



# **Monitoreo basado en condición a través de Power BI**

Daniel Esteban Zapata Jaramillo

Informe de prácticas para optar por al título de Ingeniero Mecánico

Asesor

Sergio Cipriano Agudelo Flórez, Ingeniero Mecánico, PhD en Ingeniería

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería  
Departamento de Ingeniería Mecánica  
Medellín, Antioquia, Colombia  
2023

Cita	Zapata Jaramillo [1]
<b>Referencia</b>	[1] D.E. Zapata Jaramillo, “Monitoreo basado en condición a través de Power BI”, trabajo de grado profesional, pregrado, Universidad de Antioquia, Medellín, 2023.
Estilo IEEE	
(2020)	



Centro de documentación de ingeniería (CENDOI)

**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

**Rector:** John Jairo Arboleda Céspedes

**Decano/ Director:** Julio César Saldarriaga Molina

**Jefe Departamento:** Pedro León Simanca.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a mi familia, quienes han estado conmigo incansablemente en este camino hasta llegar a la meta, han sido un apoyo incondicional y unos pilares fundamentales, siempre han tenido esas palabras de aliento y perseverancia para culminar esta etapa y ser un profesional integro en todos los aspectos de mi vida.

## **Agradecimientos**

Agradezco a la Universidad de Antioquia y a sus maestros por haberme dado una formación académica integra durante mi tiempo como estudiante y de vital importancia para mi desarrollo personal y profesional, también quiero agradecer a mi familia por el apoyo incondicional que me han dado en este camino, siempre con sus palabras de aliento y perseverancia para lograr el objetivo. Adicionalmente, agradezco a la empresa Postobón S.A por abrirme las puertas y darme la oportunidad de realizar mi semestre de práctica, donde pude aplicar los conocimientos adquiridos en la universidad y crecer como un profesional integro.

## **TABLA DE CONTENIDO**

<b>RESUMEN</b>	8
<b>ABSTRACT</b>	9
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	10
<b>2. OBJETIVOS</b>	11
2.1. Objetivo general	11
2.2. Objetivos específicos	11
<b>3. MARCO TEÓRICO</b>	12
3.1. Matriz de criticidad	12
3.2. Taxonomía de los equipos	13
3.3. Mantenimiento Predictivo	14
3.4. Confiabilidad.	16
3.5. Análisis de datos mantenimiento predictivo.	16
3.5.1. Power Apps.	16
3.5.2. Power BI	16
<b>4. METODOLOGÍA</b>	18
4.1. Recopilación de información.	18
4.2. Información consolidada.	25
<b>5. RESULTADOS</b>	29
<b>6. ANÁLISIS</b>	34
<b>7. CONCLUSIONES</b>	37
<b>REFERENCIAS</b>	38

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Matriz de Criticidad	13
<b>Figura 2.</b> Taxonomía	14
<b>Figura 3.</b> Costo vs Tiempo	14
<b>Figura 4.</b> Clasificación de los equipos.	18
<b>Figura 5.</b> Matriz de criticidad de los equipos.	19
<b>Figura 6.</b> Taxonomía de Equipos en SAP	19
<b>Figura 7.</b> Lanzamiento plan de Mantenimiento Predictivo en SAP.	20
<b>Figura 8.</b> Operaciones Orden de trabajo.	21
<b>Figura 9.</b> Listado de equipos en SharePoint.	22
<b>Figura 10.</b> Icono de Mantenimiento Predictivo en Power Apps	23
<b>Figura 11.</b> Selección del equipo.	24
<b>Figura 12.</b> Registro de mediciones	24
<b>Figura 13.</b> Reporte salud de activo.	25
<b>Figura 14.</b> Registro de las mediciones de los diferentes análisis en Power Apps.	26
<b>Figura 15.</b> Visualización estado del equipo	26
<b>Figura 16.</b> Plantilla en SharePoint de las mediciones del análisis de vibraciones.	28
<b>Figura 17.</b> Plantilla en SharePoint de las mediciones del análisis de Termografía.	28
<b>Figura 18.</b> Plantilla en SharePoint de las mediciones del análisis de aceite.	28
<b>Figura 19.</b> Pantalla inicial Power BI.	30
<b>Figura 20.</b> Histórico de los análisis realizados.	31
<b>Figura 21.</b> Análisis de Vibraciones.	32
<b>Figura 22.</b> Análisis de Termografía.	32
<b>Figura 23.</b> Análisis de Aceite.	33

## **LISTA DE TABLAS**

<b>Tabla 1.</b> Relación de tiempo y costos de Mantenimiento.	34
---	----

## **LISTA DE GRÁFICAS**

<b>Gráfica 1.</b> Frecuencia de mantenimiento equipos.	35
<b>Gráfica 2.</b> Costos de Mantenimiento.	36

## **SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS**

<b>MBC</b>	Monitoreo basado en condición
<b>MTTO</b>	Mantenimiento
<b>MTTR</b>	Mean Time To Repair
<b>MTBF</b>	Mean Time Between Failures
<b>SAP</b>	Sistemas, Aplicaciones y Productos para Procesamiento de Datos
<b>UdeA</b>	Universidad de Antioquia

---

## RESUMEN

Este informe tiene como finalidad presentar una visualización dinámica de confiabilidad de activos, para lograr optimizar costos de mantenimiento y mejorar indicadores de rendimiento productivo. Los pasos que se implementaron, fue el desarrollo de una matriz de criticidad y una taxonomía de activos, un análisis de consecuencias de los componentes y la creación de planes de mantenimiento predictivo en SAP con frecuencias establecidas de medición y análisis en los activos críticos. Posteriormente, se desarrolló diferentes secciones de confiabilidad para registrar los datos de las mediciones, tenerlos almacenados y poder realizar un análisis más exhaustivo respecto a vibraciones, termografía y aceite.

El resultado del trabajo fue realizar una interfaz en el software Power BI, donde se pueda visualizar la salud de activos, buscando ahorros en los costos de mantenimiento a través de las frecuencias de recambio y garantizar la confiabilidad de los activos. Al realizar el análisis basado en los resultados visualizados en Power BI y teniendo las consecuencias de falla de los componentes, se obtiene una relación de costos de mantenimientos y costos de falla, identificando oportunidades para optimizar los costos de intervención.

***Palabras clave*** — Confiabilidad, taxonomía, matriz de criticidad, Power Apps, Power BI, mantenimiento predictivo, vibraciones, termografía, salud de activos.



---

## ABSTRACT

The purpose of this report is to present a dynamic visualization of asset reliability to optimize maintenance costs and improve productivity performance indicators. The steps that were implemented include the development of a criticality matrix and an asset taxonomy, an analysis of component consequences, and the creation of predictive maintenance plans in SAP with established frequencies of measurement and analysis on critical assets. Subsequently, different reliability sections were developed to record measurement data, store it, and perform a more exhaustive analysis regarding vibrations, thermography, and oil.

The result of the work was to create an interface in Power BI software, where the health of assets can be visualized, seeking savings in maintenance costs through replacement frequencies and ensuring the reliability of assets. By performing the analysis based on the results visualized in Power BI and taking into account the consequences of component failure, a relationship between maintenance costs and failure costs is obtained, identifying opportunities to optimize intervention costs.

**Keywords** — Reliability, taxonomy, criticality matrix, Power Apps, Power BI, predictive maintenance, vibrations, thermography, asset health.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

En la industria, el mantenimiento es esencial para garantizar la seguridad, la calidad y la productividad de las operaciones. Un mantenimiento adecuado puede reducir los tiempos de inactividad y aumentar la eficiencia de los equipos y maquinarias, lo que a su vez se traduce en una reducción de costos y en una mayor rentabilidad para la empresa. Específicamente el mantenimiento predictivo se ha convertido en una estrategia altamente eficiente para optimizar la gestión y prolongar la vida útil de los activos.

Este proyecto, se centra en la creación de un icono de mantenimiento predictivo en Power Apps, con el objetivo de recopilar información de las mediciones a los activos. Adicionalmente, se implementa una interfaz en Power BI, para mostrar todos los análisis de vibraciones, termografía y aceite utilizando los datos obtenidos en Power Apps y almacenados en listas de SharePoint. A lo largo de este proyecto, se enfocó en tres pasos fundamentales: recopilación, consolidación y visualización de los datos. Por medio de estos, se busca proporcionar una solución integral para el mantenimiento predictivo basado en datos en tiempo real.

En el primer paso se tendrá toda la recopilación de la información por medio de Power Apps, creando un icono que permita a los técnicos recopilar los datos del mantenimiento predictivo realizado, se usarán diferentes recursos como formularios interactivos, campos personalizados y reglas de validación para garantizar una recopilación de datos precisa y eficiente. En el segundo paso se realizará la consolidación de la información. Una vez que los resultados se hayan recopilado por medio de Power Apps se procederá a consolidar por medio de listas de SharePoint, estas listas proporcionarán un repositorio centralizado para almacenar y gestionar los datos recopilados, por medio de esta plataforma se cuentan con diferentes herramientas para configurar campos personalizados, crear vistas y conceder permisos de acceso, lo que permitirá una organización eficiente de los resultados obtenidos. Por último, se utiliza Power BI para crear una interfaz de visualización de datos, la cual permitirá a los supervisores analizar y comprender los resultados obtenidos a partir de los datos recopilados. Se muestra las diversas opciones de visualización, como gráficos, tablas, líneas cronológicas y paneles interactivos para presentar los análisis de vibraciones, termografía y aceite de manera clara y concisa.

## 2. OBJETIVOS

### *2.1. Objetivo general*

Diseñar por medio de Power BI y de Power Apps, una interfaz que permita recopilar, consolidar y visualizar el estado de los diferentes equipos que posee la compañía Postobón S.A

### *2.2. Objetivos específicos*

- Implementar la confiabilidad por medio del monitoreo basado en condición, buscando darle mayor fuerza al mantenimiento predictivo.
- Monitorear la vida útil de los equipos para obtener un MTTR más pequeño y un MTBF más extenso.
- Visualizar historiales de mediciones de vibraciones, termografía y lubricación más amigable para cualquier persona.

### 3. MARCO TEÓRICO

El mantenimiento basado en condición es una actividad que busca analizar periódicamente el comportamiento de ciertas variables físicas que definen el estado de la máquina. Para poder definir la salud del activo se debe evaluar mientras se está en operación normal y bajo sus condiciones de velocidad y carga operativa, así se determinará con veracidad la condición y confiabilidad del activo. Con el seguimiento periódico de la máquina se pretende realizar el mantenimiento adecuado y necesario en el momento correcto donde realmente se busca reducir los costos de mantenimiento, pero sin sacrificar la confiabilidad de la operación [1].

#### 3.1. Matriz de criticidad

El objetivo de un análisis de criticidad es establecer un método semicuantitativo que sirva de instrumento de ayuda en la determinación de la jerarquía de procesos, sistemas y equipos de una planta, permitiendo subdividir los elementos en secciones que puedan ser manejadas de manera controlada. Es una técnica en el cual se establecen rangos relativos para representar las probabilidades y/o frecuencias de ocurrencia de eventos y sus impactos o consecuencias [2]. La criticidad puede ser calculada mediante la siguiente ecuación.

$$CRITICIDAD = Frecuencia\ de\ Falla \times Impacto$$

La cual es proporcional a:

$$RIESGO = Prob.Falla \times Consecuencia$$

La Frecuencia de falla es proporcional a la probabilidad de falla y el Impacto es proporcional a la Consecuencia de una falla; en consecuencia, la criticidad es proporcional al riesgo. En la Figura 1, se muestran los criterios y factores de evaluación para clasificar cada equipo, con esto se busca saber cuáles tienen mayor prioridad para realizar un mantenimiento y a su vez cuales pueden generar un mayor impacto.

Factores de evaluación	Criterios de evaluación		
	A	B	C
<b>Seguridad medio ambiente</b>	En caso de sufrir una parada provoca accidente grave y contaminación al medio ambiente	En caso de sufrir una parada puede provocar algún tipo de accidente pero solo pérdidas materiales. No está en peligro el medio ambiente	En caso de que sufra una parada no hay probabilidad de provocar cualquier tipo de accidente. No hay riesgo para el medio ambiente
<b>Calidad del producto</b>	En caso de sufrir parada habrá seguramente pérdida de calidad y generación de sobrantes. Posibilidad de quejas de los clientes	En caso de que sufra una parada habrá grandes posibilidades de disminución de calidad y pocos sobrantes. No hay posibilidad de reclamaciones de los clientes	En caso de que sufra una parada no habrá pérdida de calidad. Pocos sobrantes. Ninguna posibilidad de reclamación por parte de los clientes
<b>Condiciones de operación</b>	Tiempo de utilización de la máquina o del equipo por encima del 90% al mes	Tiempo de utilización de la máquina o del equipo entre un 50 y un 90% al mes	Tiempo de utilización del activo por debajo del 50% al mes
<b>Condiciones de entrega</b>	En caso de sufrir una parada está afectaría una línea de producción sin ninguna alternativa de solución a corto plazo	En caso de que sufra una parada puede parar una línea de producción pero con alternativas de solución a corto plazo	En caso de parada no interfiere en la línea de producción y existen otras soluciones alternativas inmediatas
<b>Índice de pérdidas - confiabilidad</b>	MTBF por debajo de 15 horas	MTBF entre 15 y 30 horas	MTBF por encima de 30 horas
<b>Mantenibilidad</b>	MTTR por encima de 2 horas	MTTR de 1 a 2 horas	MTTR Por debajo de 1 hora

Figura 1. Matriz de Criticidad

### 3.2. Taxonomía de los equipos

Para realizar un análisis de confiabilidad adecuado es indispensable conocer el nivel de estudio al que se desea llegar, con el fin de determinar qué componentes de la máquina son de carácter mantenible y cuáles son repuestos. Así mismo, se busca priorizar los componentes mediante acciones que contribuyan a prolongar la vida útil del equipo y la reducción de fallos imprevistos [3]. La norma ISO 14224 [4] define la taxonomía como la clasificación sistemática de equipos o sistemas en grupos genéricos, basada en sus características comunes (localización, uso, tipo de equipo, etc.), la taxonomía es representada en forma de pirámide como se observa en la Figura 2, y representa la ubicación del equipo o activo dentro de la organización [5].

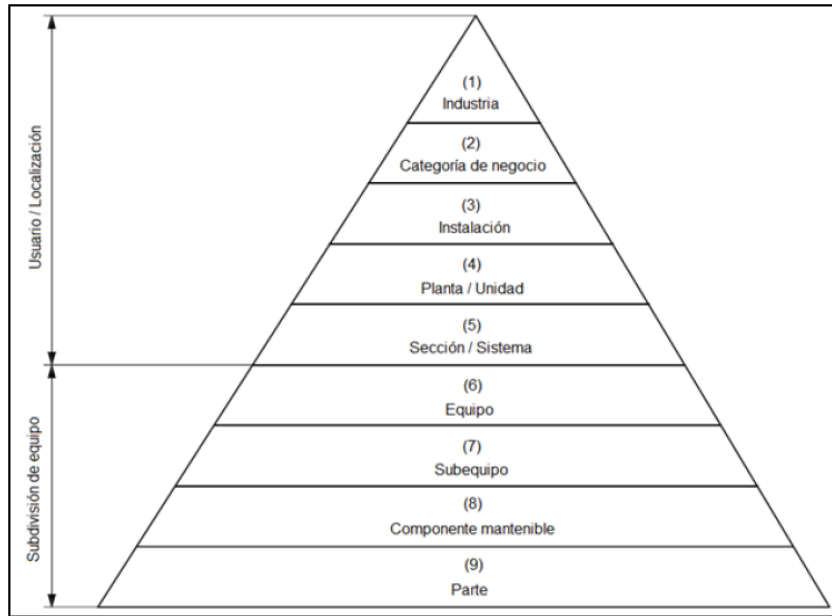


Figura 2. Taxonomía

### 3.3. Mantenimiento Predictivo

Teniendo identificado los componentes de carácter mantenible, es necesario identificar los tiempos adecuados para realizar el mantenimiento correcto. En la Figura 3, se muestra los costos a raíz de diferentes fallas en el tiempo que puede tener un activo por mantenimiento adecuado o de un mantenimiento irresponsable.

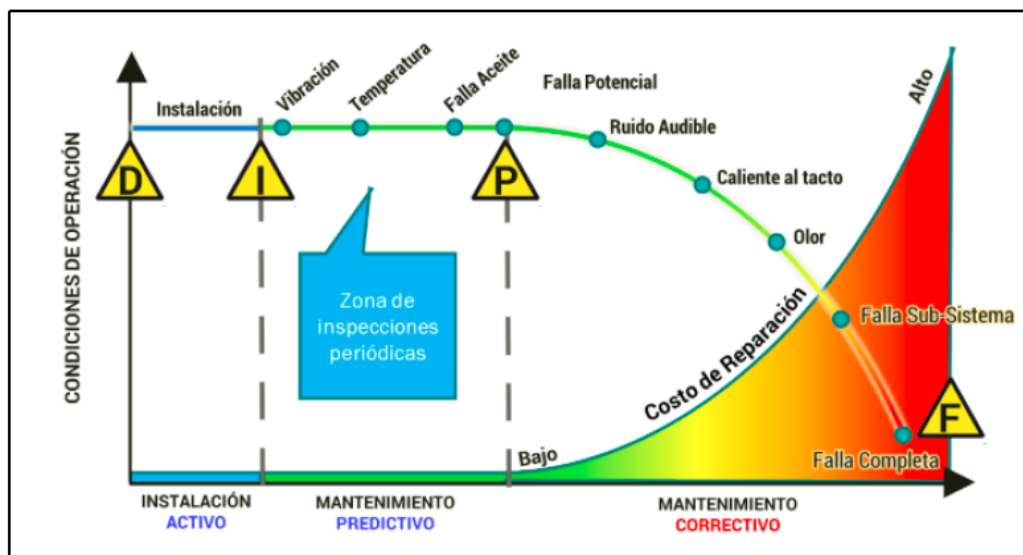


Figura 3. Costo vs Tiempo

---

En esta curva, se observa el punto D hasta el punto I que corresponde al momento en el cual el activo queda instalado en la planta. A partir de ese momento, el activo queda en funcionamiento y es la zona en la cual se realiza mantenimiento predictivo [6].

Durante la etapa del punto I y P, se identifican fallas como aumento en las vibraciones y temperatura del activo, degradación del estado del aceite. En esta etapa es donde se debe ejecutar el mantenimiento predictivo con rutinas periódicas o en tiempo real que permitan detectar tempranamente las fallas. Si no se monitorea el activo en esta etapa, se pasa a la zona de mantenimiento correctivo. Las fallas ocultas pueden deteriorar el funcionamiento en el que se detecta una falla potencial, indicada por el punto P. Luego de este punto se evidencia deterioro en el activo mostrando fallas como ruido audible, aumento excesivo en la temperatura, olores fuertes, llevando a fallas en los subsistemas o la falla del sistema completo en el punto F y evidenciando un coste excesivo para la reparación o el cambio total del activo.

Con el mantenimiento predictivo se busca ejecutar acciones sobre los activos para detectar o corregir fallas en forma temprana, con el fin de evitar que estas fallas puedan ocasionar pérdidas en los procesos o daños severos sobre las máquinas monitoreadas. Para realizar mantenimiento predictivo, es necesario contar con un monitoreo constante de los activos y con un sistema capaz de interpretar la cantidad de datos generados, para realizar dicho monitoreo se usan diferentes herramientas y procesos que permitan identificar el estado del activo, estas herramientas son:

- Análisis de vibraciones: Se basa en el comportamiento de los activos por medio de sus vibraciones. Es necesario tener un historial del activo para poder comparar las diferentes mediciones y así mismo lograr sacar conclusiones para definir el mantenimiento [7].
- Termografía: Su fin, es estudiar el comportamiento de la temperatura de las máquinas los cuales no estén en niveles muy altos que sean equivalente a corto circuito.
- Análisis de aceite: Este análisis determina el estado de operación del activo por medio del estudio de las propiedades físicas y químicas de su aceite lubricante.

### ***3.4. Confiabilidad.***

En mantenimiento siempre se busca una metodología la cual permita gestionar las fallas de un equipo, con la intención de prolongar la vida útil de los equipos y tener un intervalo de tiempo más amplio entre las paradas programadas, adicionalmente también se busca aumentar la productividad de cada equipo. Para que se logre una adecuada confiabilidad se debe realizar un plan de mantenimiento, el cual consista en la planeación, programación y ejecución de ordenes de trabajo las cuales van a permitir un adecuado seguimiento a la salud del activo.

### ***3.5. Análisis de datos mantenimiento predictivo.***

Luego de realizar el monitoreo a cada equipo, se debe realizar el respectivo registro y análisis para saber el estado de los activos y cómo intervenir dependiendo de los resultados. Para esto se usan diferentes herramientas las cuales permitirán recopilar, consolidar y visualizar los resultados de manera adecuada y así realizar acciones para preservar el estado del equipo.

#### ***3.5.1. Power Apps.***

Power Apps es una plataforma de desarrollo de aplicaciones desarrollada por Microsoft que permite crear aplicaciones empresariales personalizadas. Con Power Apps se puede diseñar, construir e implementar aplicaciones personalizadas sin necesidad de tener un conocimiento extenso de programación [8]. Por medio de esta plataforma, se tiene creada la aplicación que es de uso general de todas las plantas de Postobón, con esta se obtiene todo el registro de la información de los resultados conseguidos del mantenimiento realizado a todos los equipos, dejando como constancia las fallas y observaciones encontradas.

#### ***3.5.2. Power BI***

Power BI es una solución de análisis basado en la nube, que permite unir diferentes fuentes de datos, analizarlos y presentar un análisis a través de informes y paneles. Con



Power BI se tiene de manera fácil acceso a datos dentro y fuera de la organización casi en cualquier dispositivo [9]. Es una plataforma diseñada y pensada en la facilidad de su uso, Power BI permite a los usuarios con poca o ninguna experiencia el desarrollo y creación de informes y paneles con solo unos pocos clics, sin necesidad de conocimientos de programación.

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1. Recopilación de información.

Inicialmente se realizó un proceso con las plantas de producción, donde se buscó que cada una hiciera una adecuada taxonomía de los equipos a los cuales se les realizó un mantenimiento. Esta taxonomía consiste en subdividir en las diferentes partes que componen a un equipo como se muestra en la Figura 4, donde se toma la línea 3 como ejemplo para especificar todo el detalle y todo el proceso que se realizó para llegar a la conclusión del proyecto.

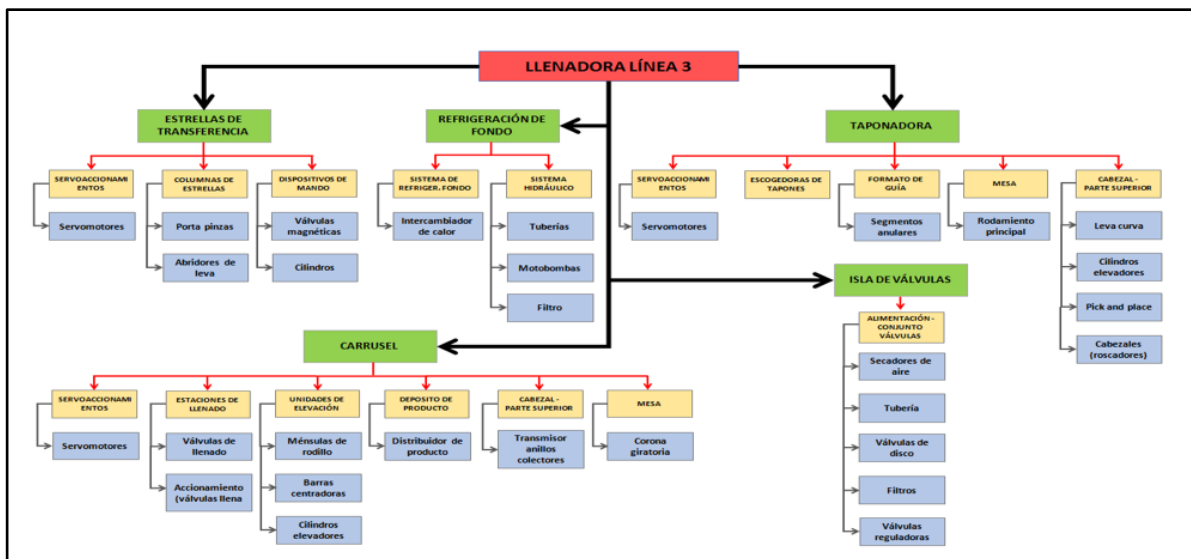


Figura 4. Clasificación de los equipos.

A partir de esto, se buscó realizar una matriz de criticidad mostrada en la Figura 5, priorizando los equipos de mayor relevancia en las líneas de producción y a los cuales se les debe prestar mayor importancia a la hora de realizar el mantenimiento.

No.	NÚMERO DE EQUIPO SAP	UBICACIÓN TÉCNICA	DENOMINACIÓN DEL OBJETO TÉCNICO (EQUIPO)	VALOR DEL MANTENIMIENTO ANUAL	MTTR	CRITICIDAD DE EQUIPOS					CATEGORÍA DE CRITICIDAD
						Fp	Fc	Ftmpr	Fmass	Ce	
1	519550	0079-LINEA 3	LLENADORA K132759DB0	\$ 120.508.379	0,51	5	3	0,5	7	11	MEDIA
2	829002	0079-LINEA 3	PROCESADOR DE BEBIDAS	\$ 28.982.431	0,44	5	2	0,5	7	10,5	MEDIA
3	900312	0079-LINEA 3	ETIQUETADORA ENVOLVENTE DE ENVASES	\$ 19.726.747	0,47	5	2	0,5	7	10,5	MEDIA
4	599597	0079-LINEA 3	INSPECTOR DE NIVEL Y TAPA	\$ -	0,47	5	1	0,5	7	10	MEDIA
5	829684	0079-LINEA 3	TRANSPORTADOR DE TAPONES	\$ 917.341	0,00	5	1	0,5	7	10	MEDIA
6	900313	0079-LINEA 3	ETIQUETADORA CON MANGUITOS FULL BODY	\$ 4.011.538	0,00	5	1	0,5	7	10	MEDIA
7	829681	0079-LINEA 3	TRANSPORTADOR BOTELLAS-MESA ACUMULACIÓN	\$ 35.658.894	0,29	5	2	0,5	4	7,5	BAJA
8	82964503	0079-LINEA 3	CODIFICADOR	\$ 37.309.561	0,43	5	2	0,5	4	7,5	BAJA
9	749640	0079-LINEA 3	SIS DE ALIMENTAC ININTERRUMPIDA UPS	\$ 15.364.073	0,00	5	1	0,5	4	7	BAJA
10	749643	0079-LINEA 3	DISTRIBUIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA	\$ -	0,00	5	1	0,5	4	7	BAJA
11	749644	0079-LINEA 3	DISTRIBUIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA	\$ -	0,00	5	1	0,5	4	7	BAJA
12	829682	0079-LINEA 3	TRANSPORTADOR DE EMBALAJES	\$ 2.679.499	0,24	5	1	0,5	4	7	BAJA
13	829683	0079-LINEA 3	TRANSPORTADOR DE PALETS	\$ 2.671.867	0,20	5	1	0,5	4	7	BAJA
14	82964502	0079-LINEA 3	CODIFICADOR	\$ 10.762.008	0,50	5	1	0,5	4	7	BAJA
15	739539	0079-LINEA 3	TUNEL DE VAPOR	\$ 3.695.721	1,70	1	1	1	4	6	BAJA
16	579071	0079-LINEA 3	PALETIZADORA	\$ 189.486.938	0,60	5	3	0,5	1	5	BAJA
17	710322	0079-LINEA 3	EMBALADORA DE NO RETORNABLES	\$ 87.184.866	0,33	5	3	0,5	1	5	BAJA
18	51955001	0079-LINEA 3	UNIDAD DOSIFICACIÓN DE NITRÓGENO LÍQUIDO	\$ 6.141.556	0,00	1	1	0,5	4	5	BAJA
19	749641	0079-LINEA 3	SISTEMA DE REGISTRO DATOS OPERACIONALES	\$ 1.029.670	0,00	5	1	0,5	1	4	BAJA
20	749642	0079-LINEA 3	DISTRIBUIDOR RED DE DATOS	\$ -	0,00	5	1	0,5	1	4	BAJA
21	820301	0079-LINEA 3	SALA LIMPIA LLENADO	\$ -	0,00	1	1	0,5	2	3	BAJA
22	579072	0079-LINEA 3	MAQUINA ENVOLVEDORA EN FILM PLÁSTICO	\$ 14.478.759	0,58	1	1	0,5	1	2	BAJA
23	820151	0079-LINEA 3	SECADOR DE ENVASES	\$ 453.000	0,16	1	1	0,5	1	2	BAJA

Figura 5. Matriz de criticidad de los equipos.

Luego de realizar toda la taxonomía de los equipos que componen la línea 3 de producción, se hace necesario subir toda la información a SAP, donde allí se realizará el lanzamiento del plan de trabajo con todas las órdenes de mantenimiento predictivo. En la Figura 6, se muestra toda la taxonomía de los equipos en SAP.

**Repr.estructura ubicación técnica: Lista de estructura**

Ubicación técnica: 0079-LINEA 3      Válido de: 17.06.2021

Denominación: LINEA DE ENVASADO PET NO RETORNABLE

0079-LINEA 3	LINEA DE ENVASADO PET NO RETORNABLE	0079 GA01 1010632205
• 519550	LLENADORA K132759DB0	0079 GA01 1010632205
• 579071	PALETIZADORA	0079 GA01 1010632205
• 579072	MAQUINA ENVOLVEDORA EN FILM PLÁSTICO	0079 GA01 1010632205
• 599597	INSPECTOR DE NIVEL Y TAPA	0079 GA01 1010632205
• 710322	EMBALADORA DE NO RETORNABLES	0079 GA01 1010632205
• 739539	TUNEL DE VAPOR	0079 GA01 1010632205
• 749640	SIS DE ALIMENTAC ININTERRUMPIDA UPS	0079 GA01 1010632205
• 749641	SISTEMA DE REGISTRO DATOS OPERACIONALES	0079 GA01 1010632205
• 749642	DISTRIBUIDOR RED DE DATOS	0079 GA01 1010632205
• 749643	DISTRIBUIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA	0079 GA01 1010632205
• 749644	DISTRIBUIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA	0079 GA01 1010632205
• 820151	SECADOR DE ENVASES	0079 GA01 1010632205
• 820203	MÁQUINA DE LIMPIEZA POR ESPUMA	0079 GA01 1010632205
• 820301	SALA LIMPIA LLENADO	0079 GA01 1010632205
• 829002	PROCESADOR DE BEBIDAS	0079 GA01 1010632205
• 829681	TRANSPORTADOR BOTELLAS-MESA ACUMULACIÓN	0079 GA01 1010632205
• 829682	TRANSPORTADOR DE EMBALAJES	0079 GA01 1010632205
• 829683	TRANSPORTADOR DE PALETS	0079 GA01 1010632205
• 829684	TRANSPORTADOR DE TAPONES	0079 GA01 1010632205
• 900312	ETIQUETADORA ENVOLVENTE DE ENVASES	0079 GA01 1010632205
• 900313	ETIQUETADORA CON MANGUITOS FULL BODY	0079 GA01 1010632205
• 51955001	UNIDAD DOSIFICACIÓN DE NITRÓGENO LÍQUIDO	0079 GA01 1010632205
• 82964502	CODIFICADOR	0079 GA01 1010632205
• 82964503	CODIFICADOR	0079 GA01 1010632205

Figura 6. Taxonomía de Equipos en SAP

Para realizar el plan de mantenimiento predictivo, se realizó para cada orden el procedimiento mostrado en la Figura 7, donde se agrega la prioridad del mantenimiento y la frecuencia de este.

The screenshot displays the SAP PM Predictive Maintenance Plan configuration interface. The main window title is 'Plan mant.prev. 45440 PLAN MTTO PREDICTIVO CONTIFLOW L3 8...'. The 'Ciclos' table shows a cycle of 4 months for quarterly maintenance. The 'Posición PM' field is highlighted with a callout box labeled 'Indicativo de Ordenes Predictivas'. The 'Objeto de referencia' section includes technical location '0079-LINEA 3', equipment '829002', and description 'LINEA DE ENVASADO PET NO RETORNABLE PROCESADOR DE BEBIDAS'. The 'Datos de planificación' section contains several fields: 'Centro planif.' (0079 POSTOBON BELLO), 'Grupo planif.' (030 Jefe Mantto Maquin), 'Clase de orden' (PM07 Orden de mantenimiento predic...), 'Clase actividad PM' (070 predictivo), 'Pto.tbjo.resp.' (INGENIERO PLANE...), 'División' (POSTOBON BELLO), 'Prioridad' (Muy elevado), and 'Norma de liquidación'. The 'Hoja de ruta para mantenimiento' section shows a route with type 'E', GRHRuta '13303', CGrHR '13', and description 'PLAN MTTO PREDICTIVO CONTIFLOW L3 829002'.

**Figura 7.** Lanzamiento plan de Mantenimiento Predictivo en SAP.

En este plan de mantenimiento, se debe agregar totalmente la descripción de lo que consta la actividad como se muestra en la Figura 8, adicionalmente se muestran todas las operaciones que se deben realizar en una sola orden, en este caso particular se muestra las diferentes mediciones que se tomarán, las cuales se registrarán en la aplicación y posteriormente se realizará un análisis completo del estado del equipo.

Equipo		829002		PROCESADOR DE BEBIDAS						
GrHRuta		13303		PLAN MTTO PREDICTIVO CONTIFLOW L3 829002 ContGpoHR 13						
Resumen general operación										
Op.	SOp	PstoTbjo	Ce.	Ctrl	Descripción operación	T. Trabajo	Un. Nº	Dur.	Un. C	%
0010	INGFLMAQ	0079	PM01		MED VIBRA SIS MEZ MI3.2801+EN1-M801 (5)	✓ 1,0	HRA 1	1,0	HRA 2	100
0020	INGFLMAQ	0079	PM01		MED TERMO SIS MEZ MI3.2801+EN1-M801 (5)	✓ 1,0	HRA 1	1,0	HRA 2	100
0030	INGFLMAQ	0079	PM01		MED VIBRA SIS MEZ MI3.4001 +KB1-M401 (6)	✓ 1,0	HRA 1	1,0	HRA 2	100
0040	INGFLMAQ	0079	PM01		MED TERMO SIS MEZ MI3.4001 +KB1-M401 (6)	✓ 1,0	HRA 1	1,0	HRA 2	100
0050	INGFLMAQ	0079	PM01		MED VIBRA SIS MEZ MI3.4001 +KB1-M201 (7)	✓ 1,0	HRA 1	1,0	HRA 2	100
0060	INGFLMAQ	0079	PM01		MED TERMO SIS MEZ MI3.4001 +KB1-M201 (7)	✓ 1,0	HRA 1	1,0	HRA 2	100
0070	INGFLMAQ	0079	PM01		MED VIBRA SIS MEZ MI3.7301 +DO1-M701 (8)	✓ 1,0	HRA 1	1,0	HRA 2	100
0080	INGFLMAQ	0079	PM01		MED TERMO SIS MEZ MI3.7301 +DO1-M701 (8)	✓ 1,0	HRA 1	1,0	HRA 2	100
0090	INGFLMAQ	0079	PM01		MED VIBRA SIS MEZ MI3.2401 +EN1-M701 (9)	✓ 1,0	HRA 1	1,0	HRA 2	100
0100	INGFLMAQ	0079	PM01		MED TERMO SIS MEZ MI3.2401 +EN1-M701 (9)	✓ 1,0	HRA 1	1,0	HRA 2	100
0110	INGFLMAQ	0079	PM01		MED VIBRA SIS MEZ MI3.2601+EN1-M401 (10)	✓ 1,0	HRA 1	1,0	HRA 2	100
0120	INGFLMAQ	0079	PM01		MED TERMO SIS MEZ MI3.2601+EN1-M401 (10)	✓ 1,0	HRA 1	1,0	HRA 2	100
0130	INGFLMAQ	0079	PM01		MED VIBRA SIS MEZ MI3.4201+KB1-M701 (11)	✓ 1,0	HRA 1	1,0	HRA 2	100
0140	INGFLMAQ	0079	PM01		MED TERMO SIS MEZ MI3.4201+KB1-M701 (11)	✓ 1,0	HRA 1	1,0	HRA 2	100
0150	INGFLMAQ	0079	PM01		MED VIBRA SIS MEZ MI3.7001+DO1-M101 (12)	✓ 1,0	HRA 1	1,0	HRA 2	100
0160	INGFLMAQ	0079	PM01		MED TERMO SIS MEZ MI3.7001+DO1-M101 (12)	✓ 1,0	HRA 1	1,0	HRA 2	100

Form.párrafo \* Párrafo alineado a izquierda Form.caract.

```

MED VIBRA SIS MEZ MI3.2801+EN1-M801 (5)

*MTTO PREDICTIVO
*SERVICIO: OUTSOURCING
*RESPONSABLE: A-MAQ
*SISTEMA: SISTEMA DE MEZCLA
*COMPONENTE: BOMBAS/MOTOBOMBA MI3.2801 +EN1 -M801
*CRITICIDAD: ALTO
*FRECUENCIA MTTO PREVENTIVO: 12000 HRS
*TRABAJOS:
- Configurar dispositivo de medición
- Verificar que el equipo se encuentre en funcionamiento para
poder realizar las mediciones
- Tomar medidas en diferentes puntos del componente (Horizontal,
vertical y axial)
- Comprobar si hay fallas con datos obtenidos
- Notificar fallas encontradas en análisis=

```

Figura 8. Operaciones Orden de trabajo.

Teniendo clara la información tanto del equipo, como de las operaciones que se van a realizar, se creó un formato en SharePoint, donde se cargó la plantilla de los equipos que contiene la planta de producción, esto con la intención de que se pueda visualizar en la aplicación de Power Apps la información de cada equipo al que se le van a realizar las mediciones. En la Figura 9, se tiene el listado de equipos anteriormente mencionado, el cual se divide en varias columnas explicadas a continuación:

- Centro: En esta columna se asigna el código del centro de producción acompañado del nombre completo.
- Ubicación técnica: Irá el código de la planta acompañado de la línea donde se encuentra el componente al que se le va a realizar las mediciones

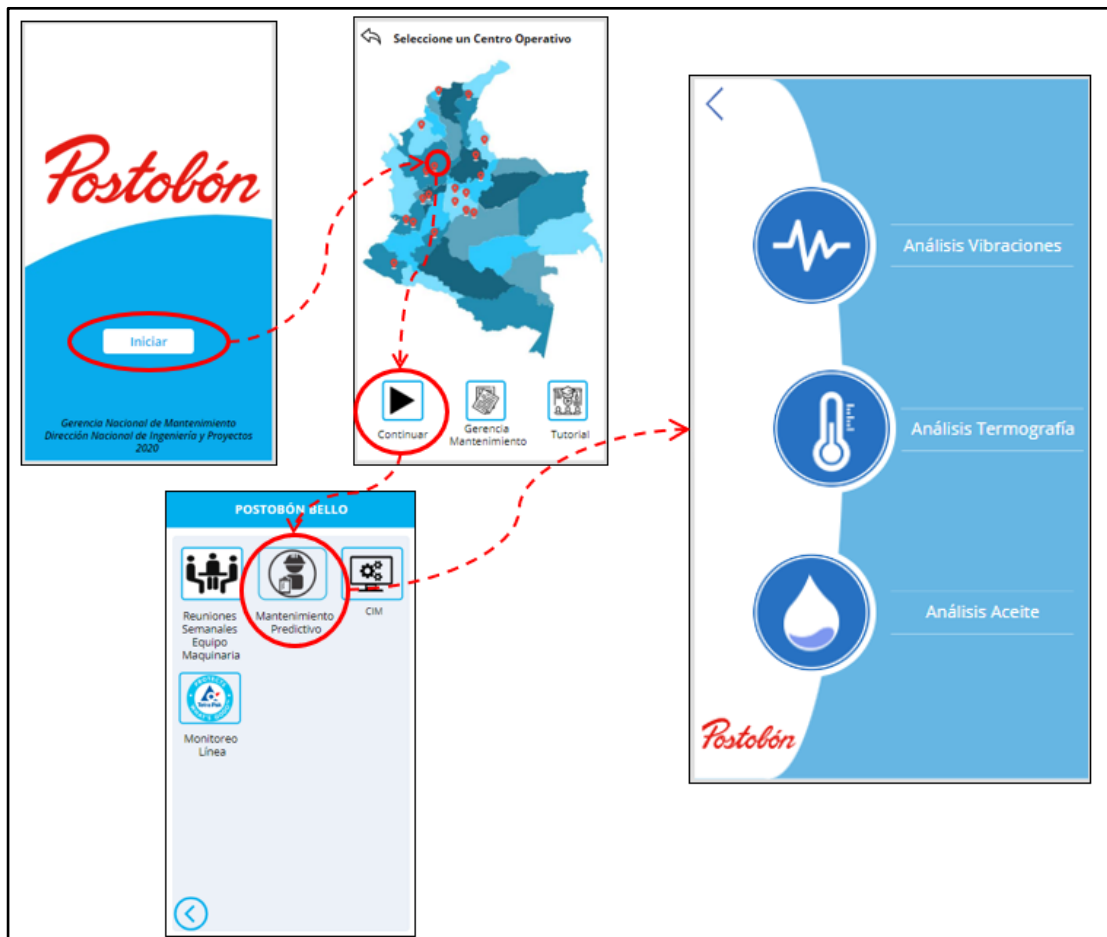
- **Equipo:** Nombre del equipo al que se le realizará el análisis
- **Código del equipo:** Número que identifica al equipo dentro de la planta
- **Sistema:** Es el grupo constructivo el cual va a realizar una función del equipo
- **Subsistema:** Es un elemento dentro del sistema, el cual es necesario para que este funcione
- **Componente:** Es un ítem mantenible, al cual se le va a realizar el análisis de mantenimiento
- **Criticidad:** Esta columna se añade para conocer el riesgo que puede presentar un equipo a la hora que falle.
- **Datos Adjuntos:** Se añade una imagen, donde están descritos los puntos de medición en el equipo.
- **Vibraciones:** En esta columna se agrega un valor numérico de 1 o 0, definiendo si al equipo se le debe realizar un análisis de vibraciones o no, respectivamente.
- **Termografía:** En esta columna se agrega un valor numérico de 1 o 0, definiendo si al equipo se le debe realizar un análisis de termografía o no, respectivamente.
- **Aceite:** En esta columna se agrega un valor numérico de 1 o 0, definiendo si al equipo se le debe realizar un análisis de aceite o no, respectivamente.

Centro	Ubicación técnica	Equipo	Código Equipo	Sistema	Subsistema	Componente	Criticidad	Datos adjuntos	Vibraciones	Termografía	Aceite
	TETRAPACK L9	A3 FLEX, LINEA 9									
0092 - POSTOBÓN SA	0092 ENVASADO TETRAPACK L9	LLENADORA TETRA PAK A3 FLEX, LINEA 9	728583	UNIDAD DE SERVICIO	SISTEMA DEL AGUA DE ENFRIAMIENTO	GRUPO COMPRESOR 3	Alto				
0092 - POSTOBÓN SA	0092 ENVASADO TETRAPACK L9	TAPONADORA DE ENVASES - CAP30	710098	LÍNEA DE ENVASES	POSICIONADOR DE ENVASES	UNIDAD DE TRACCIÓN	Alto				
0092 - POSTOBÓN SA	0092 ENVASADO TETRAPACK L9	TAPONADORA DE ENVASES - CAP30	710098	EMPLUADOR	EMPLUADOR	EMPLUADOR	Alto				
0092 - POSTOBÓN SA	0092 ENVASADO TETRAPACK L9	TAPONADORA DE ENVASES - CAP30	710098	UNIDAD APLICADORA	UNIDAD DE TRACCIÓN	UNIDAD DE TRACCIÓN 2	Alto				
0092 - POSTOBÓN SA	0092 ENVASADO TETRAPACK L9	TAPONADORA DE ENVASES - CAP30	710098	SECUENCIADOR DE TAPAS	UNIDAD DE BASE	POLEA DE MANDO	Alto				
0079 - POSTOBÓN SA	0079 LINEA 3	PROCESADOR DE BEBIDAS	829002	SISTEMA DE MEZCLA	EQUIPO BASE	BOMBAS / MOTOBOMBA M3.4001+XB1 M301	Alto		1	1	0
0422 - GASEOSAS LU	0422 LINEA PET L5	TRANSPORTADORES AEREOS	900201	INYECCION DE AIRE	BLOWER	MOTOR	Medio		1	1	0
0422 - GASEOSAS LU	0422 EQUIPOS PARA SERVICIOS INDUSTRIALES	TANQUE DE GLICOL	659648	SISTEMA DE REFRIGERACION	RECIRCULACION DE GLICOL	MOTOR- BOMBA	Bajo		1	1	0
0422 - GASEOSAS LU	0422 LINEA PET L5	CONTFLOW	828998	PROCESADOR DE BEBIDA	ENVIO JARABE MEZCLA	MOTOR- BOMBA 2	Alto		1	1	0

**Figura 9.** Listado de equipos en SharePoint.

Luego de crear los formatos en SharePoint, se pasa a la creación del icono de Mantenimiento Predictivo en Power Apps mostrado en la Figura 10, en el cual se podrá seleccionar el tipo de análisis que se va a realizar, luego de seleccionarlo se pasa a registrar

todos los resultados de las diferentes mediciones, adicionalmente se tendrá la visualización de todo el historial de las mediciones anteriormente realizadas.



**Figura 10.** Icono de Mantenimiento Predictivo en Power Apps

En la Figura 11, se muestra la pantalla inicial para cualquier tipo de análisis, sea termográfico, vibracional o de aceite, donde se podrá seleccionar el equipo y ya se referenciará el resto de la información.

Figura 11. Selección del equipo.

Al seleccionar el equipo, ya se pasa a la sección de registro donde se va a ingresar todas las mediciones de los análisis, cada uno de estos tiene diferentes tipos y puntos de medición. En la Figura 12, se observa las variables que se tienen para las mediciones y a su vez el tipo de falla que se detectó para el caso del análisis de vibraciones.

Plano N°	Tipo de Falla	Estado de falla
2 HORUS	Alta Resistencia Eléctrica	NA
2 VERUSO	Alta Temperatura	NA
2 DIAGUS	Arco Eléctrico	NA
2 AXUSO	Conexión Defectuosa	NA
	Conexión Deficiente a Tierra	NA
	Cortocircuito	NA
	Corriente Inductiva	NA
	Desalineación	NA
	Descarga Corona	NA
	Desequilibrio	NA
	Eje Doblado	NA
	Excentricidad	NA

Figura 12. Registro de mediciones



Por último, en la Figura 13, se tiene la sección (independiente del tipo de análisis), donde se ingresan todos los hallazgos encontrados en las mediciones del equipo, si está funcional, o hay que intervenir para realizar alguna reparación o cambio de pieza, y cuáles serían esas recomendaciones necesarias para un óptimo desempeño del equipo.

The screenshot shows a mobile application interface for reporting equipment health. The title bar is blue with a back arrow and the text 'VIBRACIONES Estado Equipo'. Below the title bar, there are several input fields, each marked with an asterisk to indicate they are required:

- \* Estado Equipo: A dropdown menu with a blue arrow icon on the right.
- \* Diagnóstico: A large, empty text area for entering diagnostic findings.
- \* Recomendaciones: A large, empty text area for entering recommendations.
- \* Nombre Analista: A text input field.
- \* Código Analista: A text input field.
- \* Fecha Análisis: A date input field with a calendar icon on the right, showing the date '31/12/2022'.

**Figura 13.** Reporte salud de activo.

#### ***4.2. Información consolidada.***

Luego de que el técnico encargado realice las mediciones y las registre en el icono, se busca ya tener la información consolidada y poderla manipular para realizar el análisis completo del estado del equipo. En la Figura 14, se visualiza el historial de todas las órdenes que se han ejecutado respecto a mantenimiento predictivo, se ve un pequeño resumen del equipo al que se le realizaron las mediciones y el estado final en el que encontró.

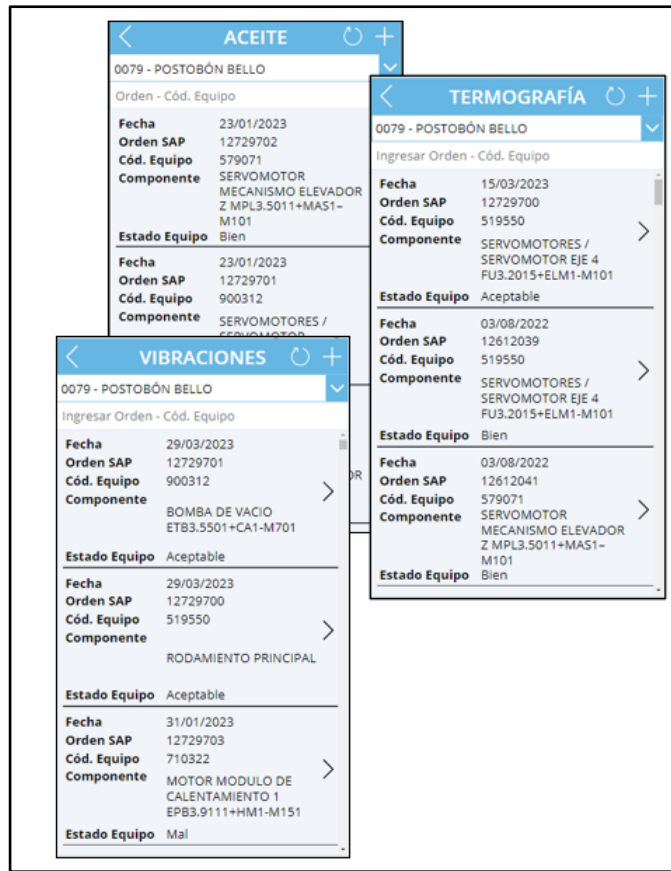


Figura 14. Registro de las mediciones de los diferentes análisis en Power Apps.

Al ingresar a una orden en específico como la observada en la Figura 15, se logra visualizar todo el análisis completo realizado al equipo, teniendo un diagnóstico de posibles fallas o del correcto funcionamiento del equipo, adicionalmente se cuenta con una sección donde el técnico realiza unas recomendaciones para realizarle al equipo.

<b>Centro</b> 0079 - POSTOBÓN BELLO	<b>Equipo</b> ETIQUETADORA ENVOLVENTE DE ENVASES
<b>Fecha Análisis</b> 29/03/2023	<b>Componente</b> BOMBA DE VACIO ETB3.5501+CA1-M701
<b>Nombre Analista</b> WILMER ALZATE	<b>Operación</b> MED. VIBRACIONES
<b>Orden SAP</b> 12729701	<b>Diagnóstico</b> La máquina no presenta condiciones relevantes que conlleven a fallas a mediano plazo.
<b>Estado Equipo</b> Aceptable	<b>Recomendaciones</b> 1) SEGUIMIENTO: Se recomienda mantener en seguimiento las mediciones de la maquina con el fin de monitorear la evolución de los patrones mencionados.
<b>Código Equipo</b> 900312	
<b>Ubicación Técnica</b> MOTOREDUCTOR ETB3.2001+ET1-M101	

Figura 15. Visualización estado del equipo

Por último, se crea el consolidado de todas las ordenes con su respectivo resultado de las mediciones cargado en un SharePoint, el cual es el que se tomará de base para luego realizar la interfaz en Power BI y así tener un mayor control sobre la salud de los activos. En la Figura 16, Figura 17 y Figura 18, se muestran las plantillas donde se almacena y consolida toda la información obtenida desde Power Apps de las diferentes mediciones, estas plantillas tienen las mismas columnas explicadas anteriormente y se le añaden algunas adicionales dependiendo del tipo de análisis explicadas a continuación:

- Operación: En esta Columna, se agrega el tipo de operación que se está realizando, sea medición de vibraciones, medición termográfica o medición de aceite.
- Estado Equipo: Luego de realizar el análisis de las mediciones tomadas, se define en qué estado se encuentra el equipo (Aceptable, Bien, Mal, Insatisfactorio).
- Diagnóstico: En esta columna, el técnico agrega una descripción general de cómo se encuentra el equipo, sea que este en óptimas condiciones o si está presentando alguna falla.
- Recomendaciones: El técnico agrega ciertas advertencias o procedimientos que se le deben realizar al equipo para que se mejore el estado de este.
- Nombre del analista: Se registra el nombre de la persona que realizó el diagnóstico general del equipo y quien analizó los resultados.
- Código de acceso: Cada técnico tiene un código personal que lo diferencia del resto de personas.
- Mediciones: En esta parte hay varias columnas donde van a quedar registradas todas las mediciones que se van a tomar, en el análisis de vibraciones se registran las mediciones en los diferentes puntos donde se toman las medidas (punto axial, horizontal, vertical, diagonal), en estas columnas en la plantilla de termografía, se registran las temperaturas obtenidas en los diferentes puntos, y por último en la plantilla de aceite se registra si la medición de diferentes factores (Viscosidad, Oxidación, aditivos, contaminación, etc.) es confiable, en mal estado.
- Fallas: Estas columnas se agregaron principalmente en la plantilla de análisis de Vibraciones, donde se busca que quede registrado cual es la falla encontrada luego de realizar las mediciones (Desalineación, Eje doblado, Fugas, Holguras, etc.).

Centro	Orden SAP	Código E...	Ubicació...	Equipo	Operación	Componente	Estado Equipo	Diagnóstico	Recomendaciones	Datos adj...	Nombre Analista
0079 - POSTOBÓN	NA	528920	0079-LINEA 2	PROCESADOR DE BEBIDAS	MED. VIBRACIONES	BOMBAS / MOTOBOMBA MH1.2401+EN1-M701	Aceptable	Se observa en espectros de alta frecuencia en el punto 3 DIAG (BOMBA), patrones de vibración aleatoria asociada a condiciones de cavitación. Esta condición aumenta levemente por lo que solo se requiere de	1. SEGUIMIENTO: Se recomienda mantener en seguimiento las condiciones actuales de la máquina durante la próxima medición.		Johan Restrepo
0079 - POSTOBÓN	NA	528920	0079-LINEA 2	PROCESADOR DE BEBIDAS	MED. VIBRACIONES	BOMBAS / MOTOBOMBA MH1.2401+EN1-M701	Insatisfactorio	Se observa en espectros de baja frecuencia de toda la máquina, excitación de la frecuencia de giro 1X de la máquina (60Hz) con múltiples armónicos, patrón asociado a soltura estructural y holgura	1. INSPECCIÓN, AJUSTE Y SEGUIMIENTO: Se recomienda: - Ajustar los anclajes de la máquina. Verificar los pernos de sujeción y las		Henry Moreu
0079 - POSTOBÓN	NA	528920	0079-LINEA 2	PROCESADOR DE BEBIDAS	MED. VIBRACIONES	BOMBAS / MOTOBOMBA MH1.2401+EN1-M701	Mal	Se observa en espectros de alta frecuencia del punto 3 AXI (MOTOBOMBA), excitación de frecuencias asincrónicas, patrón asociado a desgaste y roces en el sello de la bomba. La condición presenta	1. REPARACIÓN: Se recomienda: - Revisar el estado del sello de la bomba.		Henry Moreu
0079 - POSTOBÓN	NA	528920	0079-LINEA 2	PROCESADOR DE BEBIDAS	MED. VIBRACIONES	BOMBAS / MOTOBOMBA MH1.2601+EN1-M401	Mal	Se observa en espectros de baja frecuencia en el punto 3 AXIAL (BOMBA), excitación de la frecuencia de giro 1X de la máquina, asociada a condiciones de excentricidad en el rotor de la bomba.	1. REVISIÓN: Se recomienda: - Revisar el ajuste y estado del rotor de la bomba, que no presente desgaste o juego con el eje y que el eje no se		Johan Restrepo
0079 - POSTOBÓN	NA	528920	0079-LINEA 2	PROCESADOR DE BEBIDAS	MED. VIBRACIONES	BOMBAS / MOTOBOMBA MH1.2601+EN1-M401	Mal	Se observa en espectros de alta frecuencia del motor, excitación de frecuencia asincrónicas asociadas a contacto metal metal por desgaste de rodamiento. La condición compromete la operación de la	1. INSPECCIÓN Y SEGUIMIENTO: Se recomienda: - Reemplazar los rodamientos del motor.		Henry Moreu

Figura 16. Plantilla en SharePoint de las mediciones del análisis de vibraciones.

Centro	Orden SAP	Código E...	Ubicació...	Equipo	Operación	Compon...	Estado E...	Diagnó...	Recomen...	Datos adj...	Código A...	Nombre ...	Fecha An...	Medición...	Medición...	Medición...
0079 - POSTO	12612040	900312	0079-LINEA 3	ETIQUETADORA ENVOLENTE DE ENVASES	MED. TERMIC	MOTOREDUCTO R ETB3.2001+ET1-M101	Buen	Se encuentra en	seguimiento		20032572	wilmer alzate	03/08/2022	44,000	49,000	0,000
0079 - POSTO	12612040	900312	0079-LINEA 3	ETIQUETADORA ENVOLENTE DE ENVASES	MED. TERMIC	MOTOREDUCTO R ETB3.4121+TBB1-M101	Buen	Se encuentra en buen estado	hacer seguimiento		20032572	wilmer alzate	03/08/2022	43,000	0,000	0,000
0079 - POSTO	12612040	900312	0079-LINEA 3	ETIQUETADORA ENVOLENTE DE ENVASES	MED. TERMIC	ESTACION DE ACCIONAMENT O	Buen	Se encuentra en buen estado	hacer seguimiento		20032572	wilmer alzate	03/08/2022	55,000	0,000	0,000
0079 - POSTO	12612040	900312	0079-LINEA 3	ETIQUETADORA ENVOLENTE DE ENVASES	MED. TERMIC	SERVOMOTORES / SERVO MOTOR ETB3.2301+ET1-M101	Mal	La temperatura esta muy elevada	cambio de aceite ya que este se encuentra muy contaminado y cambio de desairador ya que este se encuentra tapado		20032572	wilmer alzate	03/08/2022	75,000	78,000	0,000
0079 - POSTO	12612040	900312	0079-LINEA 3	ETIQUETADORA ENVOLENTE DE ENVASES	MED. TERMIC	BOMBA DE VACIO ETB3.5501+CA1-M701	Buen	Se encuentra en buen estado	Hacer seguimiento		20032572	wilmer alzate	03/08/2022	48,000	40,000	0,000

Figura 17. Plantilla en SharePoint de las mediciones del análisis de Termografía.

Centro	Orden SAP	Código E...	Ubicación Técn...	Equipo	Operación	Compon...	Estado E...	Diagnó...	Recomendaciones	Datos adj...	Nombre ...	Fecha ...	Medición...	Medición...	Medición Co
0079 - POSTO	12729702	579071	0079-LINEA 3	PALETIZADORA	MED. ACEITE	SERVOMOTOR MECANISMO ELEVADOR Z MPL3.5011+MA51-M101	Buen	1. La viscosidad del aceite de 236 cSt/40°C está en condición de	1. El aceite se encuentra en dignas condiciones y puede continuar en servicio. 2. El desgaste de los mecanismos es normal.		Wilmer Alzate	23/01/2023	OC - Operac	OC - Operac	OC - Operac
0079 - POSTO	12729701	900312	0079-LINEA 3	ETIQUETADORA ENVOLENTE DE ENVASES	MED. ACEITE	SERVOMOTORES / SERVO MOTOR ETB3.2301+ET1-M101	Mal	1. La viscosidad del aceite de 247 cSt/40°C está en condición de	1. El aceite se debe cambiar. 2. Verificar el estado del ventoso del motorreductor y cambiarlo si es necesario. Cuando se haga el cambio		Wilmer Alzate	23/01/2023	OF - Operac	OC - Operac	OC - Operac
0079 - POSTO	12729704	579072	0079-LINEA 3	MAQUINA ENVOLEVEDORA EN FILM PLÁSTICO	MED. ACEITE	MOTOREDUCTO R MECANISMO ELEVADOR 21M1	Aceptable	1. La viscosidad del aceite de 236 cSt/40°C está en condición de	1. El aceite puede continuar en servicio. 2. El aceite se debe filtrar hasta dejarlo en el código ISO 18/17/15. En caso de que		Wilmer Alzate	23/01/2023	OC - Operac	OC - Operac	OC - Operac
0079 - POSTO	12729701	900312	0079-LINEA 3	ETIQUETADORA ENVOLENTE DE ENVASES	MED. ACEITE	MOTOREDUCTO R ETB3.2001+ET1-M101	Aceptable	1. La viscosidad del aceite de 236 cSt/40°C está en condición de	1. El aceite puede continuar en servicio. 2. El aceite se debe filtrar hasta dejarlo en el código ISO 18/17/15. En caso de que		Wilmer Alzate	23/01/2023	OC - Operac	OC - Operac	OC - Operac
0079 - POSTO	12729707	579100	0079-LINEA 2	DEPALETIZADOR A	MED. ACEITE	MOTOREDUCTO OR-DEP-M31.1	Mal	1. La viscosidad del aceite de 250 cSt/40°C está en	1. El aceite se debe cambiar debido a que el nivel de contaminación del aceite por partículas sólidas de		Wilmer Alzate	23/01/2023	OF - Operac	OC - Operac	OC - Operac

Figura 18. Plantilla en SharePoint de las mediciones del análisis de aceite.

---

## 5. RESULTADOS

El resultado de todo el proyecto fue la creación de dos herramientas que estuvieran a disposición tanto de los técnicos como de los supervisores, la primera fue la implementación de un icono en Power Apps, a través del cual los técnicos puedan registrar y analizar el estado de los equipos, donde se detalló el funcionamiento completo anteriormente.

La segunda herramienta que se desarrolló, fue una interfaz de visualización en Power BI donde se pretende presentar de una forma clara y concisa toda la información consolidada por los técnicos, permitiendo así a los supervisores tomar otro tipo de decisiones de mayor injerencia y poderle dar seguimiento más preciso al estado de los equipos, identificando con facilidad las frecuencias de falla de estos, adicionalmente determinar si es necesario reemplazar piezas o realizar una intervención más urgente en algún momento específico. Se buscó brindar una herramienta a los supervisores que les pueda generar una visión integral y detallada de la situación para la toma de decisiones más fundamentales y eficientes.

La Figura 19, muestra la pantalla de presentación en Power BI la cual proporciona una interfaz más amigable y funcional a los técnicos. En esta pantalla se pueden observar 4 iconos interactivos que ofrecen un acceso rápido a los resultados. Estos iconos representan diferentes áreas de análisis y brindan una forma fácil de navegar por los datos relacionados, al hacer clic en el icono de “Registros” se tiene un seguimiento de todos los datos históricos de los equipos. Al seleccionar los otros iconos, se abrirán secciones de los resultados de los análisis de vibraciones, termografía y aceite, pudiendo visualizar tablas y gráficos para una interpretación más efectiva de los datos.



**Figura 19.** Pantalla inicial Power BI.

En la Figura 20, se tiene otra sección, donde se observa el histórico de registros correspondientes a todos los análisis realizados a los equipos en una planta de producción, esta interfaz está diseñada de manera que resulte intuitiva y facilite la interacción de los supervisores. En el lateral izquierdo se tienen varios elementos interactivos que permiten la selección personalizada de diferentes variables, como la selección del centro o planta de producción, también se podrá seleccionar la ubicación técnica, el equipo que se desea revisar, incluyendo su componente específico al que se le han realizado las mediciones. En la parte superior de la pantalla, se presentan los totales actualizados de todos los análisis que se han realizado en el tiempo, discriminado por tipo, proporcionando así una visión más amplia de la cantidad de análisis ejecutados. Por último, se tiene una sección donde se muestra información detallada sobre cada equipo, y algunas especificaciones relevantes, como el tipo de análisis que se realizó, el estado del equipo, la fecha en que se llevó a cabo el análisis y su nivel de criticidad, el propósito de esta sección es identificar rápidamente aquellos equipos que están presentando fallas y que a futuro puedan generar una interrupción en la línea de producción y así generar costos a la empresa.

REGISTROS									
Número Total de Análisis		Número de Análisis de Vibraciones		Número de Análisis de Termografía		Número de Análisis de Aceite			
256		169		49		38			
Ubicación Técnica	Sistema	Subsistema	Equipo	Componente	Operación	Crit.	Estado Equipo	Fecha Análisis	
MOTOREDUCTOR ETB3.2001+ET1-M101	CONJUNTO ETIQUETADOR	SISTEMA DE VACIO	ETIQUETADORA ENVOLVENTE DE ENVASES	BOMBA DE VACIO ETB3.S501+CA1-M701	MED. VIBRACIONES	●	Aceptable	29/03/2023	
SERVOMOTORES / SERVMOTOR EJE 4 FUS.2015+ELM1-M101	TAPONADORA	MESA	LLENADORA K132759D80	RODAMIENTO PRINCIPAL	MED. VIBRACIONES	●	Aceptable	29/03/2023	
0079-LINEA 3	REFRIGERACIÓN DE FONDO	SERVOACCIONAMIENTO	LLENADORA K132759D80	SERVOMOTORES / SERVMOTOR EJE 4 FUS.2015+ELM1-M101	MED. TERMOGRAFÍA	●	Aceptable	15/03/2023	
COMPRESOR DE TORNILLO PARA AMONIACO	-	-	COMPRESOR DE TORNILLO PARA AMONIACO	COMPRESOR DE TORNILLO PARA AMONIACO	MED. VIBRACIONES	●	Insatisfactorio	31/01/2023	
MOTOR MODULO DE CALENTAMIENTO O 1 EPB3.9111+HM1-M151	HORNO TERMOENCOGIBILE	VENTILACIÓN	EMBALADORA DE NO RETORNABLES	MOTOR MODULO DE CALENTAMIENTO 1 EPB3.9111+HM1-M151	MED. VIBRACIONES	●	Mal	31/01/2023	
MOTOR MODULO DE CALENTAMIENTO O 1 EPB3.9111+HM1-M151	HORNO TERMOENCOGIBILE	VENTILACIÓN	EMBALADORA DE NO RETORNABLES	MOTOR MODULO DE CALENTAMIENTO 2 EPB3.9112+HM2-M151	MED. VIBRACIONES	●	Insatisfactorio	31/01/2023	
MOTOREDUCTOR ETB3.2001+ET1-M101	TRANSPORTE DE BOTELLAS	ACCIONAMIENTO PORTAENVASES	ETIQUETADORA ENVOLVENTE DE ENVASES	ACCIONAMIENTO PORTAENVASES (COMP)	MED. VIBRACIONES	●	Aceptable	31/01/2023	
MOTOREDUCTOR ETB3.2001+ET1-M101	TRANSPORTE DE BOTELLAS	ACCIONAMIENTO PORTAENVASES	ETIQUETADORA ENVOLVENTE DE ENVASES	ACCIONAMIENTO PORTAENVASES (COMP)	MED. VIBRACIONES	●	Aceptable	31/01/2023	

Figura 20. Histórico de los análisis realizados.

En la siguiente visualización, se pretende mostrar los resultados obtenidos de los análisis de vibraciones como se muestra en la Figura 21. Allí se tiene el mismo panel izquierdo para seleccionar el componente a visualizar, en la parte superior, se tiene el histórico con las fechas y el resultado obtenido del análisis del componente específicamente seleccionado. Se visualiza un campo llamado “Registro Modos de Falla” donde se observa que tipo de falla se encontró en el componente luego de analizar las medidas obtenidas. Se tienen diferentes campos, donde se informa el estado y la información general del equipo y del análisis. Finalmente, se tienen dos campos de vital importancia, el primero de ellos muestra el diagnóstico para el equipo, proporcionando las posibles causas de falla identificadas y realizando una comparación con el histórico para sacar conclusiones significativas, el otro campo presenta las recomendaciones que se deben seguir para restaurar el equipo a su estado óptimo y evitar posibles fallas en un corto periodo de tiempo.



Figura 21. Análisis de Vibraciones.

En la Figura 22, se tiene la visualización de los resultados del análisis de termografía donde se tienen los mismos campos con las mismas finalidades expuestos anteriormente, solo se incluye una gráfica de Temperatura vs Tiempo, la cual cumple con dos funciones, la primera para generar una gráfica con todas su temperaturas de todo el histórico del equipo, o por otra parte se puede seleccionar una sola fecha la cual va a mostrar solo las mediciones específicas de una medición.



Figura 22. Análisis de Termografía.



Por último, se tiene la visualización de los resultados del análisis de aceite, mostrado en la Figura 23, en este caso también se tienen los mismos campos explicados anteriormente exceptuando el campo de registro de análisis de aceite, el cual permitirá monitorear las condiciones de las diferentes propiedades que componen el aceite y tomar las acciones necesarias para garantizar un correcto funcionamiento de las diferentes piezas ya que con el tiempo se va desgastando (quemando u oxidándose) donde va a perdiendo las propiedades y a futuro puede presentar fallas en las diferentes piezas por que se tiene deficiencias en el rendimiento del lubricante.

ACEITE

Centro  
0079 - POSTOBÓN BELLO

Ubicación Técnica  
0079-LINEA 3

Equipo  
ETIQUETADORA ENVOLVENTE DE ENVA...

Código Equipo  
Todas

Componente  
MOTOREDUCTOR ETB3.4121+TBB1-M101

Postobón

Mantenimiento Basado en Condición

Línea de Tiempo Estado Equipo

21/06/2021  
**Mal**
02/04/2022  
Aceptable



Estado Equipo

Mal

Última Fecha Análisis

21/06/2021

Diagnóstico

(Seleccionar una fecha en la graficas)

Cambio de aceite.

Información Análisis

(Seleccionar una fecha en la graficas)

Operación : MED. ACEITE

Orden SAP : NA

Nombre Analista: Pedro Albarracín

Registros Análisis de Aceite

Medición	Estado Medición
Medición Contaminación Líquidos y Partículas Sólidas	EF - Equipo en Falla
Medición Contaminación Partículas Metálicas	OC - Operación Confiable
Medición Metales de Desgaste	OC - Operación Confiable
Medición Oxidación TAN	OC - Operación Confiable
Medición Viscosidad	OC - Operación Confiable

Recomendaciones

(Seleccionar una fecha en la graficas)

1. Se debe cambiar el aceite de manera inmediata
2. Dentro del procedimiento del cambio del aceite se debe incluir limpiar minuciosamente el deposito y los mecanismos del motorreductor
3. Verificar el estado del venteo, indicador de nivel de aceite y válvula de drenaje. En caso de no tenerlos dentro de lo especificado se debe implementar su uso para evitar la alta contaminación con agua.

**Figura 23.** Análisis de Aceite.

## 6. ANÁLISIS

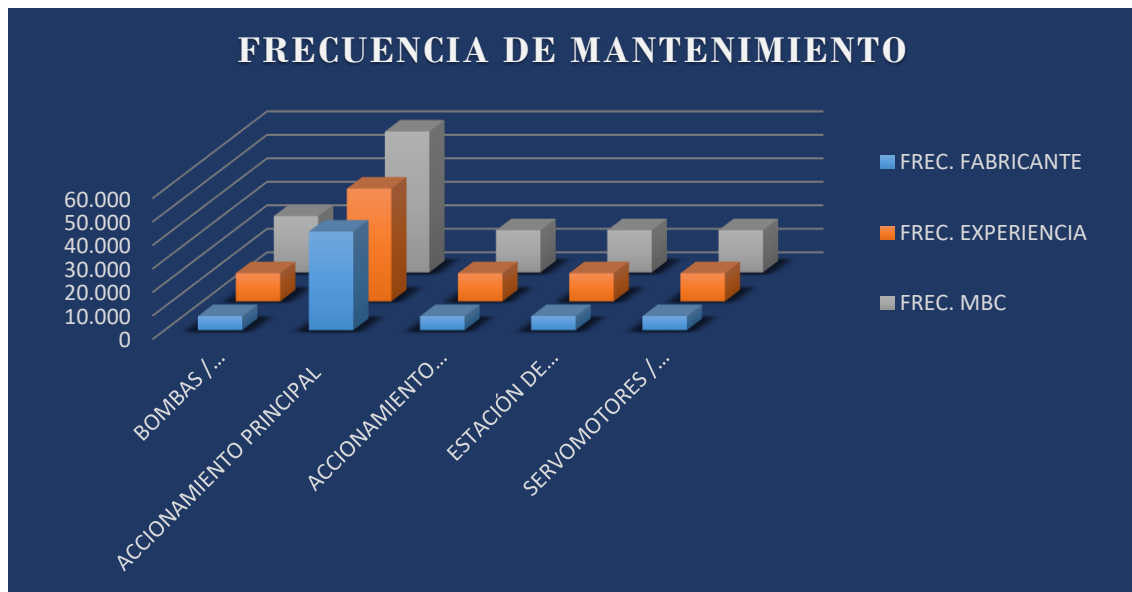
Para realizar un adecuado análisis del impacto y los resultados obtenidos con la creación de la interfaz, se debe entrar en detalle de los gastos generados que incurre la empresa a la hora de generar un mantenimiento predictivo. Obteniendo información interna de la empresa y accediendo a SAP para tener el costo que se tiene para el mantenimiento se plantea la Tabla 1, en la cual se tienen solo algunos de los componentes a los que se les realizó el análisis, para esto se tuvo en cuenta la frecuencia con la que se tiene que intervenir una máquina y realizar el respectivo mantenimiento, donde se tuvo presente tres ítems de comparación, el primero es el recomendado en el manual de operación de cada equipo el cual es el recomendado por el fabricante, el segundo es estipulando un tiempo ideal de mantenimiento partiendo de la experiencia de los técnicos, los cuales ya conocen el comportamiento y estado de los equipos, por último se tiene en cuenta una frecuencia estipulada con el MBC, donde ya se tiene argumentos más sólidos para definir el estado de los equipos y su comportamiento, se cuenta con el seguimiento por medio de equipos los cuales arrojan las mediciones y análisis para sacar resultados para definir la frecuencia adecuada de mantenimiento. Adicionalmente, se tienen otras columnas donde se registra el costo estipulado para cada mantenimiento y una proyección en el tiempo de 10 años.

COMPONENTE	FREC. FABRICANTE (HORAS)	FREC. EXPERIENCIA (HORAS)	FREC. MBC (HORAS)	COSTOS REPUESTOS DE MANTENIMIENTO (\$)	COSTO SERVICIO DE MANTENIMIENTO (\$)	COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO (\$)	COSTO MANTENIMIENTO (\$): A 10 AÑOS FREC. FABRICANTE	COSTO MANTENIMIENTO (\$): A 10 AÑOS FREC. EXPERIENCIA	COSTO MANTENIMIENTO (\$): A 10 AÑOS FREC. MBC
BOMBAS / MOTOREDUCTOR	6.000	12.000	24.000	\$ 1.952.526	\$ 4.000.000	\$ 5.952.526	\$ 86.906.880	\$ 634.420.221	\$ 2.315.633.807
ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	42.000	48.000	60.000	\$ 459.178	\$ 13.247.500	\$ 13.706.678	\$ 28.588.214	\$ 52.173.491	\$ 76.173.297
ACCIONAMIENTO PORTAENVASES (COMP)	6.000	12.000	18.000	\$ 4.690.132	\$ -	\$ 4.690.132	\$ 68.475.927	\$ 499.874.269	\$ 2.432.721.440
ESTACIÓN DE ACCIONAMIENTO	6.000	12.000	18.000	\$ 9.353.076	\$ -	\$ 9.353.076	\$ 136.554.910	\$ 996.850.840	\$ 4.851.340.755
SERVOMOTORES / SERVOMOTOR ETB3.2301 +ET1 -M101	6.000	12.000	18.000	\$ 138.405	\$ -	\$ 138.405	\$ 2.020.713	\$ 14.751.205	\$ 71.789.197

**Tabla 1.** Relación de tiempo y costos de Mantenimiento.

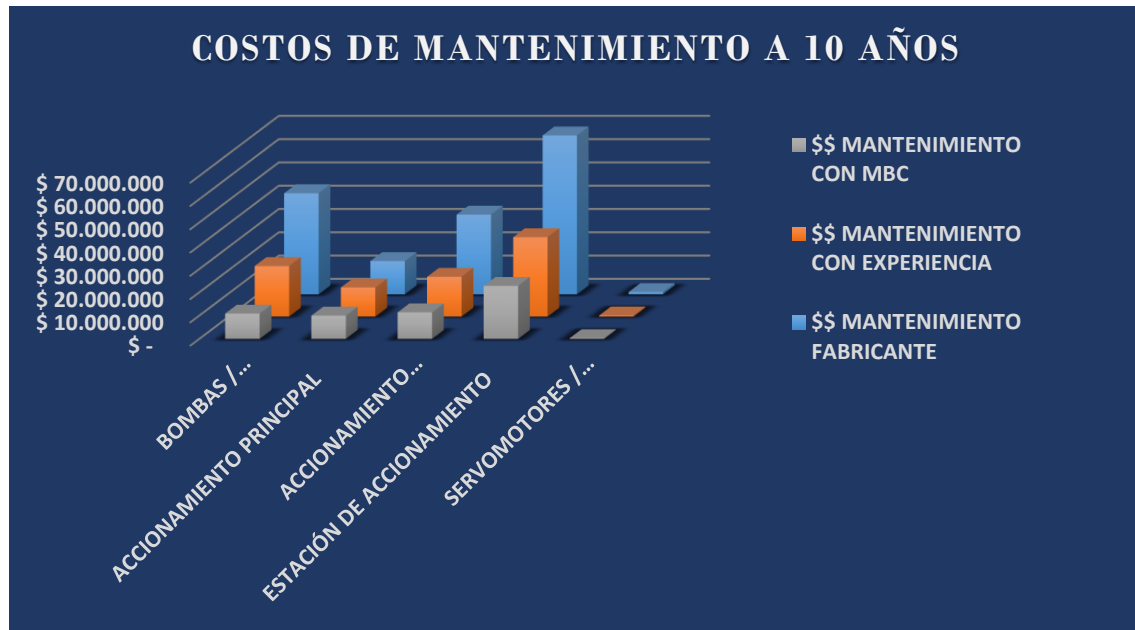
En la Gráfica 1, se analizaron los resultados obtenidos con el mantenimiento predictivo, se hizo énfasis en la frecuencia de intervención para cada equipo dependiendo de los ítems

anteriormente descritos, se logra evidenciar que con el MBC se tiene una frecuencia de mantenimiento mucho mayor en comparación con las otras dos, esto se da ya que al tener mayor control de los datos del comportamiento de los equipos, se puede realizar un mayor seguimiento a las mediciones realizadas y un mayor monitoreo del estado de la salud de los activos. Los tiempos de intervención de una opción a otra son muy diferentes, en el caso del fabricante, se toma un tiempo con ciertos criterios generales y en muchas ocasiones no se adaptan a las realidades a las que está trabajando el equipo, donde en algunos casos se puede requerir una frecuencia mayor o en otros casos mucho menor a lo recomendado. Por otro lado, se tiene la experiencia de los técnicos, quienes cuentan con un enfoque más desde lo experimental o vivencial, que les permite desarrollar un pensamiento más intuitivo he identificar señales y patrones que puedan indicar alguna falla en el equipo, pero se cuenta con un pensamiento muy subjetivo y que depende de la persona que revise el activo y del concepto que pueda definir, dando así tiempos sin argumentos de causa y solo desde lo experimental.



**Gráfica 1.** Frecuencia de mantenimiento equipos.

Al tener un resultado respecto a la frecuencia de mantenimiento, se puede relacionar a los costos que se están reduciendo en la empresa al implementar una interfaz donde se pueda tener mayor control y supervisión de los equipos, en la Gráfica 2 se observa la diferencia de costos que se tienen al incrementar la frecuencia de mantenimiento en los equipos.



**Gráfica 2.** Costos de Mantenimiento.

La interfaz creada implementada al MBC, permite tener una visión más enfocada en el comportamiento de los equipos, realizando un seguimiento y análisis más constante, logrando identificar posibles fallas en los equipos, incrementando el tiempo de intervención y reduciendo costos ya que se evitan intervenciones que en muchas ocasiones pueden ser innecesarias generando gastos indebidos. Al tener los datos más concretos, se puede tener un panorama más amplio de la salud de los activos, optimizando la programación de mantenimientos, ahorrando los recursos y utilizándolos de manera más eficiente en los equipos que realmente los necesitan. Adicionalmente, también se está prolongando la vida útil de los activos al detectar las fallas a tiempo y de manera preventiva, evitando el deterioro progresivo de estos y la inversión en repuestos costosos.

Analizando el ámbito de los costos, no solamente se verá impactado la parte de mantenimiento, al tener mayor disponibilidad de los equipos, al minimizar el MTTR y no tener una alta cantidad de intervenciones, se tendrá una mayor eficiencia de producción contando con mayor disponibilidad de los equipos.

---

## 7. CONCLUSIONES

- La creación de una interfaz para monitorear la salud de los activos proporciona una visibilidad en tiempo real del rendimiento y condiciones del equipo, permitiendo la detección temprana de fallas y tomas de decisiones acertadas que influyan en el correcto funcionamiento de estos.
- La vida útil de los equipos se ve significativamente incrementada al realizar un adecuado monitoreo constante y un mantenimiento efectivo, previniendo un desgaste excesivo y el mal funcionamiento de las piezas.
- El mantenimiento predictivo implementado por una interfaz de monitoreo tiene el potencial de reducir significativamente los costos y las reparaciones no planificadas. Al detectar y abordar problemas de manera temprana, se evitan averías, incidentes graves o costosos y se optimiza el uso de recursos.
- Al poder intervenir un equipo a tiempo, lograr anticipar y abordar problemas antes de que se convierta en una falla se logra obtener una reducción en el MTTR minimizando el tiempo de inactividad, los costos de producción y maximizando la disponibilidad de los equipos.
- Se logra concluir, que al tener una visualización más asertiva de la salud del activo y al logrando acciones preventivas más asertivas, se tiene también un aumento en el MTBF consiguiendo una mayor confiabilidad y prolongación del tiempo entre fallas.
- La creación de una interfaz de monitoreo en Power BI, ayuda a nivel organizacional a una rutina de mantenimiento proactivo, donde se busca implementar el monitoreo en los procesos de trabajo logrando así una mentalidad preventiva donde se enfatiza en la calidad optima de los equipos, la cual a largo plazo se verá reflejada a una mayor eficiencia operativa y a una reducción de costos y recursos para la empresa.

---

## REFERENCIAS

- [1] R. Santamaría, “Tendencias del Mantenimiento Predictivo,” 2002. Accessed: Dec. 06, 2021. [Online]. Available: <https://www.tam.com.mx/images/descargas/articulos/tam07.pdf>
- [2] Predictiva. (2019, diciembre 23). Análisis de Criticidad Integral de Activos. Predictiva21. <https://bit.ly/44FTALj>
- [3] Ramirez, J., Moreno, H. (2017). Elaboración de un análisis de criticidad y disponibilidad para la atracción x-treme del parque mundo aventura, tomando como referencia las normas, sae ja1011 y sae ja1012. <https://bit.ly/46yehKK>
- [4] Reliabilityweb.com. (2010, mayo 17). Análisis ISO 14224 /OREDA. Reliabilityweb. <https://bit.ly/3D7oCQy>
- [5] Campos-López, O., Tolentino-Eslava, G., Toledo-Velázquez, M., & Tolentino-Eslava, R. (2019). Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos. Científica, 23(1), 51–59. <https://bit.ly/3KcOILp>
- [6] Mantenimiento predictivo vs. mantenimiento correctivo. (2020, julio 17). Terative. <https://bit.ly/3pE6wCq>
- [7] Olarte C., W., Botero A., M., & Cañon A., B. (2010). TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO UTILIZADAS EN LA INDUSTRIA. Scientia et technica, XVI (45), 223–226. <https://bit.ly/3NJO9E7>
- [8] Business apps. (s/f). Microsoft.com. Recuperado el 11 de marzo de 2023, de <https://bit.ly/46H2Ksx>
- [9] ¿Qué es Power BI? (2020, julio 21). Deloitte Spain. <https://bit.ly/3JOMssG>