Tecnológico de Monterrey

CSMIO 2025
XIII Congreso de la Sociedad Mexicana de Investigación de Operaciones
LEÓN

Reducción de Tiempos de Paro en Telares Circulares Nova 6: Análisis de Fallas y Estrategias de Mejora Operativa.

Ahtziri Ceballos Báez[1]*, Ismael Alexander Cruz Lopez[1], Sofía Reyes Meza[1], Luis Valenzuela Gómez[1], Carlo Santiago Sánchez Beltrán[1]

[1] Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Culiacán, México

*Correo electrónico: A01743247@tec.mx

Resumen

En este proyecto se abordó la merma en la producción de costales de rafia, donde el promedio diario era de 90 kg y los paros ocasionados por esta merma. El diagnóstico inicial, a partir de un diagrama de flujo, identificó un cuello de botella entre extrusión y los telares Nova 6. Para profundizar, se realizaron entrevistas estructuradas con operadores, detectando que los daños en bobinas podían influir en los tiempos de paro. Se desarrolló un catálogo de tipos de daños y se registraron datos en 12 máquinas, evidenciando que la producción real alcanzaba solo el 81% de la meta de 950 metros por turno. Los porcentajes de bobinas dañadas fueron: descamadas 62.22%, golpeadas 11.51% y sucias 22.25%. El análisis estadístico mostró una correlación moderadamente significativa entre bobinas dañadas y tiempos de paro, con un R^2 de 57.82%. Mediante un AMEF se identificaron como causas críticas la colocación de bobinas en tarimas, su emplayado y taslado en jabas. El FODA reveló debilidades internas como ausencia de estándares y desconocimiento del personal, y amenazas externas asociadas a prácticas robustas en otras empresas del sector. Se plantearon tres propuestas: control de calidad, estandarización del acomodo de bobinas en tarimas y jabas, y capacitación del personal. La matriz impacto-esfuerzo priorizó la estandarización del acomodo y el uso de carritos, complementado con bitácora digital y marcaje para trazabilidad y análisis semanal de merma. Con esta estrategia se espera reducir los daños en bobinas, disminuir los tiempos de paro y aumentar la eficiencia y productividad de los telares Nova 6

Palabras clave: Análisis de fallas, Bobinas dañadas, Tiempos de paro y regresión lineal

Plantamiento del problema

En este proyecto se trabajó con una empresa líder a nivel nacional que transforma papel y plásticos. Los productos principales son impresiones de papel, rollos de plástico para punto de venta y costales de rafia para la industria agrícola. La producción de este último producto se realiza a través 80 telares circulares, mismos que presentaban problemas de calidad en su proceso productivo generando paros en la operación. Se asignó el análisis al área de producción de costales de rafia y de acuerdo con los datos proporcionados la merma promedio en el área ascendía a 90 kg/día (32.8 toneladas anuales) lo que ocasionaba paros en la producción para corregir la falla del equipo. La mayor cantidad de merma y paros del proceso de fabricación se concentraba principalmente en la extrusión (28%) y en los telares Nova 6 (24%).

Inicialmente, el análisis se centró en el área de telares, ya que los registros mostraban que era donde ocurría la mayor parte de la problemática. Los tiempos de paro en las máquinas Nova 6 generaban un nivel considerable de merma y, aunque al principio no se contaba con evidencia clara sobre la influencia del estado físico del equipo en dichos paros, debido a la ausencia de sensores y registros específicos para monitorear este factor, comenzaron a detectarse indicios de que podían representar un factor influyente. De lo cual se derivan las siguientes preguntas de investigación: ¿De que manera el estado físico de los telares influye en la generación de merme y paros de producción?

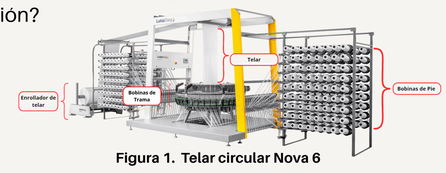

Figura 1. Telar circular Nova 6

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar y generar de **soluciones** efectivas para reducir la merma en la producción de costales de rafia en el área de produccion de costales de rafia en la empresa, mediante la identificación de sus **causas,** para la reducción **de tiempos de paro,** en un lapso de seis meses.

Objetivos específicos

- Generar el diagnostico del area de producción de costales de rafia
- Identificar el impacto de la causa sobre el proceso de producción
- Desarrollar propuestas para la reducción de desperdicios en el proceso de produccion de costales de rafia

Metodología

Diagnóstico

- Diagrama de flujo de producción
- Entrevista estructuradas con operadores del telar
- Catalogó de tipos de daños en bobinas
- Registro de Datos
  - Tipo de daño en bobinas
  - Tiempo de paro

Análisis Estadístico de Datos

- Modelo de regresión múltiple
- AMEF

Generación de Propuestas para la Reducción de Desperdicios

- FODA
- Propuesta de Valor
- Business Model Canvas
- Cadena de Valor
- Matriz de impacto-esfuerzo

Resultados

Diagnóstico

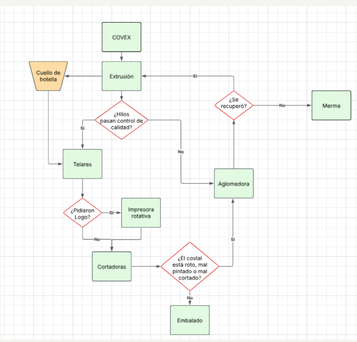

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de producción de costales de rafia

Figura 2. Catálogo de tipos de daños en bobinas

Mediciones Tiempos de paro (telares)							
Observador	Maquina	Paros	Tiempo de medición	Tiempo de paro total	Tiempo de paro total por hora	Tiempo de paro de fallo por hora	Eficiencia
Sofia	16	12	60	11.84	11.84	4.90	61%
Carlo	22	7	60	4.44	4.44	4.44	81%
Ismael	23	2	60	1.66	1.66	0.00	95%
Ahtziri	24	10	60	8.84	8.84	7.70	78%
Luis	30	5	60	7.54	7.54	5.16	62%
Ahtziri	31	5	120	2.54	1.27	0.23	97%
Sofia	32	2	60	0.51	0.51	0.51	89%
Ismael	34	3	60	14.53	14.53	0.00	70%
Luis	35	1	60	3.58	3.58	0.00	80%
Carlo y Luis	39	11	120	32.88	16.44	13.51	92%
Ahtziri	40	8	60	14.10	14.10	4.05	84%
	Promedio de paros:	6				Promedio de eficiencia:	81%

Figura 3. Mediciones de Tiempos de Paro en Telares

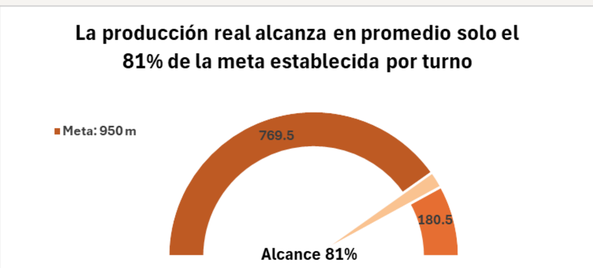

Figura 4. Eficiencia de producción actual

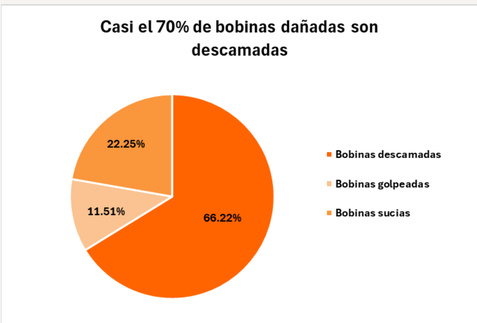

Figura 5. Porcentaje por tipo de bobina dañada

Análisis Estadístico de Datos

la respuesta es Tiempo de paro

Vars	R-cuadrado	R-cuadrado (ajust)	R-cuadrado (pred.)	Cp de Mallows	S	B G	% B S	% B D
1	42.1	36.3	12.1	4.0	3.2519	X		
1	33.1	26.4	0.0	5.9	3.4949			X
2	57.8	48.5	15.9	2.8	2.9254	X		X
2	42.3	29.4	5.8	6.0	3.4231	X	X	
3	61.5	47.1	0.0	4.0	2.9629	X	X	X

Figura 6. Regresión de los mejores subconjuntos: Tiempo de paro vs. % BG, % BS, % BD

Ecuación de regresión

Tiempo de paro = -4.47 + 207.9 % Bobinas Golpeadas + 40.9 % Bobinas descamadas

Figura 7. Ecuacion de regresion lineal multiple

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
2.92541	57.82%	48.45%	15.91%

Figura 8. Resumen del modelo de la regresion lineal multiple

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	2	105.59	52.797	6.17	0.021
% Bobinas Golpeadas	1	45.12	45.118	5.27	0.047
% Bobinas descamadas	1	28.72	28.724	3.36	0.100
Error	9	77.02	8.558		
Total	11	182.62			

Figura 9. Análisis de varianza de la regresion lineal multiple

Paso del Proceso	Modo de Falla	Efecto Potencial	S	Causa Potencial	O	Controles actuales del proceso	D	RPN	Acción Propuesta
Colocación de tubos en pared de extrusora	Bobina se atore al meter el tubo	La bobina hecha se corta y se descarta	6	Forzar la bobina para que entre	5	NO existe: Tener cuidado	2	60	Lubricar constantemente los tubos de bobina
Retiro y colocación de bobinas en jabas	Bobina se atore al sacarla	Dañar el tubo al forzarlo	6	Quererlo hacer demasiado rápido	5	Tener cuidado	2	60	Lubricación correcta del tubo
Traslado de jabas con bobinas a tarima	Que se caigan de las jabas (Bobina se cae de la jaba)	Posibles daños en las bobinas	6	No hay un acomodo ni cantidad estandarizado	6	Hacerlo con cuidado	2	72	Limitar el máximo de bobinas por java
Colocación de bobinas en tarima	Bobina se caiga de la tarima	Posibles daños en las bobinas	6	Acomodo en las orillas de la tarima o bien, mal acomodo de soporte de cartón	7	Tener cuidado	2	84	Usar cartones gruesos, evitar poner una bobina sobre otra, emplayar con cuidado
Emplayado de tarima	Bobina se caiga de la tarima	Posibles daños en las bobinas	6	El modo de emplayado no es el correcto y tiende a romperse	7	No existe	2	84	Crear una plantilla para las bobinas
Traslado de tarima(en montacarga) a almacén	Que la tarima se quiebre	Daños completo en bobinas	5	Tarima en malas condiciones	4	No existe	2	40	Revisión de tarimas en buenas condiciones
Traslado de tarima (en montacarga) a telares	Choque de la tarima con obstáculos	Daños en bobinas	5	No existe control en los espacios designados de almacenaje	6	No existe	2	60	Delimitar correctamente los espacios de almacenaje
Traslado de jabas con bobinas de tarima a Nova 6	Bobinas se caigan en el traslado	Daño en bobinas	6	Falta de estandarización en acomodo y cantidad de bobinas por carro	6	Tener cuidado	2	72	Limitar el máximo de bobinas por transporte y forma estándar de acomodo

Figura 10. Análisis de Modos y Efectos de Fallas en el manejo de las bobinas

Generación de Propuestas para la Reducción de Desperdicios

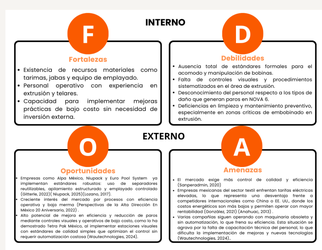

Figura 11. Análisis FODA

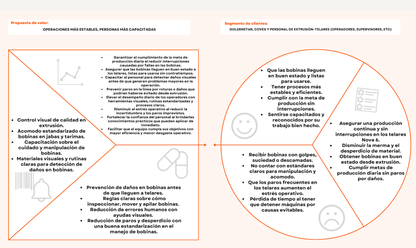

Figura 12. Propuesta de Valor

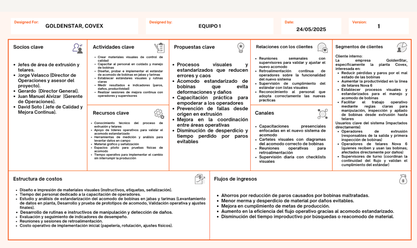

Figura 13. Bussiness Model Canvas

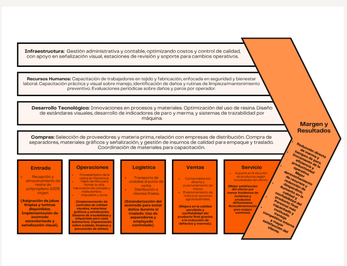

Figura 14. Análisis de la Cadena de Valor

Reduccion de merma	1	5
Propuestas	Impacto	Esfuerzo
Propuesta 1: Control de calidad para identificación temprana de defectos en extrusión y telares	4	2
Propuesta 2: Acomodo estandarizado en tarimas y jabas	5	4
Propuesta 3: Capacitación sobre el cuidado de bobinas en extrusión y telares.	3	2

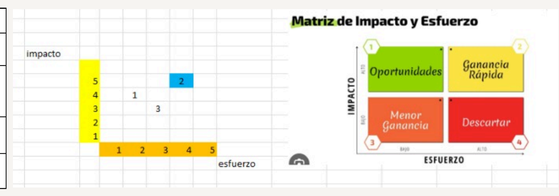

Figura 15. Matriz Impacto y esfuerzo

Propuestas para la Reducción de Tiempos de Paro en Telares Circulares Nova 6

Propuesta 1: Control de calidad para identificación temprana de defectos en extrusión y telares.
Propuesta 2: Acomodo estandarizado de bobinas en tarimas y jabas.
Propuesta 3: Capacitación sobre el cuidado de bobinas en extrusión y telares.

Conclusión

En el diagnóstico del área de producción se identificó que el cuello de botella se encuentra entre extrusión y telares, donde las bobinas dañadas podrían constituir un factor influyente en los tiempos de paro. El registro de datos mostró que, en promedio, el 15.91 % de las bobinas presentaba algún tipo de daño, principalmente descamadas, lo que se reflejó en una eficiencia del 81 %. Esto significa que, frente a la meta de 950 metros por turno, solo se alcanzaban 769.5 metros reales.

En el análisis estadístico, el modelo de regresión lineal múltiple mostró un R^2 moderadamente alto (58%), lo cual indica que, aunque no se explica la totalidad de la variabilidad en los tiempos de paro, sí existe una relación significativa entre el estado físico de las bobinas y la duración de los paros. Dado que la producción de la planta es elevada, incluso un impacto moderado adquiere relevancia práctica y económica, pues se traduce en pérdidas considerables cuando se acumulan los tiempos de paro. En consecuencia, los hallazgos confirman que los defectos en las bobinas representan un factor clave que debe atenderse para mejorar la eficiencia operativa.

Con base en el estudio se selecciono como Propuesta el acomodo estandarizado en tarimas y jabas, la cual consiste en la estandarización del acomodo de bobinas en tarimas, separadores de madera para las tarimas y el cambio de jabas a carros de transporte, esto complementado con una bitácora digital para darle seguimiento a la implementación. como propuesta complementaria estratégica se agregó el marcaje manual de la roturas en telares, el registro visual durante el corte y el análisis semanal.

Referencias

1. Parodi Matallana, R y Velázquez Zavaleta, P.F. (2017). Mejora de tiempos de parada en máquinas de tejido circular para aumentar la productividad en una textilera. Universidad San Ignacio de Loyola.
2. Gutiérrez Pulido, H. (2009). Control estadistico de calidad y seis sigma (2a ed).McGraw Hill/Interamericana.
3. Salazar, D. L., Mosquera, M., Muñoz, N. S., & Jaime Mendoza, P. D. (2019). IMPORTANCIA DE LA HERRAMIENTA AMEF EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES. Edu.co. https://fupvirtual.edu.co/repositorio/files/original/2b91f9a1d69fb6d8a580ff442b92ca14f31d627b.pdf
4. Quintero y José Sánchez, J. (2006). La cadena de valor: Una herramienta del pensamiento estratégico. Redalyc.org. https://www.redalyc.org/pdf/993/99318788001.pdf
5. Helmke, S. (2022). WHERE DO YOU START WHEN EVERYTHING FEELS URGENT? Use an effort-to-impact matrix. 43(2), 72–74. https://www.proquest.com/openview/e4141724d35b66efe629df46949686c3/1?pq origsite=gscholar&cbl=47961