

# Gestión de fallas de máquina

**Alumno:** Nicolás Saavedra Fuentes

**Carrera principal:** Ingeniería Civil Informática

**Segunda carrera:** Ingeniería Civil Industrial

**Fecha de entrega:** 27/12/2023

## Índice

<b>1. Resumen ejecutivo .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Abstract .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Introducción .....</b>	<b>5</b>
<b>4. Objetivos .....</b>	<b>8</b>
a. Objetivo general SMART .....	8
b. Objetivos específicos .....	8
<b>5. Estado del arte .....</b>	<b>8</b>
<b>6. Solución .....</b>	<b>10</b>
a. Soluciones propuestas .....	10
b. Solución seleccionada .....	12
c. Riesgos .....	12
<b>7. Evaluación económica .....</b>	<b>13</b>
<b>8. Metodologías .....</b>	<b>16</b>
<b>9. Medidas de desempeño .....</b>	<b>18</b>
<b>10. Desarrollo del proyecto e implementación .....</b>	<b>19</b>
<b>11. Resultados .....</b>	<b>24</b>
a. Resultados cualitativos .....	24
b. Resultados cuantitativos .....	24
<b>12. Conclusiones y discusión .....</b>	<b>25</b>
<b>13. Referencias .....</b>	<b>26</b>
<b>14. Anexos .....</b>	<b>28</b>

## Resumen ejecutivo

La eficiencia de la máquina de producción de Kimberly-Clark siempre ha sido uno de los aspectos más importantes de la planta, por lo cual estar debajo del objetivo requerido mes a mes ha generado la necesidad de visualizar el problema y buscar las causas de este. En los últimos 5 meses de producción, la máquina de pañales (CL01) ha presentado un promedio de eficiencia (%OEE) del 65,18% cuando su objetivo es de un 69,5%, mientras que la máquina de papel higiénico (CLP) ha presentado un promedio de eficiencia del 39,28% cuando su objetivo es de un 40,6%. Al realizar un levantamiento del proceso de funcionamiento actual de cada máquina, se observó la oportunidad de mejorar su procedimiento de solución de fallas, en donde existen archivos de análisis de causa raíz (ACR) de fallas, los cuales no están siendo utilizados por los operadores de máquina, como tampoco los archivos Troubleshooting, destinados a ser una guía de pasos a seguir para resolver fallas complejas de máquina.

Se plantea la solución de implementar una aplicación que funcione como gestor de archivos, de forma que cada operador de máquina pueda utilizar la información de estos archivos al momento de resolver las fallas de máquina y solucionar el problema de forma eficaz. Además, se observó la posibilidad de utilizar la información del registro de fallas de máquina histórica que tiene la planta para aplicar un modelo de análisis de regresión y observar los factores más relevantes en el momento en que ocurren estas fallas.

Se espera mejorar la eficiencia de la máquina en 2 puntos porcentuales en un periodo de 6 meses, junto con disminuir los gatillos de ACR por fallas complejas. Debido a la naturaleza de la solución, no se requieren grandes inversiones de capital para la implementación de este, provocando que exista una gran viabilidad económica de la implementación de la solución con ingresos superiores a los gastos en menos de un trimestre. Debido a que el proceso de realización de ACR y TS es ya conocido en la empresa, su implementación se vuelve accesible para todos los operadores de máquina, facilitando la obtención de buenos resultados al aplicar la solución. Con la implementación parcial de un gestor de archivos, se logró generar una mejora en todo el proceso de resolución de fallas de máquina, concientizando a los operadores y analistas de la importancia de la utilización de estos archivos, aumentando el proceso de validación de ACR en comparación con meses anteriores, como también la generación de nuevos TS. Con la implementación total del proyecto se espera cumplir con los objetivos establecidos, aumentando la eficiencia de la máquina y mejorando en general el proceso de solución de fallas de máquina.

## **Abstract**

The efficiency of Kimberly-Clark's production machine has always been one of the most important aspects of the plant. Falling below the required target month after month has led to the need to visualize the problem and identify its causes. In the last 5 months of production, the diaper machine (CL01) has shown an average efficiency (%OEE) of 65.18%, with a target of 69.5%. Meanwhile, the toilet paper machine (CLP) has exhibited an average efficiency of 39.28%, with a target of 40.6%. A review of the current operating process of each machine revealed an opportunity to improve the fault resolution procedure. Root cause analysis (RCA) files exist for failures, but they are not being utilized by machine operators, nor are the Troubleshooting files, designed to guide steps for resolving complex machine failures.

The proposed solution is to implement an application that serves as a file manager, allowing each machine operator to use the information in these files when resolving machine failures and effectively addressing the problem. In addition to using information from the historical machine failure log in the plant to apply a regression analysis model and identify the most relevant factors when these failures occur. The goal is to improve machine efficiency by 2 percentage points within a 6-month period, along with reducing triggers for RCA due to complex failures.

Due to the nature of the solution, significant capital investments are not required for its implementation. This results in high economic feasibility, with returns exceeding expenses in less than a quarter. As the process of conducting RCA and TS is already familiar within the company, its implementation becomes accessible to all machine operators, facilitating the achievement of positive results when applying the solution.

With the partial implementation of a file manager, an improvement was achieved in the entire machine failure resolution process. Operators and analysts became more aware of the importance of using these files, leading to an increase in the validation process of RCA compared to previous months, as well as the generation of new Troubleshooting guides. With the complete implementation of the project, the expectation is to meet the established objectives, increasing machine efficiency and overall improving the machine failure resolution process.

## Introducción

La compañía Kimberly-Clark se dedica a la fabricación y distribución de productos de higiene de alta calidad, donde destacan en su elaboración marcas de prestigio tales como Kleenex, Huggies, Kotex, Scott y Plenitud. En Chile, la empresa consta de tres ubicaciones presenciales, la oficina comercial, el centro de distribución y la planta Santiago. En esta última existen varias áreas de trabajo; las cuales se pueden apreciar en la figura 1; siendo una de ellas “Mejora Continua”, encargada de la búsqueda de oportunidades de mejora y realización de estas en los distintos procesos operacionales de la planta. En esta área es donde se realizó la pasantía.

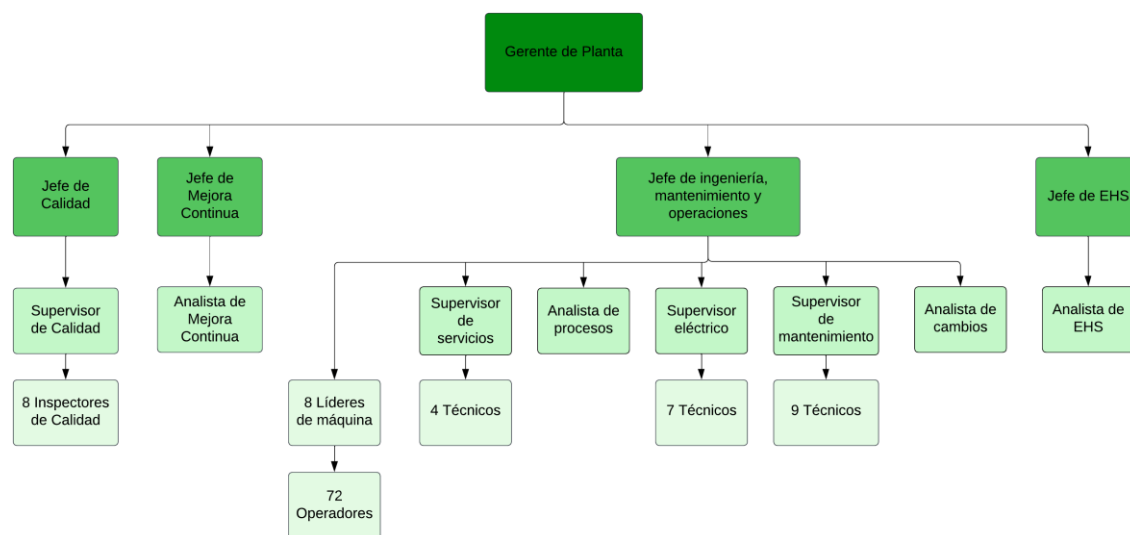


Figura 1: Organigrama de la planta Santiago de Kimberly-Clark.

La planta consta con dos máquinas que funcionan de forma paralela, la máquina CLP encargada de la fabricación de papel higiénico (Scott) y la máquina CL01 encargada de la fabricación de pañal (Huggies). En caso de que alguna de estas máquinas falle, se utilizan dos tipos de archivos. En primer lugar, están los archivos de análisis causa raíz (ACR), los cuales se generan cuando una falla cumple ciertas condiciones que implican que se deba realizar un estudio de la causal de la falla, para dejarlo registrado en un formato específico y que posteriormente pueda ser utilizada esta información para resolver las fallas de forma eficaz. Por otro lado, están los archivos Troubleshooting (TS), los cuales son tareas realizadas y registradas en ACR anteriores que cumplen con un proceso de validación, en donde se mide si el método utilizado y el tiempo gastado fue efectivo para posteriormente ser traspasados a un TS.

Actualmente, la empresa consta con más de 890 archivos ACR y más de 40 archivos Troubleshooting, los cuales no están siendo utilizados por los operadores de máquina de forma que no cumplen con el proceso de solución de fallas implementado por la empresa, el cual se puede observar en la figura 2.

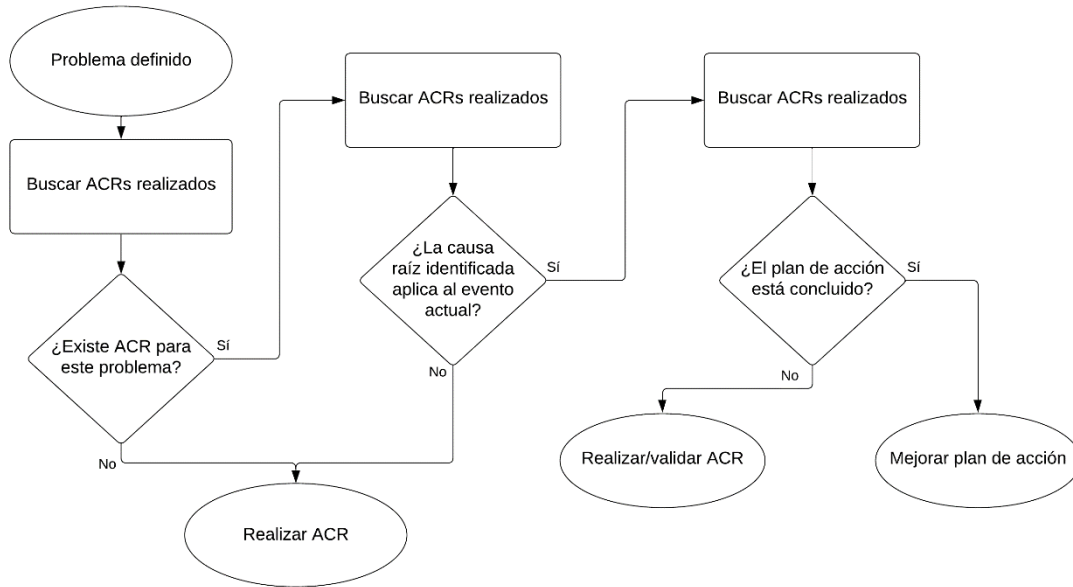


Figura 2: Diagrama del proceso de creación y utilización de ACRs.

Esto se debe a que no hay conocimiento de dónde están siendo guardados estos archivos, como tampoco un fácil y rápido acceso a ellos ya que no existe un método para poder buscar un archivo para un problema específico, provocando que sea imposible utilizarlos y cumplir con el proceso establecido por la empresa.

Si nos basamos en la información de los últimos 5 meses, la medida de desempeño de la eficiencia de la máquina (%OEE) se ha visto afectada por este problema, teniendo un promedio de 65,18% en CL01 cuando su objetivo es de 69,5%, mientras que en CLP la máquina presenta un promedio de 39,28% cuando su objetivo es de 40,6%. Se puede apreciar en las figuras 4 y 5 el %OEE por mes de cada máquina, donde no se cumple con el objetivo exigido por la empresa en casi todos los meses.

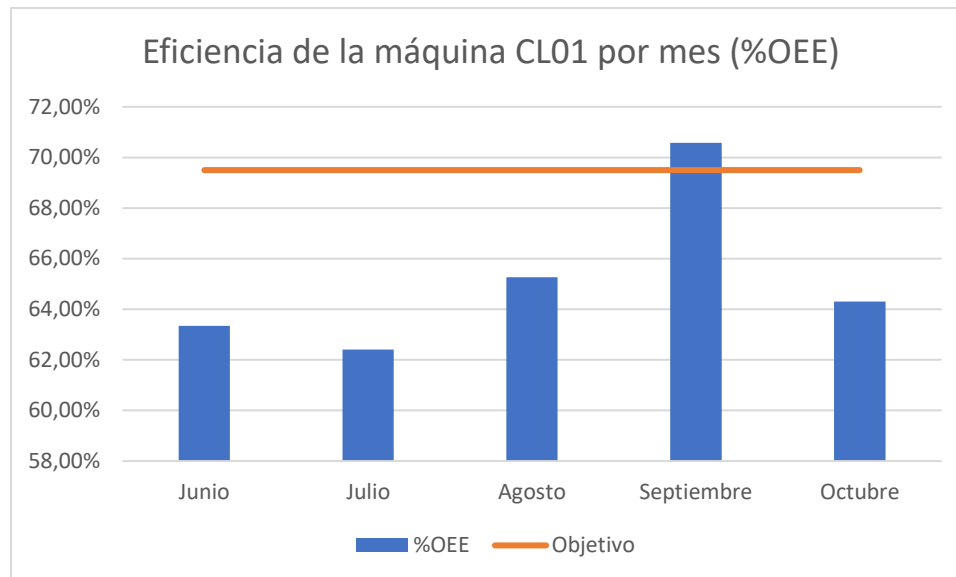


Figura 3: Gráfico de la eficiencia de la máquina CL01 por mes.

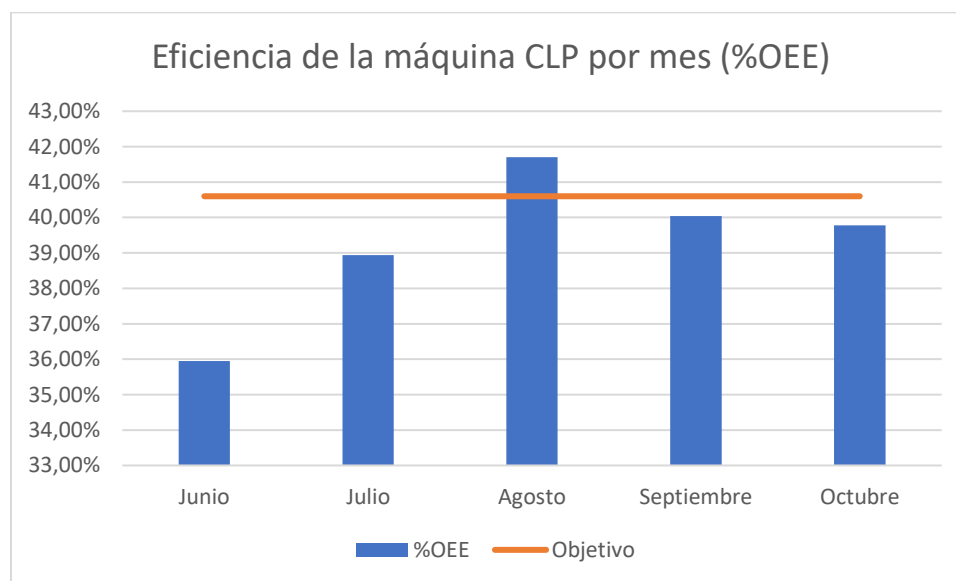


Figura 4: Gráfico de la eficiencia de la máquina CLP por mes.

Si bien el %OEE se ve afectado por una gran cantidad de variables, tales como la cantidad de veces que se realizan cambios de tamaño parando la máquina o cambios de piezas y mantenimientos, las paradas de máquina provocadas por los fallos también afectan a este KPI que para la empresa es de suma importancia. Utilizando la información que nos entrega la empresa, podemos observar que se gatillan una gran cantidad de ACR, con un promedio de 12 al mes en los últimos 3 meses, donde únicamente el 22,2% de estos son validados por los líderes en el período establecido por la empresa

de 15 días hábiles, mientras que el resto de los ACR faltante no han sido completados a la fecha de hoy, donde se puede ver el caso de ACR pendientes desde enero de este año.

## **Objetivos**

### **Objetivo General SMART**

Incrementar el %OEE de ambas máquinas en 2 puntos porcentuales durante este semestre.

### **Objetivos Específicos**

- Aumentar el tiempo de funcionamiento de la máquina.
- Disminuir la cantidad de gatillos de ACR mensuales.
- Eliminar la creación de ACR por problemas ya resueltos anteriormente.
- Incrementar el cumplimiento de validación de ACR y traspaso de tareas a Troubleshooting.

## **Estado del arte**

Frente al problema que presenta la empresa, se buscaron distintas posibilidades de soluciones a implementar para cumplir con el objetivo propuesto. Se comenzó buscando opciones sobre la oportunidad detectada en la empresa por la incorrecta utilización de su metodología de análisis causa raíz, encontrando varios artículos que señalan los beneficios de la implementación de un modelo de ACR para la disminución de fallas. En el artículo “Herramientas para el análisis de causa raíz (ACR)” realizado en la Universidad Politécnica de Valencia, se muestran los pasos para completar un ACR utilizando la técnica de los cinco porqués, el cual está en funcionamiento actualmente en la empresa, logrando la conclusión: “... se pudo tener una línea de producción más eficiente y con menos unidades defectuosas.” (Del Carmen Ovalles Acosta et al., 2017), lo cual afectaría directamente al problema para lograr los objetivos propuestos. Además, en el libro “Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora Volumen 4”, en el capítulo “Análisis Causa Raíz a una No Conformidad de un Proceso de Fabricación de Papel y Cartón Corrugado” muestra la viabilidad de este método en máquinas de fábricas similares a las que presenta la empresa, nuevamente utilizando el método de los 5 porqués. Para lograr el correcto funcionamiento de la metodología de análisis de causa raíz se requiere de un buen gestor de archivos e información de las fallas, junto con una capacitación a los líderes y operadores de máquina para que logren ejecutar eficazmente el modelo y mejorar el proceso actual de la empresa.



Otra oportunidad visible para mejorar la eficiencia de la máquina se presenta en la velocidad de producción de esta misma, puesto que ambas máquinas actualmente no están produciendo a su máxima velocidad por minuto. Para el caso de la máquina de CL01, su velocidad máxima de producción es de 950 pañales por minuto, mientras que su funcionamiento actual es inferior a los 830 pañales por minuto. Por otro lado, la máquina CLP puede producir a una velocidad de 57 papeles higiénicos por minuto en ciertos módulos de esta, mientras que otros módulos tienen una capacidad de 42 papeles higiénicos por minuto. Esto se puede deber a la existencia de cuellos de botellas en ciertos módulos de la máquina, debido a que no todas funcionan a la misma velocidad. Un trabajo realizado en la Universidad de San Carlos de Guatemala en titulado “Incrementar la eficiencia productiva eliminando los cuellos de botella, en la planta industrial procesadora de papel, cartón y productos similares para la impresión masiva de documentos, basado en análisis operacionales efectuados en el departamento de producción” muestra la capacidad de mejora que tiene la eficiencia de una máquina de fábrica al disminuir los cuellos de botellas presentes en esta, llegando a aumentar en este caso en un 48,9% la eficiencia de esta misma. Sin embargo, gran parte de la disminución de los cuellos de botella se deben a la optimización y estandarización de los procesos y de la gestión del personal, aplicando modelos como lo son el 5S y el TPM, métodos con los que la empresa ya cuenta. Aun así, queda disponible la posibilidad de buscar la existencia de cuellos de botella en los distintos módulos de la máquina, implicando inversiones de gran costo en ciertas piezas y módulos para mejorar su rendimiento.

La empresa también cuenta con un registro histórico de las fallas diarias que presentan ambas máquinas, datos que no están utilizando hoy en día más que para mostrar en una reunión mensual las zonas donde existen mayor cantidad de fallas. Esto genera la posibilidad de implementar un análisis de datos históricos de las máquinas para mejorar su eficiencia. Realizando una búsqueda, se encontraron soluciones en las que se implementan distintos modelos para predecir la vida útil restante (RUL) de la máquina, siendo en este caso aplicable para las diversas piezas de esta última, de forma que se pueda ahorrar en costos y mejorar la eficiencia de la máquina. Una investigación realizada en la Universidad de Alberta en Canadá titulada “A transferable neural network method for remaining useful life prediction” muestra la viabilidad de la implementación de un modelo de predicción de vida útil restante mediante la utilización de un historial de fallas, logrando crear un modelo que “...puede mejorar la precisión de la predicción de RUL en más de un 30% en comparación con diferentes métodos reportados.” (He et al., 2023). Sin embargo, en la actualidad la empresa cuenta con una metodología de trabajo de monitoreo diario, en donde se utilizan

tecnología de medición de vibración, ultrasonido, análisis de fluidos, termografía, pruebas de motores, alineación y balanceo, pruebas no destructivas y lecturas de procesos, mediante un método de forward error correction (FEC), enfocado principalmente en las averías que presenta la máquina, lo cual les da la capacidad de poder predecir en qué momento una pieza de la máquina va a fallar con antelación. Esto limita los márgenes de mejora del proceso aplicando el modelo mencionado anteriormente con las fallas de máquina diaria, disminuyendo su factibilidad y utilización para la empresa.

Por otro lado, se observó la posibilidad de poder utilizar los datos históricos de las fallas aplicando un modelo de regresión múltiple para encontrar correlación entre variables y generar conclusiones con respecto a las fallas que permitan aplicar acciones correctivas sobre los factores más relevantes de este. Diversos artículos sobre aplicaciones de regresiones lineales simples y múltiples, como lo son uno realizado en la Universidad de Granada llamado “Modelos de regresión lineal múltiple” y otro en la Universidad Central de Venezuela titulado “Modelos de regresión lineal múltiple en presencia de variables cuantitativas y cualitativas para predecir el rendimiento estudiantil”, muestra la viabilidad de la aplicación de estos modelos sobre variables cualitativas mediante la utilización de dummies, siendo de gran relevancia para la aplicación de este proyecto debido al tipo de variables que presentan los datos históricos de las fallas, las cuales son en su gran mayoría del tipo categóricas. Puesto que esta solución afecta directamente a la mejora de la eficiencia de la máquina con la aplicación de las acciones correctivas para disminuir la cantidad de fallas en los factores más relevantes que entregue la regresión implementada, se aprecia como una gran propuesta de solución para cumplir el objetivo de aumentar en dos puntos porcentuales el OEE de ambas.

## **Solución**

### **Soluciones propuestas**

- Gestor de archivos ACR y TS: realizar una aplicación en la cual se puedan buscar todos los archivos ACR y TS que presenta la empresa, de forma que los operadores de máquina puedan utilizarlos. Para esto, se debe crear una base de datos única en la cual se pueda seguir actualizando constantemente los archivos mediante la aplicación, donde únicamente los jefes de cada área puedan agregar, modificar y eliminar los archivos, mientras que los operadores tengan permitido solamente visualizarlos.

- Pros: proceso ya familiarizado por la planta, utilización de información de años de fallas, bajos costos de inversión, fácil aceptación y capacitación a los operadores.
  - Contras: no utilización de la aplicación, dependencia de que se cumpla con el proceso establecido por la empresa.
- Cuellos de botella en máquinas: realizar una búsqueda de posibles cuellos de botellas que presente la máquina, en donde existan módulos que no alcancen la velocidad máxima que tienen otros módulos y buscar posibles inversiones de mejora en estos aspectos, modificando piezas fundamentales para el proceso y acelerando la producción general de la máquina. Además, cambiar el proceso actual implementado modelos de mejora y optimización de estos.
  - Pros: gran impacto al implementar la solución, fácil de medir.
  - Contras: grandes costos de inversión, alta posibilidad de rechazo por parte de la empresa, gran parte de las soluciones ya fueron implementadas (5S y TPM).
- Predicción de vida útil restante (RUL): utilizar el registro histórico de fallas de máquina para aplicar un modelo de predicción de vida útil restante para anticiparse a fallas de máquina por avería de piezas que necesitaban ser cambiadas. De esta forma, disminuir los tiempos de máquina parada por fallas, cambiando las piezas con anterioridad.
  - Pros: mejorar el proceso actual de predicción, utilización de información histórica no usada actualmente, bajos costos de inversión.
  - Contras: ya existen métodos de predicción de vida útil de las piezas, utilización de tecnologías de vibración, ultrasonido, termografía, etc., posibles bajos resultados en la implementación.
- Regresión sobre las fallas históricas: realizar una regresión sobre los datos obtenidos del registro histórico de fallas de máquina, donde se busquen las variables más relevantes frente a las fallas y su correlación con el tiempo de demora en solucionarlos, para aplicar medidas correctivas sobre estas variables y disminuir la cantidad de fallas gatilladas por la máquina.
  - Pros: utilización de información histórica, bajos costos de inversión, fácil visualización de factores relevantes en las fallas que no se están tomando en cuenta actualmente.
  - Contras: las variables pueden no cumplir con los requisitos para aplicar una regresión, posibles bajos resultados en la implementación.

### **Solución seleccionada**

Con todas estas posibles soluciones encontradas, se selecciona en primer lugar el realizar un control de gestión de los archivos de ACR y TS de la empresa mediante la creación de una aplicación para la gestión de los archivos y una base de datos que los almacene, de forma que puedan realizar el método de análisis de causa raíz correctamente, manteniendo la utilización de la técnica de los 5 porqués. Se selecciona esta solución por sobre la búsqueda de cuellos de botella debido a la alta estandarización y optimización que presenta la empresa y la poca viabilidad de la realización de una gran inversión monetaria para el cambio de piezas de máquina que sean cuellos de botella, junto con el beneficio de que el método de análisis causa raíz es ya conocido y familiar en la empresa, generando una sencilla y rápida aceptación y capacitación de esta.

Además, para la utilización de los datos históricos de las fallas, se selecciona la opción de implementar una regresión sobre estos datos por sobre el modelo de predicción de vida útil restante, puesto que la empresa ya cuenta con un sistema de predicción de fallas mediante un monitoreo constante sobre una gran cantidad de variables, visualizando una oportunidad de mejora superior con la implementación de la regresión para observar los factores más relevantes en las fallas de máquina. Se buscará aplicar una regresión múltiple con variables binarias (dummy) modificando los datos mencionados anteriormente. Para este modelo se utilizarían como variables dependientes (Y) el tiempo que estuvo la máquina sin funcionar en cada falla, como también si la falla gatilla un ACR o no, mientras que las variables independientes serían la categoría, subcategoría y el motivo de la falla, como también la hora y turno en el que se provocó. Este análisis se llevaría a cabo con el fin de encontrar variables relevantes en las fallas, generando información útil para desarrollar procedimientos de mejora en sectores específicos donde se presenta una cantidad significativa de relación entre una variable y una falla que gatille un ACR, junto con distinguir que tipo de ACR o Troubleshooting puede presentar una mejora en la efectividad de la resolución del problema.

### **Riesgos**

Para visualizar los riesgos de la implementación de la solución seleccionada, se realizó una matriz de riesgos, en la cual se utilizó la siguiente tabla para medir la probabilidad de que ocurra una situación de riesgo y el nivel de impacto de este.

		Impacto		
		Baja	Media	Alta
Probabilidad		1	2	3
Baja	1			
Media	2			
Alta	3			

Figura 5: Matriz de probabilidad e impacto de un riesgo.

Como se puede apreciar, está dividida en 3 niveles, bajo, medio y alto. Con esta información se realizó una matriz de riesgos utilizando los valores de esta tabla, analizando cada posible riesgo que se pueda presentar al implementar la solución seleccionada.

Riesgo	Probabilidad	Impacto	Riesgo	Medida
Eliminación de un archivo de la aplicación.	1	3		Todo el código de la aplicación estará subido en otro lugar (GitHub y otra carpeta local).
Perdida de control de acceso.	1	3		Se dejará una guía de como funciona la aplicación y su código para solucionar estos problemas.
Problemas de entendimiento de la APP.	2	2		Video de capacitación de la aplicación.
Caída del servidor (red local).	1	2		Archivos subidos de respaldo en sharepoint.
Necesidad de implementar más funciones.	2	1		Se dejará una guía de como funciona la aplicación y su código para solucionar estos problemas.

Figura 6: Matriz de riesgo con su nivel de probabilidad, impacto y medida a seguir.

## Evaluación económica

En primer lugar, como la solución seleccionada de aplicar una regresión sobre los datos históricos de fallas de máquina no presenta un ingreso extra que no sea el sueldo del desarrollador del proyecto, el cual ya va incluido en la evaluación financiera del desarrollo de la aplicación para la gestión de archivos, únicamente se tomará en cuenta esta última solución para este apartado, contemplando toda la evaluación económica.

La implementación de la solución de crear una aplicación que puedan usar los operadores de máquina para visualizar los archivos de solución de problemas, implica la necesidad de tener una forma rápida de poder utilizar esta solución donde, luego de evaluar las posibles opciones para que los operadores puedan acceder rápidamente desde la máquina a los archivos, se tomó la decisión de invertir en una tableta para cada máquina, la cual estará conectada a la red local de la planta y al

alcance de cualquier operador de máquina en cualquier momento, de forma que al ocurrir una falla, puedan rápidamente utilizar la solución. Debido a la seguridad de los equipos y los requisitos mínimos por parte del área de TI de la compañía, las tabletas a comprar deben ser de una marca en específico (en este caso de la marca Dell) y cumplir ciertas condiciones, lo cual conlleva a un gasto mayor que comprar otro tipo de tableta. El modelo de la tableta exigida por el área de TI es un Tablet RUGGED 7230, con un valor unitario de 2.426 USD, lo que equivaldría a día de hoy 26 de noviembre de 2023 a 4.211.610 CLP comprando ambos equipos. Además, se debe tomar en consideración para los costos de este proyecto el sueldo total de un ingeniero civil, donde el promedio estimado del salario mensual es de 1.540.498 CLP y un total con los 6 meses de trabajo de 9.242.988 CLP.

Se realizaron tres flujos de caja, un caso base donde se cumple con el objetivo general de mejora en un 2% de %OEE, un caso pesimista donde se mejora en un 1% y un caso optimista donde se mejora en un 4%, utilizando los valores que se presentan a continuación.

Caso	%OEE	Minutos
Pesimista	1%	200
Base	2%	400
Optimista	4%	800

Figura 7: Tabla del %OEE equivalente a los minutos de producción.

Máquina	Producción por minuto	Pesimista	Base	Optimista
CL01	820	164000	328000	656000
CLP	42	8400	16800	33600

Figura 8: Tabla de producción mensual para cada máquina de los minutos extras por caso.

Para la realización de los flujos de caja, se utilizó un valor de costos de producción unitario entregados por la empresa, en el cual ya se contempla el costo de la materia prima, el funcionamiento de la máquina y el transporte de los productos. Se evaluó los ingresos de un año con la implementación del proyecto, dividido en 4 trimestres, con una tasa anual de inflación de 4% estimada para el año 2024 y una vida útil de las tabletas de 3 años, junto con un cálculo de la tasa de descuento utilizando CAPM con valores de Kimberly-Clark, obteniendo los siguientes resultados.

	Low	Mid	Hight
CAPM	8,52%	9,37%	10,22%
CAPM trimestral	2,07%	2,26%	2,46%

Figura 9: Tabla del cálculo de la tasa de descuento utilizando CAPM.

Pesimista	Trimestre 0	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4
Ingresos por ventas	-	\$ 197.577.014	\$ 197.577.014	\$ 197.577.014	\$ 197.577.014
Costos por ventas	-	\$ -154.067.976	\$ -154.067.976	\$ -154.067.976	\$ -154.067.976
Depreciación	-	\$ -350.967	\$ -350.967	\$ -350.967	\$ -350.967
Ganancias o pérdidas de capital	-	-	-	-	\$ 231.448
Utilidad antes de impuestos	\$ -	\$ 43.158.071	\$ 43.158.071	\$ 43.158.071	\$ 43.389.519
Impuestos a las empresas	-	\$ -11.652.679	\$ -11.652.679	\$ -11.652.679	\$ -11.715.170
Utilidad después de los impuestos	\$ -	\$ 31.505.392	\$ 31.505.392	\$ 31.505.392	\$ 31.674.349
Depreciación	-	\$ 350.967	\$ 350.967	\$ 350.967	\$ 350.967
Ganancias o pérdidas de capital	-	-	-	-	\$ -231.448
Flujo operacional	\$ -	\$ 31.856.359	\$ 31.856.359	\$ 31.856.359	\$ 31.793.868
Inversión fija	\$ -4.211.610	-	-	-	-
Valor residual de los activos	-	-	-	-	\$ 3.039.188
Capital de trabajo	\$ -9.242.988	-	-	-	-
Recuperación capital de trabajo	-	-	-	-	\$ 9.242.988
Flujo de capitales	\$ -13.454.598	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 12.282.176
Flujo de caja privado	\$ -13.454.598	\$ 31.856.359	\$ 31.856.359	\$ 31.856.359	\$ 44.076.044

Figura 10: Flujo de caja del caso pesimista.

VAN	\$ 118.244.221
TIR	237%
Relación B/C	9,79
PRC	0,422

Figura 11: VAN, TIR, Relación B/C y PRC del caso pesimista.

Base	Trimestre 0	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4
Ingresos por ventas	-	\$ 395.154.029	\$ 395.154.029	\$ 395.154.029	\$ 395.154.029
Costos por ventas	-	\$ -308.135.952	\$ -308.135.952	\$ -308.135.952	\$ -308.135.952
Depreciación	-	\$ -350.967	\$ -350.967	\$ -350.967	\$ -350.967
Ganancias o pérdidas de capital	-	-	-	-	\$ 231.448
Utilidad antes de impuestos	\$ -	\$ 86.667.109	\$ 86.667.109	\$ 86.667.109	\$ 86.898.557
Impuestos a las empresas	-	\$ -23.400.119	\$ -23.400.119	\$ -23.400.119	\$ -23.462.610
Utilidad después de los impuestos	\$ -	\$ 63.266.990	\$ 63.266.990	\$ 63.266.990	\$ 63.435.947
Depreciación	-	\$ 350.967	\$ 350.967	\$ 350.967	\$ 350.967
Ganancias o pérdidas de capital	-	-	-	-	\$ -231.448
Flujo operacional	\$ -	\$ 63.617.957	\$ 63.617.957	\$ 63.617.957	\$ 63.555.466
Inversión fija	\$ -4.211.610	-	-	-	-
Valor residual de los activos	-	-	-	-	\$ 3.039.188
Capital de trabajo	\$ -9.242.988	-	-	-	-
Recuperación capital de trabajo	-	-	-	-	\$ 9.242.988
Flujo de capitales	\$ -13.454.598	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 12.282.176
Flujo de caja privado	\$ -13.454.598	\$ 63.617.957	\$ 63.617.957	\$ 63.617.957	\$ 75.837.642

Figura 12: Flujo de caja del caso base.

VAN	\$ 238.411.723
TIR	473%
Relación B/C	18,72
PRC	0,211

Figura 13: VAN, TIR, Relación B/C y PRC del caso base.

Como se puede observar en las figuras anteriores, el proyecto presenta una gran viabilidad financiera puesto que incluso en el caso pesimista del proyecto, los resultados obtenidos son positivos, donde se puede apreciar un VAN ampliamente superior a 0, generando ganancias para la empresa, como también un TIR de 237% ampliamente superior a la tasa de descuento calculada con CAPM de 9,37%. Además, la relación B/C del caso pesimista es superior a 9, lo que implica unos beneficios 9 veces mayores a los costos en un plazo de un año, con un periodo de recuperación del capital (PRC) inferior a 1, por lo cual en menos de un trimestre se recupera toda la inversión. Estos resultados ampliamente superiores a los gastos de inversión se deben a la pequeña inversión que debe realizar la empresa para implementar esta solución, la cual implica un gran aumento en la producción.

Cabe destacar que también se realizó un flujo de caja del caso optimista como ya se mencionó, pero no fue agregado debido a que ya se demostró la viabilidad del proyecto únicamente con el caso pesimista. De todas formas, en la sección de Anexos se puede observar este flujo de caja junto con otros datos utilizados para el desarrollo de la evaluación económica.

## **Metodologías**

Para el desarrollo de este proyecto, se utilizó la metodología ágil SCRUM dividiendo el proyecto en un levantamiento del proceso inicial, visualizando completamente el problema con las posibles soluciones a implementar, para posteriormente realizar un sprint planning, dividiendo el proyecto en distintos sprints.

- **Levantamiento del proceso.**
  - Entrevistas a los jefes de cada área de la planta, tales como el área de mantenimiento, supply, operaciones, mejora continua, entre otros, junto con los líderes de cada turno de trabajo de los operadores de máquina, con el fin de generar un diagrama del proceso de solución de fallas de máquina, además del proceso de generación y validación de ACR y traspaso de tareas a Troubleshooting.
  - Comparación entre la metodología a seguir según el protocolo establecido por la empresa y el proceso real que llevan a cabo los trabajadores en su día a día.
  - Planificación de los sprints a realizar (Sprint planning) en los cuales se dividirá el desarrollo e implementación del proyecto.



- **Sprint 1: Desarrollo de la aplicación temporal.**
  - Creación de una base de datos única que contenga tanto los ACR de cada una de las máquinas, como también los Troubleshooting, asignándoles las propiedades correspondientes a cada uno de los archivos, tales como la máquina, zona, módulo, descripción, fecha, autor y comentarios. De esta forma los archivos quedarán accesibles a todos los trabajadores de la planta para cualquier tipo de falla que presente la máquina.
  - Desarrollo de un software para la utilización de los archivos, el cual se desarrollará utilizando Power Apps, debido a que la empresa ya está familiarizada con este desarrollador.
  - Implementación de la aplicación temporal, realizando capacitaciones a todos los trabajadores relacionados con el proyecto.
  - Sprint Review con los analistas y operadores de máquina para recibir feedbacks de mejora de la solución proyecto.
- **Sprint 2: Desarrollo de la aplicación final.**
  - Creación de una base de datos de usuarios utilizando MySQL para controlar la utilización de los archivos, presentando todos los usuarios el acceso a la visualización de los archivos, mientras que los usuarios registrados en la base de datos tendrán acceso a la modificación, eliminación y creación de nuevos archivos.
  - Desarrollo de un software para la utilización de estos archivos, el cual se desarrollará utilizando React con un lenguaje de programación de JavaScript, junto con Node.js y Express. Con esto se espera generar la capacidad de poder filtrar y visualizar los distintos tipos de archivos de forma rápida, junto con poder agregar nuevos ACR o Troubleshooting a la base de datos, modificar las propiedades de algún archivo o eliminarlo en caso de ser necesario.
  - Implementación de la aplicación en la red local de la planta, junto con las capacitaciones correspondientes y un Sprint Review.
- **Sprint 3: Análisis de los datos históricos de fallas.**
  - Análisis de las variables de los datos históricos de fallas de máquina, donde se realizará una limpieza de datos, modificando y seleccionando las variables a utilizar en el modelamiento matemático seleccionado.

- Aplicación del modelo matemático sobre las variables para obtener información relevante sobre las fallas de máquina.
- Generación y entrega de las conclusiones en base a los resultados obtenidos del modelamiento, de forma que se puedan crear medidas a seguir para el mejoramiento del proceso y eficiencia de la máquina.
- Retrospective del proyecto en su totalidad, para visualizar todo lo que se realizó, de forma que se puedan obtener conclusiones valiosas de mejoras en los pasos ejecutados y analizar los resultados obtenidos de la implementación.

En cada uno de los sprints mencionados anteriormente, se realizarán reuniones diarias breves con el supervisor directo del proyecto, de forma que se pueda evaluar el trabajo realizado constantemente y obtener aprobación de cada paso ejecutado, junto con un repaso de las tareas pendientes. Además, cada dos semanas se realiza una reunión con toda el área, para mostrar los avances más importantes en el desarrollo de cada sprint y obtener un feedback del jefe del área de trabajo.

### Medidas de desempeño

Para medir el éxito y desempeño del proyecto, se seleccionaron las siguientes medidas de desempeño, las cuales están relacionadas con los distintos objetivos específicos planteados anteriormente en el proyecto.

- %OEE: eficiencia de la máquina mensual, la cual la misma planta entrega día a día para cada una de las máquinas y será supervisada una vez implementada la solución.
- ACR gatillados durante el mes: se contará la cantidad de ACR que fueron gatillados en cada una de las máquinas por fallas que cumplan las condiciones de exceder el tiempo estimado para solucionar un problema, reiteración de la falla el mismo día, etc. Este valor se comparará con la cantidad de ACR gatillados en meses anteriores.
- Porcentaje de validación de ACR en los plazos establecidos: los ACR tienen un periodo de 15 días hábiles para ser validados por los jefes correspondientes, y al implementar la solución se espera que este porcentaje aumente en comparación con meses pasados.
  - $\%ACR \text{ validados en los plazos} = \frac{ACR \text{ validados en los 15 días hábiles}}{Total \text{ de ACR gatillados en el mes}}$
- Waste: porcentaje de productos fallidos durante la producción mensual de ambas máquinas, el cual la misma planta entrega este valor día a día para cada máquina.

## Desarrollo del proyecto e implementación

Luego de realizar el levantamiento del proceso en la planta, con sus respectivas entrevistas a los jefes de cada área y operadores de máquina, junto con una comparación entre la metodología establecida por la empresa para operar la máquina y el proceso actual que realizaban los operadores de máquina, se comenzó con el desarrollo del proyecto siguiendo la metodología establecida.

En primera instancia se realizó el sprint 1, en donde se desarrolló una aplicación utilizando Power Apps de Microsoft para crear una solución temporal con un programa de creación de aplicaciones que la empresa ya ha utilizado, con el fin de comenzar a visualizar los resultados con anterioridad. Esta aplicación utiliza como base de datos una biblioteca de archivos de Sharepoint, donde se encuentran todos los ACR y TS actuales que tiene la planta y que han sido validados. Para esto, se observó cada uno de los archivos guardados en la red local de la planta para asignar sus propiedades al momento de subirlos a la biblioteca de archivos, siendo estas la propiedad de Máquina, Zona, Módulo, Fecha, Autor, Descripción y Comentarios.



Figura 14: Visualización del inicio de la aplicación temporal creada.

En la figura anterior se puede observar el inicio de la aplicación y su diseño, donde existen dos grandes apartados de “Buscar” para realizar una búsqueda de los ACR y TS, y “Validar” donde se entrega la opción de agregar un nuevo archivo, como también la opción de modificar un archivo ya existente en la base de datos, como se puede observar en las siguientes figuras.

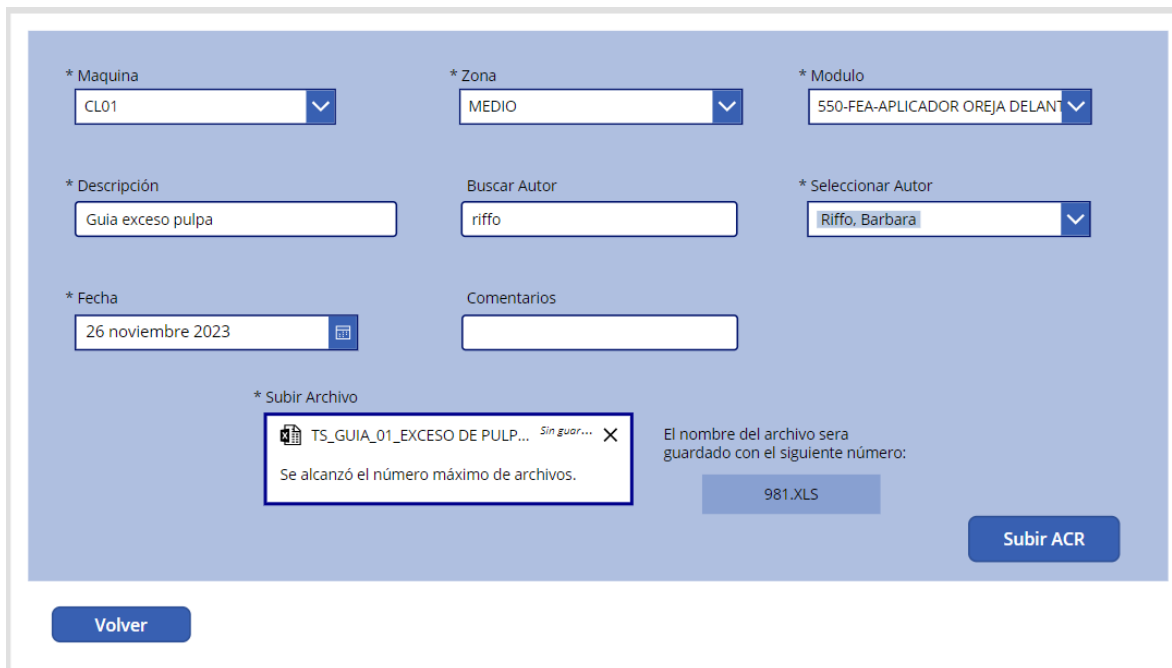


Figura 15: Visualización de la pestaña para agregar ACR y TS.

Para poder agregar un nuevo archivo de ACR o TS a la base de datos mediante la aplicación, se utilizó la herramienta de Power Automate, en donde se creó un flujo que añade un nuevo archivo en la biblioteca de Sharepoint con las propiedades seleccionadas; como se observa en la figura anterior.

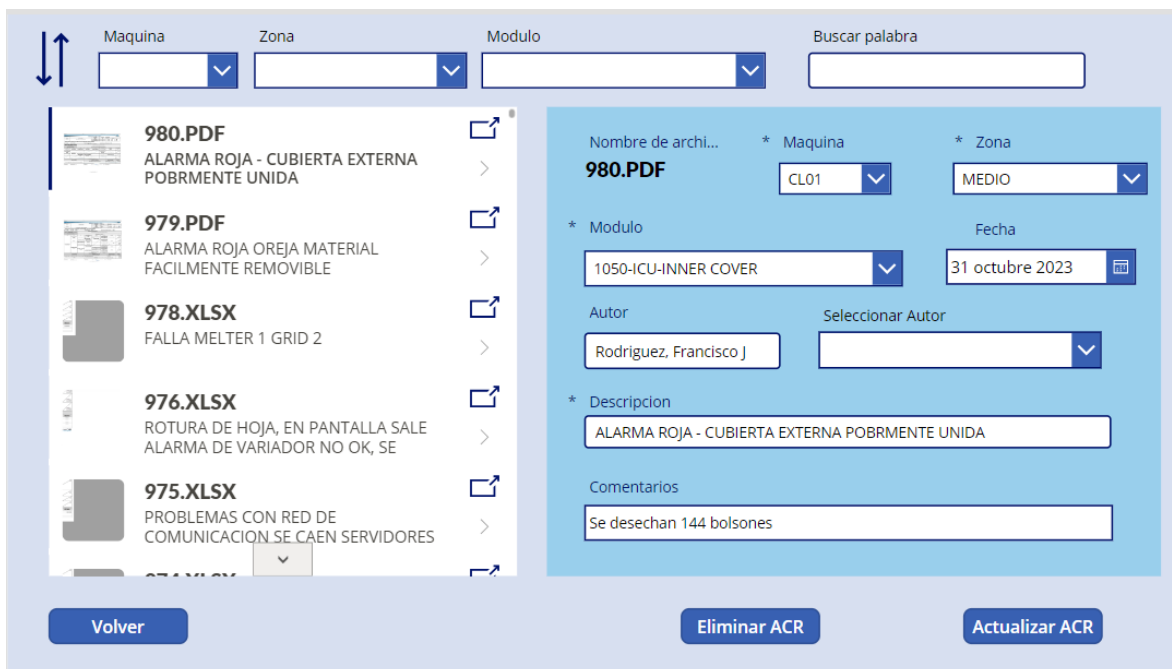
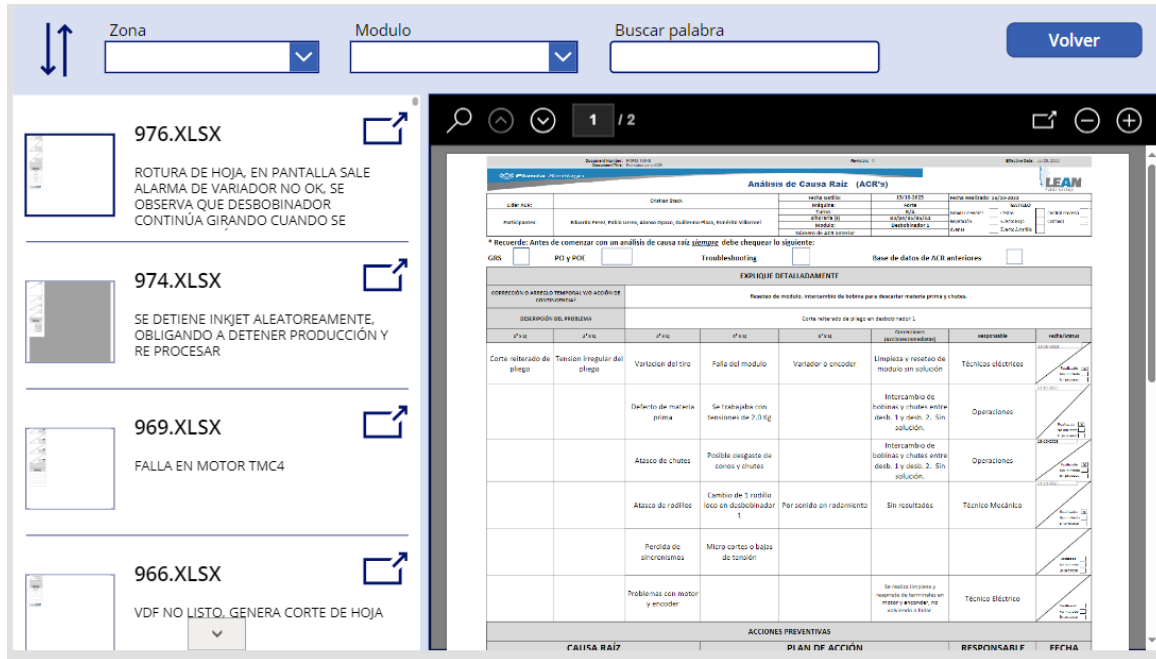


Figura 16: Visualización de la pestaña para modificar ACR y TS

Como se mencionó anteriormente, también se diseñó una pestaña para poder buscar estos archivos y filtrarlos con respecto a la zona en que ocurrió la falla y su respectivo módulo, junto con una opción de buscar palabras claves en las descripciones de los archivos y mejorar la búsqueda de estos.



The interface includes a search bar with filters for 'Zona' and 'Modulo', and a 'Buscar palabra' field. Below the filters, there is a list of files with their IDs and descriptions. The main part of the interface displays a detailed ACR report for a specific file, showing the problem description, the root cause analysis, and the corrective actions taken.

EXPLICAR DETALLADAMENTE		CORRECCIONES		RESPONSABLE		FECHA	
Defecto de materia prima	Se trabajaba con tensiones de 2.0 Kg	Intercambio de bobinas y chutes entre dev. 1 y dev. 2. Sin solución.	Operaciones	12/01/2023	12/01/2023	12/01/2023	12/01/2023
Atasco de chutes	Posible desgaste de conos y chutes	Intercambio de bobinas y chutes entre dev. 1 y dev. 2. Sin solución.	Operaciones	12/01/2023	12/01/2023	12/01/2023	12/01/2023
Atasco de radillos	Cambio de 1 radillo loco en doblador 1	Perforado en rodamiento 1	Sin resultados	Técnico Mecánico	12/01/2023	12/01/2023	12/01/2023
Perforado de piniones	Mucho corte o bajos de tensión				12/01/2023	12/01/2023	12/01/2023
Problemas con motor y encoder		Se realizó limpieza y mantenimiento de bobinas por motor y encoder, no solucionado el problema.	Técnico Eléctrico	12/01/2023	12/01/2023	12/01/2023	12/01/2023

Figura 17: Interfaz de la búsqueda de archivos de ACR.

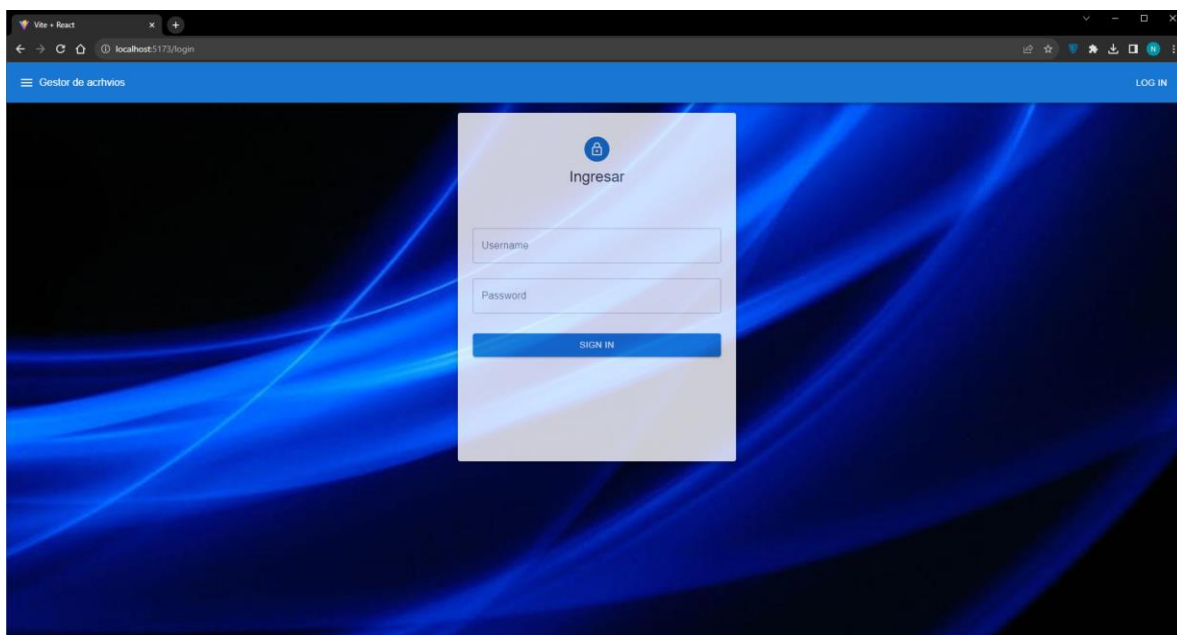
Con esta aplicación, los operadores de máquina ya pueden visualizar los archivos ACR y TS en sus computadores y celulares, presentando accesos restringidos, en donde solamente pueden ver el contenido de los archivos, pero no pueden modificarlos. Mientras que los jefes de cada área de la planta y los analistas de estas tienen acceso a la modificación de archivos, de forma que solamente ellos puedan agregar nuevos archivos, modificarlos o eliminarlos de la base de datos de Sharepoint.

La capacitación de esta aplicación ya fue realizada en un 100% para todos los trabajadores de la planta que se ven afectados con esta solución, quedando únicamente la realización de la capacitación de la aplicación en las tabletas, las cuales siguen en proceso de compra por parte de la empresa. Esto afecta directamente a los resultados esperados debido a que, sin estas tabletas, no es posible utilizar de forma rápida los archivos al momento en que falla una máquina, dejando únicamente la opción de que se utilicen en el desarrollo de nuevos ACR y TS, utilizándolos como respaldo de información pasada.

Para finalizar con el primer sprint, se realizó un Sprint Review con los analistas y operadores de máquina, en donde se recibieron feedbacks de utilidad para la mejora de la aplicación. Se logró

visualizar la oportunidad de añadir una función en la aplicación en la cual se ingrese y notifique de forma automática la necesidad de realizar un nuevo ACR para una falla de máquina, ya que actualmente se ingresan manualmente los gatillos de ACR de las máquinas mediante un Excel, en donde el analista del área de mejora continua debe ir personalmente a avisar a los responsables la necesidad de crear un nuevo ACR. Además, cuando se valida un nuevo archivo de ACR, el analista debe ingresar manualmente al mismo Excel que el archivo ha sido subido, siendo esta una oportunidad de mejora para automatizar este proceso en la aplicación final del proyecto. Por último, se creó una guía del funcionamiento de la aplicación, en donde se explica cómo fue realizada esta, con sus variables correspondientes y la ubicación de la base de datos para ayudar al entendimiento de la aplicación frente a la necesidad de modificarla.

Posteriormente, se realizó el segundo sprint, en donde se comenzó con el desarrollo de la aplicación final. Fue creada con éxito la base de datos en MySQL, con una tabla llamada “Perfil” en donde se almacenan los datos de los usuarios que tendrán acceso a realizar modificaciones en los archivos. Esta base de datos se conectó al backend de la aplicación utilizando la librería “mysql” de javascript, logrando implementar con éxito el inicio de sesión, como se puede visualizar en la siguiente figura.



*Figura 18: Visualización del inicio de sesión de aplicación final.*

Este inicio de sesión solamente será utilizado por los trabajadores de la planta que tengan la autorización de poder agregar, modificar y eliminar archivos de ACR y TS, mientras que el resto de los operadores de la planta podrá acceder a la información de los archivos sin tener la necesidad de

iniciar sesión, pero restringiendo su acceso a solamente visualizarlo. Como la aplicación estará subida a la red local de la empresa, no será necesario el exigir un inicio de sesión a los operadores de la máquina, ya que al tener acceso a la aplicación ya confirman que tienen acceso a la red local de la planta y, por lo tanto, autorización para poder visualizar y utilizar los archivos de fallas. Queda por terminar el diseño final de la aplicación para el apartado de la visualización de los archivos, donde además se utilizará los feedback recibidos en el sprint anterior para añadir las nuevas funcionalidades en la aplicación, las cuales no pueden ser agregadas a la aplicación temporal del primer sprint debido a las limitaciones que contempla Power Apps en su desarrollo.

Con respecto a la regresión, se lograron bajar 1490 fallas para la máquina de CLP y 871 fallas para la máquina de CL01 de los últimos 3 meses. Se seleccionaron las variables a utilizar en la regresión, siendo estas la hora en que ocurrió la falla de máquina, la categoría y el turno correspondiente, en donde se modificó el formato de la variable hora, para quedar expresada únicamente en un número, como también se modificó la variable de categoría y turno, las cuales fueron transformadas a variables dummies, de forma que puedan ser utilizadas en la regresión ya que eran variables categóricas. De esta forma, queda aplicar el modelo de regresión para sacar las conclusiones pertinentes de las variables más importantes en las fallas de máquina.

## **Resultados**

### **Resultados cualitativos**

Durante el proceso de implementación de la solución, se descubrió que existía un desconocimiento de cómo debería ser el proceso de solución de una falla de máquina. Antes de aplicar la solución, los operadores de máquina solamente resolvían las fallas utilizando sus conocimientos y experiencias personales, por lo que en ningún momento se tenía pensado el utilizar archivos de fallas que ya contemplaba la planta para solucionar estos problemas. De esta forma, el aplicar la solución generó un aprendizaje de cómo debería ser realmente el proceso de solución de fallas en los operadores, de forma que a futuro se logre aumentar en gran medida la eficiencia del proceso al seguir el procedimiento estipulado por la planta.

En este mismo aspecto, también se desconocía la existencia de estos archivos ACR, donde solamente los líderes de máquina sabían de su existencia debido a la obligación que presentan de crear y gatillar nuevos ACR cuando la máquina está parada por un problema más de una hora. Mientras que para los archivos TS, la gran mayoría de los líderes tampoco sabía de su existencia ni utilidad, por lo que la realización de este proyecto generó una capacitación completa del proceso.

### **Resultados cuantitativos**

Como ya se mencionó anteriormente, con el desarrollo de la aplicación de Power Apps ya se realizaron el 100% de las capacitaciones de esta aplicación, incluyendo tanto a los operadores y líderes de máquina, como también a los analistas y jefes de cada área afectada. Con esto ya se comenzaron a recibir resultados en las medidas de desempeño seleccionadas, donde en la cantidad de ACR validados durante el mes pasado fue de 7, cuando el promedio de validación de los últimos 3 meses antes de implementar la solución era de 6 ACR.

Además, ya se están realizando progresos en los TS mediante la utilización de la aplicación, subiendo un total de 2 nuevos archivos para este último mes, acelerando el proceso en gran medida ya que llevaban meses sin realizar un nuevo TS a la base de datos. Esto se debe principalmente a la visibilidad que aportó al problema el desarrollo de la solución, mostrando que existen herramientas para mejorar el proceso actual de resolución de fallas de máquina.



## Conclusiones y discusión

En primer lugar, debido a que la empresa aún no ha realizado la compra de las dos tabletas para cada una de las máquinas, la solución no se ha logrado aplicar en su totalidad, ya que solamente puede ser utilizada en los computadores de los jefes y analistas de cada área, como también por los líderes de máquina, pero no por los operadores, siendo estos los principales responsables de resolver un fallo de máquina en el momento en que se gatilla. De esta forma, no se pueden visualizar cambios en los KPI de %OEE y Waste, como tampoco en los gatillos de ACR, ya que se esperaba que estos indicadores mejoraran al utilizar los archivos de ACR y TS en el momento en que surge una falla de máquina. Este problema afecta directamente a los resultados esperados para el proyecto, de forma que se siguen realizando conversaciones con la empresa para agilizar el proceso de compra de los dispositivos.

Por otro lado, la implementación de la solución generó un cambio en los operadores de máquina y en los analistas de proceso, puesto que se logró visualizar la importancia de la utilización de estos archivos, generando inmediatamente feedbacks de mejora en estos, donde se observó archivos de fallas con soluciones anticuadas, principalmente en los Troubleshooting, las cuales actualmente no son eficientes o directamente no son aplicables por los nuevos módulos y zonas que existen en las máquinas, quedando obsoletos estos archivos. Con esto se logró aumentar el desarrollo de nuevos TS, como se mencionó en los resultados, y de esta forma mejorar significativamente el proceso de solución de fallas de máquina de forma completa.

Si bien la implementación del proyecto no está totalmente completada, se espera tener al menos 3 nuevos archivos TS para el final de año, además de aumentar la validación de los ACR en un 50% con respecto a los últimos 3 meses. Además, se espera cumplir con el objetivo propuesto de mejorar la eficiencia de la máquina en 2 puntos porcentuales y disminuir los gatillos de ACR y generación de archivos con fallas ya resueltas en anteriores archivos. Por último, se espera que el proceso en general de la solución de fallas de máquina mejore consistentemente, existiendo una mayor participación por parte de los operadores y líderes de máquina, mejorando aún más la eficiencia de esta.

## Referencias

1. Ovalles Acosta, J.C, Gisbert Soler, V. y Pérez Molina, A.I. (2017). Herramientas para el análisis de causa raíz (ACR). 3C Empresa: investigación y pensamiento crítico, Edición Especial, 1-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.1-9/>.
2. Perez-Soltero, A. (2014) Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora. (Vol. 4). URL: [https://www.irsitio.com/refbase/documentos/204\\_Perez-Soltero\\_etal2014.pdf#](https://www.irsitio.com/refbase/documentos/204_Perez-Soltero_etal2014.pdf#)
3. Girón, Tania (2019). Incrementar la eficiencia productiva eliminando los cuellos de botella, en la planta industrial procesadora de papel, cartón y productos similares para la impresión masiva de documentos, basado en análisis operacionales efectuados en el departamento de producción. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/328335055.pdf>
4. He, R., Tian, Z., & Zuo, M. J. (2023). A transferable neural network method for remaining useful life prediction. Mechanical Systems and Signal Processing, 183, 109608. <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2022.109608>
5. Montero Granados. R (2016): Modelos de regresión lineal múltiple. Documentos de Trabajo en Economía Aplicada. Universidad de Granada. España.
6. Rosas, M. (2006). Modelos de regresión lineal múltiple en presencia de variables cuantitativas y cualitativas para predecir el rendimiento estudiantil. [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s0378-78182006000200007](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0378-78182006000200007)
7. Concepción, D. (2022b, enero 3). ¿Cómo operaría en Chile el impuesto a multinacionales? Diario Concepción. <https://www.diarioconcepcion.cl/economia/2022/01/03/como-operaria-en-chile-el-impuesto-a-multinacionales.html>
8. Tabla de referencia de vida útil de los bienes del activo fijo. (s. f.). SUSESO: Compendio Seguridad Laboral. <https://www.suseso.cl/613/w3-propertyvalue-139759.html>
9. The complete toolbox for investors | Finbox.com. (s. f.). <https://finbox.com/NYSE:KMB/models/wacc/>
10. Universidades de Chile. (s. f.). Universidades de Chile. <https://www.universidadesonline.cl/ingenieria-en-informatica/articulo-cuanto-gana-un-ingeniero-en-informatica>
11. Statista. (2023, 15 octubre). Chile: Tasa de inflación anual 2015-2028. <https://es.statista.com/estadisticas/1189953/tasa-de-inflacion-chile/>
12. Informe de Política monetaria - Banco Central de Chile. (s. f.). <https://www.bcentral.cl/web/banco-central/areas/politica-monetaria/informe-de->

[politica%20monetaria#:~:text=La%20inflaci%C3%B3n%20ha%20continuado%20disminuye  
ndo,de%20la%20meta%20de%203%25](#)

13. PlantillasPyme. (2021, 23 abril). Qué es el CAPM, para qué sirve y cómo se calcula. PlantillasPyme. <https://www.plantillaspyme.com/blog-pymes/finanzas-y-contabilidad/que-es-el-capm-para-que-sirve-y-como-se-calcula>

## Anexos

(Anexo 1)

Local	Cantidad	Precio	Precio unidad
Salcobrand	56	23600	421,4285714
Ahumada	56	23200	414,2857143
Tottus	120	34000	283,3333333
Lider	70	26590	379,8571429
Cruz verde	56	23000	410,7142857

(Anexo 2)

Promedio	381,9238095
Costo	303,81
Ganacias	78,11380952

(Anexo 3)

Local	Cantidad	Precio	Precio unidad
Lider protect care	16	6290	393,125
Lider rindemax	16	5990	374,375

(Anexo 4)

Promedio	383,75
Costo	182,28
Ganancias	201,47

(Anexo 5)

Vida util	12
Activos	\$ 4.211.610
Dep acumulada	\$ 1.403.870
Valor libro	\$ 2.807.740
Valor residual	\$ 3.039.188
GOP	\$ 231.448
Tasa inflación anual	4%
Tasa inflación trimestral	1,00%

(Anexo 6)

Sueldo promedio	\$ 1.540.498
-----------------	--------------

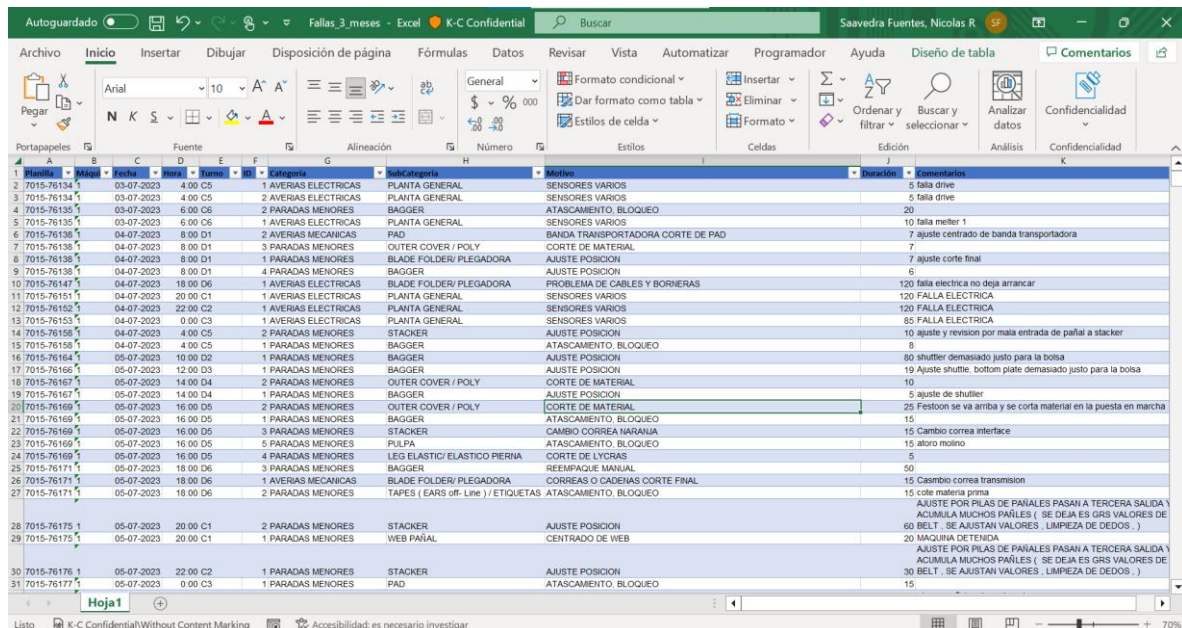
(Anexo 7)

Optimista	Trimestre 0	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4
Ingresos por ventas	-	\$ 790.308.057	\$ 790.308.057	\$ 790.308.057	\$ 790.308.057
Costos por ventas	-	\$ -616.271.904	\$ -616.271.904	\$ -616.271.904	\$ -616.271.904
Depreciación	-	\$ -350.967	\$ -350.967	\$ -350.967	\$ -350.967
Ganancias o pérdidas de capital	-	-	-	-	\$ 231.448
Utilidad antes de impuestos	\$ -	\$ 173.685.186	\$ 173.685.186	\$ 173.685.186	\$ 173.916.634
Impuestos a las empresas	-	\$ -46.895.000	\$ -46.895.000	\$ -46.895.000	\$ -46.957.491
Utilidad despues de los impuestos	\$ -	\$ 126.790.186	\$ 126.790.186	\$ 126.790.186	\$ 126.959.143
Depreciación	-	\$ 350.967	\$ 350.967	\$ 350.967	\$ 350.967
Ganancias o pérdidas de capital	-	-	-	-	\$ -231.448
Flujo operacional	\$ -	\$ 127.141.153	\$ 127.141.153	\$ 127.141.153	\$ 127.078.662
Inversion fija	\$ -4.211.610	-	-	-	-
Valor residual de los activos	-	-	-	-	\$ 3.039.188
Capital de trabajo	\$ -9.242.988	-	-	-	-
Recuperación capital de trabajo	-	-	-	-	\$ 9.242.988
Flujo de capitales	\$ -13.454.598	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 12.282.176
Flujo de caja privado	\$ -13.454.598	\$ 127.141.153	\$ 127.141.153	\$ 127.141.153	\$ 139.360.838

(Anexo 8)

VAN	\$ 476.282.292
TIR	945%
Relacion B/C	36,40
PRC	0,106

(Anexo 9)



Fecha	Hora	Ubicación	Categoría	Sub-categoría	Motivo	Descripción
03-07-2023	4:00 C5	PLANTA GENERAL	1	AVERIAS ELECTRICAS	SEÑORES VARIOS	5 falla drive
03-07-2023	6:00 C6	PLANTA GENERAL	2	PARADAS MENORES	SEÑORES VARIOS	5 falla drive
03-07-2023	6:00 C6	BAGGER	2	PARADAS MENORES	SEÑORES VARIOS	20
03-07-2023	6:00 C6	PLANTA GENERAL	1	AVERIAS ELECTRICAS	SEÑORES VARIOS	10 falla meier 1
04-07-2023	8:00 D1	PAID	2	AVERIAS MECANICAS	CORTE DE MATERIAL	7 ajuste centrado de banda transportadora
04-07-2023	8:00 D1	OUTER COVER / POLY	3	PARADAS MENORES	CORTE DE MATERIAL	7
04-07-2023	8:00 D1	1	PARADAS MENORES	BLADE FOLDER/ PLEGADORA	AJUSTE POSICION	7 ajuste corte final
04-07-2023	8:00 D1	4	PARADAS MENORES	BAGGER	AJUSTE POSICION	6
04-07-2023	18:00 D6	BLADE FOLDER/ PLEGADORA	1	AVERIAS ELECTRICAS	PROBLEMA DE CABLES Y BORNERAS	120 falla electrica no deja arrancar
04-07-2023	20:00 C1	PLANTA GENERAL	1	AVERIAS ELECTRICAS	SEÑORES VARIOS	120 FALLA ELECTRICA
04-07-2023	22:00 C2	PLANTA GENERAL	1	AVERIAS ELECTRICAS	SEÑORES VARIOS	120 FALLA ELECTRICA
04-07-2023	4:00 C5	STACKER	2	PARADAS MENORES	AJUSTE POSICION	85 FALLA ELECTRICA
04-07-2023	4:00 C5	BAGGER	2	PARADAS MENORES	ATASCAMIENTO, BLOQUEO	10 ajuste y revision por mala entrada de pañal a stacker
05-07-2023	10:00 D2	BAGGER	1	PARADAS MENORES	AJUSTE POSICION	80 shuttle demasiado justo para la bolsa
05-07-2023	12:00 D3	BAGGER	1	PARADAS MENORES	AJUSTE POSICION	19 Ajuste shuttle, bottom plate demasiado justo para la bolsa
05-07-2023	14:00 D4	OUTER COVER / POLY	2	PARADAS MENORES	CORTE DE MATERIAL	10
05-07-2023	16:00 D5	BAGGER	1	PARADAS MENORES	AJUSTE POSICION	5 ajuste de shuttle
05-07-2023	16:00 D5	OUTER COVER / POLY	2	PARADAS MENORES	CORTE DE MATERIAL	25 Fesoon se va arriba y se corta material en la puesta en marcha
05-07-2023	16:00 D5	BAGGER	1	PARADAS MENORES	ATASCAMIENTO, BLOQUEO	15
05-07-2023	16:00 D5	STACKER	3	PARADAS MENORES	CAMBIO CORREA INARAJIA	15 Cambio correa interface
05-07-2023	16:00 D5	PULPA	5	PARADAS MENORES	ATASCAMIENTO, BLOQUEO	15 otro molino
05-07-2023	16:00 D5	LEG ELASTIC/ ELASTICO PIERIA	4	PARADAS MENORES	CORTE DE LYCRAS	5
05-07-2023	18:00 D6	BAGGER	3	PARADAS MENORES	REEMPLAZO MANUAL	50
05-07-2023	18:00 D6	BLADE FOLDER/ PLEGADORA	1	AVERIAS MECANICAS	CORREAS O CADENAS CORTE FINAL	15 Cambio correa transmission
05-07-2023	18:00 D6	TAPES ( EARS off- Line ) / ETIQUETAS	2	PARADAS MENORES	ATASCAMIENTO, BLOQUEO	15
05-07-2023	20:00 C1	STACKER	2	PARADAS MENORES	AJUSTE POSICION	15 colle materia prima
05-07-2023	20:00 C1	WEB PAÑAL	1	PARADAS MENORES	CENTRADO DE WEB	AJUSTE POR PILAS DE PAÑALES PASAN A TERCERA SALIDA Y ACUMULA MUCHOS PAÑALES ( SE DEJA ES GR5 VALORES DE 60 BELT, SE AJUSTAN VALORES, LIMPIEZA DE DEDOS. )
05-07-2023	22:00 C2	STACKER	1	PARADAS MENORES	AJUSTE POSICION	20 SIAGUNA DETENIDA
05-07-2023	0:00 C3	PAID	1	PARADAS MENORES	ATASCAMIENTO, BLOQUEO	AJUSTE POR PILAS DE PAÑALES PASAN A TERCERA SALIDA Y ACUMULA MUCHOS PAÑALES ( SE DEJA ES GR5 VALORES DE 30 BELT, SE AJUSTAN VALORES, LIMPIEZA DE DEDOS. )

(Anexo 10)

Autoguardado Falias\_3\_meses\_CLP - Excel Public Buscar Saavedra Fuentes, Nicolas R

Archivo Inicio Insertar Dibujar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Automatizar Programador Ayuda Diseño de tabla Comentarios

Portapapeles Fuente Alineación Número Estilos Celdas Edición Análisis Confidencialidad

Plantilla	Máquina	Fecha	Hora	Turno	Categoría	SubCategoría	Motivo	Duración	Comentarios	%Corte
7015-76137	2	04-07-2023	10:00	D2	2 PARADAS MENORES	DESBOBINADOR INTERNO	Cambio de bobina	3		0.01%
7015-76137	2	04-07-2023	10:00	D2	1 OTROS	DESBOBINADOR EXTERNO	Abastecimiento	3		0.01%
7015-76141	2	04-07-2023	12:00	D3	1 OTROS	DESBOBINADOR INTERNO	Empalme No Marcado	10		0.05%
7015-76142	2	04-07-2023	14:00	D4	1 PARADAS MENORES	DESBOBINADOR INTERNO	Cambio de bobina	3		0.01%
7015-76142	2	04-07-2023	14:00	D4	2 PARADAS MENORES	DESBOBINADOR EXTERNO	Cambio de bobina	3		0.01%
7015-76144	2	04-07-2023	16:00	D5	1 PARADAS MENORES	DESBOBINADOR INTERNO	Empalme Marcado	3		0.01%
7015-76144	2	04-07-2023	16:00	D5	2 PARADAS MENORES	DESBOBINADOR INTERNO	Cambio de bobina	3		0.01%
7015-76146	2	04-07-2023	18:00	D6	1 PARADAS MENORES	DESBOBINADOR EXTERNO	Cambio de bobina	3		0.01%
7015-76148	2	04-07-2023	20:00	C1	3 AVERIAS MECANICAS	CORTADORA	Cambio de cuchillas	55		0.27%
7015-76148	2	04-07-2023	20:00	C1	1 PARADAS MENORES	DESBOBINADOR INTERNO	Cambio de bobina	3		0.01%
7015-76148	2	04-07-2023	20:00	C1	2 PARADAS MENORES	CORTADORA	Limpieza de piedra	3		0.01%
7015-76149	2	04-07-2023	22:00	C2	2 PARADAS MENORES	DESBOBINADOR INTERNO	Empalme Marcado	4		0.02%
7015-76149	2	04-07-2023	22:00	C2	1 PARADAS MENORES	DESBOBINADOR EXTERNO	Cambio de bobina	3		0.01%
7015-76150	2	04-07-2023	0:00	C3	2 PARADAS MENORES	EMPACADORA TMC QUATTRO	Atascamiento/Bloqueo	4	Atoro de paquetes enderezador.	0.02%
7015-76150	2	04-07-2023	0:00	C3	1 PARADAS MENORES	DESBOBINADOR EXTERNO	Cambio de bobina	3		0.01%
7015-76154	2	04-07-2023	2:00	C4	1 OTROS	DESBOBINADOR INTERNO	Materia Prima	12	Corte de pliego al finalizar bobina.	0.06%
7015-76154	2	04-07-2023	2:00	C4	3 PARADAS MENORES	DESBOBINADOR INTERNO	Empalme Marcado	5		0.02%
7015-76154	2	04-07-2023	2:00	C4	2 PARADAS MENORES	DESBOBINADOR INTERNO	Cambio de bobina	3		0.01%
7015-76155	2	04-07-2023	4:00	C5	1 OTROS	DESBOBINADOR INTERNO	Materia Prima	20	Corte de pliego y atoro en rodillo de acero.	0.15%
7015-76157	2	04-07-2023	6:00	C6	2 OTROS	DESBOBINADOR INTERNO	Materia Prima	15	Corte de pliego y atoro de papel en rodillo cliché.	0.07%
7015-76157	2	04-07-2023	6:00	C6	1 PARADAS PROGRAMADAS	PLANTA GENERAL	Limpieza General de Máquina	15		0.07%
7015-76157	2	04-07-2023	6:00	C6	3 PARADAS MENORES	DESBOBINADOR EXTERNO	Cambio de bobina	3		0.01%
7015-76160	2	05-07-2023	8:00	D1	2 AVERIAS MECANICAS	CORTADORA	Regulación de Sistema de Afilado	15	Mai corte de rollo.	0.07%
7015-76160	2	05-07-2023	8:00	D1	1 PARADAS MENORES	DESBOBINADOR INTERNO	Cambio de bobina	3		0.01%
7015-76162	2	05-07-2023	10:00	D2	2 PARADAS MENORES	DESBOBINADOR INTERNO	Cambio de bobina	3		0.01%
7015-76162	2	05-07-2023	10:00	D2	1 PARADAS MENORES	DESBOBINADOR EXTERNO	Cambio de bobina	3		0.01%
7015-76163	2	05-07-2023	12:00	D3	2 PARADAS MENORES	DESBOBINADOR INTERNO	Empalme Marcado	6		0.03%
7015-76163	2	05-07-2023	12:00	D3	1 PARADAS MENORES	DESBOBINADOR EXTERNO	Cambio de bobina	3		0.01%
7015-76165	2	05-07-2023	14:00	D4	2 OTROS	DESBOBINADOR INTERNO	Materia Prima	15	Rotura de hoja por exceso de flameo.	0.07%
7015-76165	2	05-07-2023	14:00	D4	3 PARADAS MENORES	DESBOBINADOR EXTERNO	Cambio de bobina	3		0.01%

Hoja1

Listo Public(Without Content Marking) Accesibilidad: es necesario investigar 77%