Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

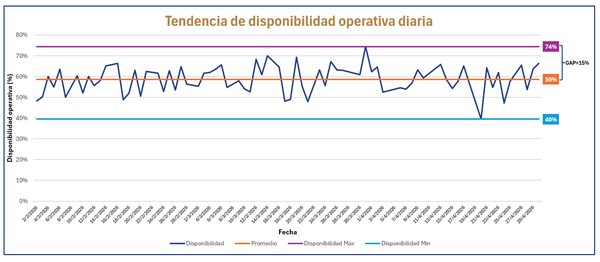
Anibal Sarmiento
assarmie@espol.edu.ec

María Retamales
mretamal@espol.edu.ec

AUMENTO DE LA DISPONIBILIDAD DE UNA LÍNEA DE CONVERSIÓN DE CARTÓN CORRUGADO MEDIANTE APLICACIÓN DE DMAIC DE LEAN SIX SIGMA

PROBLEMA

Entre febrero y abril de 2026, la máquina de impresión de cartón corrugado presentó una disponibilidad operativa promedio de 59%, por debajo de la meta interna de 67%. El 94,4% de los días evaluados no alcanzó dicha meta, evidenciando pérdidas de disponibilidad asociadas a paradas operativas.

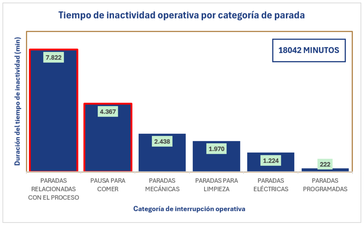


OBJETIVO GENERAL

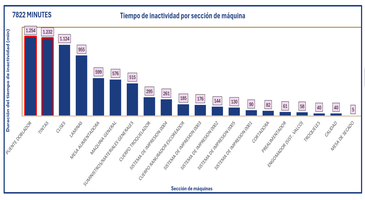
Aumentar la disponibilidad operativa de una máquina de impresión y troquelado de cartón corrugado del 59% al 67% mediante la metodología Lean Six Sigma DMAIC durante un periodo de cuatro meses.

$$\text{Disponibilidad Operativa Diaria (\%)} = \frac{\text{Tiempo de Operación (min)}}{\text{Tiempo de Producción Planificado (min)}} \times 100$$

PROPUESTA



Proceso y Comida fueron seleccionados por concentrar 12.189 minutos de parada, equivalentes al 67,6% del tiempo total registrado (18.042 min), y por encontrarse dentro del alcance del proyecto.



Puente Doblador y Tintas fueron seleccionados por concentrar la mayor proporción de paradas dentro de la categoría Proceso y encontrarse dentro del alcance definido para el proyecto.

PAUSA PARA COMER

SELECCIÓN: COMIDA
¿Por qué se seleccionó?

- Representa el 24,2% del tiempo total de parada.
- Comida no se investigó como causa raíz, ya que corresponde a una parada planificada y su impacto puede abordarse directamente mediante la optimización de relevos y planificación de la producción.
- Permite liberar tiempo productivo y reducir el impacto en la disponibilidad.

PUENTE DOBLADOR

Las hojas rectas y deformadas se procesan juntas independientemente del estado de la hoja.

TINTAS

La frecuencia de los eventos de verificación de tonalidad aumenta directamente el tiempo total de inactividad de la producción.

MEJORA IMPLEMENTADA

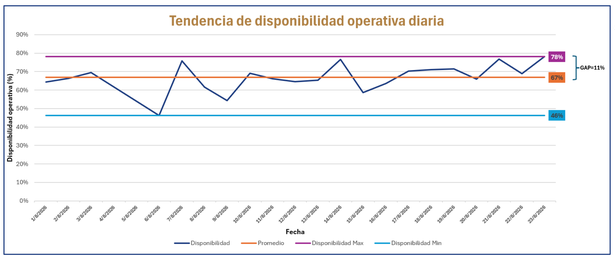
Se implementaron relevos internos entre las secciones de cada máquina y la planificación de lotes de producción durante los horarios de comida.

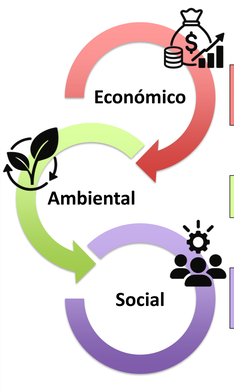
Se implementó la separación de láminas rectas y combadas, el ajuste de brazos según su condición y el apilamiento alternado para reducir atrancones.

Se estandarizó la verificación de tonalidad mediante cartillas de color y criterios visuales de aceptación, reduciendo las verificaciones repetitivas.

RESULTADOS

La disponibilidad operativa alcanzó un promedio de 67% durante la implementación, frente al 59% registrado inicialmente, evidenciando una mejora de 8 puntos porcentuales (13,6% relativa). El periodo presentó un máximo de 78% y un mínimo de 46%, con una variación de 32 puntos porcentuales.





La reducción de paradas permitió disminuir el tiempo improductivo en **26,3%**, generando un ahorro estimado de **USD 12.000**.

Se redujo en 24,1% la generación de láminas de desperdicio durante la operación.

Se capacitó al **100% del personal** de la línea de producción de imprenta en las mejoras implementadas.

CONCLUSIONES

- La implementación de las mejoras permitió alcanzar una disponibilidad operativa promedio del 67%, cumpliendo la meta establecida y superando en 8 puntos porcentuales el valor inicial de 59%.
- Las acciones implementadas en Tintas, Puente Doblador y Comida permitieron reducir fuentes relevantes de tiempo improductivo y mejorar la continuidad operativa de la línea.
- El proyecto generó impactos positivos en las dimensiones financiera, social y ambiental, con una reducción estimada del 26,3% en tiempo de parada, capacitación del 100% del personal y reducción del 60,2% en láminas de desperdicio.

INGE-3205
Código Proyecto

9 INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA