Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
"Estudio en la duda. Acción en la fe"
División Académica de Ciencias Básicas

XIX Foro de Matemáticas del Sureste
III Simposio Internacional de Matemáticas
28 de septiembre al 2 de octubre de 2026 · DACB-UJAT

Optimización estadística en la manufactura de arneses automotrices mediante Diseño de Experimentos

Alexander Gonzalez Hernandez · UJAT / División Académica de Ciencias Básicas

CASO TEÓRICO CON DATOS SIMULADOS
Reducción del circuito invertido bajo una restricción de tiempo de ciclo

52
corridas del diseño experimental

56.0 %
reducción relativa predicha

39.96 s
ciclo medio estimado

1. Problema y diseño

Se modela una estación que ensambla un conector de ocho cavidades. Se busca reducir las unidades con circuito invertido al finalizar la estación, antes del retrabajo, sin superar 40 s de ciclo medio.

El Excel motiva el problema: 1,821 de 2,211 registros IGHS de junio de 2026 son de circuito invertido. Ese 82.4 % no es una tasa de producción ni calibra esta simulación. [1]

Factor	-1	0	+1
A Inserción (s)	18	24	30
B Verificación (s)	4	8	12
C Instrucción	Textual	No aplica	Visual*

* Guía visual que identifica la cavidad de destino. Rangos hipotéticos, no especificaciones de planta.

Factorial 2^3 ampliado: 16 factoriales, 16 axiales y 20 centrales. CCF en A/B cruzado con C, dos bloques y orden aleatorio. [2]

500 conectores por corrida: 26,000 unidades simuladas.

2. Modelos y evidencia

Y ~ Binomial(500, p): conectores con al menos una inversión. Se asume una prueba final uniforme. El ciclo medio T se analiza mediante ANOVA.

$$\text{logit}(\hat{p}) = -3.528 - 0.615x - 0.710z - 0.415c + 0.065xz + 0.127xc - 0.030zc + 0.179x^2 + 0.161z^2 + 0.043b$$

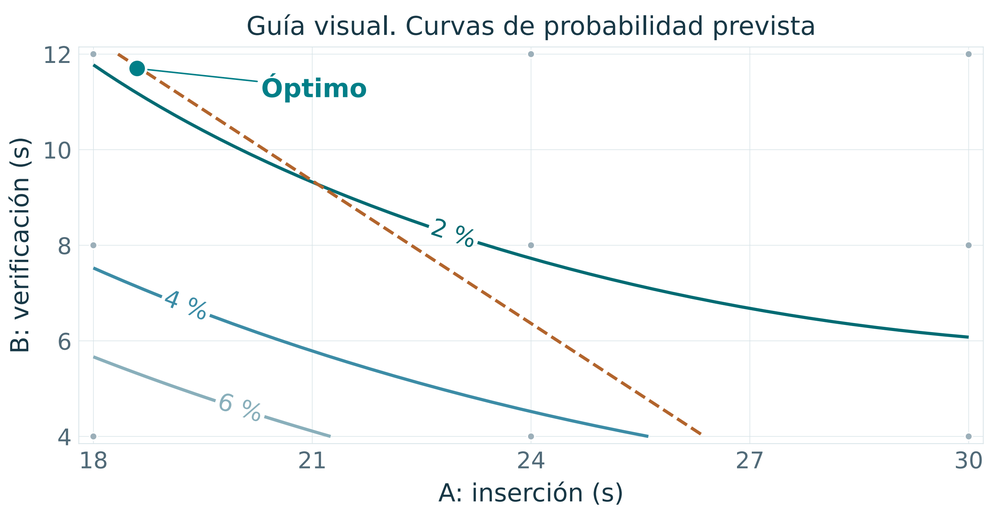
$$\hat{T} = 40.782 + 5.899x + 3.952z + 0.832c + 0.259b$$

$x = (A - 24)/6$, $z = (B - 8)/4$. c y b se codifican en -1 y +1. Comparaciones ajustadas a b = 0.

Contraste	Estadístico	p
Guía: defectuosos	$\chi^2(3) = 200.67$	<0.001
Inserción × guía	$\chi^2(1) = 7.07$	0.0078
Curvatura A^2 y B^2	$\chi^2(2) = 16.19$	0.0003
Guía: ciclo (ANOVA)	$F(1,47) = 418.68$	<0.001

χ^2: razón de verosimilitudes del modelo binomial. Las pruebas describen esta realización simulada.

3. Óptimo bajo restricción



Curvas del modelo binomial. Solo la región debajo de la recta de ciclo cumple $\hat{T} \le 40$ s. Los puntos grises son ubicaciones del diseño en A/B.

4. Solución y comprobación

min $\hat{p}(A, B, C)$, sujeto a $\hat{T} \le 40$ s

$18 \le A \le 30$ s, $4 \le B \le 12$ s. Se optimiza cada guía por separado y se compara su mínimo.

Ajuste	Guía	A (s)	B (s)	$\hat{p}$ (%)	$\hat{T}$ (s)
Referencia	Textual	24.0	8.0	4.26	39.95
Óptimo*	Visual	18.6	11.7	1.87	39.96
Sin límite	Visual	30.0	12.0	0.84	51.47

* Mejor ajuste programable a 0.1 s. La opción sin límite baja más el defecto, pero incumple el ciclo de 40 s.

Confirmación numérica independiente

Tres lotes nuevos de 500 por condición: referencia 52/1,500 (3.47 %), óptimo 30/1,500 (2.00 %). Esta comprobación también es simulada.

Conclusiones

1) El DoE identifica efectos de inserción, verificación y guía, además de curvatura. 2) Bajo $\hat{T} \le 40$ s, la mejor programación simulada es guía visual, A = 18.6 s y B = 11.7 s: $\hat{p}$ = 1.87 % y $\hat{T}$ = 39.96 s. 3) Es una hipótesis académica: requiere validación con ensayos reales, sistema de medición y costos de implementación.

Bibliografía

[1] Archivo de defectos proporcionado, hoja «Defectos» (junio 2026). [2] NIST/SEMATECH, e-Handbook, diseños compuestos centrales y superficies de respuesta. [3] Cirris (2016), Guided Assembly: Build and Test Simultaneously. [4] Penn State STAT 504, Binary Logistic Regression. Detalle y enlaces: Memoria_Caso_Teorico_Arneses.pdf.