2 | 40 |
| D | 6 | 25 |
| E | 4 | 10 |
| F | 8 | 8 |

**Ejercicio 15.-** de acuerdo con la información de hoja de verificación en una línea de proceso de envasado de tequila, en el último mes se presentaron los siguientes resultados en cuanto a defectos y frecuencia. Realice un diagrama de Pareto y obtenga conclusiones.

|  |  |
| --- | --- |
| **Defecto de envasado** | **Frecuencia** |
| Botella | 804 |
| Tapa | 715 |
| Etiqueta | 1823 |
| Contra etiqueta | 742 |
| Botella sin vigusa | 916 |
| Otros | 102 |
| Total de botellas envasadas en el mes | 424,654 |

**Ejercicio 16.-** 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 re-trabajarla para que esta tenga una calidad aceptable. Para ello, estratificaron los problemas en la tina de la lavadora por tipo de defecto, con la idea de localizar cual es 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 | 1200 |
| Perforaciones deformes | 400 |
| Boca de la tina despostillada | 180 |
| Falta de fundente | 130 |
| Mal soldada | 40 |
| Total | 1950 |

**Ejercicio 17.-** En una dependencia de gobierno, instituyó un programa de opinión del cliente para determinar los medios para mejorar el servicio.

**a)** Realizar el análisis de Pareto

|  |  |
| --- | --- |
| **Queja** | **Frecuencia** |
| **Error de facturación** | 8 |
| **Espera excesiva para ser atendido** | 23 |
| **Problema no resuelto** | 40 |
| **Falta de información en los tramites** | 4 |
| **Ambiente no amistoso** | 10 |
| **Poco personal** | 26 |
| **Total** | 111 |

**Prueba de hipótesis**

**Ejercicio 18**. Los siguientes datos son los consumos de oxigeno (en ml) durante la incubación de una muestra aleatoria de 15 suspensiones celulares:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 14 | 14.1 | 14.5 | 13.2 | 11.2 | 14 | 14.1 | 12.2 |
| 11.1 | 13.7 | 13.2 | 16 | 12.8 | 14.4 | 12.9 |  |

1. Probar la hipótesis de que la media es igual 12 ml. Y que la desviación estándar es de 1.5.
2. Realice el intervalo de confianza de la media
3. Realice el intervalo de confianza de la desviación estándar

**Ejercicio 19**. Una muestra aleatoria de 20 profesores universitarios aparentemente sanos proporciono los siguientes valores de capacidad respiratoria máxima.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 132 | 33 | 91 | 108 | 67 | 169 | 54 | 203 | 190 | 133 |
| 96 | 30 | 187 | 21 | 63 | 166 | 84 | 110 | 157 | 138 |

1. Probar la hipótesis de que la media máxima de respiración es de 110 litros por minuto. Y que la desviación estándar es de 40
2. Realice el intervalo de confianza de la media
3. Realice el intervalo de confianza de la desviación estándar

**Ejercicio 20**. Los siguientes datos son las presiones sistólicas sanguíneas (en mm Hg) de 12 pacientes sometidos a terapia con medicamentos contra la hipertensión:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 183 | 152 | 178 | 157 | 194 | 163 | 144 | 114 | 178 | 152 | 118 | 158 |

1. Probar la hipótesis de que la media poblacional es menor que 165 y que la desviación estándar es de 20.
2. Realice el intervalo de confianza de la media
3. Realice el intervalo de confianza de la desviación estándar

**Capacidad de procesos**

**Ejercicio 21**.- En una empresa se hacen impresiones en láminas de acero que después se convierten en recipientes de productos de otras empresas. Un aspecto importante al vigilar en dicha impresión es la temperatura de horneado, donde, entre otras cosas, se presentan adherencias y la lámina se seca una vez que ha sido impresa. La temperatura de cierto horno debe de ser 25ºC con una tolerancia de ºC. A pesar de que el horn0 se le programa la temperatura, por experiencia se sabe que no la mantiene por ello, para llevar un control adecuado de la temperatura del proceso se decide emplear una carta control de individuales. Cada 2 hrs. se mide la temperatura, en la siguiente tabla se muestra los últimos 45 datos en el orden en que se obtuvieron, estime los límites de control para la carta individuales e interprételos.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Subgrupo | Temperatura | Subgrupo | Temperatura |
| 1 | 27.4 | 24 | 26.5 |
| 2 | 26.8 | 25 | 23.3 |
| 3 | 24.3 | 26 | 23.8 |
| 4 | 26.6 | 27 | 25.5 |
| 5 | 26.5 | 28 | 26.4 |
| 6 | 25.6 | 29 | 27.5 |
| 7 | 25.1 | 30 | 27.7 |
| 8 | 26.5 | 31 | 28.5 |
| 9 | 25.8 | 32 | 29.8 |
| 10 | 24.7 | 33 | 25.1 |
| 11 | 23.3 | 34 | 25 |
| 12 | 23.3 | 35 | 22.9 |
| 13 | 24.7 | 36 | 23.6 |
| 14 | 23.4 | 37 | 24.7 |
| 15 | 27.4 | 38 | 24.4 |
| 16 | 24.7 | 39 | 25.4 |
| 17 | 21.7 | 40 | 23.5 |
| 18 | 26.7 | 41 | 27.8 |
| 19 | 24.2 | 42 | 25.5 |
| 20 | 25.5 | 43 | 26.5 |
| 21 | 25.3 | 44 | 24.5 |
| 22 | 25 | 45 | 23.5 |
| 23 | 23.8 |  |  |

**Ejercicio 22** Se desea que la resistencia de un artículo sea de por lo menos 300 psi. Para verificar que se cumple con tal característica de la calidad, se hacen pequeñas inspecciones periódicas y los datos se registran en la siguiente tabla.

1. ¿Dado que la media de medias es 320.73, el proceso cumple con la especificación inferior (EI=300)? Explica.
2. Calcule los límites de la carta e interprételos.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Subgrupo | datos | | | Subgrupo | datos | | |
| 1 | 315.16 | 319.2 | 303.8 | 16 | 313.4 | 307.4 | 329.5 |
| 2 | 318.8 | 309.2 | 321.4 | 17 | 337.3 | 312.9 | 324.4 |
| 3 | 311.2 | 312.1 | 342.9 | 18 | 316.3 | 314.1 | 323 |
| 4 | 322 | 321.1 | 329.1 | 19 | 327.2 | 338.2 | 340.9 |
| 5 | 315.2 | 327.4 | 300.6 | 20 | 337.8 | 343 | 337.4 |
| 6 | 310.3 | 319.8 | 338.5 | 21 | 309.2 | 321.7 | 310.5 |
| 7 | 320.6 | 315.9 | 318.3 | 22 | 314.3 | 321.6 | 318 |
| 8 | 322.2 | 303.6 | 323.4 | 23 | 318.9 | 322.2 | 333.5 |
| 9 | 329.1 | 306.7 | 312.4 | 24 | 303.7 | 326.6 | 337.1 |
| 10 | 322.4 | 318.8 | 299.7 | 25 | 319.3 | 338.8 | 320.9 |
| 11 | 326.2 | 310.1 | 338.5 | 26 | 317 | 327.4 | 312.5 |
| 12 | 328.8 | 325 | 322 | 27 | 310.6 | 318.5 | 336.7 |
| 13 | 328.8 | 306.3 | 305.6 | 28 | 319.5 | 326 | 333.2 |
| 14 | 318.7 | 320.8 | 310.3 | 29 | 308.6 | 321.7 | 306 |
| 15 | 326.7 | 316.7 | 327.3 | 30 | 316.2 | 321.6 | 328.5 |

**Ejercicio 23**. En un estudio de dos semanas sobre la jornada laboral de una muestra de 100 empleados, se obtuvieron los siguientes datos sobre el número de horas laboradas por empleado, durante dos semanas, en una dependencia de gobierno. La dependencia sabe, que para cumplir eficientemente con sus servicios, se requiere que el personal labore 60 horas por quincena, con una tolerancia de más-menos 20 horas,

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 65 | 39 | 54 | 79 | 32 | 43 | 53 | 41 | 40 | 47 |
| 68 | 35 | 68 | 22 | 35 | 50 | 35 | 43 | 76 | 58 |
| 46 | 51 | 61 | 65 | 34 | 76 | 69 | 57 | 33 | 40 |
| 45 | 85 | 84 | 63 | 53 | 64 | 54 | 51 | 52 | 70 |
| 55 | 55 | 62 | 44 | 28 | 21 | 36 | 34 | 82 | 56 |
| 60 | 47 | 73 | 53 | 88 | 42 | 56 | 45 | 37 | 48 |
| 65 | 49 | 52 | 50 | 80 | 41 | 70 | 68 | 38 | 77 |
| 35 | 55 | 45 | 56 | 51 | 67 | 74 | 74 | 75 | 62 |
| 36 | 57 | 45 | 82 | 67 | 60 | 61 | 78 | 60 | 26 |
| 72 | 62 | 73 | 59 | 59 | 74 | 52 | 50 | 61 | 48 |

Realizar un análisis de capacidad

**Ejercicio 24**.- En la fabricación de discos ópticos una maquina metaliza el disco. Para garantizar la uniformidad del metal en el disco, la densidad debe ser de 1.93, con una tolerancia de. En la siguiente tabla se muestra los datos obtenidos para un estudio inicial con tamaño de subgrupo de 5.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Subgrupo | datos | | | | |
| 1 | 1.909 | 1.917 | 1.865 | 1.991 | 1.906 |
| 2 | 1.957 | 1.829 | 1.870 | 1.917 | 1.971 |
| 3 | 1.861 | 1.946 | 1.903 | 1.951 | 1.893 |
| 4 | 1.938 | 1.913 | 1.884 | 1.907 | 1.950 |
| 5 | 1.941 | 1.966 | 1.935 | 1.936 | 1.955 |
| 6 | 2.032 | 1.914 | 1.911 | 1.820 | 1.932 |
| 7 | 1.889 | 1.963 | 1.943 | 1.918 | 1.911 |
| 8 | 1.891 | 1.978 | 1.907 | 1.922 | 1.908 |
| 9 | 1.929 | 1.870 | 1.943 | 1.819 | 1.946 |
| 10 | 1.956 | 1.904 | 1.904 | 1.907 | 1.864 |
| 11 | 1.904 | 1.910 | 1.904 | 1.903 | 1.901 |
| 12 | 1.926 | 1.984 | 1.899 | 1.938 | 1.978 |
| 13 | 1.936 | 1.903 | 1.915 | 1.932 | 2.014 |
| 14 | 1.937 | 1.949 | 1.898 | 1.952 | 1.869 |
| 15 | 1.916 | 1.961 | 1.953 | 1.954 | 1.939 |
| 16 | 1.867 | 1.898 | 1.929 | 1.953 | 1.952 |
| 17 | 1.939 | 1.918 | 1.925 | 1.912 | 1.945 |
| 18 | 1.940 | 1.880 | 1.882 | 1.949 | 1.910 |
| 19 | 1.944 | 1.919 | 1.840 | 1.940 | 1.942 |
| 20 | 1.933 | 1.965 | 2.031 | 1.902 | 1.923 |
| 21 | 1.817 | 1.878 | 1.938 | 2.058 | 1.938 |
| 22 | 1.939 | 1.956 | 1.951 | 1.898 | 1.969 |
| 23 | 1.931 | 1.894 | 1.972 | 1.936 | 1.924 |
| 24 | 1.927 | 1.895 | 1.938 | 1.859 | 1.938 |
| 25 | 1.973 | 1.949 | 1.912 | 1.870 | 1.971 |

Realizar un análisis de capacidad

**Ejercicio 25**.-.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 esta. Para cierto envase se tiene que el peso debe estar en 28 A continuación se muestran los últimos 112 datos. Obtenga resultados e interprete.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 | 27.9 | 27.91 | 28.16 | 27.94 |
| 27.86 | 27.84 | 27.7 | 27.98 | 28.02 | 28 | 27.99 | 28.13 |
| 28.26 | 28.1 | 27.94 | 28.07 | 27.84 | 27.9 | 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 | 28.1 | 27.78 |
| 27.63 | 27.93 | 27.74 | 28.1 | 28.14 | 27.91 | 27.84 | 28.21 |
| 27.85 | 27.84 | 28.12 | 28.01 | 27.97 | 27.88 | 28 | 28.1 |
| 28.16 | 28.16 | 28.01 | 28.13 | 27.97 | 27.9 | 27.87 | 27.94 |

Realizar un análisis de capacidad

**Ejercicio 26**.-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 contiene 20 kg. Sin embargo, continuamente se tienen problemas en la densidad de la pintura que es necesario corregir con el Re-trabajo y reprocesos adicionales. En este contexto se decide investigar cuanta arena contiene en realidad los costales. Para ello, se toma una muestra de 30 costales de cada lote o pedido (500). Los pesos obtenidos en las muestras de los últimos tres lotes se muestran en la siguiente tabla. Las especificaciones iniciales que se establecen para el peso de los costales de arena son de 20 Obtenga resultados e interprete.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Lote | Peso en costales | | | Lote | Peso en costales | | | Lote | Peso en costales | | |
| 1 | 18.6 | 19.1 | 19.6 | 2 | 18.6 | 19.6 | 18.9 | 3 | 20.1 | 19.7 | 19.9 |
| 109.2 | 18.6 | 19.4 | 19.5 | 19.7 | 19.3 | 20 | 19.6 | 20.4 |
| 19.5 | 19.4 | 19.8 | 20 | 19 | 18.8 | 20.2 | 20.1 | 20.5 |
| 19.2 | 18.7 | 19.1 | 19.9 | 19.4 | 18.4 | 20.2 | 19.7 | 20.3 |
| 18.9 | 21 | 20 | 19.1 | 17.8 | 20.7 | 19.7 | 19.7 | 19.6 |
| 19.4 | 19.8 | 20.4 | 18.4 | 20.1 | 19.2 | 19.7 | 20 | 20 |
| 19 | 19 | 18.8 | 18.8 | 19.6 | 19 | 21 | 20.4 | 20.4 |
| 20 | 18.6 | 19.3 | 18.5 | 19.4 | 19.6 | 20.8 | 19.8 | 20.6 |
| 19.3 | 19.6 | 19.1 | 18.9 | 19.7 | 20.6 | 20 | 19.1 | 20 |
| 20 | 19 | 19.1 | 18.4 | 20.3 | 19.7 | 19.7 | 19.8 | 20.2 |

Realizar un análisis de capacidad

**Ejercicio 27**.- Una característica importante en la calidad de leche de vaca es la concentración de grasa. En una industria en particular se fijo el 3% 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. Obtenga resultados e interprete.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2.7 | 3.4 | 2.9 | 3.3 | 3.3 | 2.9 | 3.1 | 2.8 | 3 |
| 3.4 | 3.1 | 3.1 | 3.2 | 2.8 | 3.3 | 3.2 | 2.7 | 2.9 |
| 2.2 | 3 | 3.2 | 3.1 | 2.7 | 3.3 | 3.2 | 3.4 | 3.8 |
| 3.2 | 3.5 | 3.2 | 2.9 | 3.6 | 2.9 | 3.5 | 3 | 3.1 |
| 3.4 | 3.1 | 4 | 3.4 | 3 | 3 | 3.3 | 2.9 | 2.8 |
| 2.9 | 3 | 3.6 | 3.3 | 3.1 | 3.3 | 3.1 | 3.4 | 3.3 |
| 3.4 | 3.5 | 2.5 | 3.2 | 3.3 | 3.6 | 3.3 | 2.6 | 3.5 |
| 2.9 | 3.3 | 2.7 | 3 | 3.8 | 3.6 | 3.1 | 3.1 | 3.5 |
| 3.4 | 3.3 | 3.2 | 3.2 | 3.5 | 3.1 | 3.5 | 3.7 | 3.4 |
| 2.7 | 2.9 | 3.5 | 3.3 | 3 | 3.9 | 3.4 | 3 | 3.2 |

Realizar un análisis de capacidad

**Ejercicio 28**.- En la elaboración de una bebida se desea garantizar que el porcentaje de (gas) éste entre 2.5 y 3. En el monitoreo del proceso se obtuvieron los siguientes 115 datos. Obtenga resultados e interprete.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2.61 | 2.56 | 2.63 | 2.56 | 2.53 | 2.64 | 2.61 | 2.6 | 2.48 |
| 2.69 | 2.51 | 2.64 | 2.68 | 2.59 | 2.63 | 2.63 | 2.67 | 2.56 |
| 2.61 | 2.61 | 2.57 | 2.63 | 2.59 | 2.67 | 2.52 | 2.57 | 2.7 |
| 2.57 | 2.49 | 2.59 | 2.61 | 2.56 | 2.67 | 2.66 | 2.55 | 2.65 |
| 2.73 | 2.62 | 2.56 | 2.64 | 2.52 | 2.64 | 2.52 | 2.57 | 2.52 |
| 2.6 | 2.65 | 2.66 | 2.64 | 2.61 | 2.62 | 2.56 | 2.67 |  |
| 2.61 | 2.6 | 2.58 | 2.69 | 2.66 | 2.6 | 2.6 | 2.6 |  |
| 2.64 | 2.65 | 2.58 | 2.67 | 2.66 | 2.57 | 2.61 | 2.59 |  |
| 2.5 | 2.67 | 2.71 | 2.67 | 2.56 | 2.58 | 2.6 | 2.57 |  |
| 2.56 | 2.49 | 2.66 | 2.64 | 2.61 | 2.64 | 2.59 | 2.53 |  |
| 2.62 | 2.52 | 2.72 | 2.57 | 2.53 | 2.67 | 2.49 | 2.58 |  |
| 2.53 | 2.61 | 2.65 | 2.51 | 2.57 | 2.57 | 2.58 | 2.55 |  |
| 2.64 | 2.55 | 2.55 | 2.52 | 2.6 | 2.65 | 2.65 | 2.53 |  |

Realizar un análisis de capacidad

**Ejercicio 29**.- 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

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 |

Realizar un análisis de capacidad

**Ejercicio 30**.- La longitud de una pieza metálica debe ser 8 cm Para evaluar la capacidad del proceso se toma una muestra aleatoria sistemática de 48 piezas y las mediciones obtenidas se reportan como las micras que se desvían del valor nominal: Longitud (desviación en micras de valor nominal)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| -10 | -31 | 4 | -16 | -2 | 2 | 0 | -13 | -12 | 0 | 5 | 12 |
| 8 | -7 | -2 | -2 | 20 | -14 | -14 | -4 | -10 | 5 | 4 | 12 |
| -2 | -5 | 5 | 8 | -7 | 5 | -45 | 3 | 14 | -5 | -21 | -9 |
| -19 | 18 | 3 | -10 | -7 | -4 | -5 | -2 | 1 | 7 | 8 | 17 |

1. Ahora los datos están reportados y las especificaciones son obtenga una grafica de capacidad y haga una evaluación preliminar de la capacidad del proceso.

**Carta control individuales**

**Ejercicio 31.-** En una empresa se lleva un registro semanal del inventario de cierto producto. A continuación se muestran los datos de 15 semanas, en el que se registran la cantidad semanal de cajas de tal producto.

**(a)** Grafique en una carta de control las existencias.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Semana** | **Cajas** | **Rango móvil** |
| 1 | 214 |  |
| 2 | 233 | 19 |
| 3 | 215 | 18 |
| 4 | 211 | 4 |
| 5 | 223 | 12 |
| 6 | 185 | 38 |
| 7 | 174 | 11 |
| 8 | 217 | 43 |
| 9 | 258 | 41 |
| 10 | 286 | 28 |
| 11 | 274 | 16 |
| 12 | 275 | 1 |
| 13 | 286 | 11 |
| 14 | 296 | 10 |
| 15 | 310 | 14 |
| Media | 243.8 | 17.85 |

**Ejercicio 32**. Se presentan abajo 30 observaciones de la concentración (en g/l) del ingrediente activo de un blanqueador líquido producido con un proceso químico continuo.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Observación | Concentración | Observación | Concentración |
| 1 | 60.4 | 16 | 99.9 |
| 2 | 69.5 | 17 | 59.3 |
| 3 | 78.4 | 18 | 60.0 |
| 4 | 72.8 | 19 | 74.7 |
| 5 | 78.2 | 20 | 75.8 |
| 6 | 78.7 | 21 | 76.6 |
| 7 | 56.9 | 22 | 68.4 |
| 8 | 78.4 | 23 | 83.1 |
| 9 | 79.6 | 24 | 61.1 |
| 10 | 100.8 | 25 | 54.9 |
| 11 | 99.6 | 26 | 69.1 |
| 12 | 64.9 | 27 | 67.5 |
| 13 | 75.5 | 28 | 69.2 |
| 14 | 70.4 | 29 | 87.2 |
| 15 | 68.1 | 30 | 73.0 |

**Ejercicio 33.** Se mide la pureza de un producto químico en cada lote. Las determinaciones de la pureza para 20 lotes sucesivos se muestran abajo.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tanda | Pureza | Tanda | Pureza |
| 1 | 0.81 | 11 | 0.81 |
| 2 | 0.82 | 12 | 0.83 |
| 3 | 0.81 | 13 | 0.81 |
| 4 | 0.82 | 14 | 0.82 |
| 5 | 0.82 | 15 | 0.81 |
| 6 | 0.83 | 16 | 0.85 |
| 7 | 0.81 | 17 | 0.83 |
| 8 | 0.80 | 18 | 0.87 |
| 9 | 0.81 | 19 | 0.86 |
| 10 | 0.82 | 20 | 0.84 |

**Ejercicio 34**.- En una empresa se tienen tres automóviles para distribuir sus productos en tiendas de abarrotes y centros comerciales de una zona urbana y poblados cercanos. Los tres autos son del mismo tipo (marca y modelo), y tienen el mismo plan de mantenimiento. El gerente de ventas sospecha que algo anormal está ocurriendo en el consumo de gasolina en uno de los tres autos, y para confirmar su sospecha decide analizar la información semanal sobre el rendimiento promedio en kilómetros por litro de gasolina. Los datos de las últimas 25 semanas se muestran el lado.

Realice el análisis que crea pertinente para ver si efectivamente hay algo anormal en el consumo de gasolina de alguno de los tres carros. Justifique lo que haga.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Semana** | **Auto1** | **Auto 2** | **Auto 3** |
| 1 | 4.4 | 5.2 | 5.1 |
| 2 | 3.9 | 5 | 4.8 |
| 3 | 6.3 | 4.4 | 4.7 |
| 4 | 4.8 | 4.5 | 5.1 |
| 5 | 3.9 | 4.1 | 3.4 |
| 6 | 4.7 | 4.5 | 4.7 |
| 7 | 3.8 | 4.9 | 3.8 |
| 8 | 4.3 | 4.7 | 4.2 |
| 9 | 4 | 5.6 | 4.2 |
| 10 | 4.8 | 5.2 | 5.1 |
| 11 | 5.5 | 4.3 | 4.2 |
| 12 | 4.8 | 5.3 | 4.7 |
| 13 | 4.7 | 4.9 | 4.8 |
| 14 | 4.9 | 4.3 | 4.1 |
| 15 | 5.5 | 4.3 | 4.7 |
| 16 | 3.9 | 4.6 | 4.6 |
| 17 | 4.7 | 5.3 | 3.3 |
| 18 | 3.2 | 4.5 | 4.8 |
| 19 | 5.1 | 3.9 | 4.1 |
| 20 | 3.7 | 3.8 | 4.6 |
| 21 | 4.1 | 3.5 | 4.3 |
| 22 | 5.2 | 3.5 | 4.2 |
| 23 | 4.7 | 3.4 | 4.9 |
| 24 | 3.8 | 3.3 | 3.3 |
| 25 | 4.7 | 3.3 | 4.5 |

**Ejercicio 35.-** En la producción de tequila para medir la eficacia del proceso de molienda se mide el grado brix residual después de la molienda (cantidad de azúcar que queda en el bagazo del agave). Ésta es una variable del tipo entre más pequeña mejor, y el valor máximo tolerado que se ha fijado en una empresa en particular es Después de moler cada lote se determina el grado brix residual, por lo que se considera un proceso lento que es más apropiado analizar con una carta de individuales. En la siguiente tabla se muestran los datos para los últimos 40 lotes molidos, y se agregó la columna para el rango móvil de orden 2, que se obtiene del rango entre dos datos consecutivos más recientes. Realizar la Carta Control para individuales.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lote** | **Brix Residual** | **Rango Movil** | **Lote** | **Brix Residual** | **Rango Movil** |
| 1 | 2.0 |  | 21 | 1.2 | 0.9 |
| 2 | 2.4 | 0.4 | 22 | 1.8 | 0.6 |
| 3 | 2.2 | 0.2 | 23 | 2.0 | 0.2 |
| 4 | 1.4 | 1.8 | 24 | 2.4 | 0.4 |
| 5 | 2.3 | 0.9 | 25 | 1.9 | 0.5 |
| 6 | 1.8 | 0.5 | 26 | 2.4 | 0.5 |
| 7 | 1.5 | 0.3 | 27 | 2.4 | 0 |
| 8 | 1.5 | 0 | 28 | 1.7 | 0.7 |
| 9 | 2.1 | 0.6 | 29 | 1.8 | 0.1 |
| 10 | 2.0 | 0.1 | 30 | 2.1 | 0.3 |
| 11 | 1.6 | 0.4 | 31 | 1.7 | 0.4 |
| 12 | 2.2 | 0.6 | 32 | 2.1 | 0.4 |
| 13 | 1.9 | 0.3 | 33 | 1.6 | 0.5 |
| 14 | 2.4 | 0.5 | 34 | 2.4 | 0.8 |
| 15 | 3.3 | 0.9 | 35 | 2.1 | 0.3 |
| 16 | 2.1 | 1.2 | 36 | 1.8 | 0.3 |
| 17 | 2.1 | 0 | 37 | 1.3 | 0.5 |
| 18 | 1.8 | 0.3 | 38 | 1.8 | 0.5 |
| 19 | 1.6 | 0.2 | 39 | 1.7 | 0.1 |
| 20 | 2.1 | 0.5 | 40 | 1.6 | 0.1 |

**Ejercicio 36.**- En un área de una empresa manufacturera se tienen tres líneas de producción, y se lleva un registro de su eficacia. Al lado se muestran los datos de las últimas 25 semanas para la no-eficacia. Se sospecha que una de las líneas ha tenido resultados diferentes.

Realice el análisis que crea pertinente para ver si efectivamente hay alguna de las líneas es diferente. Justifique lo que haga.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Semana | Línea 1 | Línea 2 | Línea 3 |
| 1 | 4.4 | 5.2 | 5.1 |
| 2 | 3.9 | 5 | 4.8 |
| 3 | 6.3 | 4.4 | 4.7 |
| 4 | 4.8 | 4.5 | 5.1 |
| 5 | 3.9 | 4.1 | 3.4 |
| 6 | 4.7 | 4.5 | 4.7 |
| 7 | 3.8 | 4.9 | 3.8 |
| 8 | 4.3 | 4.7 | 4.2 |
| 9 | 4 | 5.6 | 4.2 |
| 10 | 4.8 | 5.2 | 5.1 |
| 11 | 5.5 | 4.3 | 4.2 |
| 12 | 4.8 | 5.3 | 4.7 |
| 13 | 4.7 | 4.9 | 4.8 |
| 14 | 4.9 | 4.3 | 4.1 |
| 15 | 5.5 | 4.3 | 4.7 |
| 16 | 3.9 | 4.6 | 4.6 |
| 17 | 4.7 | 5.3 | 3.3 |
| 18 | 3.2 | 4.5 | 4.8 |
| 19 | 5.1 | 3.9 | 4.1 |
| 20 | 3.7 | 3.8 | 4.6 |
| 21 | 4.1 | 3.5 | 4.3 |
| 22 | 5.2 | 3.5 | 4.2 |
| 23 | 4.7 | 3.4 | 4.9 |
| 24 | 3.8 | 3.3 | 3.3 |
| 25 | 4.7 | 3.3 | 4.5 |

**Carta de control x-barra r**

**Ejercicio 37.** En una empresa del ramo metal-mecánico se fabrican punterías, en particular el cuerpo de cierta puntería debe tener un diámetro exterior de 0.02 metros (2.0 centímetros), con una tolerancia de ±25 micras. A continuación se muestran las mediciones (micras que se desvía la puntería del diámetro óptimo) de 4 turnos (dos días).

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Muestra o Subgrupo** | **Mediciones del diámetro** | | | | | **Media** | **Rango** |
| 1 | -21 | -5 | 21 | 3 | -12 | -2.8 | 42 |
| 2 | 4 | 3 | 7 | 22 | -18 | 3.6 | 40 |
| 3 | -13 | 7 | -11 | -7 | 7 | -3.4 | 20 |
| 4 | 15 | 7 | 26 | 7 | -4 | 10.2 | 30 |
| 5 | 0 | 13 | 6 | -20 | 6 | 1 | 33 |
| 6 | 1 | 4 | 3 | 9 | -10 | 1.4 | 19 |
| 7 | -4 | 0 | -5 | 11 | 2 | 0.8 | 16 |
| 8 | 3 | -13 | 3 | -13 | 9 | -2.2 | 22 |
| 9 | 7 | 0 | 5 | 11 | 4 | 5.4 | 11 |
| 10 | 17 | 3 | 2 | -23 | -4 | -1 | 40 |
| 11 | 15 | -5 | 2 | 12 | 5 | 5.8 | 20 |
| 12 | 5 | -1 | 2 | -16 | 10 | 0 | 26 |
| 13 | 1 | -2 | -4 | -16 | 10 | -2.2 | 26 |
| 14 | -13 | 1 | -6 | 11 | 4 | -0.6 | 24 |
| 15 | 2 | -4 | 14 | -6 | -2 | 0.8 | 20 |
| 16 | 4 | 2 | 19 | -1 | 6 | 6 | 20 |
| 17 | 6 | 8 | 2 | 9 | -4 | 4.2 | 13 |
| 18 | -22 | 1 | -2 | 2 | -7 | -5.6 | 24 |
| 19 | -9 | 10 | -8 | -10 | -2 | -3.8 | 20 |
| 20 | 0 | -3 | -13 | 14 | -3 | -1 | 27 |
| 21 | 7 | 5 | -1 | -1 | 1 | 2.2 | 8 |
| 22 | 10 | 7 | -8 | -14 | -33 | -7.6 | 43 |
| 23 | -14 | 28 | 10 | 0 | -2 | 4.4 | 42 |
| 24 | -19 | 2 | 7 | 12 | -9 | -1.4 | 31 |
| 25 | 10 | 5 | 14 | -4 | 4 | 5.8 | 18 |
| 26 | 21 | -16 | -20 | -3 | 10 | -1.6 | 41 |
| 27 | 22 | -14 | -5 | -7 | 5 | 0.2 | 36 |
| 28 | -1 | 1 | 4 | -4 | 17 | 3.4 | 21 |
| 29 | 0 | 5 | 6 | -19 | -7 | -3 | 25 |
| 30 | 2 | -19 | 12 | -1 | 0 | -1.2 | 31 |

**Ejercicio 38.-** En la presentación de servicios en una empresa se registra diariamente la evaluación de los clientes. La forma operativa es la siguiente: todos los días en forma aleatoria se le pide a 5 clientes atendidos que contesten una encuesta de satisfacción en el servicio, la escala de satisfacción va de 0 a 100. Los datos obtenidos durante el último mes se muestran en la siguiente tabla.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Día** | **Calificación servicios** | | | | |
| 1 | 83 | 84 | 63 | 68 | 93 |
| 2 | 84 | 88 | 71 | 87 | 93 |
| 3 | 87 | 76 | 92 | 75 | 79 |
| 4 | 71 | 69 | 79 | 79 | 62 |
| 5 | 76 | 81 | 100 | 85 | 100 |
| 6 | 69 | 86 | 98 | 84 | 89 |
| 7 | 88 | 89 | 75 | 72 | 86 |
| 8 | 96 | 76 | 71 | 97 | 73 |
| 9 | 61 | 71 | 57 | 90 | 79 |
| 10 | 82 | 93 | 87 | 87 | 76 |
| 11 | 80 | 82 | 66 | 83 | 83 |
| 12 | 69 | 84 | 89 | 88 | 65 |
| 13 | 50 | 92 | 76 | 62 | 71 |
| 14 | 74 | 94 | 73 | 79 | 67 |
| 15 | 66 | 74 | 86 | 78 | 72 |
| 16 | 80 | 82 | 84 | 60 | 83 |
| 17 | 57 | 87 | 74 | 94 | 72 |
| 18 | 99 | 88 | 83 | 90 | 80 |
| 19 | 87 | 80 | 89 | 89 | 77 |
| 20 | 79 | 85 | 65 | 71 | 70 |
| 21 | 93 | 70 | 77 | 80 | 74 |
| 22 | 73 | 76 | 81 | 80 | 65 |

**Ejercicio 39.-** En una industria alimenticia se quiere garantizar que la concentración mínima de grasa sea de 1. 8%. A continuación se muestran los datos obtenidos para un estudio inicial, con tamaño de subgrupo de 4.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Subgrupo** | **Grasa** | | | | **Subgrupo** | **Grasa** | | | |
| **1** | 1.88 | 1.93 | 1.98 | 1.88 | **11** | 1.93 | 1.95 | 1.90 | 1.93 |
| **2** | 1.93 | 1.97 | 1.89 | 1.94 | **12** | 1.95 | 1.98 | 1.89 | 1.90 |
| **3** | 1.92 | 1.95 | 1.90 | 1.98 | **13** | 1.88 | 1.93 | 1.88 | 1.90 |
| **4** | 1.89 | 1.89 | 1.90 | 1.94 | **14** | 1.97 | 1.88 | 1.92 | 1.96 |
| **5** | 1.95 | 1.93 | 1.90 | 1.93 | **15** | 1.91 | 1.91 | 1.96 | 1.93 |
| **6** | 2.00 | 1.95 | 1.94 | 1.89 | **16** | 1.98 | 1.90 | 1.92 | 1.91 |
| **7** | 1.95 | 1.93 | 1.97 | 1.85 | **17** | 1.93 | 1.94 | 1.95 | 1.90 |
| **8** | 1.87 | 1.98 | 1.96 | 2.04 | **18** | 1.82 | 1.92 | 1.95 | 1.94 |
| **9** | 1.96 | 1.92 | 1.98 | 1.88 | **19** | 2.00 | 1.97 | 1.99 | 1.95 |
| **10** | 1.99 | 1.93 | 2.01 | 2.02 | **20** | 1.98 | 1.94 | 1.96 | 1.88 |

**Ejercicio 40**.- La siguiente tabla representa los resultados obtenidos en un proceso

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Subgrupo** | **Mediciones** | | | | | | | | | |
| 1 | 50 | 41 | 21 | 52 | 55 | 45 | 62 | 55 | 28 | 51 |
| 2 | 60 | 44 | 61 | 61 | 53 | 36 | 60 | 45 | 71 | 57 |
| 3 | 69 | 53 | 65 | 63 | 54 | 35 | 37 | 66 | 55 | 39 |
| 4 | 40 | 67 | 64 | 46 | 53 | 64 | 43 | 39 | 48 | 38 |
| 5 | 46 | 60 | 75 | 55 | 56 | 59 | 60 | 73 | 75 | 60 |
| 6 | 45 | 50 | 57 | 45 | 35 | 61 | 35 | 53 | 58 | 31 |
| 7 | 46 | 56 | 48 | 43 | 30 | 56 | 50 | 48 | 41 | 50 |
| 8 | 62 | 59 | 52 | 47 | 68 | 46 | 47 | 44 | 38 | 54 |
| 9 | 61 | 79 | 49 | 55 | 58 | 39 | 41 | 58 | 28 | 67 |
| 10 | 27 | 62 | 51 | 50 | 39 | 40 | 51 | 47 | 61 | 60 |
| 11 | 58 | 55 | 46 | 68 | 66 | 58 | 42 | 50 | 52 | 35 |
| 12 | 65 | 20 | 42 | 75 | 36 | 65 | 24 | 65 | 62 | 33 |
| 13 | 52 | 58 | 62 | 55 | 53 | 44 | 52 | 41 | 46 | 61 |
| 14 | 44 | 50 | 53 | 61 | 54 | 59 | 54 | 55 | 32 | 50 |
| 15 | 35 | 47 | 60 | 59 | 64 | 48 | 52 | 55 | 64 | 49 |
| 16 | 50 | 58 | 44 | 48 | 37 | 46 | 43 | 66 | 51 | 52 |
| 17 | 45 | 52 | 56 | 61 | 47 | 76 | 44 | 66 | 43 | 38 |
| 18 | 40 | 72 | 25 | 67 | 47 | 33 | 54 | 42 | 50 | 40 |
| 19 | 52 | 52 | 42 | 60 | 52 | 35 | 42 | 37 | 58 | 65 |
| 20 | 50 | 23 | 37 | 48 | 52 | 48 | 33 | 39 | 60 | 77 |

**Ejercicio 41.-** En una empresa en la que se fabrican corcholatas o tapas metálicas para bebidas gaseosas, un aspecto importante es la cantidad de PVC que lleva cada corcholata el espesor de la película que hace que la bebida quede bien cerrada. El peso de los gránulos de PVC debe estar entre 212 y 218 mg. Si el peso es menor a 212, entonces, entre otras cosas, la película es muy delgada y eso puede causar fugas de gas en la bebida. Pero si el peso es mayor a 218 g, entonces se gasta mucho PVC y aumentan los costos. Para asegurar que se cumple con especificaciones, de manera ordinaria se usa una carta de control: cada 30 minutos se toma una muestra de cuatro gránulos consecutivos de PVC y se pesan. A continuación se muestran las ultimas 25 medidas y los rangos obtenidos del proceso.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **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 | 1 |
| 5 | 214.46 | 2.5 | 18 | 213.6 | 2 |
| 6 | 213.38 | 2.7 | 19 | 214.2 | 2.7 |
| 7 | 231.56 | 2.3 | 20 | 214.38 | 0.8 |
| 8 | 214.08 | 1.8 | 21 | 213.78 | 2 |
| 9 | 231.72 | 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 |

**Ejercicio 42.-** Un organismo gubernamental, ofrece un servicio telefónico para que los ciudadanos hablen acerca de problemas (tramites, información, quejas, etc.) relacionados con el organismo, desde las 7 de la mañana hasta las 11 de la noche, todos los días. Es muy poco posible que un representante conteste inmediatamente cada llamada, pero es importante que los ciudadanos no esperen tanto tiempo a que alguien les responda. Las personas se molestan cuando escuchan el siguiente mensaje: “Su llamada es muy importante para nosotros. “El representante disponible estará con usted en breve”. Para entender este proceso, el organismo decide hacer una investigación del tiempo que transcurre desde que se recibe un telefonema hasta que un representante atiende al ciudadano. Cierto día se tomó una muestra de cinco llamadas por hora, durante las 16 horas de operación. La información se presenta en seguida, y corresponde al tiempo transcurrido hasta que la llamada es contestada.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | NUMERO DE MUESTRAS | |  |
| HORA | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| AM 7:00 | 8 | 9 | 15 | 4 | 11 |
| 08:00 | 7 | 10 | 7 | 6 | 8 |
| 09:00 | 11 | 12 | 10 | 9 | 10 |
| 10:00 | 12 | 8 | 6 | 9 | 12 |
| 11:00 | 11 | 10 | 6 | 14 | 11 |
| PM 12:00 | 7 | 7 | 10 | 4 | 11 |
| 01:00 | 10 | 7 | 4 | 10 | 10 |
| 02:00 | 8 | 11 | 11 | 7 | 7 |
| 03:00 | 8 | 11 | 8 | 14 | 12 |
| 04:00 | 12 | 9 | 12 | 17 | 11 |
| 05:00 | 7 | 7 | 9 | 17 | 13 |
| 06:00 | 9 | 9 | 4 | 4 | 11 |
| 07:00 | 10 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| 08:00 | 8 | 11 | 9 | 6 | 8 |
| 09:00 | 10 | 13 | 9 | 4 | 9 |
| 10:00 | 5 | 11 | 8 | 5 | 11 |

**Ejercicio 43**. El peso neto (en onzas) de un producto balanceador en polvo va monitoreando con cartas de control y utilizando un tamaño de muestra . Los datos de 20 muestras preliminares son:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Número de muestra |  |  |  |  |  |
| 1 | 15.8 | 16.3 | 16.2 | 16.1 | 16.6 |
| 2 | 16.3 | 15.9 | 15.9 | 16.2 | 16.4 |
| 3 | 16.1 | 16.2 | 16.5 | 16.4 | 16.3 |
| 4 | 16.3 | 16.2 | 15.9 | 16.4 | 16.2 |
| 5 | 16.1 | 16.1 | 16.4 | 16.5 | 16.0 |
| 6 | 16.1 | 15.8 | 16.7 | 16.6 | 16.4 |
| 7 | 16.1 | 16.3 | 16.5 | 16.1 | 16.5 |
| 8 | 16.2 | 16.1 | 16.2 | 16.1 | 16.3 |
| 9 | 16.3 | 16.2 | 16.4 | 16.3 | 16.5 |
| 10 | 16.6 | 16.3 | 16.4 | 16.1 | 16.5 |
| 11 | 16.2 | 16.4 | 15.9 | 16.3 | 16.4 |
| 12 | 15.9 | 16.6 | 16.7 | 16.2 | 16.5 |
| 13 | 16.4 | 16.1 | 16.6 | 16.4 | 16.1 |
| 14 | 16.5 | 16.3 | 16.2 | 16.3 | 16.4 |
| 15 | 16.4 | 16.1 | 16.3 | 16.2 | 16.2 |
| 16 | 16.0 | 16.2 | 16.3 | 16.3 | 16.2 |
| 17 | 16.4 | 16.2 | 16.4 | 16.3 | 16.2 |
| 18 | 16.0 | 16.2 | 16.4 | 16.5 | 16.1 |
| 19 | 16.4 | 16.0 | 16.3 | 16.4 | 16.4 |
| 20 | 16.4 | 16.4 | 16.5 | 16.0 | 15.8 |

1. Si las especificaciones son 16.2 0.5, ¿Qué conclusiones se sacarían acerca de la capacidad del proceso?

**Ejercicio 44**. En la tabla siguiente se muestran 20 subgrupos de cinco mediciones de la dimensión critica de una pieza producida en proceso de maquinado.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Número de muestra |  |  |  |  |  |
| 1 | 138.1 | 110.8 | 138.7 | 137.4 | 125.4 |
| 2 | 149.3 | 142.1 | 105.0 | 134.0 | 92.3 |
| 3 | 115.9 | 135.6 | 124.2 | 155.0 | 117.4 |
| 4 | 118.5 | 116.5 | 130.2 | 122.6 | 100.2 |
| 5 | 108.2 | 123.8 | 117.1 | 142.4 | 150.9 |
| 6 | 102.8 | 112.0 | 135.0 | 135.0 | 145.8 |
| 7 | 120.4 | 84.3 | 112.8 | 118.5 | 119.3 |
| 8 | 132.7 | 151.1 | 124.0 | 123.9 | 105.1 |
| 9 | 136.4 | 126.2 | 154.7 | 127.1 | 173.2 |
| 10 | 135.0 | 115.4 | 149.1 | 138.3 | 130.4 |
| 11 | 139.6 | 127.9 | 151.1 | 143.7 | 110.5 |
| 12 | 125.3 | 160.2 | 130.4 | 152.4 | 165.1 |
| 13 | 145.7 | 101.8 | 149.5 | 113.3 | 151.8 |
| 14 | 138.6 | 139.0 | 131.9 | 140.2 | 141.1 |
| 15 | 110.1 | 114.6 | 165.1 | 113.8 | 139.6 |
| 16 | 145.2 | 101.0 | 154.6 | 120.2 | 117.3 |
| 17 | 125.9 | 135.3 | 121.5 | 147.9 | 105.0 |
| 18 | 129.7 | 97.3 | 130.5 | 109.0 | 150.0 |
| 19 | 123.4 | 150.0 | 161.6 | 148.4 | 154.2 |
| 20 | 144.8 | 138.3 | 119.6 | 151.8 | 142.7 |

**Ejercicio 45**. Unas piezas manufacturadas por un proceso de moldeo de inyección se someten a una prueba de resistencia a la compresión. Se colectan 20 muestras de cinco partes cada una, y las resistencias a la compresión (en psi) se presentan en la tabla siguiente.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Numero de muestra |  |  |  |  |  |
| 1 | 83.0 | 81.2 | 78.7 | 75.7 | 77.0 |
| 2 | 88.6 | 78.3 | 78.8 | 71.0 | 84.2 |
| 3 | 85.7 | 75.8 | 84.3 | 75.2 | 81.0 |
| 4 | 80.8 | 74.4 | 82.5 | 74.1 | 75.7 |
| 5 | 83.4 | 78.4 | 82.6 | 78.2 | 78.9 |
| 6 | 75.3 | 79.9 | 87.3 | 89.7 | 81.8 |
| 7 | 74.5 | 78.0 | 80.8 | 73.4 | 79.7 |
| 8 | 79.2 | 84.4 | 81.5 | 86.0 | 74.5 |
| 9 | 80.5 | 86.2 | 76.2 | 64.1 | 80.2 |
| 10 | 75.7 | 75.2 | 71.1 | 82.1 | 74.3 |
| 11 | 80.0 | 81.5 | 78.4 | 73.8 | 78.1 |
| 12 | 80.6 | 81.8 | 79.3 | 73.8 | 81.7 |
| 13 | 82.7 | 81.3 | 79.1 | 82.0 | 79.5 |
| 14 | 79.2 | 74.9 | 78.6 | 77.7 | 75.3 |
| 15 | 85.5 | 82.1 | 82.8 | 73.4 | 71.7 |
| 16 | 78.8 | 79.6 | 80.2 | 79.1 | 80.8 |
| 17 | 82.1 | 78.2 | 75.5 | 78.2 | 82.1 |
| 18 | 84.5 | 76.9 | 83.5 | 81.2 | 79.2 |
| 19 | 79.0 | 77.8 | 81.2 | 84.4 | 81.6 |
| 20 | 84.5 | 73.1 | 78.6 | 78.7 | 80.6 |

1. Establecer las cartas de control y de la resistencia a la compresión usando estos datos. ¿El proceso está bajo control estadístico?
2. Después de establecer las cartas de control del inciso a), se colectaron 15 nuevos subgrupos y la resistencia a la compresión se muestran abajo. Graficar los valores de y contra las unidades de control del inciso a) y sacar conclusiones.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Numero de muestra |  |  |  |  |  |
| 1 | 68.9 | 81.5 | 78.2 | 80.8 | 81.5 |
| 2 | 69.8 | 68.6 | 80.4 | 84.3 | 83.9 |
| 3 | 78.5 | 85.2 | 78.4 | 80.3 | 81.7 |
| 4 | 76.9 | 86.1 | 86.9 | 94.4 | 83.9 |
| 5 | 93.6 | 81.6 | 87.8 | 79.6 | 71.0 |
| 6 | 65.5 | 86.8 | 72.4 | 82.6 | 71.4 |
| 7 | 78.1 | 65.7 | 83.7 | 93.7 | 93.4 |
| 8 | 74.9 | 72.6 | 81.6 | 87.2 | 72.7 |
| 9 | 78.1 | 77.1 | 67.0 | 75.7 | 76.8 |
| 10 | 78.7 | 85.4 | 77.7 | 90.7 | 76.7 |
| 11 | 85.0 | 60.2 | 68.5 | 71.1 | 82.4 |
| 12 | 86.4 | 79.2 | 79.8 | 96.0 | 75.4 |
| 13 | 78.5 | 99.0 | 78.3 | 71.4 | 81.8 |
| 14 | 68.8 | 62.0 | 82.0 | 77.5 | 76.1 |
| 15 | 83.0 | 83.7 | 73.1 | 82.2 | 95.3 |

**Carta control p y np**

**Ejercicio 46.-** En una empresa del metalmecánico se fabrican válvulas después del proceso de fundición se realiza una inspección y las piezas que no cumplen con ciertas características son rechazadas. Las razones del rechazo son diversas: piezas incompletas, porosas, mal formadas, etc. Para evaluar la variabilidad y la magnitud de la proporción de piezas defectuosas en el proceso de fundición se decide implementar una carta **.** El proceso de fundición se hace por lotes en la siguiente tabla se muestran los datos obtenidos durante una semana para cierto tipo de válvulas. Aunque regularmente el tamaño de lote es fijo, en ocasiones, por diferentes motivos, en algunos lotes se hacen unas cuantas piezas de más o de menos.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| LOTE | TAMAÑO, ni | DEFECTUOSAS,di | PROPORCION, pi |
| 1 | 300 | 15 | 0.050 |
| 2 | 300 | 12 | 0.040 |
| 3 | 300 | 15 | 0.050 |
| 4 | 300 | 7 | 0.023 |
| 5 | 300 | 16 | 0.053 |
| 6 | 300 | 6 | 0.020 |
| 7 | 300 | 18 | 0.060 |
| 8 | 280 | 10 | 0.036 |
| 9 | 290 | 9 | 0.031 |
| 10 | 300 | 15 | 0.050 |
| 11 | 300 | 9 | 0.030 |
| 12 | 300 | 4 | 0.013 |
| 13 | 300 | 7 | 0.023 |
| 14 | 300 | 9 | 0.030 |
| 15 | 305 | 5 | 0.016 |
| 16 | 295 | 15 | 0.051 |
| 17 | 300 | 19 | 0.063 |
| 18 | 300 | 7 | 0.023 |
| 19 | 300 | 12 | 0.040 |
| 20 | 300 | 10 | 0.033 |
| 21 | 300 | 4 | 0.013 |

**Ejercicio 47**.- En un proceso se producen por lotes y estos se prueban al 100%. Se lleva un registro de la proporción de artículos defectuosos por diferentes causas. Los datos de los últimos 25 lotes se muestran en la siguiente tabla.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| LOTE | TAMAÑO | DEFECTUOSO | LOTE | TAMAÑO | DEFECTUOSO |
| 1 | 200 | 21 | 14 | 200 | 21 |
| 2 | 200 | 20 | 15 | 200 | 25 |
| 3 | 200 | 27 | 16 | 200 | 29 |
| 4 | 200 | 33 | 17 | 200 | 20 |
| 5 | 200 | 22 | 18 | 220 | 28 |
| 6 | 200 | 40 | 19 | 220 | 18 |
| 7 | 180 | 27 | 20 | 220 | 24 |
| 8 | 180 | 23 | 21 | 200 | 13 |
| 9 | 180 | 20 | 22 | 200 | 23 |
| 10 | 200 | 26 | 23 | 200 | 12 |
| 11 | 200 | 28 | 24 | 200 | 19 |
| 12 | 200 | 21 | 25 | 200 | 26 |
| 13 | 200 | 23 |  |  |  |

**Ejercicio 48** Carta P

En una empresa del ramo alimenticio, mediante ciertas máquinas se empaquetan salchichas en sobres o paquetes. La forma de evaluar si el subproceso de empaquetado se hizo de manera adecuada, es haciendo una inspección visual de los paquetes para determinar que se satisfagan diferentes atributos de calidad, tales como: que la cantidad de salchichas dentro del sobre sea la correcta, que dentro del sobre no quede aire (empaque al vacío). Tradicionalmente se ha tenido problemas con el aire dentro del empaque. El atributo de falta de vacío es importante debido a que si un paquete con aire se va al mercado, la vida de anaquel es muy corta. Continuamente se les recordaba a operarios la importancia de no dejar pasar paquetes con aire. Sin embargo, no se llevaba un registro de la magnitud del problema. De aquí, se vio la necesidad de registrar los resultados y analizarlos mediante una carta de control. Cada hora se registra el número de paquetes detectados con aire di y del contador de la máquina se obtiene el total de paquetes empaquetados ni durante esa hora. Los datos obtenidos durante tres días en una máquina se muestran enseguida.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Subgrupo | Paquetes, ni | Paquetes con aire, di | Proporción, pi | Subgrupo | Paquetes, ni | Paquetes con aire, di | Proporción, pi |
| 1  2  3  4  5  6  7  8  9  10  11  12  13  14  15  16  17  18  19  20 | 595  593  607  596  602  599  600  590  599  601  598  600  597  594  595  597  599  596  607  601 | 15  5  8  10  6  5  5  7  2  4  9  17  4  5  3  10  7  5  4  9 | 0.025  0.008  0.013  0.017  0.010  0.008  0.008  0.012  0.003  0.007  0.015  0.028  0.007  0.008  0.005  0.017  0.012  0.008  0.007  0.015 | 21  22  23  24  25  26  27  28  29  30  31  32  33  34  35  36  37  38  39  40 | 594  606  601  598  599  590  588  597  604  605  597  603  596  597  607  596  598  600  608  592 | 7  5  7  4  2  3  5  3  6  5  7  9  5  3  8  15  4  6  8  5 | 0.012  0.008  0.012  0.007  0.003  0.005  0.009  0.005  0.010  0.008  0.012  0.015  0.008  0.005  0.013  0.025  0.007  0.010  0.013  0.008 |

**Ejercicio 49**. Los datos siguientes dan el número de ensamblajes de rodamiento y sello disconformes en muestras de tamaño 100. Construir una carta de control para la fracción disconforme de estos datos. Si algunos de los puntos se localizan fuera de control, suponer que pueden encontrarse las causas asignables y determinar los límites de control revisados.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Número de muestras | Número de ensamblajes disconformes | Número de muestras | Número de ensamblajes disconformes |
| 1 | 7 | 11 | 6 |
| 2 | 4 | 12 | 15 |
| 3 | 1 | 13 | 0 |
| 4 | 3 | 14 | 9 |
| 5 | 6 | 15 | 5 |
| 6 | 8 | 16 | 1 |
| 7 | 10 | 17 | 4 |
| 8 | 5 | 18 | 5 |
| 9 | 2 | 19 | 7 |
| 10 | 7 | 20 | 12 |

**Ejercicio 50**. Se presentan abajo el número de interruptores disconformes en muestras de tamaño 150. Construir una carta de control para la fracción disconforme de estos datos. ¿El proceso parece estar bajo control? De no ser así, suponer que pueden encontrarse las causas asignables de todos los puntos fuera de los límites de control y calcular los límites de control revisados.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Número de muestras | Número de interruptores disconformes | Número de muestras | Número de interruptores disconformes |
| 1 | 8 | 11 | 6 |
| 2 | 1 | 12 | 0 |
| 3 | 3 | 13 | 4 |
| 4 | 0 | 14 | 0 |
| 5 | 2 | 15 | 3 |
| 6 | 4 | 16 | 1 |
| 7 | 0 | 17 | 15 |
| 8 | 1 | 18 | 2 |
| 9 | 10 | 19 | 3 |
| 10 | 6 | 20 | 0 |

**Ejercicio 51.** Un departamento es responsable de ingresar cada transacción al estado de cuenta mensual de cada cliente. Por su puesto que la exactitud es decisiva y los errores causarían un descontento un descontento en los clientes. Para evitar las equivocaciones, cada empleado que ingresa los datos teclea una muestra de 1500 de su lote de trabajo una segunda vez, y un programa de computación verifica que los números concuerden. El sistema programático también imprime un informe acerca del número y tamaño de cualquier discrepancia. Siete personas trabajaron durante las 3 últimas horas y los resultados son los siguientes:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **EMPLEADO** | **TAMAÑO MUESTRA** | **NUMERO DE EQUIVOCACIONES** | **PROPORCION** |
| MUÑOZ | 1500 | 4 | 0.00267 |
| CABALLERO | 1500 | 6 | 0.004 |
| GONZALEZ | 1500 | 6 | 0.004 |
| RODRIGUEZ | 1500 | 2 | 0.00133 |
| LOPEZ | 1500 | 15 | 0.01 |
| HERNANDEZ | 1500 | 4 | 0.00267 |
| GARCIA | 1500 | 4 | 0.00267 |
| TOTAL | 10500 | 41 |  |

Realizar una carta p y np

**Ejercicio 52**. Los datos siguientes representan los resultados de todas las unidades de una computadora personal producidas en los 10 últimos días. ¿El proceso parece estar bajo control?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Día | Unidades inspeccionadas | Unidades disconformes | Fracción disconformes |
| 1 | 80 | 4 | 0.050 |
| 2 | 110 | 7 | 0.064 |
| 3 | 90 | 5 | 0.056 |
| 4 | 75 | 8 | 0.107 |
| 5 | 130 | 6 | 0.038 |
| 6 | 120 | 6 | 0.050 |
| 7 | 70 | 4 | 0.057 |
| 8 | 125 | 5 | 0.040 |
| 9 | 105 | 8 | 0.076 |
| 10 | 95 | 7 | 0.74 |

**Ejercicio 53**. Un proceso que produce piezas forjadas de titanio para discos turbocargadores de automóvil va a controlarse mediante el uso de una carta para la fracción disconforme. Inicialmente, se toma una muestra de tamaño 150 cada día durante 20 días, y se observan los resultados que se muestran abajo.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Día | Unidades disconformes | Día | Unidades disconformes |
| 1 | 3 | 11 | 2 |
| 2 | 2 | 12 | 4 |
| 3 | 4 | 13 | 1 |
| 4 | 2 | 14 | 3 |
| 5 | 5 | 15 | 6 |
| 6 | 2 | 16 | 0 |
| 7 | 1 | 17 | 1 |
| 8 | 2 | 18 | 2 |
| 9 | 0 | 19 | 3 |
| 10 | 5 | 20 | 2 |

**Ejercicio 54**. Un proceso produce bandas de hule en lotes de tamaño 2500. Los registros de inspección de los últimos 20 lotes revelan los datos siguientes.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Número de lote | Número de bandas disconformes | Número de lote | Número de bandas disconformes |
| 1 | 230 | 11 | 456 |
| 2 | 435 | 12 | 394 |
| 3 | 221 | 13 | 285 |
| 4 | 346 | 14 | 331 |
| 5 | 230 | 15 | 198 |
| 6 | 327 | 16 | 414 |
| 7 | 285 | 17 | 131 |
| 8 | 311 | 18 | 269 |
| 9 | 342 | 19 | 221 |
| 10 | 308 | 20 | 407 |

**Ejercicio 55**. Con base en los siguientes datos, si se va a establecer una carta *np*, ¿Cuáles serían la línea central y los límites de control que se recomendarían? Suponer que *n*=500.

|  |  |
| --- | --- |
| Día | Número de unidades disconformes |
| 1 | 3 |
| 2 | 4 |
| 3 | 3 |
| 4 | 2 |
| 5 | 6 |
| 6 | 12 |
| 7 | 5 |
| 8 | 1 |
| 9 | 2 |
| 10 | 2 |

**Ejercicio 56**. Si se usa una carta de control para controlar la fracción disconforme de una pieza de plástico fabricada en un proceso de moldeo por inyección. Diez subgrupos producen los siguientes datos:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Número de muestra | Tamaño de la muestra | Número de unidades disconformes |
| 1 | 100 | 10 |
| 2 | 100 | 15 |
| 3 | 100 | 31 |
| 4 | 100 | 18 |
| 5 | 100 | 24 |
| 6 | 100 | 12 |
| 7 | 100 | 23 |
| 8 | 100 | 15 |
| 9 | 100 | 8 |
| 10 | 100 | 8 |

**Carta U**

**Ejercicio 57**.- En un hotel se ha llevado el registro de quejas de los clientes desde hace 15 semanas con el número de clientes por semana, los datos se muestran en la siguiente tabla:

1. Calcule los límites de control para una carta para el número de quejas por cliente e interprete los límites que obtenga.
2. ¿La estabilidad del proceso es aceptable?
3. ¿Considera que la calidad en el hotel es buena? explique.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SEMANA | CLIENTES | QUEJAS | UI | SEMANA | CLIENTES | QUEJAS | UI |
| 1 | 114 | 11 | 0.096 | 9 | 131 | 10 | 0.076 |
| 2 | 153 | 15 | 0.098 | 10 | 91 | 10 | 0.110 |
| 3 | 115 | 5 | 0.043 | 11 | 112 | 10 | 0.089 |
| 4 | 174 | 14 | 0.080 | 12 | 158 | 11 | 0.070 |
| 5 | 157 | 16 | 0.102 | 13 | 244 | 30 | 0.123 |
| 6 | 219 | 11 | 0.050 | 14 | 111 | 11 | 0.099 |
| 7 | 149 | 10 | 0.067 | 15 | 120 | 11 | 0.092 |
| 8 | 147 | 9 | 0.061 |  |  |  |  |

**Ejercicio 58**. Una fábrica de papel usa una carta de control para monitorear las imperfecciones de los rollos de papel terminados. Se inspecciona durante 20 dias la salida de la producción y los datos resultantes se muestran abajo. Usar estos datos para establecer una carta de control para las disconformidades por rollo de papel. ¿El proceso parece estar bajo control estadístico? ¿Qué línea central y que límites de control se recomendarían para controlar la producción actual?

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Día | Número de rollos producidos | Número total de imperfecciones |
| 1 | 18 | 12 |
| 2 | 18 | 14 |
| 3 | 24 | 20 |
| 4 | 22 | 18 |
| 5 | 22 | 15 |
| 6 | 22 | 12 |
| 7 | 20 | 11 |
| 8 | 20 | 15 |
| 9 | 20 | 12 |
| 10 | 20 | 10 |
| 11 | 18 | 18 |
| 12 | 18 | 14 |
| 13 | 18 | 9 |
| 14 | 20 | 10 |
| 15 | 20 | 14 |
| 16 | 20 | 13 |
| 17 | 24 | 16 |
| 18 | 24 | 18 |
| 19 | 22 | 20 |
| 20 | 21 | 17 |

**Ejercicio 59**. El número total de disconformidades encontradas en la inspección final de las consolas de una grabadora de cassette se muestran abajo. ¿Puede concluirse que el proceso esta bajo control estadístico? ¿Qué línea central y que límites de control se recomendarían para controlar la producción futura?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Número de consola | Numero de disconformidades | Número de consola | Número de disconformidades |
| 2412 | 0 | 2421 | 1 |
| 2413 | 1 | 2422 | 0 |
| 2414 | 1 | 2423 | 3 |
| 2415 | 0 | 2424 | 2 |
| 2416 | 2 | 2425 | 5 |
| 2417 | 1 | 2426 | 1 |
| 2418 | 1 | 2427 | 2 |
| 2419 | 3 | 2428 | 1 |
| 2420 | 2 | 2429 | 1 |

**Ejercicio 60**. En un hospital público se han venido llevando un registro de quejas de clientes desde hace 15 semanas junto con el número de clientes por semana. Los datos se muestran a continuación en una tabla

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **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** |

**Ejercicio 61**.- En una fábrica se ensamblan artículos electrónicas y al final del proceso se hace una inspección por muestreo para detectar defectos relativamente menores. En la siguiente tabla se muestra el número de defectos observados en muestreos realizados en 24 lotes consecutivos de piezas electrónicas.

* + Realice el análisis que crea pertinente para ver si efectivamente hay alguna de las líneas es diferente. Justifique lo que haga.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Lote | Tamaño de muestra | defectos encontrados |  |
| 1 | 20 | 17 | 0.85 |
| 2 | 20 | 24 | 1.2 |
| 3 | 20 | 16 | 0.8 |
| 4 | 20 | 26 | 1.3 |
| 5 | 15 | 15 | 1 |
| 6 | 15 | 15 | 1 |
| 7 | 15 | 20 | 1.33 |
| 8 | 25 | 18 | 0.72 |
| 9 | 25 | 26 | 1.04 |
| 10 | 25 | 10 | 0.4 |
| 11 | 25 | 15 | 1 |
| 12 | 30 | 21 | 0.7 |
| 13 | 30 | 40 | 1.33 |
| 14 | 30 | 24 | 0.8 |
| 15 | 30 | 46 | 1.53 |
| 16 | 30 | 32 | 1.07 |
| 17 | 30 | 30 | 1 |
| 18 | 30 | 34 | 1.13 |
| 19 | 15 | 11 | 0.73 |
| 20 | 15 | 14 | 0.93 |
| 21 | 15 | 30 | 2 |
| 22 | 15 | 17 | 1.13 |
| 23 | 15 | 18 | 1.2 |
| 24 | 15 | 20 | 1.33 |

**Carta C**

**Ejercicio 62**. Se contaron los defectos superficiales en 25 placas de acero rectangulares, y los datos se muestran abajo. Establecer una carta de control para las disconformidades utilizando estos datos. ¿El proceso que producen las placas parece estar bajo control estadístico?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Número de placa | Número de disconformidades | Número de placa | Número de disconformidades |
| 1 | 1 | 14 | 0 |
| 2 | 0 | 15 | 2 |
| 3 | 4 | 16 | 1 |
| 4 | 3 | 17 | 3 |
| 5 | 1 | 18 | 5 |
| 6 | 2 | 19 | 4 |
| 7 | 5 | 20 | 6 |
| 8 | 0 | 21 | 3 |
| 19 | 2 | 22 | 1 |
| 10 | 1 | 23 | 0 |
| 11 | 1 | 24 | 2 |
| 12 | 0 | 25 | 4 |
| 13 | 8 |  |  |

**Ejercicio 63**. Los siguientes datos representan el número de disconformidades por 100 metros de cable telefónico. A partir del análisis de estos datos, ¿se concluirá que el proceso está bajo control estadístico? ¿Qué procedimiento de control se recomendaría para la producción futura?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Número de muestra | Numero de disconformidades | Número de muestra | Número de disconformidades |
| 1 | 1 | 12 | 6 |
| 2 | 1 | 13 | 9 |
| 3 | 3 | 14 | 11 |
| 4 | 7 | 15 | 15 |
| 5 | 8 | 16 | 8 |
| 6 | 10 | 17 | 3 |
| 7 | 5 | 18 | 6 |
| 8 | 13 | 19 | 7 |
| 9 | 0 | 20 | 4 |
| 10 | 19 | 21 | 9 |
| 11 | 24 | 22 | 20 |

**Ejercicio 64**. Un fabricante automotriz quiere controlar el número de disconformidades en un área de subensamblaje que produce transmisiones manuales. La unidad de inspección se define como cuatro transmisiones, y los datos de 16 muestras (cada una de tamaño 4) se muestran abajo.

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

**Ejercicio 65**. El número de disconformidades de mano de obra observado en la inspección final de ensamblajes de unidades de disco se ha tabulado como se muestra abajo. ¿El proceso parece estar bajo control?

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Día | Número de ensamblajes inspeccionados | Número total de disconformidades |
| 1 | 2 | 10 |
| 2 | 4 | 30 |
| 3 | 2 | 18 |
| 4 | 1 | 10 |
| 5 | 3 | 20 |
| 6 | 4 | 24 |
| 7 | 2 | 15 |
| 8 | 4 | 26 |
| 9 | 3 | 21 |
| 10 | 1 | 8 |

**Ejercicio 66**.- Del análisis de datos de inspecciones y pruebas finales de un producto ensamblado se detectó a través de una estratificación y un análisis de Pareto que la causa principal por la que los artículos salen defectuosos está relacionada con los problemas de un componente en particular (el componente K12). Por lo tanto se decide analizar más de cerca el proceso que produce tal componente. Para ello, de cada lote de componentes K12 se decide inspeccionar una muestra de n=120. Los datos obtenidos en 20 lotes consecutivos se muestran en la siguiente tabla:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Muestra | Componentes defectuosos | Muestra | Componentes defectuosos |
| 1 | 9 | 11 | 10 |
| 2 | 6 | 12 | 20 |
| 3 | 10 | 13 | 12 |
| 4 | 8 | 14 | 10 |
| 5 | 5 | 15 | 10 |
| 6 | 5 | 16 | 0 |
| 7 | 14 | 17 | 13 |
| 8 | 12 | 18 | 5 |
| 9 | 9 | 19 | 6 |
| 10 | 8 | 20 | 11 |

**Ejercicio 67**. En un departamento se registra el número de quejas por mal servicio en una institución de gobierno. Los datos de las últimas 25 semanas se muestran en seguida

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Semana** | **Quejas** | **Semana** | **Quejas** |
| **1** | **5** | **14** | **16** |
| **2** | **8** | **15** | **14** |
| **3** | **9** | **16** | **12** |
| **4** | **8** | **17** | **22** |
| **5** | **4** | **18** | **7** |
| **6** | **4** | **19** | **10** |
| **7** | **1** | **20** | **12** |
| **8** | **6** | **21** | **3** |
| **9** | **4** | **22** | **7** |
| **10** | **8** | **23** | **3** |
| **11** | **5** | **24** | **3** |
| **12** | **10** | **25** | **5** |
| **13** | **6** |  |  |

**Diagrama de dispersión y regresión**

**Ejercicio 68.-** En un laboratorio se investiga la relación entre la cantidad asistentes al restaurante X y el número de quejas del servicio Y.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **X** | **Y** | **X** | **Y** |
| 134 | 4 | 157 | 18 |
| 145 | 6 | 168 | 20 |
| 142 | 8 | 166 | 22 |
| 149 | 10 | 167 | 24 |
| 144 | 12 | 171 | 26 |
| 160 | 14 | 174 | 28 |
| 156 | 16 | 183 | 30 |

**Ejercicio 69** Por ejemplo en una fábrica de pintura se desea investigar la relación entre la velocidad de agitación **X** y el porcentaje de impurezas en la pintura **Y**. Mediante un diseño experimental se obtienen los siguientes datos.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Velocidad** | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 | 36 | 38 | 40 | 42 |
| **Impurezas** | 8.4 | 9.5 | 11.8 | 10.4 | 13.3 | 14.8 | 13.2 | 14.7 | 16.4 | 16.5 | 18.9 | 18.5 |

**Ejercicio 70.-**La resistencia a la tensión de un producto de papel está relacionada con la cantidad de fibra (madera dura) en la pulpa. En una planta piloto se producen las diez muestras que aparecen en la siguiente tabla. Usando estos datos ajusta un modelo de regresión lineal simple expresando la resistencia como función de la concentración de madera dura.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Resistencia** | 160 | 171 | 175 | 182 | 184 | 181 | 188 | 193 | 195 | 200 |
| **% de fibra** | 10 | 15 | 15 | 20 | 20 | 20 | 25 | 25 | 28 | 30 |

**Ejercicio 71.-** Se desea investigar la relación entre el peso de un individuo y su presión sanguínea sistólica. Para ello se seleccionan aleatoriamente 26 hombres cuyas edades fluctúan entre 25 y 30 años.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **X** | **Y** | **X** | **Y** |
| 165 | 130 | 172 | 153 |
| 167 | 133 | 159 | 128 |
| 180 | 150 | 168 | 132 |
| 155 | 128 | 174 | 149 |
| 212 | 151 | 183 | 158 |
| 175 | 146 | 215 | 150 |
| 190 | 150 | 195 | 163 |
| 210 | 140 | 180 | 156 |
| 200 | 148 | 143 | 124 |
| 149 | 125 | 240 | 170 |
| 158 | 133 | 235 | 165 |
| 169 | 135 | 192 | 160 |
| 170 | 150 | 187 | 159 |

**Ejercicio 72.-** En una empresa es usual pagar horas extras, ya sea a los obreros o a los empleados, para cumplir con los plazos de entrega. Un grupo de mejora de la calidad analiza la relación semanal entre la cantidad de horas extras pagadas y el porcentaje de artículos defectuosos. Los datos de las últimas 22 semanas se muestran a continuación.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **HORAS PAGADAS** | **% DEFECTUOSOS** | **HORAS PAGADAS** | **% DEFECTUOSOS** |
| 340 | 5 | 50 | 3 |
| 95 | 3 | 193 | 6 |
| 210 | 6 | 290 | 8 |
| 809 | 15 | 340 | 2 |
| 80 | 4 | 115 | 4 |
| 438 | 10 | 362 | 10 |
| 107 | 4 | 300 | 9 |
| 180 | 6 | 75 | 2 |
| 100 | 3 | 93 | 2 |
| 550 | 13 | 320 | 10 |
| 220 | 7 | 154 | 7 |

**COMPARACION DE DOS POBLACIONES O DOS PROCESOS**

**Ejercicio** **73**.Se desea comparar el nivel de conocimiento de los estudian­tes del último semestre de dos licenciaturas diferentes, sobre dos áreas específicas. Para ello se toma una muestra aleatoria de 15 estudiantes de cada carrera y se les aplica un test. Los resultados se muestran a continuación.

|  |  |
| --- | --- |
| Licenciatura | |
| A | B |
| 93 | 81 |
| 81 | 66 |
| 76 | 76 |
| 88 | 71 |
| 86 | 63 |
| 80 | 76 |
| 77 | 78 |
| 89 | 67 |
| 67 | 90 |
| 50 | 85 |
| 92 | 69 |
| 75 | 84 |
| 84 | 88 |
| 78 | 98 |
| 65 | 95 |

**Ejercicio** **74**: Un investigador desea probar que cierto método educativo es más eficaz para el entendimiento de conceptos abstractos, que el método tradicional. De acuerdo a las condiciones experimen­tales el mejor diseño que puede efectuar es el de GRUPO CONTROL NO E­QUIVALENTE, en consecuencia experimenta con dos grupos escolares, a uno se le instruye con el nuevo método y al otro con el tradicio­nal. Aplica un pre-test y un pos-test a cada grupo, los resultados son:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Método nuevo | |  | Metodo tradicional | |
| Pre-test |  | Pos-test | Pre-test |  | Pos-test |
| 85 |  | 93 | 76 |  | 80 |
| 75 |  | 80 | 90 |  | 92 |
| 78 |  | 75 | 45 |  | 50 |
| 82 |  | 84 | 34 |  | 50 |
| 67 |  | 83 | 78 |  | 75 |
| 83 |  | 100 | 71 |  | 74 |
| 95 |  | 50 | 95 |  | 90 |
| 56 |  | 68 | 63 |  | 60 |
| 64 |  | 93 | 90 |  | 92 |
| 90 |  | 82 | 85 |  | 79 |

**Ejercicio** **75.** Se analizaron dos catalizadores para determinar la forma en que afecta el rendimiento promedio de un proceso químico. De manera específica, el catalizador 1 es el que se está empleando en este momento, el cual es aceptable. Debido a que el catalizador 2 es más económico, este puede adoptarse siempre y cuando no cambie el rendimiento del proceso. Se hace una prueba en la planta piloto; los resultados están en la siguiente tabla:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| NUMERO DE OBSERVACIÓN | CATALIZADOR 1 | CATALIZADOR 2 |
| 1 | 91.5 | 89.19 |
| 2 | 94.18 | 90.95 |
| 3 | 92.18 | 90.46 |
| 4 | 95.39 | 93.21 |
| 5 | 91.79 | 97.19 |
| 6 | 89.07 | 97.04 |
| 7 | 94.72 | 91.07 |
| 8 | 89.21 | 92.75 |

**Ejercicio** **76.** Se prueban dos niveles de temperatura para ver si influye en el encogimiento de una pieza. Se hacen 10 mediciones de cada nivel de temperatura y los resultados son los siguientes:

|  |  |
| --- | --- |
| TEMPERATURA BAJA | TEMPERATURA ALTA |
| 17.2 | 21.4 |
| 17.5 | 20.9 |
| 18.6 | 19.8 |
| 15.9 | 20.4 |
| 16.4 | 20.6 |
| 17.3 | 21 |
| 16.8 | 20.8 |
| 18.4 | 19.9 |
| 16.7 | 21.1 |
| 17.6 | 20.3 |

**Ejercicio** **77**.- Se realiza un estudio para comparar dos tratamientos a aplicarse a los frijoles crudos, con el objetivo de reducir el tiempo de cocción. Un tratamiento (T1) es a base de bicarbonato de sodio, y el otro, T2, es a base de cloruro de sodio o sal común. La variable de respuesta es el tiempo de cocción en minutos. Se hacen siete replicas. Los datos se muestran en la siguiente tabla:

|  |  |
| --- | --- |
| Tratamiento | Tiempo |
| T1 | 76 85 74 78 82 75 82 |
| T2 | 57 67 55 64 61 63 63 |

**Ejercicio** **78.** En Kocaoz, S. Samaranayake, V.A. Nanni. A. (2005) Se presenta un estudio donde se estudian dos tipos de barras de polímero reforzado con fibra de vidrio (FRP), en cuanto a tensión. Este tipo de barras son utilizadas como reforzantes en concreto, en reemplazo de las vigas de acero; por lo cual su caracterización es importante para fines de diseño, control y optimización para los ingenieros estructurales. Las barras se sometieron a tensión hasta registrarse su ruptura (en Mpa). Los datos para dos tipos de barras se muestran a continuación.

|  |  |
| --- | --- |
| Tipo de Barra | Resistencia |
| 1 | 939 976 1025 1034 1015 1015 1022 815 |
| 2 | 1025 938 1015 983 843 1053 1038 938 |

**Ejercicio** **79.** Bajo condiciones controladas, en un laboratorio se evaluó en

10 hombres y 10 mujeres, la temperatura que cada persona encontró más confortable. Los resultados en grados Fahrenheit fueron los siguientes:

|  |  |
| --- | --- |
| Mujer | Hombre |
| 75 | 74 |
| 77 | 72 |
| 78 | 77 |
| 79 | 76 |
| 77 | 76 |
| 73 | 73 |
| 78 | 75 |
| 79 | 73 |
| 78 | 74 |
| 80 | 75 |

**Ejercicio** **80.** Una compañía de transporte de carga desea escoger la mejor ruta para llevar la mercancía de un depósito a otro. La mayor preocupación es el tiempo de viaje. En el estudio se seleccionaron al azar cinco choferes de un grupo de 10 y se asignaron a la ruta *A*; los cinco restantes se asignaron a la ruta *B*. Los datos obtenidos fueron

|  |  |
| --- | --- |
| **Ruta A** | **Ruta B** |
| **18** | **22** |
| **24** | **29** |
| **30** | **34** |
| **21** | **25** |
| **32** | **35** |

**Ejercicio** **81.** Se tienen dos proveedores de una pieza metálica, cuyo diámetro ideal o *valor objetivo* es igual a 20.25 cm con especificaciones . Se toman dos muestras de 14 piezas a cada proveedor y los datos obtenidos se muestran a continuación.

|  |  |
| --- | --- |
| **Proveedor 1** | **Proveedor 2** |
| **21.38** | **21.51** |
| **18** | **22.6** |
| **21.89** | **21.53** |
| **20.13** | **22.2** |
| **22.4** | **21.51** |
| **22.6** | **22.22** |
| **19.12** | **21.49** |
| **21.94** | **21.29** |
| **18.1** | **21.92** |
| **19.85** | **21.91** |
| **19.07** | **22.71** |
| **19.25** | **20.82** |
| **20.54** | **21.52** |
| **18.6** | **22.65** |

**¿Cuál es el mejor proveedor?**

**PRÁCTICAS DE DISEÑO DE EXPERIMENTOS**

**Ejercicio** **79**. Se está estudiando la resistencia a la tensión de cemento Portland. Cuatro téc­nicas de mezclado pueden ser usadas económicamente. Se han recolectado los siguientes datos:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Técnica de mezclado | Resistencia a la tensión (lb/plg²) | | | |
| 1 | 3129 | 3000 | 2865 | 2890 | |
| 2 | 3200 | 3300 | 2975 | 3150 | |
| 3 | 2800 | 2900 | 2985 | 3050 | |
| 4 | 2600 | 2700 | 2600 | 2765 | |

**Ejercicio** **80**. El tiempo de respuesta en milisegundos fue determinado para tres tipos de cir­cuitos de un mecanismo de interrupción automática de válvulas. Los resultados fue­ron:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Tipo de circuito | Tiempo de respuesta | | | | |
| 1 | 9 | 12 | 10 | 8 | 15 |
| 2 | 20 | 21 | 23 | 17 | 30 |
| 3 | 6 | 5 | 8 | 16 | 7 |

# Ejercicio 81. Un fabricante de equipos de televisión está interesado en el efecto que tienen sobre los cinescopios de televisores a color, cuatro tipos de recubrimiento. Se obtuvieron los siguientes datos de conductividad.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| TIPO DE | |  | CONDUCTIVIDAD | | | |
| RECUBRIMIENTO | | |  |  |  |  |
|  | 1 |  | 143 | 141 | 150 | 146 |
|  | 2 |  | 152 | 149 | 137 | 143 |
|  | 3 |  | 134 | 136 | 132 | 127 |
|  | 4 |  | 129 | 127 | 132 | 129 |

**Ejercicio 82**. Están considerándose seis diferentes máquinas para su uso en la manufactura de sellos de goma. Éstas están siendo comparadas con respecto a la resistencia de tensión del producto. Se utiliza una muestra aleatoria de 4 sellos de cada máquina para determinar si la resistencia promedio a la tensión varía de máquina a máquina o no. Las siguientes son las mediciones de resistencia a la tensión.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| TIPO DE | |  | RESISTENCIA A LA | | | |
| RECUBRIMIENTO | | | TENSION | |  |  |
|  | 1 |  | 17.5 | 16.9 | 15.8 | 18.6 |
|  | 2 |  | 16.4 | 19.2 | 17.7 | 15.4 |
|  | 3 |  | 20.3 | 15.7 | 17.8 | 18.9 |
|  | 4 |  | 14.6 | 16.7 | 20.8 | 18.9 |
|  | 5 |  | 17.5 | 19.2 | 16.5 | 20.5 |
|  | 6 |  | 18.3 | 16.2 | 17.5 | 20.1 |

# Ejercicio 83. Una compañía farmacéutica desea evaluar el efecto que tiene la cantidad de almidón en la dureza de las tabletas. Se decidió producir lotes con una cantidad determinada de almidón. Se decidió que los porcentajes de almidón a aprobar fueran 2, 5 y 10. La variable de respuesta sería el promedio de la dureza de 20 tabletas de cada lote. Obteniéndose los siguientes resultados:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| PORCENTAJE |  | DUREZA |  |  |
| DE ALMIDON |  |  |  |  |
| 2 | 4.3 | 5.2 | 4.8 | 4.5 |
| 5 | 6.5 | 7.3 | 6.9 | 6.1 |
| 10 | 9 | 7.8 | 8.5 | 8.1 |

**Ejercicio 84**. Se pide a cuatro químicos que determinen el porcentaje de alcohol metílico en un compuesto quí­mico. Cada uno realiza 3 determinaciones y los resultados son los siguientes:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Químico | Porcentaje de alcohol metílico. | | |
| 1 | 84.99 | 84.04 | 84.38 |
| 2 | 85.15 | 85.13 | 84.88 |
| 3 | 84.72 | 84.48 | 85.16 |
| 4 | 84.20 | 84.10 | 84.55 |

**Ejercicio 85**. Los datos que se presentan en seguida son rendimientos en toneladas por hectárea de un pasto con 3 niveles de fertilización nitrogenada. El diseño fue completamente aleatorizado, con 5 repeticiones por tratamiento.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| NIVLES DE NITROGENO | |  |
| N1 | N2 | N3 |
| 14.823 | 25.151 | 32.605 |
| 14.676 | 25.401 | 32.46 |
| 14.72 | 25.131 | 32.256 |
| 14.514 | 25.031 | 32.669 |
| 15.065 | 25.267 | 32.111 |

**Ejercicio 86**. Se están investigando cuatro catalizadores que pueden afectar la concentración de un componente en una mezcla líquida formada por tres componentes. Se obtuvieron las siguientes concentraciones:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Catalizador 1 | Catalizador 2 | Catalizador 3 | Catalizador 4 |
| 58.2 | 56.3 | 50.1 | 52.9 |
| 57.2 | 54.5 | 54.2 | 49.9 |
| 58.4 | 57.0 | 55.4 | 50.0 |
| 55.8 | 55.3 | 55.2 | 51.7 |

**Ejercicio 87**. Los datos de la siguiente tabla representan el numero de horas de alivio que proporcionan 5 marcas diferentes de tabletas contra el dolor de cabeza que se administran a 25 sujetos que sufren fiebres de 38  o más.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| MARCAS | NUMERO DE HORAS DE ALIVIO | | |  |  |
| A | 5.2 | 4.7 | 8.1 | 6.2 | 3 |
| B | 9.1 | 7.1 | 8.2 | 6 | 9.1 |
| C | 3.2 | 5.8 | 2.2 | 3.1 | 7.2 |
| D | 2.4 | 3.4 | 4.1 | 1 | 4 |
| E | 7.1 | 6.6 | 9.3 | 4.2 | 7.6 |

**Ejercicio 88**. Se desea evaluar tres tiempos para inocular naranjas a través de inmersión durante 1, 5, y 10 minutos, en una suspensión bacteriana con una concentración de  cél/ml. El propósito es seleccionar el tiempo en el cual se adhieren más bacterias a la superficie de naranjas. Las pruebas se realizan para dos tipos de microorganismos (Escherichia coli O157:H7, y Salmonella typhimirium) midiendo como variable de respuesta el número de unidades formadoras de colonias (ufc) expresadas en logaritmos, que se recuperan en 30 de la superficie de las naranjas inoculadas. Los datos obtenidos se muestran a continuación:

Tiempo de inmersión Log ufc de Escherichia coli O157:H7/30  (min)

1 5.4 4.9 5.5 5.0 4.1 5.5

5 4.9 5.2 4.2 5.0 4.9 4.7

10 3.8 5.6 4.1 5.4 3.6 5.3

Tiempo de inmersión Log ufc de Salmonella typhimurium/30  (min)

1 4.6 4.0 5.0 4.3 3.6 5.1

5 4.1 4.7 3.3 3.8 4.3 3.6

10 2.5 4.9 2.8 4.4 2.8 3.9

**Ejercicio 89**. Se estudia la duración efectiva de líquidos aislantes a una carga acelerada de 35 kv. Se han obtenido datos de prueba para cuatro tipos de líquido. Los resultados son como sigue:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Tipo de liquido | duración en horas a 35 kV de carga | | |  |  |  |
| 1 | 16.6 | 17.9 | 16.3 | 16.4 | 19.1 | 20.6 |
| 2 | 16.9 | 15.3 | 18.6 | 17.1 | 19.5 | 20.3 |
| 3 | 21.4 | 23.6 | 19.4 | 18.5 | 20.5 | 22.3 |
| 4 | 19.3 | 21.1 | 16.9 | 17.5 | 18.3 | 19.8 |

**Ejercicio 90**. Se ha realizado un experimento para determinar si cuatro temperaturas específicas de horneado afectan la densidad de un cierto tipo de ladrillo. El experimento proporcionó los siguientes datos:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Temperatura | D e n s i d a d | | | |  |
| 100 | 21.8 | 21.9 | 21.7 | 21.6 | 21.7 |
| 125 | 21.7 | 21.4 | 21.5 | 21.4 |  |
| 150 | 21.9 | 21.8 | 21.8 | 21.6 | 21.5 |
| 175 | 21.9 | 21.7 | 21.8 | 21.4 |  |

**Ejercicio 91**. Como se sabe, el frijol tarda para cocerse, lo que implica gasto de tiempo de gas. Se decide hacer un estudio para comparar el tiempo de cocimiento de frijol sometido a dos tratamientos de remojo, uno a base de cloruro de sodio (sal común) y otro a base de bicarbonato de sodio. Los resultados en minutos se muestran en la tabla, donde también se incluye el tratamiento control que consiste del remojo con pura agua.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Pura Agua | Cloruro de Sodio | Bicarbonato de Sodio |
| 213 | 76 | 57 |
| 214 | 85 | 67 |
| 204 | 74 | 55 |
| 208 | 78 | 64 |
| 212 | 82 | 61 |
| 200 | 75 | 63 |
| 207 | 82 | 63 |

**Ejercicio 92**. Se hace un estudio sobre la efectividad de tres marcas de spray para matar moscas. Para ello, cada spray se aplica a un grupo de 100 moscas, y se cuenta el número de moscas muertas, expresado en porcentaje. Se hacen seis replicas, y los resultados obtenidos se muestran enseguida

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Numero de replica | | | | | |
| Marca Spray | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 72 | 65 | 67 | 75 | 62 | 73 |
| 2 | 55 | 59 | 68 | 70 | 53 | 50 |
| 3 | 64 | 74 | 61 | 58 | 51 | 69 |

**Ejercicio 93**. En un centro de investigación se realiza un estudio para comparar varios tratamientos que al aplicarse previamente a los frijoles crudos en tiempo de cocción. Estos tratamientos son a base de bicarbonato de sodio (NaHCO3) y cloruro de sodio o sal común (NaCL). El primer tratamiento es el tratamiento control, que consiste en no aplicar ningún tratamiento. El tratamiento T2 es el remojo en agua con bicarbonato de sodio, el T3 es en agua con sal común y el T4 es en agua con una combinación de ambos ingredientes en proporciones iguales. La variable de respuesta es el tiempo de cocción en minutos. Los datos se muestran en la siguiente tabla.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ﻿Control | T2 | T3 | T4 |
| 213 | 76 | 57 | 84 |
| 214 | 85 | 67 | 82 |
| 204 | 74 | 55 | 85 |
| 208 | 78 | 64 | 92 |
| 212 | 82 | 61 | 87 |
| 200 | 75 | 63 | 79 |
| 207 | 82 | 63 | 90 |

**Ejercicio 94**. En el siguiente experimento se compararon los tiempos de coagulación de la sangre de 4 grupos de ardillas con diferentes niveles de protrombina (un componente del plasma, necesario para la formación de coágulos).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | NIVELES DE PROTOMBINA | | |
| 20 | 30 | 50 | 100 |
|  |  |  |  |
| 34.4 | 25 | 20.9 | 19.7 |
| 27.3 | 23.2 | 22.2 | 21.7 |
| 65 | 45.2 | 27.8 | 21.1 |
| 31.3 | 26.4 | 19.6 | 18.5 |
| 48.5 | 26.8 | 20.1 | 16 |
| 38.4 | 32.7 | 22.1 |  |
| 40.5 | 28.8 | 19.7 |  |

**Ejercicio 95**: Un químico desea probar el efecto de cuatro agentes químicos en la resistencia de cierto tipo de tela. Debido a que podría haber variabilidad de rollo a rollo de tela, decide correr un diseño en bloques al azar, considerando a cada rollo como un bloque. Los resultados de resistencia son:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Químico | Rollo 1 | Rollo 2 | Rollo 3 | Rollo 4 | Rollo 5 |
| 1 | 73 | 68 | 74 | 71 | 67 |
| 2 | 73 | 67 | 75 | 72 | 70 |
| 3 | 75 | 68 | 78 | 73 | 68 |
| 4 | 73 | 71 | 75 | 75 | 69 |

**Ejercicio 96**. Para el ensamble de un artículo en particular se está considerando cuatro máquinas diferentes, M1, M2, M3, M4. Se decide que deben utilizarse seis operadores diferentes en un experimento para comparar las máquinas. Las maquinas se asignan a cada operador en un orden aleatorio. La operación de las maquinas requieren determinada destreza física y se anticipa que puede haber una diferencia entre los operarios en cuanto a la velocidad con la cual operarán la maquinaria. Se registraron los siguientes tiempos, en segundos, para el ensamble del producto determinado:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| MAQUINA | |  |  | OPERADOR | | |  |
|  |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 |  | 42.5 | 39.3 | 39.6 | 39.9 | 42.9 | 43.6 |
| 2 |  | 39.8 | 40.1 | 40.5 | 42.3 | 42.5 | 43.1 |
| 3 |  | 40.2 | 40.5 | 41.3 | 43.4 | 44.9 | 45.1 |
| 4 |  | 41.3 | 40.2 | 43.5 | 44.2 | 45.9 | 43.3 |

**Ejercicio 97**. Un experimento realizado en el cultivo de soya se ensayó varios niveles de humedad aprovechable y varios niveles de fósforo. Los tratamientos son:

1.- 20% de humedad y 30 kg/Ha de fósforo

2.- 40% de humedad y 30 kg/Ha de fósforo

3.- 20% de humedad y 60 kg/Ha de fósforo

4.- 40% de humedad y 60 kg/Ha de fósforo

El experimento se realizó con 6 repeticiones. Los bloques fueron franjas de terreno relativamente uniformes. La variable medida fue el rendimiento de grano (en kg).

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | TRATAMIENTOS | |  |
| TERRENOS | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 7.3 | 6.8 | 6.7 | 5.7 |
| 2 | 7.2 | 5.5 | 7.3 | 6.9 |
| 3 | 7.6 | 6.8 | 6.8 | 6.4 |
| 4 | 7.2 | 6.5 | 7.4 | 6.1 |
| 5 | 7.5 | 6.8 | 7.5 | 6.4 |
| 6 | 7.6 | 7.1 | 6.3 | 6.3 |

# Ejercicio 98. Se realizó un estudio para comparar el rendimiento de tres marcas de gasolina en competencia. Se seleccionan cuatro modelos diferentes de automóvil de tamaño variable. Los datos, en millas por galón son los siguientes:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | Marca de Gasolina | |
| Modelo | A | B | C |
| A | 38.7 | 35.6 | 38.7 |
| B | 28.8 | 28.6 | 29.9 |
| C | 36.5 | 37.6 | 39.1 |
| D | 34.4 | 36.2 | 37.9 |

**Ejercicio 99**. Tres diferentes soluciones para lavar están siendo comparadas con el objeto de estudiar su efectividad en el retraso del crecimiento de bacterias en envases de leche de 5 galones. El análisis se realiza en un laboratorio y sólo puede efectuarse tres pruebas en un mismo día. Como los días son una fuente variabilidad potencial, el experimentador decide usar un diseño aleatorizado por bloques. La variable de respuesta es el número de colonias. Las observaciones se recopilaron durante cuatro días y los datos aparecen a continuación.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | Días |  |
| Solución | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 13 | 22 | 18 | 39 |
| 2 | 16 | 24 | 17 | 44 |
| 3 | 5 | 4 | 1 | 22 |

**Ejercicio 100**. Un ingeniero industrial está investigando el efecto que tienen cuatro métodos de ensamblaje (A, B, C, y D) sobre el tiempo de ensamblaje de un componente para televisores a color. Se seleccionan 4 operadores para realizar este estudio. Se sabe que un operador a otro operador puede existir diferencia por lo que se decidió realizar un diseño por bloques aleatorizados.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Operador | |  |
| Método | 1 | 2 | 3 | 4 |
| A | 10 | 14 | 7 | 8 |
| B | 7 | 18 | 11 | 8 |
| C | 5 | 10 | 11 | 9 |
| D | 10 | 10 | 12 | 14 |

**Ejercicio 101**. El departamento de matemáticas de una universidad desea evaluar la capacidad de enseñanza de cuatro profesores. A fin de eliminar cualquier efecto debido a los diferentes cursos de matemáticas cada profesor enseña una sección de cada uno de cuatro diferentes cursos programados. Los datos muestran las calificaciones promedio asignadas por estos profesores a 16 estudiantes de aproximadamente de igual capacidad.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | CURSO |  |  |
| PROFESOR | ALGEBRA | GEOMETRIA | ESTADISTICA | CALCULO |
| A | 84 | 79 | 63 | 97 |
| B | 91 | 82 | 80 | 93 |
| C | 59 | 70 | 77 | 80 |
| D | 75 | 91 | 75 | 68 |

**Ejercicio 102**. En una fábrica de aceites vegetales comestibles la calidad se ve afectada por la cantidad de impurezas dentro del aceite, ya que éstas causan oxidación, y esto repercute a su vez en las características de sabor y color del producto final. Los factores controlados que se cree que influyen más en la capacidad de adsorción de impurezas son la temperatura y el porcentaje de arcilla. Con el propósito de encontrar las condiciones óptimas de estos factores en cada lote se plantea la necesidad de realizar pruebas experimentales a nivel laboratorio. Así, teniendo como variable de respuesta el color del aceite, se realizó el siguiente experimento:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Temperatura  ( C) | Porcentaje de arcilla | | | |
|  | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1.1 |
| 90 | 5.8 5.9 | 5.4 5.5 | 4.9 5.1 | 4.5 4.4 |
| 100 | 5.0 4.9 | 4.8 4.7 | 4.6 4.4 | 4.1 4.3 |
| 110 | 4.7 4.6 | 4.4 4.4 | 4.1 4.0 | 3.7 3.6 |

**Ejercicio 103**. Se encuentra en estudio el rendimiento de un proceso químico. Se cree que las dos variables más importantes son la presión y la temperatura. Se seleccionan tres niveles de cada factor y se realiza un experimento factorial con dos réplicas. Se recopilan los siguientes datos:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Presión | | | |
| Temperatura | 200 | 215 | 230 |
| Baja  Intermedia  Alta | 90.4  90.2  90.1  90.3  90.5  90.7 | 90.7  90.6  90.5  90.6  90.8  90.9 | 90.2  90.4  89.9  90.1  90.4  90.1 |

**Ejercicio 104**. Se están estudiando los factores que influyen en la resistencia de ruptura de una fibra sintética. Se eligen al azar cuatro máquinas y tres operadores y se realiza un experimento factorial usando fibras de un mismo lote de producción. Los resultados se muestran a continuación.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Máquina | | | |
| Operario | A | B | C | D | |
| 1  2  3 | 109  110  110  112  116  114 | 110  115  110  111  112  115 | 108  109  111  109  114  119 | 110  108  114  112  120  117 | |

**Ejercicio 105**. Es común añadir el elemento químico antimonio a la soldadura blanda de estaño-plomo como sustituto del estaño, que es más caro, a fin de reducir el costo de la soldadura blanda. Se llevó a cabo un experimento factorial con miras a determinar el efecto del antimonio sobre la resistencia de la unión soldada en blando con la soldadura de estaño-plomo (Journal, mayo de 1986). Se prepararon especímenes de soldadura estaño-plomo empleando uno de cuatro métodos de enfriamiento posibles (extinción con agua, WQ; extinción con de aceite, OQ; extinción con aire, AB, y enfriamiento en horno, FC) y agregando a la composición cantidades de antimonio (O%, 3%, 5% y 10%). Se asignaron aleatoriamente tres uniones soldadas en blando a cada uno de los 4 x 4 = 16 tratamientos y se midió la resistencia al corte de cada una. Los resultados experimentales aparecen en la siguiente tabla,

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| CANTIDAD | Método | RESISTENCIA AL CORTE | | |
| DE ANTINOMIO | DE ENFRIAMIENTO |  |  |  |
| % DE PESO |  | R1 | R2 | R3 |
| 0 | WQ | 17.6 | 19.5 | 18.3 |
| 0 | OQ | 20 | 24.3 | 21.9 |
| 0 | AB | 18.3 | 19.8 | 22.9 |
| 0 | FC | 19.4 | 19.8 | 20.3 |
| 3 | WQ | 18.6 | 19.5 | 19 |
| 3 | OQ | 20 | 20.9 | 20.4 |
| 3 | AB | 21.7 | 22.9 | 22.1 |
| 3 | FC | 19 | 20.9 | 19.9 |
| 5 | WQ | 22.3 | 19.5 | 20.5 |
| 5 | OQ | 20.9 | 22.9 | 20.6 |
| 5 | AB | 22.9 | 19.7 | 21.6 |
| 5 | FC | 19.6 | 16.4 | 20.5 |
| 10 | WQ | 15.2 | 17.1 | 16.6 |
| 10 | OQ | 16.4 | 19 | 18.1 |
| 10 | AB | 15.8 | 17.3 | 17.1 |
| 10 | FC | 16.4 | 17.6 | 17.6 |

**Ejercicio 106**. En una empresa alimenticia se desea evaluar cuatro antioxidantes, a través de su efecto en un aceite vegetal. El propósito eses seleccionar el producto que retrase mas la oxidación. Las pruebas se hacen a condiciones de estrés, midiendo como variable de respuesta al índice de peróxidos. Diferentes unidades experimentales se evalúan a diferentes tiempos. Los datos obtenidos se muestran a continuación (en el control no se agrega ningún antioxidante)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ﻿ | Tiempo |  |  |
| Producto | 4 horas | 8 horas | 12 horas |
| Control | 3.84, 3.72 | 27.63, 27.58 | 39.95, 39.00 |
| A | 4.00, 3.91 | 22.00,21.83 | 46.20,45.60 |
| B | 3.61 ,3.61 | 21.94,21.85 | 43.58,42.98 |
| C | 3.57, 3.50 | 20.50,20.32 | 45.14,44.89 |
| D | 3.64,3.61 | 20.30,20.19 | 44.36,44.02 |

**Ejercicio 107**. En un laboratorio de microbiología se realiza un experimento para investigar si influye el tipo de verdura (lechuga-L, cilantro-C, zanahoria-Z) y la temperatura (8 y 20° C) de almacenamiento en la sobrevivencia del vidrio cholera. Se hicieron varias réplicas. El porcentaje de sobrevivencia obtenido después de 24 horas de inoculado el alimento se muestra a continuación.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Temperatura | |
| Alimento | 20 | 8 |
| L | 13.1, 15.0 ,33.6, 35.5, 42.0, 11.1, 12.8,13.5 | 6.2, 28.5, 41.0, 35.9, 25.0 ,23.8, 79.0, 41.6 |
| C | 19.0, 19.0 ,66. 6 ,66.6 ,11.0 ,11.0,49.0, 49.0 | 84.3 ,68.7, 68.7, 30.5, 30.5, 11.0, 11.0, 20.0 |
| Z | 1.2 ,1.2,0.2, 0.1, 0.3, 0.2, 0.1,0.4 | 25.8 ,21.8, 16.0 ,16.0, 20.1 ,15.4, 13.3, 25.2 |

**Ejercicio 108**. Se desea investigar el efecto de la abertura de malla, tipo de suspensión y temperatura de ciclaje en el volumen de sedimentación (%) de una suspensión.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  | SUSPENSION | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | A |  |  |  | B |  |
|  | ABERTURA |  | 40 |  | 60 | 40 |  |  | 60 |
|  | DE MALLA |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | 72 | 60 | 86 | 67 | 67 | 62 | 76 | 71 |
|  | 0 | 75 | 70 | 73 | 68 | 68 | 65 | 80 | 80 |
| TEMPERATURA |  | 75 | 70 | 73 | 68 | 65 | 65 | 80 | 80 |
| DE CICLAJE |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | 55 | 55 | 52 | 52 | 44 | 48 | 60 | 67 |
|  | 30 | 53 | 55 | 52 | 54 | 44 | 48 | 60 | 67 |
|  |  | 53 | 55 | 57 | 54 | 45 | 45 | 60 | 65 |

**Ejercicio 109**. Se tiene interés en el rendimiento de un proceso en particular para ello se consideran tres factores: A el efecto de la Temperatura (100, 120, 140), B la Presión (400, 450, 500) y el tiempo C del lavado del producto en seguida del proceso de enfriamiento (30 y 35 minutos). Se realizan tres pruebas en cada combinación de los factores. Los resultados del experimento son los siguientes:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  | FACTOR C | |  |  |
|  |  |  | 30 MINUTOS |  |  | 35 MINUTOS | |
|  | FACTOR B | 400 | 450 | 500 | 400 | 450 | 500 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | 31.7 | 30.3 | 31.2 | 24.9 | 25.5 | 27.2 |
|  | 100 | 30.8 | 30.2 | 31.6 | 27.1 | 26.1 | 26.7 |
|  |  | 31.3 | 30.5 | 32 | 26.5 | 25.3 | 26 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | 30.4 | 30.2 | 30.7 | 23.8 | 27.6 | 25.8 |
| FACTOR A | 120 | 31.8 | 30.9 | 30.5 | 26.3 | 22.5 | 25.2 |
|  |  | 31.5 | 30.5 | 30.2 | 25.9 | 24.9 | 26.5 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | 33.6 | 32 | 31.1 | 25.7 | 25.2 | 26.9 |
|  | 140 | 34.1 | 31.6 | 31 | 26.7 | 26.5 | 26.6 |
|  |  | 34.5 | 31.5 | 31.5 | 27.7 | 25.9 | 27.2 |

**Ejercicio 110**. Se está investigando los efectos sobre la resistencia del papel que producen el porcentaje de la concentración de fibra de madera en la pulpa, la presión del tanque y el tiempo de cocción de la pulpa. Se seleccionan tres niveles de concentración de madera y de la presión, y dos niveles de tiempo de cocción. Se realiza un experimento factorial con dos réplicas y se recopilan los datos.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  | TIEMPO |  |  |  |
|  |  |  | 3 HORAS |  |  | 4 HORAS |  |
|  | PRESION | 400 | 500 | 650 | 400 | 500 | 650 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 2 | 196.6 | 197.7 | 199.8 | 198.4 | 199.6 | 200.6 |
|  |  | 196 | 196 | 199.4 | 198.6 | 200.4 | 200.9 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| CONCENTRACION | 4 | 198.5 | 196 | 198.4 | 197.5 | 198.7 | 199.6 |
| PORCENTUAL | | 197.2 | 196.9 | 197.6 | 198.1 | 198 | 199 |
| DE FIBRA |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 8 | 197.5 | 195.5 | 197.4 | 197.6 | 197 | 198.5 |
|  |  | 196.6 | 196.2 | 198.1 | 198.4 | 197.8 | 199.8 |

**Ejercicio 111**.Una bacterióloga está interesada en el efecto que tienen dos diferentes medios de cultivo (factor A): 1(nivel bajo) y 2 (nivel alto); y dos lapsos de tiempo (factor B):12 hrs (nivel bajo) y 18 hrs (nivel alto) sobre crecimiento de un virus en particular. Realiza seis réplicas de un diseño  haciendo los ensayos en un orden aleatorio. Los resultados son los siguientes

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| FACTORES | |  |  | REPLICAS | | |  |
| A | B | I | II | III | IV | V | VI |
| - | - | 21 | 23 | 20 | 22 | 28 | 26 |
| + | - | 25 | 24 | 29 | 26 | 25 | 27 |
| - | + | 37 | 38 | 35 | 39 | 38 | 36 |
| + | + | 31 | 29 | 30 | 34 | 33 | 35 |

**Ejercicio 112**. Un ingeniero industrial que trabaja en una embotelladora está interesado en el efecto de dos tipos de botella (factor A) de 32 onzas sobre el tiempo de reparto de cajas de 12 botellas de este producto. Los dos tipos de botella son de plástico (nivel bajo) y de vidrio (nivel alto), y se utilizan dos repartidores (factor B) para realizar una tarea que consiste en mover 40 cajas del producto a una distancia de 50 pies sobre un carrito repartidor, y acomodarlos. Se realiza un diseño factorial ; y los tiempos observados se muestran en la siguiente tabla:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| FACTORES | | REPLICAS | | | |
| A | B | I | II | III | IV |
| - | - | 5.12 | 4.98 | 4.89 | 5 |
| + | - | 6.65 | 5.49 | 6.24 | 5.55 |
| - | + | 4.95 | 4.27 | 4.43 | 4.25 |
| + | + | 5.28 | 4.75 | 4.91 | 4.71 |

**Ejercicio 113**. Un ingeniero está interesado en el efecto que tiene la rapidez de corte (A), la configuración (B) y el ángulo de corte (C) sobre la duración de una herramienta. Se eligen dos niveles de cada factor y se realiza un diseño factorial  con n=3. Los resultados se muestran a continuación:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | FACTORES |  |  | REPLICAS | |
| A | B | C | I | II | III |
| - | - | - | 22 | 31 | 25 |
| + | - | - | 32 | 43 | 29 |
| - | + | - | 35 | 34 | 50 |
| + | + | - | 55 | 47 | 46 |
| - | - | + | 44 | 45 | 38 |
| + | - | + | 40 | 37 | 36 |
| - | + | + | 60 | 50 | 54 |
| + | + | + | 39 | 41 | 47 |

**Ejercicio 114**. Se utiliza una aleación de níquel y titanio en la fabricación de componentes para turbinas de aviones. La formación de grietas es un problema potencialmente grave en la parte final, ya que puede dar por resultado una falla irreversible. Se realiza una prueba en las instalaciones del fabricante de las partes a fin de determinar el efecto de tres factores sobre las grietas. Los tres factores son temperatura de vertido (A), contenido de Titanio (B) y método de tratamiento térmico. Se corren dos réplicas de un diseño y se mide la longitud de las grietas (en mm) inducidas en una probeta sometida a una prueba estándar. Los datos se muestran enseguida:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| CODIGO |  | FACTORES |  | REPLICAS | |
|  | A | B | C | I | II |
|  | - | - | - | 1.71 | 1.91 |
|  | + | - | - | 1.42 | 1.48 |
|  | - | + | - | 1.35 | 1.53 |
|  | + | + | - | 1.67 | 1.55 |
|  | - | - | + | 1.23 | 1.38 |
|  | + | - | + | 1.25 | 1.26 |
|  | - | + | + | 1.46 | 1.42 |
|  | + | + | + | 1.29 | 1.27 |

**Ejercicio 115**. Un ingeniero está interesado en el efecto de la velocidad de corte (A), la dureza del metal (B), y el ángulo del corte (C) sobre la duración de una herramienta de corte. Para ello se eligen dos niveles para cada factor y se corren dos réplicas del diseño factorial . La tabla siguiente presenta los datos del tiempo de duración (en horas) de la herramienta.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| CODIGO |  | FACTORES |  | REPLICAS | |
|  | A | B | C | I | II |
|  | - | - | - | 221 | 311 |
|  | + | - | - | 325 | 435 |
|  | - | + | - | 354 | 348 |
|  | + | + | - | 552 | 472 |
|  | - | - | + | 440 | 453 |
|  | + | - | + | 406 | 377 |
|  | - | + | + | 605 | 500 |
|  | + | + | + | 392 | 419 |

**Ejercicio 116**. Se está investigando el efecto que tienen 3 factores durante el lavado de una prenda. Para el lavado se usaron 2 lavadoras diferentes (rodillos y burbujas); se realiza el experimento completamente aleatorizado con 2 réplicas. Se dio una calificación de: 5 para el peor lavado y de 10 para el mejor lavado.

Los factores son:

A = temperatura (- 20°C; + 30°C).

B = tiempo (- 1 ciclo; + 2 ciclos).

C = cantidad de detergente (- 1 taza; + 2 tazas).

Los resultados se muestran a continuación:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Factores | | | Rodillo. | | Burbujas | |
| A | B | C | I | II | I | II |
| - | - | - | 5 | 6 | 5 | 6 |
| + | - | - | 8 | 7 | 5 | 6 |
| - | + | - | 7 | 8 | 7 | 8 |
| + | + | - | 9 | 10 | 8 | 7 |
| - | - | + | 6 | 7 | 7 | 7 |
| + | - | + | 8 | 7 | 8 | 8 |
| - | + | + | 7 | 8 | 9 | 8 |
| + | + | + | 10 | 9 | 9 | 8 |

# Ejercicio 117. Se investiga la degradación del colorante (carotenoide) del azafrán de bolita (*Ditaxis heterantha*). Los tres factores que se cree afectan la estabilidad del colorante son:

1. Temperatura (100ºC, 80ºC)
2. Luz (presencia, ausencia)
3. Oxígeno (presencia, ausencia)

Las muestras se sometieron en forma aleatoria a los factores antes mencionados obteniendo 3 variables de respuesta en base a la absorbancia en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 414 nm:

1. Absorbancia a las 8 horas
2. Absorbancia a las 16 horas
3. Absorbancia a las 24 horas

Se busca degradar el colorante para así someterlo posteriormente a cromatografía de gases, por lo tanto se desea minimizar la absorbancia.

Se realizó entonces un diseño factorial 2K (23) con 2 réplicas.

Los resultados obtenidos se presentan en la tabla siguiente:

#### ABSORBANCIA 8 HRS ABSORBANCIA 16 HRS ABSORBANCIA 24 HRS

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| A | B | C | COMBINACIÓN O TRATAMIENTO | REPLICA I | REPLICA II | REPLICA I | REPLICA II | REPLICA I | REPLICA II |
| - | - | - | (1) | 1.3021 | 1.301 | 1.2259 | 1.2266 | 1.1327 | 1.1362 |
| + | - | - | a | 1.3065 | 1.3058 | 1.2307 | 1.2304 | 1.1362 | 1.1349 |
| - | + | - | b | 1.3021 | 1.3000 | 1.2256 | 1.2266 | 1.1377 | 1.1364 |
| + | + | - | ab | 1.3064 | 1.3105 | 1.2319 | 1.2308 | 1.1384 | 1.1398 |
| - | - | + | c | 1.2960 | 1.2995 | 1.2247 | 1.2247 | 1.1339 | 1.1346 |
| + | - | + | ac | 1.2995 | 1.2982 | 1.2257 | 1.2248 | 1.1387 | 1.1384 |
| - | + | + | ac | 1.3030 | 1.3017 | 1.2250 | 1.2254 | 1.1336 | 1.1346 |
| + | + | + | abc | 1.3045 | 1.3059 | 1.2262 | 1.2262 | 1.1399 | 1.1388 |

**Ejercicio 118**. En una empresa lechera se ha tenido problemas con la viscosidad de cierta bebida de chocolate. Se cree que tres ingredientes que se agregan en pequeñas cantidades son con los que se puede resolver este problema. Por lo que es necesario explorar la situación, para ello se corre un experimento 23 con dos réplicas. Enseguida se aprecian los resultados obtenidos:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Ingrediente A | Ingrediente B | Ingrediente C | Viscosidad |
| -1 | -1 | -1 | 13.3, 13.7 |
| +1 | -1 | -1 | 14.7, 14.4 |
| -1 | +1 | -1 | 14.6, 14.5 |
| +1 | +1 | -1 | 14.3, 14.1 |
| -1 | -1 | +1 | 16.9, 17.2 |
| +1 | -1 | +1 | 15.5, 15.4 |
| -1 | +1 | +1 | 17.0, 17.1 |
| +1 | +1 | +1 | 18.9, 19.0 |

**Ejercicio 119**. Se desea analizar la calidad de bolsas de papel, a través de la resistencia al rasgamiento (Y), para lo cual utiliza una escala numérica. Se examinan tres factores, cada uno en dos niveles, x1=tipo de papel, x2=humedad, x3=dirección del rasguño. Decide obtener tres observaciones (réplicas) en cada combinación, las mismas que se muestran en la siguiente tabla

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *x1* | *x2* | *x3* | resistencia | | |
| - | - | - | 3.8 | 3.1 | 2.2 |
| + | - | - | 6.6 | 8.0 | 6.8 |
| - | + | - | 3.4 | 1.7 | 3.8 |
| + | + | - | 6.8 | 8.2 | 6.0 |
| - | - | + | 2.3 | 3.1 | 0.7 |
| + | - | + | 4.7 | 3.5 | 4.4 |
| - | + | + | 2.1 | 1.1 | 3.6 |
| + | + | + | 4.2 | 4.7 | 2.9 |

**Ejercicio 120**. Se realiza un experimento para mejorar el rendimiento de un proceso químico. Se seleccionan cuatro factores y se realiza un experimento completamente aleatorizado con dos réplicas. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Combinación o Tratamiento | Réplica  I | II | Combinación o Tratamiento | Réplica  I | II |
| (1) | 90 | 93 | d | 98 | 95 |
| A | 74 | 78 | ad | 72 | 76 |
| b | 81 | 85 | bd | 87 | 83 |
| ab | 83 | 80 | abd | 85 | 86 |
| c | 77 | 78 | cd | 99 | 90 |
| ac | 81 | 80 | acd | 79 | 75 |
| bc | 88 | 82 | bcd | 87 | 84 |
| abc | 73 | 70 | abcd | 80 | 80 |

**Ejercicio 121**. Se piensa que cuatro factores tienen influencia sobre el sabor de un refresco: tipo de endulzante (A), proporción de jarabe/agua (B), nivel carbonatación (C) y temperatura (D). Cada factor puede correrse en dos niveles, lo que produce un diseño . En cada corrida del diseño, se dan muestras de bebida a un grupo de prueba de 20 personas. Cada una de ellas asigna un puntaje a la bebida, que va del 1 al 10. El puntaje total es la variable de respuesta, y el objetivo es encontrar una fórmula que maximice el puntaje total. Se corren dos réplicas de este diseño, y los resultados se muestran a continuación.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| A | B | C | D | Replica I | Replica II |
| -1 | -1 | -1 | -1 | 159 | 163 |
| 1 | -1 | -1 | -1 | 168 | 175 |
| -1 | 1 | -1 | -1 | 158 | 163 |
| 1 | 1 | -1 | -1 | 166 | 168 |
| -1 | -1 | 1 | -1 | 175 | 178 |
| 1 | -1 | 1 | -1 | 179 | 183 |
| -1 | 1 | 1 | -1 | 173 | 168 |
| 1 | 1 | 1 | -1 | 179 | 182 |
| -1 | -1 | -1 | 1 | 164 | 159 |
| 1 | -1 | -1 | 1 | 187 | 189 |
| -1 | 1 | -1 | 1 | 163 | 159 |
| 1 | 1 | -1 | 1 | 185 | 191 |
| -1 | -1 | 1 | 1 | 168 | 174 |
| 1 | -1 | 1 | 1 | 197 | 199 |
| -1 | 1 | 1 | 1 | 170 | 174 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 194 | 198 |

**Ejercicio 122**. En una empresa del área electrónica una máquina toma componentes que le va pro­porcionan­do un alimentador, para montarlos o depositarlos en una tarjeta. Se ha tenido el problema de que la máquina falla en sus intentos por tomar el compo­nente, lo cual causa paros de la máquina que detie­nen el proceso hasta que el operador se da cuenta y reinicia el proceso. Esto ocasiona tiempos muertos, aumento del tiempo de ciclo y baja pro­ductividad. Los intentos por corregir el problema han sido variar los paráme­tros de opera­ción (inclu­yendo bajar la velocidad) sin tener la certeza de que la acción efectua­da realmente redujo el proble­ma. En este contex­to, para diagnosticar mejor la situa­ción, se decide correr un diseño de experi­men­tos 24 con n=2 réplicas; en el que se tienen los si­guientes facto­res y niveles (-, +) respecti­va­men­te:

(A) Velocidad de Cam (70%, 100%)

(B) Velocidad de mesa (media, alta)

(C) Orden o secuencia de colocación, posi­tion place (continua, variable)

(D) Alimentador, feeder (1,2)

Cada una de las corridas experimentales consis­tió en colocar 500 componentes, y se midió dos variables de respuesta: Y1= número de errores (o intentos fallidos), Y2= tiempo real de trabajo para colocar los 500 componentes. Evidentemen­te se quiere minimizar ambas variables. Los datos obtenidos se muestran al lado.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| FACTORES | | | | Y1 | | Y2 | |
| A | B | C | D | I | II | I | II |
| - | - | - | - | 61 | 50 | 88 | 79 |
| + | - | - | - | 105 | 98 | 78 | 74 |
| - | + | - | - | 61 | 40 | 82 | 82 |
| + | + | - | - | 104 | 145 | 73 | 79 |
| - | - | + | - | 0 | 35 | 88 | 100 |
| + | - | + | - | 35 | 22 | 84 | 82 |
| - | + | + | - | 50 | 37 | 89 | 88 |
| + | + | + | - | 57 | 71 | 79 | 81 |
| - | - | - | + | 12 | 19 | 77 | 75 |
| + | - | - | + | 60 | 57 | 66 | 64 |
| - | + | - | + | 9 | 19 | 84 | 73 |
| + | + | - | + | 72 | 61 | 93 | 66 |
| - | - | + | + | 0 | 0 | 86 | 82 |
| + | - | + | + | 10 | 1 | 76 | 77 |
| - | + | + | + | 3 | 7 | 84 | 86 |
| + | + | + | + | 15 | 15 | 75 | 73 |

**Ejercicio 123**. En el área de SMT se busca reducir los defectos ocasionados por impresiones de soldadura en pasta inadecuada. Se corre un diseño 24 con tres replicas, cuyos factores son: altura de la mesa (A), velocidad de separación (B), velocidad de impresión (C), y presión de los squeeges (D). La variable de respuesta es la altura de la impresión de soldadura en pasta. Cada prueba experimental consistió en correr diez tarjetas de manera consecutiva, a cada tarjeta se le midió la altura. Con estos diez datos se calculó la media y la desviación estándar, para analizar el efecto de los factores sobre ambas.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Factores | | | | Media | | | Desviación estándar | | |
| A | B | C | D | I | II | II | I | II | III |
| - | - | - | - | 6.821 | 6.291 | 6.268 | 0.1742 | 0.1769 | 0.23 |
| + | - | - | - | 6.941 | 6.591 | 6.715 | 0.2802 | 0.5086 | 0.3373 |
| - | + | - | - | 6.392 | 5.803 | 6.231 | 0.1751 | 0.4134 | 0.3687 |
| + | + | - | - | 6.643 | 6.607 | 6.58 | 0.2904 | 0.1859 | 0.2398 |
| - | - | + | - | 6.848 | 6.467 | 6.649 | 0.2747 | 0.1877 | 0.1796 |
| + | - | + | - | 8.736 | 7.257 | 7.394 | 0.8019 | 0.7505 | 0.5402 |
| - | + | + | - | 6.761 | 6.422 | 6.442 | 0.1646 | 0.2148 | 0.2263 |
| + | + | + | - | 7.753 | 7.072 | 7.229 | 0.6374 | 0.5975 | 0.3252 |
| - | - | - | + | 5.468 | 5.329 | 5.256 | 0.2823 | 0.1458 | 0.1418 |
| + | - | - | + | 5.786 | 5.394 | 5.356 | 0.5145 | 0.2407 | 0.1827 |
| - | + | - | + | 5.763 | 5.284 | 5.455 | 0.1409 | 0.2093 | 0.2115 |
| + | + | - | + | 5.544 | 5.394 | 5.726 | 0.1892 | 0.134 | 0.2244 |
| - | - | + | + | 6.126 | 6.009 | 5.761 | 0.2947 | 0.3355 | 0.2692 |
| + | - | + | + | 6.605 | 6.192 | 5.468 | 0.3781 | 0.5015 | 0.2647 |
| - | + | + | + | 6.556 | 5.603 | 5.462 | 0.2571 | 0.2551 | 0.1806 |
| + | + | + | + | 6.675 | 6.332 | 6.161 | 0.2161 | 0.3739 | 0.4878 |

**Ejercicio 124**. En una fábrica de com­ponen­tes electró­nicos uno de sus principales clientes ha reporta­do tener problemas con algunos de sus productos (compor­ta­miento eléctrico intermi­tente). Me­diante el análi­sis de las muestras retornadas por el cliente un equipo identifico que el problema era "alam­bre mal coloca­do"; y que ello podía a obedecer a varias causas. Para confir­marlas decidieron correr el diseño de experi­mentos 25 que se muestra al lado. La variable de res­puesta es el nú­mero de unida­des con alambre mal co­lo­ca­do. Cada prueba se hizo en la línea de ensamble y consistió en colo­car una cierta cantidad de alambres (lo hace un equi­po automático). La cantidad de alambres a colocar en cada prue­ba, bajo cada condición, se determinó de tal forma que de acuerdo a las estima­cio­nes ini­ciales de la gravedad del proble­ma, se tuviera una alta probabi­lidad de detectar piezas con alambres mal colocados.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | | (1) = 105 | e = 34 | | a = 0 | ae = 3 | | b = 66 | be = 18 | | ab = 7 | abe = 2 | | c = 54 | ce = 0 | | ac = 1 | ace = 0 | | bc= 41 | bce = 49 | | abc = 0 | abce = 4 | | d = 0 | de = 0 | | ad = 0 | ade = 0 | | bd = 0 | bde = 0 | | abd = 5 | abde = 0 | | cd = 25 | cde = 0 | | acd = 1 | acde = 0 | | bcd = 0 | bcde = 0 | | abcd = 0 | abcde = 0 | | |  |  |  | | --- | --- | --- | | FACTOR | NIVELES | | | E: Brillo en la Oblea | (-) Brillo | (+) Normal | | D: Colocación del dado | (-) Girado | (+) Normal | | C: Threshold | (-) 725 | (+) 850 | | B: Sistema de Luz | (-) Fibra | (+) Incandescente. | | A: Patrón de Reconocimiento | (-) 1 punto | (+) 2 puntos | |

**Ejercicio 125**. En un estudio del rendimiento para el desarrollo de un proceso se consideraron cuatro factores, cada uno a dos niveles: tiempo (A), concentración (B), presión (C) y temperatura (D). Se corrió una sola réplica de un diseño 24, y los datos resultantes se muestran en la siguiente tabla:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Corrida | A | B | C | D | Rendimiento | | 1 | - | - | - | - | 12 | | 2 | + | - | - | - | 18 | | 3 | - | + | - | - | 13 | | 4 | + | + | - | - | 16 | | 5 | - | - | + | - | 17 | | 6 | + | - | + | - | 15 | | 7 | - | + | + | - | 20 | | 8 | + | + | + | - | 15 | | 9 | - | - | - | + | 10 | | 10 | + | - | - | + | 25 | | 11 | - | + | - | + | 13 | | 12 | + | + | - | + | 24 | | 13 | - | - | + | + | 19 | | 14 | + | - | + | + | 21 | | 15 | - | + | + | + | 17 | | 16 | + | + | + | + | 23 | | |  |  | | --- | --- | | Niveles del factor |  | | Bajo(-) | Alto(+) | | A(h) 2.5 | 3 | | B(%) 14 | 18 | | C(psi) 60 | 80 | | D(ºC) 225 | 250 | |

**Ejercicio 126**. En un experimento descrito por M. G. Natralle en el Handbook of Experimental Statistics (num. 91, 1993) del Nacional Bureau of standards, se prueba la resistencia al fuego en telas después de aplicarles tratamientos contra el fuego. Los cuatro factores considerados son el tipo de tela (A), el tipo de tratamiento contra el fuego (B), la condición de lavado (C- el nivel bajo es sin lavar; el nivel alto es después de una lavada ) y el método con que se realiza la prueba (D). Todos los factores se corren con dos niveles, y la variable de respuesta es el número de pulgadas de tela quemada en una muestra de prueba de tamaño estándar. Los datos son:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| A | B | C | D | Replica |
| -1 | -1 | -1 | -1 | 42 |
| 1 | -1 | -1 | -1 | 31 |
| -1 | 1 | -1 | -1 | 45 |
| 1 | 1 | -1 | -1 | 29 |
| -1 | -1 | 1 | -1 | 39 |
| 1 | -1 | 1 | -1 | 28 |
| -1 | 1 | 1 | -1 | 46 |
| 1 | 1 | 1 | -1 | 32 |
| -1 | -1 | -1 | 1 | 40 |
| 1 | -1 | -1 | 1 | 30 |
| -1 | 1 | -1 | 1 | 50 |
| 1 | 1 | -1 | 1 | 25 |
| -1 | -1 | 1 | 1 | 40 |
| 1 | -1 | 1 | 1 | 25 |
| -1 | 1 | 1 | 1 | 50 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 23 |

**Ejercicio 127**. Una de las fallas más importantes en la línea de empaque de un producto es la calidad de las etiquetas. Un equipo de mejora decide atacar este problema mediante el diseño de experimentos. Para ello eligen una de las impresoras a la cual se le puede manipular los factores: velocidad, temperatura, tensión y tipo de etiqueta. El diseño factorial utilizado fue un 24, en cada combinación del experimento se imprimieron 20 etiquetas y se contabiliza como variable de respuesta el número de impresiones rechazadas. Los resultados observados en orden aleatorio son los siguientes:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | Temperatura | Velocidad | Etiqueta | Tensión | No pasan | | + | + | + | + | 20 | | - | + | - | + | 20 | | + | + | + | - | 19 | | + | - | + | - | 9 | | + | + | - | - | 3 | | + | + | - | + | 20 | | - | - | + | - | 20 | | - | + | + | + | 20 | | - | - | - | + | 20 | | - | - | - | - | 20 | | + | - | + | + | 7 | | - | - | + | + | 20 | | - | + | - | - | 20 | | + | - | - | + | 0 | | + | - | - | - | 5 | | - | + | + | - | 20 | |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | Factor | nivel bajo | nivel alto | | Velocidad | baja | alta | | Temperatura | 5 | 21 | | Tensión | 4 | 12 | | Tipo de etiqueta | esmaltada | mate | |

**Ejercicio 128**. Se utilizó un diseño 25-1 para investigar los efectos de cinco factores sobre el color de un producto químico. Los factores son A = solvente/reactivo, B = catalizador/reactivo, C = temperatura, D = pureza de reactivo y E = PH del reactivo. Los resultados fueron como sigue:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **e = -0.63** | **c = 2.06** | **d = 6.79** | **cde = 5.22** |
| **a = 2.51** | **ace = 1.22** | **ade = 5.47** | **acd = 4.38** |
| **b = -2.68** | **bce = -2.09** | **bde = 3.45** | **bcd = 4.30** |
| **abe = 1.66** | **abc = 1.93** | **abd = 5.68** | **abcde = 4.05** |

**Ejercicio 129**. Los datos siguientes representan una sola réplica de un diseño  que se utilizan en un experimento para estudiar la resistencia a la compresión del concreto. Los factores son la mezcla (A), el tiempo (B), el laboratorio (C), la temperatura (D) y el tiempo de secado (E).

|  |  |
| --- | --- |
| Combinación | Replica I |
| e | 800 |
| a | 900 |
| b | 3400 |
| abe | 6200 |
| c | 600 |
| ace | 1200 |
| bce | 3006 |
| bc | 3000 |
| d | 1000 |
| ade | 1500 |
| bde | 4000 |
| abd | 6100 |
| cde | 1500 |
| acd | 1100 |
| bcd | 3300 |
| abced | 6800 |

**Ejercicio 130.** Se emplea una recubridora rotatoria para aplicar un material foto resistente a una oblea de silicio desnuda. Esta operación suele realizarse en una fase temprana del proceso de manufactura de dispositivos a base de semiconductor. El espesor promedio de recubrimiento y la variabilidad en el espesor de dicho recubrimiento tienen un efecto importante en los pasos siguientes de la manufactura. Se utilizan seis variables en el experimento. El experimentador decide emplear un diseño 2 6-1, y tomar tres lecturas del grosor de recubrimiento foto resistente en cada oblea de prueba y calcular el promedio de las tres lecturas. Los datos se presentan en la siguiente tabla:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Corrida | Volumen, A | Lote, B | Tiempo (s), C | Rapidez, D | | Acc., E | Tapa, F | | promedio | |
| 1 | + | + | - | - | | - | - | | 4525.7 | |
| 2 | + | - | + | - | | - | - | | 4446 | |
| 3 | - | - | + | + | | - | - | | 4464.7 | |
| 4 | - | + | - | - | | + | - | | 4317.3 | |
| 5 | - | - | - | - | | - | - | | 4297 | |
| 6 | + | - | + | + | | + | - | | 4485.7 | |
| 7 | - | - | + | - | | - | + | | 4493.3 | |
| 8 | + | + | - | + | | + | - | | 4542.3 | |
| 9 | + | - | - | + | | - | - | | 4625.7 | |
| 10 | - | - | - | + | | - | + | | 4656 | |
| 11 | - | + | - | + | | + | + | | 4478.7 | |
| 12 | - | - | + | - | | + | - | | 4223.7 | |
| 13 | + | - | + | + | | - | + | | 4626.7 | |
| 14 | - | - | + | + | | + | + | | 4467 | |
| 15 | + | + | - | - | | + | + | | 4262 | |
| 16 | + | + | + | - | | - | + | | 4515.7 | |
| 17 | - | + | - | - | | - | + | | 4535 | |
| 18 | - | - | - | + | | + | - | | 4497.7 | |
| 19 | + | + | + | - | | + | - | | 4300.3 | |
| 20 | - | + | + | - | | - | - | | 4530.3 | |
| 21 | + | - | - | + | | + | + | | 4451 | |
| 22 | - | + | + | + | | - | + | | 4664.7 | |
| 23 | + | - | - | - | | + | - | | 4235 | |
| 24 | - | + | + | - | | + | + | | 4220.3 | |
| 25 | + | - | - | - | | - | + | | 4382.7 | |
| 26 | - | + | + | + | | + | - | | 4521.7 | |
| 27 | - | - | - | - | | + | + | | 4198.7 | |
| 28 | + | + | + | + | | - | - | | 4677.7 | |
| 29 | + | - | + | - | | + | + | | 4196.7 | |
| 30 | + | + | + | + | | + | + | | 4474.7 | |
| 31 | + | + | - | + | | - | + | | 4667.7 | |
| 32 | - | + | - | + | | - | - | | 4690.7 | |
| Factor | | | | | *Nivel bajo* | | | *Nivel alto* | |
| *Rapidez del giro final* | | | | | *7300* | | | *6650* | |
| *Tasa de aceleración* | | | | | *5* | | | *20* | |
| *Volumen de recubrimiento aplicado* | | | | | *3 cm3* | | | *5 cm3* | |
| *Tiempo de giro* | | | | | 14 s | | | *6 s* | |
| *Variación en el lote de recubrimiento* | | | | | Lote 1 | | | *Lote 2* | |
| *Presión de escape* | | | | | *Sin tapa* | | | *Con tapa* | |

**Ejercicio 131**. En un proceso químico se utilizó un diseño 25-2 para investigar el efecto de E = temperatura de condensación, B = cantidad de materiales, C = volumen de solventes, D = tiempo de condensación y A cantidad de material, sobre su rendimiento. Se obtuvieron los resultados siguientes:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| a = 23.3 | de = 16.9 | be = 15.5 | abd = 16.8 |
| bc = 16.2 | cd = 23.8 | ace = 23.4 | abcde = 18.1 |

**Ejercicio 132**. En una empresa panificadora se tiene problemas con la simetría y el color del producto final: pan integral. Los responsables de proceso sospechan que el problema se origina desde la fase de fermentación. En ésta se combina agua, harina, cierta cantidad de levadura, más una serie de ingredientes (fosfato, sal, etc.). Al final de la fermentación se obtiene lo que llaman "esponja liquida" la cual debe tener una serie de parámetros de calidad: una acidez total titulable (ATT) mayor a 6.0, un PH mayor a 4.8. Sin embargo, no se ha venido cumpliendo con tales exigencias de calidad. Se han hecho algunos intentos experimentando con un factor a la vez, pero los resultados han sido malos. En busca de una mejor alternativa para tratar de mejorar (maximizar) las características de calidad de la fase de fermentación se decide correr el siguiente diseño de experimentos 26-2. Los primeros cinco factores estudiados son cantidad a agregar en la fermentación: levadura (A: 17 y 19), sal (B: 2.5 y 3.7), fosfato (C: 2.0 y 3.6), sulfato (D: 1.5 y 2.2), cloruro (E: 0.89 y 1.20) y temperatura inicial del agua (F: 22 y 26). El diseño se muestra a continuación.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Factores | | | | | | Código | Variables de respuesta | |
| A | B | C | D | E | F |  | ATT | PH |
| - | - | - | - | - | - | (1) | **6,2** | **4.86** |
| + | - | - | - | + | - | ae | **5,6** | **4.86** |
| - | + | - | - | + | + | bef | **5,8** | **4.85** |
| + | + | - | - | - | + | abf | **5,8** | **4.99** |
| - | - | + | - | + | + | cef | **5,7** | **4.94** |
| + | - | + | - | - | + | acf | **6,4** | **4.74** |
| - | + | + | - | - | - | bc | **6,4** | **4.83** |
| + | + | + | - | + | - | abce | **6,6** | **4.85** |
| - | - | - | + | - | + | df | **5,3** | **4.81** |
| + | - | - | + | + | + | adef | **6,6** | **4.81** |
| - | + | - | + | + | - | bde | **5,2** | **4.98** |
| + | + | - | + | - | - | abd | **5,5** | **4.98** |
| - | - | + | + | + | - | cde | **6,9** | **4.84** |
| + | - | + | + | - | - | acd | **7,1** | **4.85** |
| - | + | + | + | - | + | bcdf | **6,7** | **4.96** |
| + | + | + | + | + | + | abcdef | **6,9** | **4.84** |

**Ejercicio 133**. Se realizó un experimento de 16 corridas en una planta de manufactura de semiconductores a fin de estudiar los efectos de seis factores sobre la curvatura o combadura de los dispositivos sustrato producido. Cada corrida se replicó cuatro veces, y se midió la combadura del sustrato. Los datos se muestran a continuación:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Corrida | *Temperatura de laminación (ºC), A* | *Tiempo de laminación (s), B* | *Presión de laminación (Ton), C* | *Temperatura de ignición (ºC), D* | *Tiempo del ciclo de ignición (h), E = ABC* | *Punto de rocío de ignición (ºC), F = ACD* | *1* | *2* | *3* | *4* |
| *1* | *55* | *10* | *5* | *1580* | *17.5* | *20* | *0.0167* | *0.0128* | *0.0149* | *0.0185* |
| *2* | *75* | *10* | *5* | *1580* | *29* | *26* | *0.0062* | *0.0066* | *0.0044* | *0.002* |
| *3* | *55* | *25* | *5* | *1580* | *29* | *20* | *0.0041* | *0.0043* | *0.0042* | *0.005* |
| *4* | *75* | *25* | *5* | *1580* | *17.5* | *26* | *0.0073* | *0.0081* | *0.0039* | *0.003* |
| *5* | *55* | *10* | *10* | *1580* | *29* | *26* | *0.0047* | *0.0047* | *0.004* | *0.0089* |
| *6* | *75* | *10* | *10* | *1580* | *17.5* | *20* | *0.0219* | *0.0258* | *0.0147* | *0.0296* |
| *7* | *55* | *25* | *10* | *1580* | *17.5* | *26* | *0.0121* | *0.009* | *0.0092* | *0.0086* |
| *8* | *75* | *25* | *10* | *1580* | *29* | *20* | *0.0255* | *0.025* | *0.0226* | *0.0169* |
| *9* | *55* | *10* | *5* | *1620* | *17.5* | *26* | *0.0032* | *0.0023* | *0.0077* | *0.0069* |
| *10* | *75* | *10* | *5* | *1620* | *29* | *20* | *0.0078* | *0.0158* | *0.006* | *0.0045* |
| *11* | *55* | *25* | *5* | *1620* | *29* | *26* | *0.0043* | *0.0027* | *0.0028* | *0.0028* |
| *12* | *75* | *25* | *5* | *1620* | *17.5* | *20* | *0.0186* | *0.0137* | *0.0158* | *0.0159* |
| *13* | *55* | *10* | *10* | *1620* | *29* | *20* | *0.011* | *0.0086* | *0.0101* | *0.0158* |
| *14* | *75* | *10* | *10* | *1620* | *17.5* | *26* | *0.0065* | *0.0109* | *0.0126* | *0.0071* |
| *15* | *55* | *25* | *10* | *1620* | *17.5* | *20* | *0.0155* | *0.0158* | *0.0145* | *0.0145* |
| *16* | *75* | *25* | *10* | *1620* | *29* | *26* | *0.0093* | *0.0124* | *0.011* | *0.0133* |

**Ejercicio 134**. Se corre un experimento en una fábrica de semiconductores para investigar el efecto de seis factores sobre la ampliación del transistor. El diseño seleccionado es el que se muestra a continuación:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| A | B | C | D | E | F | AMPLIACION |
| -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1455 |
| 1 | -1 | -1 | -1 | 1 | -1 | 1511 |
| -1 | 1 | -1 | -1 | 1 | 1 | 1487 |
| 1 | 1 | -1 | -1 | -1 | 1 | 1596 |
| -1 | -1 | 1 | -1 | 1 | 1 | 1430 |
| 1 | -1 | 1 | -1 | -1 | 1 | 1481 |
| -1 | 1 | 1 | -1 | -1 | -1 | 1458 |
| 1 | 1 | 1 | -1 | 1 | -1 | 1549 |
| -1 | -1 | -1 | 1 | -1 | 1 | 1454 |
| 1 | -1 | -1 | 1 | 1 | 1 | 1517 |
| -1 | 1 | -1 | 1 | 1 | -1 | 1487 |
| 1 | 1 | -1 | 1 | -1 | -1 | 1596 |
| -1 | -1 | 1 | 1 | 1 | -1 | 1446 |
| 1 | -1 | 1 | 1 | -1 | -1 | 1473 |
| -1 | 1 | 1 | 1 | -1 | 1 | 1461 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1563 |

**Ejercicio 135**. El tratamiento térmico es de uso común para carbonizar piezas metálicas, como engranes. El espesor de la capa carbonizada es una variable de salida critica del proceso, y suele medirse realizando un análisis del carbono del paso del engrane (la cara superior del diente del engrane). Se estudiaron seis factores en un diseño : A= temperatura del horno, B=duración del ciclo, C= concentración del carbono, D= duración del ciclo de carbonización, E= concentración del carbono del ciclo difuso, F= duración del ciclo difuso. El experimento se presenta a continuación:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| A | B | C | D | E | F | ESPESOR |
| -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 74 |
| 1 | -1 | -1 | -1 | 1 | -1 | 190 |
| -1 | 1 | -1 | -1 | 1 | 1 | 133 |
| 1 | 1 | -1 | -1 | -1 | 1 | 127 |
| -1 | -1 | 1 | -1 | 1 | 1 | 115 |
| 1 | -1 | 1 | -1 | -1 | 1 | 101 |
| -1 | 1 | 1 | -1 | -1 | -1 | 54 |
| 1 | 1 | 1 | -1 | 1 | -1 | 144 |
| -1 | -1 | -1 | 1 | -1 | 1 | 121 |
| 1 | -1 | -1 | 1 | 1 | 1 | 188 |
| -1 | 1 | -1 | 1 | 1 | -1 | 135 |
| 1 | 1 | -1 | 1 | -1 | -1 | 170 |
| -1 | -1 | 1 | 1 | 1 | -1 | 126 |
| 1 | -1 | 1 | 1 | -1 | -1 | 175 |
| -1 | 1 | 1 | 1 | -1 | 1 | 126 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 193 |

**Ejercicio 136**. Una planta química produce oxíge­no median­te la licuefacción de aire y sepa­rándolo en sus gases componen­tes me­diante destilación fraccio­nada. La pure­za del oxígeno es función de la tempera­tura del condensador principal y de la relación de presión entre las columnas supe­rior e inferior. Las condicio­nes actuales de opera­ción son temperatura (1) = -220oC y relación de presión (2) =1.2. Usando los siguientes datos determine la trayectoria de ascenso máxi­mo.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Temperatura | Razón de presión | Pureza |
| -225 | 1.1 | 82.8 |
| -225 | 1.3 | 83.5 |
| -215 | 1.1 | 84.7 |
| -215 | 1.3 | 85 |
| -220 | 1.2 | 84.1 |
| -220 | 1.2 | 84.5 |
| -220 | 1.2 | 83.9 |
| -220 | 1.2 | 84.3 |

**Ejercicio 137**. Con el propósito de mejorar el rendimiento de un proceso, se decide correr un diseño de composición central, teniendo como factores temperatura (125 nivel actual) y presión (25 nivel actual). El diseño y los datos obtenidos se muestran a continuación.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Temperatura | Presión | Rendimiento |
| 110 | 15 | 35 |
| 140 | 15 | 51 |
| 110 | 35 | 41 |
| 140 | 35 | 50 |
| 103.8 | 25 | 42 |
| 146.2 | 25 | 65 |
| 125 | 10.9 | 43 |
| 125 | 39.1 | 45 |
| 125 | 25 | 62 |
| 125 | 25 | 63 |
| 125 | 25 | 64 |
| 125 | 25 | 61 |

**Ejercicio 138**. En el anodizado de artículos de aluminio mediante una solución de ácidos (sulfúrico, cítrico, bórico) y dicromato de aluminio; bajo ciertas condiciones de PH, temperatura, corriente y tiempo de permanencia. Se ha tenido el problema de un bajo grosor en el anodizado, lo cual genera piezas defectuosas, problemas de resistencia y durabilidad. Para abordar el problema se estudiar la influencia del PH y la temperatura, sobre el espesor del anodizado, mediante el siguiente diseño:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| PH | Temperatura | Espesor |
| 1.2 | -8 | 9 |
| 1.8 | -8 | 14 |
| 1.2 | 8 | 10 |
| 1.8 | 8 | 19 |
| 1.2 | -8 | 8 |
| 1.8 | -8 | 12 |
| 1.2 | 8 | 11 |
| 1.8 | 8 | 20 |
| 1.5 | 0 | 14 |
| 1.5 | 0 | 13 |

**EJEMPLO DE UN DISEÑO DE UN SOLO FACTOR**

En el desarrollo de un nuevo producto alimenticio se desea comparar el efecto del tipo de envase sobre la vida de anaquel del producto. Para ello existen tres tipos de envases: Envase A, Envase B, y Envase C. En el experimento se realizaron 10 réplicas en cada tipo de envase y al final se mide los días de duración del producto. Los datos obtenidos se muestran en la siguiente tabla

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | Respuesta: Días de duración | Media |
| Factor:  Tipo de envase | A | 23 28 21 27 35 41 37 30 32 36 | 31 |
|  | B | 35 36 29 40 43 49 51 28 50 52 | 41.3 |
|  | C | 50 43 36 34 45 52 52 43 44 34 | 43.3 |

**Ejemplo Práctico de un Diseño por Bloques Aleatorizados**

Se diseñó un experimento para estudiar el rendimiento de cuatro detergentes. Las siguientes lecturas de "blancura" se obtuvieron con un equipo especial diseñado para 12 cargas de lavado distribuidas en tres modelos de lavadoras:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Detergente | Lavad.1 | Lavad.2 | Lavad.3 | Media |
| A | 45 | 43 | 51 | 46.3 |
| B | 47 | 44 | 52 | 47.6 |
| C | 50 | 49 | 57 | 52 |
| D | 42 | 37 | 49 | 42.6 |
| Media | 46 | 43.2 | 52.2 | 47.16 |

**EJEMPLO DE EXPERIMENTOS DE DOS FACTORES**

Con el fin de precisar las condiciones óptimas de un baño de níquel, los efectos de la concentración de sulfona y la temperatura del baño en el poder de reflexión de un metal niquelado. Se realizó el experimento y los resultados están en la siguiente tabla

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | Factor A | Factor B |  | Replicas |  | | Concentración  Sulfona | Temperatura | I | II | III | | 5 | 75 | 35 | 39 | 36 | | 5 | 100 | 31 | 37 | 36 | | 5 | 125 | 30 | 31 | 33 | | 5 | 150 | 28 | 20 | 23 | | 5 | 175 | 19 | 18 | 22 | | 10 | 75 | 38 | 46 | 41 | | 10 | 100 | 36 | 44 | 39 | | 10 | 125 | 39 | 32 | 38 | | 10 | 150 | 35 | 47 | 40 | | 10 | 175 | 30 | 38 | 31 | |

**EJEMPLO DE DISEÑO FACTORIAL** 

Un ingeniero está interesado en el efecto que tiene la rapidez de corte (factor A), la configuración (factor B) y el ángulo de corte (factor C) sobre la resistencia de una herramienta. Se eligen dos niveles de cada factor y se realiza un diseño factorial  con dos replicas. Los resultados se muestran en la siguiente tabla

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Combinación | A | B | C | replica I | replica II | | (1) | - | - | - | 18.2 | 18.9 | | a | + | - | - | 27.2 | 24.0 | | b | - | + | - | 15.9 | 14.5 | | ab | + | + | - | 41.0 | 43.9 | | c | - | - | + | 12.9 | 14.4 | | ac | + | - | + | 22.4 | 22.5 | | bc | - | + | + | 15.1 | 14.2 | | abc | + | + | + | 36.3 | 39.9 | |

# EJEMPLO DE UN DISEÑO 2K NO REPLICADO

Un producto químico se produce en un recipiente a presión. Se realiza un experimento factorial en la planta piloto para estudiar los efectos que se cree influyen sobre la taza de filtración de ese producto. Los cuatro factores son temperatura A, presión B, concentración de los reactivos C, y rapidez del mezclado D. Cada factor esta presente en dos niveles. El ingeniero de proceso está interesado en maximizar la rapidez de filtración. Las condiciones actuales dan por resultado una velocidad de filtración aproximadamente de 75 gal/h. Además en el proceso se utiliza actualmente el nivel alto del factor C (concentración de reactivos). El ingeniero desea reducir todo lo posible esta concentración de reactivos, pero ha sido incapaz de hacerlo en virtud de que ello siempre ha dado por resultado menores velocidades de filtración. Cada factor está presente en dos niveles. Los datos recopilados se presentan en la siguiente tabla

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | FACTORES | |  | RAPIDEZ DE |
| A | B | C | D | FILTRACION |
| -1 | -1 | -1 | -1 | 45 |
| 1 | -1 | -1 | -1 | 71 |
| -1 | 1 | -1 | -1 | 48 |
| 1 | 1 | -1 | -1 | 65 |
| -1 | -1 | 1 | -1 | 68 |
| 1 | -1 | 1 | -1 | 60 |
| -1 | 1 | 1 | -1 | 80 |
| 1 | 1 | 1 | -1 | 65 |
| -1 | -1 | -1 | 1 | 43 |
| 1 | -1 | -1 | 1 | 100 |
| -1 | 1 | -1 | 1 | 45 |
| 1 | 1 | -1 | 1 | 104 |
| -1 | -1 | 1 | 1 | 75 |
| 1 | -1 | 1 | 1 | 86 |
| -1 | 1 | 1 | 1 | 70 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 96 |

**EJEMPLO DE UN DISEÑO FRACCION UN MEDIO**

Con el objetivo de mejorar el rendimiento de un proceso de manufactura de un circuito integrado, se investigaron 5 factores un diseño . Los cinco factores fueron A=apertura del diafragma (pequeña, grande), B=tiempo de exposición (20% abajo y arriba del nominal), C=tiempo de revelado (30,45 seg), D= Dimensión de la pantalla (pequeña, grande), E=tiempo de corrosión selectiva (14.5 y 15.5 seg). A continuación se presenta la construcción del diseño , los resultados del diseño de experimentos se pueden ver en seguida

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| corrida | A | B | C | D | E | RENDIMIENTO |
| 1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1 | 8 |
| 2 | 1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 9 |
| 3 | -1 | 1 | -1 | -1 | -1 | 34 |
| 4 | 1 | 1 | -1 | -1 | 1 | 52 |
| 5 | -1 | -1 | 1 | -1 | -1 | 16 |
| 6 | 1 | -1 | 1 | -1 | 1 | 22 |
| 7 | -1 | 1 | 1 | -1 | 1 | 45 |
| 8 | 1 | 1 | 1 | -1 | -1 | 60 |
| 9 | -1 | -1 | -1 | 1 | -1 | 6 |
| 10 | 1 | -1 | -1 | 1 | 1 | 10 |
| 11 | -1 | 1 | -1 | 1 | 1 | 30 |
| 12 | 1 | 1 | -1 | 1 | -1 | 50 |
| 13 | -1 | -1 | 1 | 1 | 1 | 15 |
| 14 | 1 | -1 | 1 | 1 | -1 | 21 |
| 15 | -1 | 1 | 1 | 1 | -1 | 44 |
| 16 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 63 |

**EJEMPLO DE UN DISEÑO FRACCION UN CUARTO**

Se observa que los componentes manufacturados en cierto proceso de moldeo por inyección presentan contracción (encogimiento) excesiva. Esto causa problemas en las operaciones de montaje posteriores al moldeo. Un equipo de mejoramiento de la calidad ha decidido emplear un experimento diseñado a fin de estudiar el proceso de moldeo por inyección y tratar de reducir la contracción. El equipo decide investigar 6 factores : temperatura del molde (A), rapidez de alimentación (B), tiempo de retención (C), tiempo de ciclo (D), tamaño de la compuesta (E), presión de retención (F), cada uno a dos niveles, con el objetivo de descubrir la forma en que cada factor influye en la contracción y algo sobre cómo interactúan. Se decide emplear el diseño factorial fraccionada de dos niveles y 16 corridas. Los resultados de la experimentación se pueden ver en la siguiente tabla

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **A** | **B** | **C** | **D** | **E=ABC** | **F=BCD** | **Contracción** |
| **-** | **-** | **-** | **-** | **-** | **-** | **6** |
| **+** | **-** | **-** | **-** | **+** | **-** | **10** |
| **-** | **+** | **-** | **-** | **+** | **+** | **32** |
| **+** | **+** | **-** | **-** | **-** | **+** | **60** |
| **-** | **-** | **+** | **-** | **+** | **+** | **4** |
| **+** | **-** | **+** | **-** | **-** | **+** | **15** |
| **-** | **+** | **+** | **-** | **-** | **-** | **26** |
| **+** | **+** | **+** | **-** | **+** | **-** | **60** |
| **-** | **-** | **-** | **+** | **-** | **+** | **8** |
| **+** | **-** | **-** | **+** | **+** | **+** | **12** |
| **-** | **+** | **-** | **+** | **+** | **-** | **34** |
| **+** | **+** | **-** | **+** | **-** | **-** | **60** |
| **-** | **-** | **+** | **+** | **+** | **-** | **16** |
| **+** | **-** | **+** | **+** | **-** | **-** | **5** |
| **-** | **+** | **+** | **+** | **-** | **+** | **37** |
| **+** | **+** | **+** | **+** | **+** | **+** | **52** |

**Ejercicio (dinámica del helicóptero)**

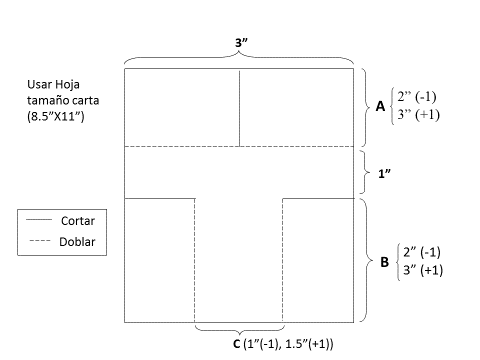
Se desea construir el prototipo de helicóptero que dure el mayor tiempo posible en el aire una vez soltado desde cierta altura. Existen 4 parámetros de diseño que se probarán de acuerdo al siguiente plano:

**A: Longitud de las alas (2”, 3”)**

**B: Longitud del cuerpo (2”, 3”)**

**C: Ancho del cuerpo (1”, 1.5”)**

**D: Tipo de papel (normal, imprenta)**



**Ejercicio**

1. Elaborar la matriz de diseño y realizar las pruebas

2. Se realizarán dos réplicas genuinas (lanzar un solo helicóptero en cada condición experimental y no repetir el lanzamiento de cada helicóptero dos veces seguidas).