## SECCIÓN ESTADÍSTICA II y DISEÑO DE EXPERIMENTOS

1. Se desea investigar el comportamiento (F)armaceútico, (T)óxico y (L)etal de dos drogas en estudio aplicadas simultáneamente (A y B), evaluado clínicamente el resultado en una escala de efectividad de 0 a 10 para la enfermedad que fueron diseñadas, se obtuvo la siguiente información:

| A | B | Evaluación Clínica |
|---|---|---|
| F | F | 9.0, 8.9, 9.1 |
| F | T | 9.1, 9.0, 9.0 |
| F | L | 8.8, 8.8, 8.9 |
| T | F | 8.7, 8.7, 8.7 |
| T | T | 7.9, 8.0, 8.0 |
| T | L | 8.2, 8.1, 8.2 |
| L | F | 8.9, 9.0, 8.9 |
| L | T | 7.5, 7.5, 7.4 |
| L | L | 7.0, 7.0, 7.1 |

Las demás condiciones se encuentran bajo control, desarrolle el modelo a utilizar, genere los cálculos necesarios, obtenga sus decisiones y conclusiones, justificandolas con sus resultados.

2. En un artículo publicado en Fire Safety Journal ("The effect of Nozzle Design on Stability and Perfomance of Turbulent Water Jets", Vol. 4, agosto 1981) se describe un experimento en el cual se determinó el factor de forma para distintos diseños de toberas a 6 valores de velocidad de salida del chorro. El interés se concentró en las diferencias potenciales entre diseños de toberas, y la velocidad se consideró variable problemática. Los datos se muestran a continuación:

| Diseño | **Velocidad** | **de salida** | **de chorro** | **(m/s)** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| De tobera | **11.73** | **14.37** | **16.59** | **20.43** | **23.46** | **28.74** |
| 1 | 0.78 | 0.80 | 0.81 | 0.75 | 0.77 | 0.78 |
| 2 | 0.85 | 0.85 | 0.92 | 0.86 | 0.81 | 0.83 |
| 3 | 0.93 | 0.92 | 0.95 | 0.89 | 0.89 | 0.83 |
| 4 | 1.14 | 0.97 | 0.98 | 0.88 | 0.86 | 0.83 |
| 5 | 0.97 | 0.86 | 0.78 | 0.76 | 0.76 | 0.75 |

(a)¿Influye el diseño de las toberas al factor de forma medido en los datos?. (b)¿Qué nos puede decir sobre la velocidad de salida del chorro?. (c)Haga comparaciones en las toberas y demuestre significaciones justificadas. (d) Para el uso que se desea dar, se prefiere mayor valor de factor de forma, haga una lista de preferencias en el uso de las toberas y justifique el orden.

3. En un artículo publicado en Industrial Quality Control (1956, pags. 5-8) se describe un experimento para investigar el efecto del tipo de vidrio y el tipo de fósforo sobre la brillantez provocada en un cinescopio. La variable de respuesta colateral a la brillantez es la corriente necesaria en microamperes. Los datos son los siguientes:

| Tipo de vidrio | fósforo 1 | fósforo 2 | fósforo 3 |
|---|---|---|---|
| 1 | 280, 290, 285 | 300, 310, 295 | 290, 285, 290 |
| 2 | 230, 235, 240 | 260, 240, 235 | 220, 225, 230 |

(a)¿Existe evidencia que alguno de los factores influya en la brillantez?. (b) Usted como investigador, ¿Cuál vidrio y fósforo recomienda?, porque. (c) Determine los componentes del modelo y justifique sus respuestas con ayuda de gráficas.

4. Tres diferentes soluciones para lavar estan siendo comparadas con el objeto de estudiar su efectividad, en el retraso del crecimiento bacterial en envases de leche de 5 lts. El análisis que se realiza en laboratorio, solo pueden efectuarse 3 pruebas diariamente. Como los días son una fuente de variabilidad potencial, el experimentador decide usar un diseño por bloques al azar. Las observaciones se recopilaron durante 4 días, los datos se dan a continuación. Analice los datos, desarrolle el modelo para resolver el problema y obtenga todas las posibles conclusiones del mismo, respalde sus respuestas con cálculos. **NOTA:** Utilice nivel de significación del 1%, 5% y 10%.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| . | **1** | 13 | 22 | 18 | 39 |
| . **SOLUCIÓN:** | **2** | 16 | 24 | 17 | 44 |
| . | **3** | 5 | 4 | 1 | 22 |

5. Johnson & Leone (Statistic and Experimental Design in Engineering and Physical Sciences, Wiley, 1977) describen un experimento para investigar el alabeo de placas de aleación a base de Cobre. Los dos factores estudiados fueron Temperatura y Contenido de Cobre en las placas. La variable de respuesta fué una medida de la cantidad de alabeo. Los datos son los siguientes:

| **Temperatura:** | **40%** | **60%** | **80%** | **100%** |
|---|---|---|---|---|
| **50°C** | 17, 20 | 16, 21 | 24, 22 | 28, 27 |
| **75°C** | 12, 9 | 18, 13 | 17, 12 | 27, 31 |
| **100°C** | 16, 12 | 18, 21 | 25, 23 | 30, 23 |
| **125ºC** | 21, 17 | 23, 21 | 23, 22 | 29, 31 |

(a) Desarrolle el modelo a utilizar, calcule resultados conforme a la investigación efectuada, obtenga sus conclusiones sobre el comportamiento del alabeo de las placas con respecto a los contenidos de Cobre y las temperaturas analizadas.
(b) Si existieran efectos significativos en sus resultados, grafíquelos, justificando sus conclusiones obtenidas.

6. En una empresa maquiladora, productora de tarjetas de circuitos impresos desea disminuir el número de defectos encontrados, para ello ha diseñado dos dispositivos de procedimiento en el montaje y desea compararlo con el actual, es decir, estudiará 3 dispositivos que los ha clasificado como (1) dispositivo propuesto "radical", (2) dispositivo propuesto "semi-manual", (3) dispositivo "actual", su estrategia de decisión implica hacer modificaciones en el proceso solo que sean significativamente mejores los dispositivos propuestos (ser mejor implica disminuir el número de defectos promedio en al menos 10% del actual). Esta empresa tiene dos estaciones de trabajo (Est. 1 y Est. 2) y en cada una trabajan 2 operarios (Oper. 1 y Oper. 2), sin embargo considera difícil hacer que los 4 operarios trabajen en las dos estaciones, por lo que los mantiene en sus estaciones. Cada operario en su estación elabora 3 lotes y se cuantifica el número de defectos en cada lote y se obtiene la siguiente información:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Est. 1 | Oper. 1 | Disp. 1 => 22, 22, 23 | Disp. 2 => 21, 21, 22 | Disp. 3 => 28, 27, 27 |
| Est. 1 | Oper. 2 | Disp. 1 => 25, 25, 24 | Disp. 2 => 23, 23, 22 | Disp. 3 => 29, 28, 28 |
| Est. 2 | Oper. 1 | Disp. 1 => 27, 28, 28 | Disp. 2 => 29, 30, 29 | Disp. 3 => 34, 33, 34 |
| Est. 2 | Oper. 2 | Disp. 1 => 27, 27, 26 | Disp. 2 => 27, 28, 27 | Disp. 3 => 31, 29, 30 |

Si necesita hacer contrastes, se le sugiere el siguiente: C1➔ +1, +1, -2; C2=> +1, -1, 0
(a)¿Qué modelo estadístico debe utilizar, cómo son los niveles de los factores?. (b)¿Cómo se comportan las estaciones, los operarios?. (c)¿Se cumple la estrategia para hacer modificaciones, si, no, porqué?. (d)¿Qué decisión toma con los dispositivos de procedimiento?.

7. En un artículo publicado en AT&T Technical Journal (marzo/abril 1986, Vol. 65, pp 39-50) se describe la aplicación de diseños factoriales de dos niveles en la manufactura de circuitos integrados, no considerando importante para el examen las particularidades, se manejan dos factores A y B. El factor A es gasto de arsénico bajo (-) al 55%, gasto de arsénico alto (+) al 59%. El factor B es tiempo de depósito bajo (-) es tiempo corto y el alto (+) es tiempo largo, se obtienen 4 réplicas de cada condición (sugerencia: codifique y escale los datos) y son las siguientes:

| A | B | I | II | III | IV |
|---|---|---|---|---|---|
| -- | -- | 14.037 | 16.165 | 13.972 | 13.907 |
| + | -- | 13.880 | 13.860 | 14.032 | 13.914 |
| -- | + | 14.821 | 14.757 | 14.843 | 14.878 |
| + | + | 14.888 | 14.921 | 14.415 | 14.932 |

Es mejor en el proceso menor gasto de arsénico y menor tiempo, ¿qué conclusiones toma Usted?

8. Se tiene el siguiente cuadrado latino, Letras Latinas ➔métodos de ensamblaje; block renglón ➔Orden de montaje; block columna ➔Operadores.

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

a) Analice este cuadrado latino y haga el ANDEVA
b) Genere sus conclusiones.

9. Se ha considerado que el tiempo de estabilización en calentamiento del cátodo en segundos en los tubos de cinescopios de nuestros 4 proveedores, es una medida importante para decidir un programa de colaboración, para evaluar la calidad de imagen que provocan en el monitor que utilizamos en las computadoras. Se llevó a cabo un muestreo de 5 tubos para cada proveedor, considerando que el valor mejor de diseño es de 10 segundos y que se considera aceptable una tolerancia de mas, menos 1 segundo (el mejor es el mas cercano a este valor), se obtuvieron los siguientes resultados:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Prov. 1** | 10 | 10 | 12 | 10 | 10 |
| **Prov. 2** | 10 | 10 | 11 | 11 | 10 |
| **Prov. 3** | 9 | 9 | 9 | 10 | 9 |
| **Prov. 4** | 12 | 11 | 11 | 10 | 10 |

(a) Ordene a los cuatro proveedores conforme a su exactitud y conforme a su precisión. (b) ¿Qué porcentaje del muestreo de cada proveedor se encuentra en el intervalo aceptable?. (c) ¿Pueden considerarse iguales las medias de los cuatro proveedores?, justifique su contestación, si necesita comparaciones podría usar los siguientes coeficientes: 0, 0, -1,+1; +1, -1, 0, 0; +1, +1, -1, -1. Describa sus comparaciones y justifique sus variaciones.

10. En un estudio en la Universidad de Purdue sobre la relación de "Alejamiento Metálico", se están estudiando 5 formas de electrodos A, B, C, D y E. Para este experimento han sido preparados 5 agujeros en las piezas de trabajo y el orden de los electrodos fué arreglado tal que solo una forma de electrodo fuera usado en la misma posición en cada una de la 5 piezas de trabajo, se considera que la posición y las piezas de trabajo son variables que se desean tener controladas y separadas de las formas de los electrodos, se midió la dureza Rockwell del metal como variable respuesta a las formas de los electrodos y se obtuvo la siguiente información, **NOTA**: Un ensayo, por diversas dificultades fué invalidado el resultado.

| **Piezas** | | | **Posición** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **de trabajo** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | |
| **I** | A(64) | B(61) | C(62) | D(62) | E(62) | a) Analice los resultados y genere conclusiones, |
| **II** | B(62) | C(62) | D(63) | E(62) | A(63) | colocando el modelo utilizado, coeficientes y |
| **III** | C(61) | D(62) | E(63) | A(63) | B(63) | explique como resolvió el problema de |
| **IV** | D(63) | E(62) | A(63) | B(XX) | C(63) | invalidación del ensayo. |
| **V** | E(62) | A(61) | B(63) | C(63) | D(62) | |

11. En una empresa maquiladora de tarjetas de circuitos impresos, se considera una fuente de variación importante el nivel de vibración en la superficie de las tarjetas, por lo que se diseña un experimento el cual mide dicha vibración (Respuesta) en ciclos/seg. Se consideran que dos factores influyen en la vibración: (A) El diámetro de la broca utilizada (1/16 y 1/8 de pulg.) y (B) Lavelocidad de giro de la misma (90 y 120 rpm), se toman 3 réplicas por condición y se obtienen los siguientes resultados:

A=1/16 y B=90 ➔ 17.8, 18.1, 13.4 A=1/8 y B=90 ➔ 23.2, 22.5, 22.8

A=1/16 y B=120 ➔ 15.9, 14.2, 15.4 A=1/8 y B=120 ➔ 28.3, 28.0, 28.7

(a) ¿Existe significación de alguno de los factores en estudio, y si lo hay, cuál sería el orden de importancia?. (b)¿Cuál es la condición de operación que Usted recomendaría y porqué?, recuerde que se desea tener menor vibración en la perforación de los circuitos impresos. (c) Hacer gráficos que justifiquen sus respuestas.

12. Se está estudiando la resistencia de una aleación de aluminio adquirida a partir de tres proveedores. Cada proveedor somete la aleación por considerar en barras de tamaño estándar de 1.0, 1.5 o 2.0 pulgadas. El procesado de las barras a partir de un lingote común conlleva diferentes técnicas de forja. Por lo tanto, este factor puede ser importante. Además las barras se forjan a partir de lingotes que provienen de diferentes vaciados. Cada proveedor somete a consideración dos piezas de cada tamaño, de tres vaciados diferentes. Considere que los Proveedores, Vaciados y Tamaño de las Barras son fijos, los resultados experimentales se dan a continuación: (Los datos ya se encuentran multiplicados por 1000 y restado 1000).

| | **Prov. 1** | | | **Prov. 2** | | | **Prov. 3** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Vaciado** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** | **1** | **2** | **3** |
| **Barra 1"** | 230<br>259 | 346<br>400 | 235<br>206 | 301<br>263 | 346<br>392 | 315<br>320 | 247<br>296 | 275<br>268 | 324<br>315 |
| **Barra 1.5"** | 316<br>300 | 329<br>362 | 250<br>239 | 274<br>268 | 384<br>375 | 346<br>357 | 273<br>264 | 260<br>265 | 392<br>364 |
| **Barra 2"** | 287<br>292 | 346<br>382 | 273<br>215 | 247<br>215 | 362<br>328 | 336<br>342 | 301<br>262 | 280<br>271 | 319<br>323 |

(a) Se desea mayor resistencia en la aleación de aluminio, obtenga usted la mayor información de los proveedores, vaciados y tamaño de Barras posible.

13. Se encuentra bajo estudio el efecto que tienen 5 reactivos distintos (A, B, C, D y E) sobre el tiempo de reacción de un proceso químico. Cada lote de material nuevo es lo suficientemente grande para permitir que solo se realicen 5 ensayos. Más aún, cada ensayo tarda aproximadamente 1.5 horas, por lo que solo pueden realizarse 5 ensayos por día. La investigadora decide efectuar el experimento teniendo como variables problemáticas a separar "Lotes" y "Ensayos/día". Efectúa la experimentación y obtiene los siguientes datos:

| | Ensayos/día | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Lotes: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | A(8) | B(7) | D(1) | C(7) | E(3) |
| 2 | C(11) | E(2) | A(7) | D(3) | B(8) |
| 3 | B(4) | A(9) | C(10) | E(1) | D(5) |
| 4 | D(6) | C(8) | E(6) | B(6) | A(10) |
| 5 | E(4) | D(2) | B(3) | A(8) | C(8) |

Analice y Obtenga conclusiones.

14. En dos tiendas regionales de artículos para casa, se desea hacer un estudio de comportamiento de respuesta de los Clientes, en cada tienda se desean estudiar dos áreas internas de ellas, las cuales no podemos separar de la región en donde se encuentran ubicadas las tiendas. Se proponen tres planes de financiamiento para ser más atractivo, accesible y por ende aumentar el índice precio-volumen de ventas a crédito, se realizan ensayos preparativos y se obtiene la siguiente información.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Región 1 --> | Área 1 --> | Plan 1 => 105.3, 106.2 | Plan 2 => 109.1, 110.4 | Plan 3 => 102.8, 103.1 |
| | Área 2 --> | Plan 1 => 103.2, 103.4 | Plan 2 => 108.5, 108.4 | Plan 3 => 110.1, 110.7 |
| Región 2 --> | Área 1 --> | Plan 1 => 109.8, 109.9 | Plan 2 => 106.7, 106.9 | Plan 3 => 102.8, 102.2 |
| | Área 2 --> | Plan 1 => 104.2, 105.0 | Plan 2 => 101.3, 101.7 | Plan 3 => 105.9, 106.1 |

Mediante este estudio desarrollado con los tres planes de financiamiento, obtenga decisiones que ofrecerle a la alta gerencia de estas tiendas regionales. ¿Qué planes recomienda a las regiones y justifique sus decisiones?.

15. Se realiza un experimento para mejorar el rendimiento de un proceso químico. Se seleccionan 3 factores y se obtienen 3 corridas a cada condición.

| **A** | **B** | **C** | **I** | **II** | **III** |
|---|---|---|---|---|---|
| -- | -- | -- | 80 | 81 | 83 |
| + | -- | -- | 75 | 74 | 76 |
| -- | + | -- | 82 | 81 | 82 |
| + | + | -- | 83 | 82 | 83 |
| -- | -- | + | 78 | 78 | 77 |
| + | -- | + | 81 | 81 | 81 |
| -- | + | + | 85 | 86 | 86 |
| + | + | + | 73 | 73 | 72 |

a) Estime los efectos de los Factores
b) ¿Qué efectos son significativos?
c) ¿A qué condiciones recomienda operar el proceso?
d) ¿Qué orden de importancia tienen las condiciones?

16. Se llevó a cabo un experimento para encontrar las relaciones lineales que puedan existir entre X1=> Presión, X2=> Temperatura y Y=> % de conversión en un Reactor Experimental de Acero Vidriado y se obtuvo la siguiente información:

| **X1** | **X2** | **Y** | **X1** | **X2** | **Y** |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.5 | 200 | 23.4 | 1.2 | 250 | 24.5 |
| 0.5 | 270 | 27.1 | 1.2 | 310 | 28.9 |
| 0.5 | 300 | 29.3 | 1.2 | 380 | 29.9 |
| 1.0 | 200 | 24.8 | Atm. | Kelvin | |
| 1.0 | 265 | 27.8 | | | |
| 1.0 | 310 | 29.8 | | | |

a) Genere el modelo de Regresión Lineal.
b) Obtenga sus coeficientes correlaciones y Análisis de Variancia, dar conclusiones e interpretaciones.

17. Para un estudio se necesita obtener la posible relación que existe entre el tamaño de lotes manejados en el proceso de fabricación con un cierto tipo de costo que será usado en un estudio mas amplio del proceso, para ello se obtienen 9 datos que relacionan el tamaño del lote con dicho costo, son los siguientes:

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| X | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 |
| Y | 91.20 | 115.00 | 125.40 | 137.00 | 143.10 | 158.70 | 169.90 | 175.80 | 184.50 |

Encontrar una relación entre estos valores, justificar el modelo utilizado y obtener sus valores, ¿existe realmente una relación?.

18. En un sistema de audio digital se necesita un elemento capacitivo el cual se encuentre ajustado a 10 μF con una tolerancia de +/- 4%, es decir de 9.6 a 10.4 μF, se tienen 5 proveedores del capacitor y se toman 7 datos por cada uno obteniendo los siguientes datos:
Prov. 1: 10.1; 10.0; 9.8; 10.1; 10.2; 9.8; 10.0 Prov. 2: 9.8; 9.9; 10.3; 10.2; 9.7; 9.8; 9.9
Prov. 3: 10.4; 10.3; 10.4; 10.3; 10.3; 10.3; 10.3 Prov. 4: 10.1; 10.1; 10.2; 10.1; 10.1; 10.2; 10.1
Prov. 5: 9.6; 9.7; 9.6; 9.6; 9.6; 9.6; 9.6. Analice los datos anteriores y obtenga la mayor información posible, compare Proveedores, Grupo de Proveedores con la finalidad de generar estrategias de programas de colaboración con los mismos, si la toma de estos datos refleja significativamente los comportamientos de sus lotes de fabricación y habiendo probado normalidad en cada uno de ellos. ¿Qué porcentajes espera Usted que cada proveedor cumpla con las especificaciones?

19. Cuatro soluciones antisépticas que son utilizadas en el lavado de envases de leche de 5 lts, se desean comparar con respecto a su efectividad en el retraso del crecimiento bacterial, por otras consideraciones solo es posible hacer hasta 6 pruebas diariamente, se toman envases vacíos con residuos de leche provenientes del mismo lote desocupados días antes. Después de lavado con las soluciones y secados, para las comparaciones de las soluciones, los envases se dejan reposar 7 días a las condiciones ambientales existentes en la bodega general, éstas pueden ser variables día a día, las observaciones se recopilaron durante 5 días continuos (de lunes a viernes) midiendo el número de colonias presentes en dichos envases, obteniendo las siguientes observaciones:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Sol 1: | 13 | 15 | 11 | 16 | 10 |
| Sol 2: | 15 | 17 | 11 | 15 | 9 |
| Sol 3: | 10 | 11 | 10 | 12 | 10 |
| Sol 4: | 10 | 10 | 10 | 11 | 9 |

a) Usted fue el planificador de éste experimento, ¿cuál fue el modelo que utilizó y porque?
b) ¿Qué decisión toma, dar fundamentos basados en su diseño?
c) Si el tener menor número de colonias después de la semana es mejor, haga una lista de preferencias en las soluciones antisépticas y recomiende su orden de utilización.

20. Se sabe que existe relación lineal entre (**y cms.**) elasticidad de resortes para fabricar amortigüadores y la (**x Kg**) de carga dinámica aplicada, sin embargo tenemos 4 máquinas que fabrican los resortes de los amortigüadores y éstas pueden modificar la distancia de ajuste de los amortigüadores en el vehículo, se ha diseñado un experimento el cual mida la constante de elasticidad y simultaneamente defina el corrimiento provocado en las máquinas.

| **Maquina** | **1** | **Maquina** | **2** | **Maquina** | **3** | **Maquina** | **4** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **X Kg** | **Y cm** | **X** | **Y** | **X** | **Y** | **X** | **Y** |
| 420 | 13.51 | 387 | 10.70 | 324 | 8.92 | 321 | 11.45 |
| 358 | 11.30 | 401 | 11.04 | 357 | 9.31 | 346 | 11.93 |
| 469 | 14.75 | 426 | 11.55 | 423 | 10.10 | 389 | 12.70 |
| 531 | 16.29 | 478 | 12.95 | 486 | 10.87 | 400 | 13.02 |
| 542 | 16.45 | 498 | 13.56 | 502 | 11.03 | 415 | 13.26 |
| 603 | 18.20 | 527 | 14.27 | 539 | 11.48 | 432 | 13.67 |

Si la ecuación teórica de relación elasticidad/carga es: **X = k(Y – corrimiento)** y se sabe que modificando el grosor de los resortes cambiamos la constante (**k**) de elasticidad; siguiendo el criterio que a más grosor aumenta el valor de (**k**) y cada máquina puede calibrarse para que el corrimiento de diseño sea **3 cm** y la constante puede ajustarse cambiando los grosores al valor de **40 Kg/cm**. Identifique primero si las máquinas están trabajando igual y ¿Qué sugiere hacer en cada máquina para ajustar y calibrar a los valores deseados?

21. En procesos de sellamiento con resinas epóxicas, una empresa tiene tres posibles tipos de resinas que puede utilizar; por la naturaleza de cada una de ellas pueden usar tres tipos de aceleradores de fijación y endurecimiento que son diferentes y dependen de la resina epóxica seleccionada, asimismo se han propuesto 3 métodos de aplicación que son comunes para las 3 resinas; para poder seleccionar la que se va ha aplicar y el método correspondiente se desarrolla un experimento el cual mide el grado de porosidad resultante, el criterio es a menor grado es mejor, en los procesos de sellamiento existen ciertas reacciones exotérmicas las cuales hacen cambiar la temperatura de fijación y endurecimiento, por lo tanto **se sospecha variable problemática**, ya que varía con las condiciones del ambiente, para la obtención de la experimentación se mantuvo estable Temperatura y Humedad solo a **dos condiciones dentro de la celda factorial-anidada**, los datos obtenidos son:

| | RE 1 | | | RE 2 | | | RE 3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Acel ➔ | A1 | A2 | A3 | A1 | A2 | A3 | A1 | A2 | A3 |
| MET 1 | 0.23<br>0.24 | 0.22<br>0.22 | 0.24<br>0.24 | 0.20<br>0.18 | 0.19<br>0.19 | 0.19<br>0.17 | 0.22<br>0.20 | 0.20<br>0.19 | 0.24<br>0.23 |
| MET 2 | 0.22<br>0.20 | 0.24<br>0.23 | 0.21<br>0.20 | 0.17<br>0.16 | 0.15<br>0.14 | 0.25<br>0.24 | 0.16<br>0.15 | 0.20<br>0.19 | 0.14<br>0.13 |
| MET 3 | 0.20<br>0.19 | 0.18<br>0.17 | 0.21<br>0.22 | 0.13<br>0.14 | 0.23<br>0.22 | 0.16<br>0.15 | 0.12<br>0.13 | 0.18<br>0.19 | 0.17<br>0.17 |

Usted planificó y diseñó la experimentación desarrollando el modelo estadístico es el siguiente:

$$X_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_{j(i)} + \gamma_k + \delta_l + \tau_{ik} + l_{j(i)k} + e_{(ijk)l}$$

En donde $\delta_l$ representa el bloque (Temp-Hum1 y Temp-Hum2), en todo lo demás es un simple factorial anidado. Debe decidir sobre que resina utilizar, con que acelerador y que método utilizar, de tal forma que se cumpla el criterio. Describa los diferentes comportamientos que están teniendo las resinas, con sus aceleradores y los métodos. Compare los métodos entre si y las resinas entre si. ¿Qué puede decir sobre los aceleradores de fijación y endurecimiento?.

22. En un sistema electrónico, existe linealidad entre **(y volts)** de salida adicional a la tensión Vo que debe permanecer para asegurar la estabilidad de señales eléctricas y **( x mamp.)** que se deben abastecer para hacer identificables cambios de señales eléctricas ( 0 y 1 lógicos) se tienen 4 dispositivos emisores de miliamperajes los cuales pueden ajustarse tanto en la tensión estable enviada Vo como en la relación lineal (x,y) ésta última modificando el valor de la resistencia del circuito conector. Su ecuación teórica es la siguiente: **Y = Vo + RX**, se desea investigar si los 4 dispositivos emisores modifican la señal (**Y**) y cual es la resistencia que el sistema de los 4 dispositivos están imponiéndole, si los valores de ajuste de diseño son: **Vo = 0.5 volts** y **R = 0.200** ( volts/mamp) ¿qué debemos de hacer para ajustar y calibrar cada dispositivo?.

| **Disp.** | **1** | **Disp.** | **2** | **Disp.** | **3** | **Disp.** | **4** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **X mamp.** | **Y volts** | **X** | **Y** | **X** | **Y** | **X** | **Y** |
| 22 | 5.77 | 26 | 5.09 | 34 | 7.76 | 25 | 5.51 |
| 28 | 7.13 | 34 | 6.52 | 39 | 8.78 | 36 | 7.69 |
| 36 | 8.97 | 41 | 7.81 | 48 | 10.71 | 46 | 9.71 |
| 43 | 10.61 | 52 | 9.83 | 54 | 11.93 | 53 | 11.11 |

23. Envases S.A. de C.V., tiene 3 plantas ubicadas en Distrito Federal (P1), Monterrey (P2) y Veracruz (P3), cada una tiene 2 áreas de Ensamblaje (A1 y A2) que tienen características diferentes. Dichas áreas, elaboran un tipo de tapa plástica con broche inverso sellador, las 3 plantas tienen diferente capacidad puesto que abastecen tres mercados (P1➔Centro y Oeste; P2➔Norte y Sur de Texas; P3➔Sur y Este), la elaboración de la tapa plástica es muy especial y actualmente operan las 3 plantas con un solo procedimiento (Proc. **"actual"** (**C3**)). Usted está integrado con Envases S.A. y después de 6 meses de Desarrollo Tecnológico en la elaboración de la tapa plástica, tiene la capacidad y oportunidad de proponer modificación al procedimiento actual, Usted y su equipo de trabajo llegan a la conclusión de 2 posibles propuestas de procedimientos nuevos: **C1** y **C2**, los cuales llevan el objetivo de reducir el número promedio de Defectos por millar de tapas plásticas elaboradas, por política general de Envases S.A. solo se elaboran en las 3 plantas en el 1º turno de los días Lunes, Miercoles y Viernes de cada semana y Usted sospecha que la política general de la Empresa impone cierta variabilidad muy problemática de controlar. Usted desarrolló el modelo que utilizará su equipo de trabajo que viajará y coordinará la obtención de la información en las 3 plantas simultáneamente, se tomarán 3 datos en cada celda Factorial-Anidada y obtenemos los 54 datos necesarios, Usted reporta que el modelo estadístico es:

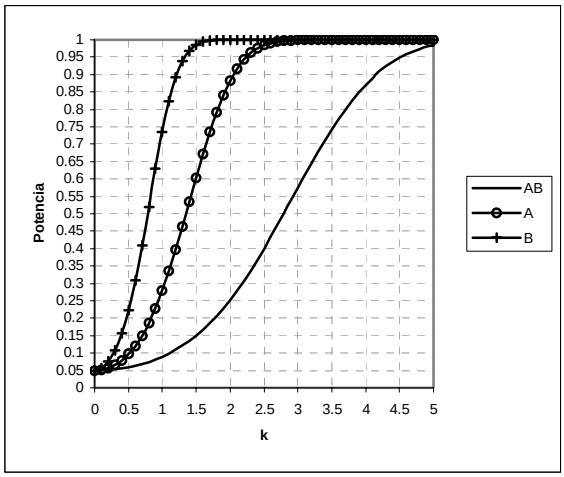
$X_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_{j\,(i)} + \gamma_k + \delta_l + \tau_{ik} + l_{j(i)k} + e_{(ijk)l}$. En donde $\delta_l$ representa el bloque (1º turno-dia), en todo lo demás es un simple factorial anidado. Se obtiene la información y es la siguiente:

P1➔A1➔C1➔55, 54, 54 P2➔A1➔C1➔48, 48, 45 P3➔A1➔C1➔50, 49, 48
P1➔A1➔C2➔56, 55, 54 P2➔A1➔C2➔45, 44, 43 P3➔A1➔C2➔49, 49, 47
P1➔A1➔C3➔69, 67, 66 P2➔A1➔C3➔65, 63, 60 P3➔A1➔C3➔63, 64, 63
P1➔A2➔C1➔58, 56, 55 P2➔A2➔C1➔36, 35, 33 P3➔A2➔C1➔48, 46, 44
P1➔A2➔C2➔59, 58, 57 P2➔A2➔C2➔32, 30, 30 P3➔A2➔C2➔40, 37, 35
P1➔A2➔C3➔69, 70, 68 P2➔A2➔C3➔62, 60, 58 P3➔A2➔C3➔59, 60, 60

a) Desarrolle la metodología, obtenga justificaciones para poder presentar propuesta de modificación al procedimiento actual a la Alta Gerencia de Envases S.A.

b) Obtenga todo lo necesario para demostrar si sus propuestas se comportan diferentes en las Plantas y dentro de sus áreas.

c) Ya que las áreas se encuentran anidadas en las Plantas, es posible considerar un factor combinado (Ac) con 3x2 = 6 niveles de estudio que se encuentran cruzados con procedimientos (C1, C2 y C3). Lo anterior, implica un diseño factorial con factor A (Ac) con 6 niveles, un factor B (C procedimientos) con 3 niveles. Para $k = \Delta/\sigma$, en donde $\Delta$=Ymayor. – Ymenor. de las 18 celdas que se tienen, sin hacer la separación de bloques (UHE). Con ayuda de la siguiente gráfica de Potencia ($1 - \beta$) aproximada por el método de Patnaik, calcule la potencia retrospectiva mínima para los efectos A, B y AB.




24. Un Ingeniero de Proceso analiza el comportamiento de una batería de 3 Reactores Químicos operando en paralelo y por la teoría del Diseño sabe que existe una relación lineal (dentro del intervalo de operación) entre la Temperatura interna del Reactor y el rendimiento logrado, sin embargo, solo al medir el rendimiento (y %) a la salida puede tomar la Temp (x° C) real de operación. Estos reactores tienen barras de material catalizador que pueden graduarse para elevar o disminuir hasta +/- 5% el rendimiento final, la relación rendimiento a temperatura pueden modificarse con la presión y/o energía otorgada a cada reactor, en general al aumentar su presión aumenta rendimiento y viceversa, al aumentar energía disminuye rendimiento y viceversa. Por el Protocolo de Funcionamiento deben operar entre 150° C a 350° C y otorgar rendimientos entre 90% a 60% respectivamente, Usted auxilia al Ing. De Proceso para ajustar y calibrar los 3 Reactores, NOTA: confirme que la relación lineal es Y = 112.5 -- .15X se desarrollaron corridas preliminares y se obtuvo la siguiente información:

| Reactor | **1** | Reactor | **2** | Reactor | **3** |
|---|---|---|---|---|---|
| **X (° C)** | **Y (%)** | **X** | **Y** | **X** | **Y** |
| 153.3 | 91.1 | 151.9 | 89.7 | 155.4 | 85.7 |
| 198.4 | 84.9 | 201.4 | 81.9 | 195.7 | 78.8 |
| 254.1 | 76.6 | 257.6 | 73.2 | 252.4 | 69.7 |
| 346.8 | 66.3 | 318.7 | 63.6 | 345.7 | 55.1 |