UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA

MANUAL DE LABORATORIO DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Primer Semestre 2023

PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES

DÍA	HORARIO	ACTIVIDAD
Lunes	08:30-12:30	**Práctica 1**: Gestión del mantenimiento correctivo
Martes	09:00-12:30	**Práctica 2**: Gestión del mantenimiento preventivo
Miércoles	09:00-12:30	**Práctica 3**: Planificación y programación del mantenimiento
Jueves	09:00-12:30	**Práctica 4**: Software para gestión del mantenimiento
Viernes	09:00-12:30	**Examen**

MATERIAL NECESARIO PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS

Cada estudiante deberá traer los siguientes materiales según corresponda en la práctica:

No.	Reactivos y Material
1	Hojas en blanco Lapiceros Calculadora **Computadora**
2	Hojas en blanco Lapiceros **Computadora**
3	Hojas en blanco Lapiceros **Computadora**
4	Hojas en blanco Lapiceros **Computadora** **Instalar ManWinWin**

INSTRUCCIONES PARA REALIZAR LA PRÁCTICA

Se trabajará en grupos según las indicaciones del instructor, se debe asignar un coordinador por grupo que sea mayor de edad. Para la realización adecuada de las prácticas, deberán atenderse las siguientes indicaciones:

1. Presentarse puntualmente a la hora de inicio de laboratorio (aplica a clase teórica o práctica) ya que en ese momento se cerrará la puerta y se procederá a realizar el examen corto oral. Al terminar dicho examen se dejará entrar a las personas que llegaron tarde (no más de 15 minutos tarde), pero sin derecho a examinarse. SIN EXPCEPCIONES.

2. Cada uno de los integrantes del grupo debe presentar su propio manual de laboratorio todos los días.

3. Contar con los implementos de seguridad y los conocimientos adecuados:
   - Mascarilla, careta y alcohol en gel.
   - Participación y cuidado de cada uno de los integrantes del grupo en todo momento de la práctica.
   - Conocer la teoría de la práctica a realizar.
   - **Respeto dentro del laboratorio hacia los catedráticos o compañeros (as).**

La falta a cualquiera de los incisos anteriores será motivo de una inasistencia.

1. No se permite el uso de teléfono celular dentro del laboratorio, visitas durante la realización de la práctica o hablar a través de las ventanas.

2. Se prohíbe terminantemente comer, beber, fumar y masticar chicle dentro del laboratorio. Éstos también serán motivos para ser expulsado del laboratorio.

3. Se les recuerda a todos los y las estudiantes el **respeto** dentro de las instalaciones, tanto con los catedráticos como con sus compañeros.

REPORTE DE INVESTIGACIÓN

Las secciones de las cuales consta un reporte, el punteo de cada una y el orden en el cual deben aparecer son las siguientes:

a. Carátula..... 0 puntos
b. Objetivos ..... 20 puntos
c. Introducción..... 20 puntos
d. Desarrollo del contenido ..... 40 puntos
e. Conclusiones..... 20 puntos
f. Bibliografía ..... 0 puntos
g. Total ..... 100 puntos

Por cada falta de ortografía o error gramatical, se descontará un punto sobre cien, todas las mayúsculas se deben de tildar. Es importante dirigirse al lector de una manera impersonal, de manera que expresiones tales como “obtuvimos”, “hicimos”, “observé”, serán sancionadas. Si se encuentran dos reportes parcial o totalmente parecidos se anularán automáticamente dichos reportes.

a. **OBJETIVOS:** Son las metas que se desean alcanzar en la práctica de investigación. Se inician generalmente con un verbo, que guiara a la meta que se desea alcanzar, los verbos finalizan en AR, ER o IR, ejemplo: conocer, determinar, etc.

b. **INTRODUCCIÓN:** Se debe realizar una presentación de las características de la investigación realizada. Deberá comprender la determinación del tema, el interés o utilidad del estudio, la delimitación del problema, los objetivos del informe, el tipo de diseño empleado y la mención de las principales fuentes empleadas para el análisis del objeto de investigación.

c. **DESARROLLO DE CONTENIDO:** Esta sección corresponde al contenido del reporte, aquello que se ha encargado realizar según las condiciones del laboratorio.

d. **CONCLUSIONES:** Constituyen la parte más importante del reporte. Las conclusiones son "juicios críticos razonados" a los que ha llegado el autor, después de una cuidadosa consideración de los resultados del estudio o experimento y que se infieren de los hechos. Deberán ser lógicos, claramente apoyados y sencillamente enunciados.

e. **BIBLIOGRAFÍA:** Esta sección consta de todas aquellas referencias (libros, revistas, documentos) utilizados como base bibliográfica en la elaboración del reporte. Deben citarse, como mínimo 3 referencias bibliográficas (**EL INSTRUCTIVO NO ES UNA REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA),** las cuales deben ir numeradas y colocadas en orden alfabético según el apellido del autor. Todas deben estar referidas en alguna parte del reporte. La forma de presentar las referencias bibliográficas es la siguiente:

1. BROWN, Theodore L.; LEMAY, H.Eugene; BURSTEN, Bruce E. *Química la ciencia central***.** 7ª ed. México: Prentice-Hall, 1998. 682 p.

DETALLES FÍSICOS DEL REPORTE

- El reporte debe presentarse en hojas de papel bond tamaño carta.
- Cada sección descrita anteriormente, debe estar debidamente identificada y en el orden establecido.
- Todas las partes del reporte deben estar escritas a mano CON LETRA CLARA Y LEGIBLE, a menos que se indique lo contrario.
- Se deben utilizar ambos lados de la hoja.
- No debe traer folder ni gancho, simplemente engrapado.

IMPORTANTE:

Los reportes se entregarán al día siguiente de la realización de la práctica al entrar al laboratorio SIN EXCEPCIONES. Todos los implementos que se utilizarán en la práctica se tengan listos antes de entrar al laboratorio pues el tiempo es muy limitado. Todos los trabajos y reportes se deben de entregar en la semana de laboratorio no se aceptará que se entregue una semana después.

PRÁCTICA NO. 1

GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO

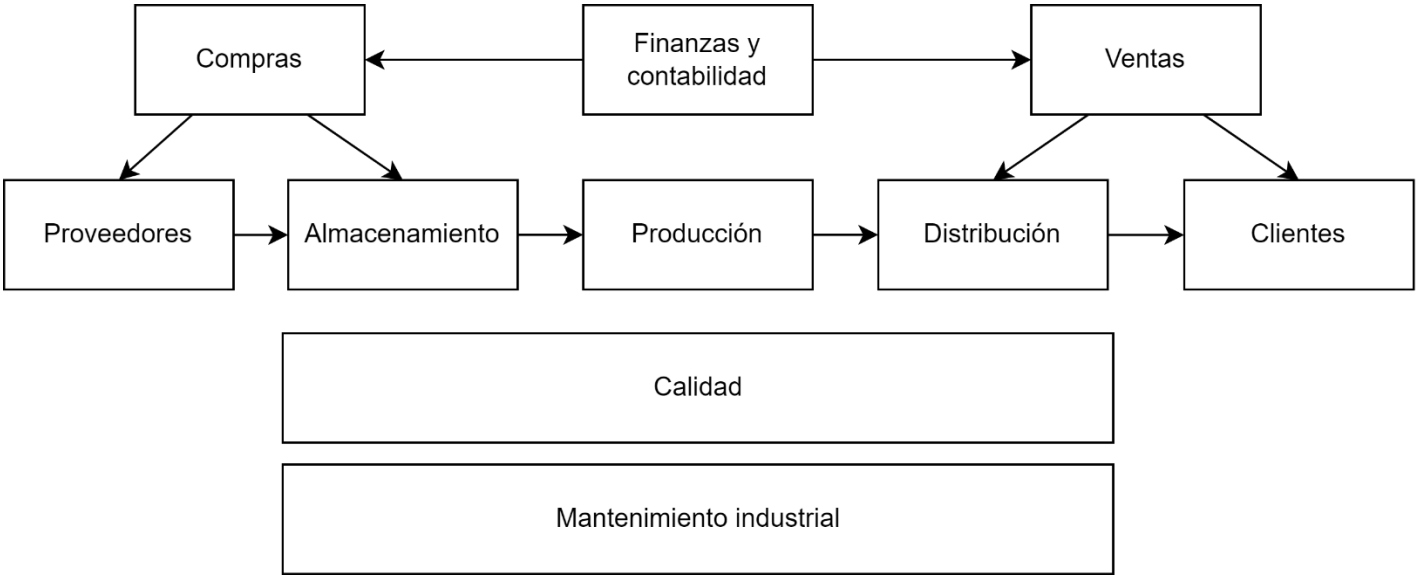
1. Propósito de la práctica:

1.1. Comprender la importancia del mantenimiento industrial en el campo de la ingeniería.
1.2. Identificar las características más importantes del mantenimiento correctivo.
1.3. Conocer los indicadores clave de mantenimiento para el mantenimiento correctivo.

2. Marco Teórico:

Mantenimiento industrial: es un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles, instalaciones. Es una especie de servicio alterno, cuya gestión corre paralela a la cadena de valor de la empresa; consecuentemente, ambos sistemas deben ser objetos de similar atención, la esencia empírica demuestra, no obstante, que la mayor atención se centra en la actividad productiva o de servicio propiamente dicha.

En el siguiente diagrama se observa cómo se conectan las distintas actividades de una empresa de producción común. Desde el flujo de materias primas de los proveedores hasta el flujo de productos terminados a los clientes es lo que compone la cadena de valor de la empresa, el mantenimiento será una actividad de apoyo que debe asegurar que estas actividades críticas se lleven a cabo sin contratiempos.



Si el área de mantenimiento industrial realiza sus actividades con eficiencia, habrá menos dificultades en el desarrollo de las actividades de la cadena de valor, esto le permitirá a la empresa operar de manera más confiable y eficiente, por tanto, será más competitiva. La reconversión de la actividad de mantenimiento debe verse, en primera instancia, como la adopción de un sistema que se adapte a las necesidades de cada empresa y particularmente a las características y el estado técnico del equipamiento instalado en ellas.

Objetivos del mantenimiento industrial: el diseño e implementación del sistema de mantenimiento industrial debe tener en consideración las metas y objetivos del área al que está prestando servicio, en el caso del área productiva, este objetivo será cumplir con un programa de producción, para el área de distribución, será entregar las órdenes o pedidos de los clientes a tiempo y así con cada uno. Cualquier modificación del sistema de

mantenimiento industrial debe ser contemplada con gran prudencia para evitar, precisamente, que se enmascaren dichos objetivos o se dificulte su consecución.

Por tanto, los objetivos del área de mantenimiento industrial son:

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los bienes precitados.
- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
- Evitar detenciones inútiles o paro de máquinas.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Balancear el costo de mantenimiento con el correspondiente costo de oportunidad.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes

Tipos de mantenimiento: según la naturaleza del mantenimiento, este puede clasificarse en:

- **Mantenimiento correctivo:** es aquel que se ocupa de la reparación, una vez se ha producido el fallo y el paro súbito de la máquina o instalación. Dentro de este tipo de mantenimiento podríamos contemplar dos tipos de enfoques:

    1. **Mantenimiento de campo (de arreglo):** este se encarga de la reposición del funcionamiento, aunque no quede eliminada la fuente que provocó la falla.

    2. **Mantenimiento curativo (de reparación):** este se encarga de la reparación propiamente, pero eliminando las causas que han producido la falla. Se suele mantener un almacén con piezas de repuesto, sin embargo, dependiendo de la gestión de este inventario, es posible no contar con los elementos necesarios para llevar a cabo el mantenimiento, por lo tanto, es caro y con riesgo de falla. Esto evidencia la necesidad de realizar una adecuada gestión del mantenimiento.

- **Mantenimiento preventivo:** tareas de mantenimiento que tienen como objetivo la reducción riesgos. Gracias a estas tareas se previenen fallos, errores o averías en el funcionamiento de los equipos y de las herramientas, según dicte el plan de mantenimiento para cada caso.

- **Mantenimiento predictivo:** es el mantenimiento que se le da a una máquina o equipo que muestra anomalías en su funcionamiento, anticipando la falla de este. La recopilación y la interpretación de datos estadísticos permite a muchas empresas aplicar una estrategia de mantenimiento predictivo en sus instalaciones y equipos. Si el departamento de mantenimiento industrial detecta valores anómalos, procede a realizar una revisión o el reemplazo de algún componente antes de que se produzca una avería.
  Indicadores clave de mantenimiento:

Gestión del mantenimiento correctivo:

Realizando una estimación, podríamos considerar que, en promedio, más del 70% del tiempo total dedicado a mantenimiento se utiliza para solución de fallas no programadas. Gestionar con eficacia el mantenimiento correctivo significa:

- Realizar intervenciones con rapidez, que permitan la puesta en marcha del equipo en el menor tiempo posible (MTTR).
- Realizar intervenciones fiables, y adoptar medidas para que no se vuelvan a producir estas en un periodo de tiempo suficientemente largo (MTBF).
- Consumir la menor cantidad posible de recursos (tanto mano de obra como materiales).

Distribución del tiempo de una avería o falla en el mantenimiento correctivo:

El tiempo necesario para la puesta a punto de un equipo tras una avería se distribuye de la siguiente manera:

1. **Tiempo de detección:** es el tiempo que transcurre entre el origen del problema y su detección. Hay una relación entre el tiempo de detección y el tiempo de resolución total: cuanto antes se detecte la avería, en general, habrá causado menos daño y será más fácil y económica su reparación.

2. **Tiempo de comunicación:** es el tiempo que transcurre entre la detección del problema y localización del equipo de mantenimiento. Este periodo se ve muy afectado por los sistemas de información y de comunicación con el personal de mantenimiento y con sus responsables. Una buena organización de mantenimiento hará que este tiempo sea muy corto, incluso despreciable en el total de tiempo transcurrido.

3. **Tiempo de espera:** es el tiempo que transcurre desde la comunicación de la avería hasta el inicio de la reparación. Incluye el tiempo de espera hasta disponer de operarios que puedan atender la incidencia, los trámites burocráticos necesarios para poder intervenir (parada de los equipos, solicitud de órdenes de trabajo, obtención de la orden de trabajo, aislamiento del equipo, etc.) y el traslado del personal desde donde se encuentre hasta el lugar donde se ha producido el incidente. Este tiempo se ve afectado por varios factores: número de operarios de mantenimiento de que se disponga, complicación o simplicidad del sistema de gestión de órdenes de trabajo, medidas de seguridad que sea necesario adoptar, y distancia del taller de mantenimiento a la planta, entre otras.

4. **Diagnóstico de la avería:** es el tiempo necesario para que el operario de mantenimiento determine qué está ocurriendo en el equipo y cómo solucionarlo. Este tiempo se ve afectado por varios factores: formación y experiencia del personal, y por la calidad de la documentación técnica disponible (planos, históricos de averías, listas de averías y soluciones, etc.).

5. **Acopio de herramientas y medios técnicos necesarios:** una vez determinado qué hay que hacer, el personal encargado de la reparación puede necesitar un tiempo para situar en el lugar de intervención los medios que necesite. Este tiempo suele verse afectado por la distancia de los talleres o lugares de almacenamiento de la herramienta al lugar de intervención, por la previsión de los operarios a la hora de llevar consigo el herramental que creen pueda necesitar cuando se les comunica la necesidad de intervención y por la cantidad de medios disponibles en planta.

6. **Acopio de repuestos y materiales:** es el tiempo que transcurre hasta la llegada del material que se necesita para realizar la intervención. Incluye el tiempo necesario para localizar el repuesto en el almacén (en el caso de tenerlo en stock), realizar los pedidos pertinentes (en caso de no tenerlo), para que el proveedor los sitúe en la planta, para acondicionarlos (en caso de que haya que realizar algún trabajo previo), para verificar que alcanzan sus especificaciones y para situarlos en el lugar de utilización. Este tiempo se ve afectado por la cantidad de material que haya en stock, por la organización del almacén, por la agilidad del departamento de compras, y por la calidad de los proveedores.

7. **Reparación de la avería:** es el tiempo necesario para solucionar el problema surgido, de manera que el equipo quede en disposición para producir. Se ve muy afectado por el alcance del problema y por los conocimientos y habilidad del personal encargado de su resolución.

8. **Pruebas funcionales:** es el tiempo necesario para comprobar que el equipo ha quedado adecuadamente reparado. El tiempo empleado en realizar pruebas funcionales suele ser una buena inversión: si un equipo no entra en servicio hasta que no se ha comprobado que alcanza todas sus especificaciones, el número de órdenes de trabajo disminuye, y con él, todos los tiempos detallados en los puntos 1 al 6. Depende fundamentalmente de las pruebas que se determine que deben realizarse.

9. **Puesta en servicio:** es el tiempo que transcurre entre la solución completa de la avería y la puesta en servicio del equipo. Está afectado por la rapidez y agilidad de las comunicaciones.

10. **Redacción de informes:** el sistema documental de mantenimiento debe recoger al menos los incidentes más importantes de la planta, con un análisis en el que se detallen los síntomas, la causa, la solución y las medidas preventivas adoptadas.

Es fácil entender que, en el tiempo total hasta la resolución del incidente o avería, el tiempo de reparación puede ser muy pequeño en comparación con el tiempo total. También es fácil entender que la gestión de mantenimiento influye decisivamente en este tiempo: al menos 7 de los 10 tiempos anteriores se ven afectados por la organización del departamento.

Análisis de modo de fallo:

Se observa cómo en el tiempo necesario para la resolución de una avería hay un tiempo que se consume en diagnosticar la avería, en identificar el problema y proponer una solución. En averías evidentes, este tiempo pasa desapercibido, es despreciable frente al tiempo total. Pero en muchas ocasiones el tiempo necesario para saber qué ocurre puede ser significativo:

- En caso de instalaciones nuevas, poco conocidas.
- En caso de emplear personal distinto del habitual.
- En caso de averías poco evidentes (caso, por ejemplo, de averías que tienen que ver con la instrumentación).

El personal, con el paso del tiempo, va aprendiendo de su propia experiencia, siendo una realidad que el diagnóstico de una avería suele hacerlo más rápidamente el personal que más tiempo lleva en la planta. Si la experiencia acumulada por el personal de mantenimiento se almacena en sus cabezas, nos exponemos a algunos peligros:

- Rotación del personal. El personal cambia de empresas, de puestos, etc., y con él, puede marcharse la experiencia acumulada en la resolución de averías.
- Periodos de vacaciones y bajas. Si la experiencia se almacena exclusivamente en las mentes del personal, ante una baja, un descanso o unas vacaciones podemos quedarnos sin esa experiencia necesaria.
- Olvidos. La mente es un soporte frágil, y un operario puede no acordarse con exactitud de cómo resolvió un problema determinado.

- Incorporación de personal: el personal de nueva incorporación deberá formarse al lado de los operarios que más tiempo llevan en la planta. Esta práctica tan extendida no es a menudo la más recomendable. Un buen operario no tiene por qué ser un buen profesor. Si, por otro lado, debemos esperar a que a un operario le ocurran todas las averías posibles para tenerlo perfectamente operativo, transcurrirán años hasta llegar al máximo de su rendimiento.

Por todo ello, es conveniente recopilar la experiencia acumulada en las intervenciones correctivas en documentos que permitan su consulta si el mismo problema vuelve a surgir. Uno de estos documentos es el análisis de modo de fallo.

Este consiste en una tabla donde se consolidad la información respecto a las averías o fallas que se han dado en los equipos y las que podrían darse. Se indica el equipo, el elemento del equipo que falla, la manera en que lo hace, cual es la consecuencia del fallo, con esto se logra describir cualitativamente la falla. Luego, se califica en la severidad (basado en los costos), probabilidad (basada en la frecuencia) y dificultad de la detección de la falla (basado en el tiempo necesario para detectar la falla)
, esto se utiliza para determinar la importancia de controlar la falla en futuros análisis. Por último, se coloca la solución más efectiva que se tiene hasta el momento.

Análisis de modo de fallo								
Equipo	**Elemento**	**Modo de fallo**	**Efecto**	**Severidad (1-10)**	**Probabilidad (1-10)**	**Dificultad de detección (1-10)**	**Índice de falla SxPxD**	**Solución**
Máquina transportadora	Faja	Rotura	Falla funcional	8	5	4	160	Cambio con un repuesto
Máquina transportadora	Cojinete	Desgaste	Falla funcional	8	3	9	216	Cambio con un repuesto
Máquina transportadora	Pintura	Desgaste	Estético	1	7	1	7	Pintar el equipo

El ejemplo anterior se encuentra considerablemente resumido debido a las limitaciones de espacio, en una situación real se debe tener disponibles la mayor cantidad de detalles que ayuden a agilizar el mantenimiento correctivo. El índice de falla se utiliza para determinar el nivel de atención que se le debe dar a la falla y si es necesario pasar a implementar un mantenimiento preventivo o predictivo. Con la información anterior, se pueden crear procedimientos estándar para las fallas o averías más comunes.

Indicadores clave del mantenimiento:

Para darle seguimiento a los mantenimientos correctivos, se utilizan los siguientes indicadores clave:

- **Tiempo promedio entre fallas (MTBF):** representa el tiempo medio que transcurre entre dos fallas o averías de un equipo determinado. Por lo tanto, representa la fiabilidad de la operación del equipo – cuanto más alto sea su MTBF, más fiable es. Así pues, el MTBF puede determinarse calculando la diferencia entre el tiempo total de trabajo del activo (que es el número de horas que habría funcionado si no se hubiera averiado) y su tiempo de avería, dividido por el número de fallos por los que ha pasado.

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Tiempo total de trabajo} - \text{Tiempo total de parada}}{\text{Número de fallos}}$$

- **Tiempo promedio para reparar (MTTR):** representa el tiempo medio necesario para reparar las averías del equipo hasta que este vuelva a un estado plenamente funcional. Por lo tanto, es un buen indicador de cómo está siendo el desempeño del equipo de mantenimiento. Esta métrica se calcula dividiendo el tiempo total de mantenimiento correctivo durante un determinado período de tiempo por el número de intervenciones de mantenimiento realizadas.

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Tiempo total de mantenimiento}}{\text{Número de intervenciones}}$$

- **Porcentaje de disponibilidad operativa:** es el porcentaje del tiempo durante el cual el equipo se encuentra en funcionamiento. Se determina de la siguiente manera:

$$\text{Porcentaje de disponibilidad} = 100 * \frac{\text{Tiempo total de trabajo} - \text{Tiempo total de parada}}{\text{Tiempo total de trabajo}}$$

En el caso del porcentaje de disponibilidad operativa, esta es útil para evaluar el desempeño en agregado del sistema de gestión del mantenimiento al observarlo mensualmente.

DISPONIBILIDAD DE EQUIPAMIENTOS

Sector: PROCESO 1 — Periodo: 01/01/99 a 31/12/99

EQUIPO	Prom. Ant	Ene. 99	Feb. 99	Mar. 99	Abr. 99	May. 99	Jun. 99	Jul. 99	Ago. 99	Sep. 99	Oct. 99	Nov. 99	Dic. 99	Prom. Actual
DISYUNTOR GENERAL	97	100	100	92	100	83	100	100	100	100	100	100	81	96
DISYUNTOR A.C. SACE	91	100	88	100	100	100	79	100	100	100	100	100	100	97
TRAFO ASEA 1500 KVA	93	100	100	100	100	100	100	100	81	100	100	100	100	98
ESTABILIZADOR TECTROL	92	100	100	65	100	100	100	100	100	100	100	71	100	95
GRUPO ELETROGENO 1	97	100	100	41	100	100	100	100	100	100	100	100	100	95
GRUPO ELETROGENO 2	94	100	100	100	38	100	100	100	100	100	100	100	100	95
TRAFO ITEL 750 KVA	89	100	52	100	100	100	100	100	84	100	100	100	100	95
AFTER COOLER 1	91	33	100	100	100	49	100	100	100	88	100	100	100	89
AFTER COOLER 2	90	62	100	83	100	100	91	100	78	56	100	100	67	91
COMPRESOR DE AIRE 1	91	92	100	100	84	89	100	94	91	81	100	100	53	90
COMPRESOR DE AIRE 2	90	62	100	83	100	100	80	100	100	100	37	100	100	89
DESTILADOR 1	84	100	100	84	100	100	100	100	49	100	100	21	100	88
DESTILADOR 2	94	100	71	100	100	38	100	82	100	100	100	85	100	96
DESTILADOR 3	82	100	100	100	75	100	100	100	100	48	100	100	100	94

Cada índice se debe calcular por equipo, adicional puede calcularse un indicador mensual.

HOJA DE TRABAJO 1

1. Considere el caso de una empresa que se dedica a la distribución de productos varios no perecederos. La empresa cuenta con 2 montacargas pequeños en el almacén, 5 camiones pequeños para distribución y 1 embaladora. Construya un cuadro de análisis del modo de fallos identificando por lo menos 4 fallas por equipo que pueden ocurrir en cada tipo de máquina o vehículo. Investigue o asuma toda la información necesaria.

Camión pequeño para distribución	Montacargas pequeño	Embaladora

2. La empresa ha recolectado información respecto a las averías de la maquinaria durante los últimos dos meses (considere el mes actual como completo), calcule los indicadores clave de mantenimiento correctivo y determine si debe mejorar la parte administrativa o técnica en la gestión del mantenimiento de cada equipo. Considere una jornada laboral diurna de 8 horas en lunes a viernes y 4 horas los sábados.

Equipo	Mes	Falla	Tiempo de paro	Tiempo de mantenimiento
Camión 5	Pasado	Sobrecalentamiento	4 h	1 h
Camión 5	Pasado	Problemas con la batería	3 h 30 min	2 h
Camión 2	Pasado	Llanta pinchada	1 h 10 min	30 min
Camión 3	Pasado	Llanta pinchada	1 h	25 min
Montacargas 1	Pasado	Mástil atascado	6 h 10 min	3 h 15 min
Montacargas 1	Pasado	Mástil atascado	4 h 45 min	3 h 25 min
Montacargas 1	Actual	Mástil atascado	5 h 10 min	2 h 30 min
Montacargas 1	Actual	Sobrecalentamiento	1 h 25 min	30 min
Camión 2	Actual	Problemas con la batería	2 h	1 h 30 min
Camión 1	Actual	Llanta pinchada	45 min	25 min
Camión 5	Actual	Sobrecalentamiento	4 h 30 min	45 min
Camión 2	Actual	Problemas con la batería	2 h 30 min	1 h

REPORTE 1

1. Considere el caso de una empresa que se dedica al lavado de vehículos. La empresa cuenta con 6 hidrolavadoras y 6 aspiradoras. Construya un cuadro de análisis del modo de fallos identificando por lo menos 5 fallas por equipo que pueden ocurrir en cada tipo de equipo. Investigue o asuma toda la información necesaria.

Hidrolavadora	Aspiradora

2. La empresa ha recolectado información respecto a las averías de los equipos durante los últimos dos meses (considere el mes actual como completo), calcule los indicadores clave de mantenimiento correctivo y determine si debe mejorar la parte administrativa o técnica en la gestión del mantenimiento de cada equipo. Considere una jornada nocturna de 6 horas en lunes a viernes y 6 horas los sábados.

Equipo	**Mes**	**Falla**	**Tiempo de paro**	**Tiempo de mantenimiento**
Aspiradora 3	Pasado	Cortocircuito	45 min	25 min
Aspiradora 6	Pasado	Filtro dañado	1 h 30 min	45 min
Aspiradora 4	Pasado	Filtro dañado	1 h 30 min	30 min
Hidrolavadora 2	Pasado	Presión baja en el agua	2 h 10 min	1 h 30 min
Hidrolavadora 1	Pasado	Cortocircuito	1 h 25 min	50 min
Aspiradora 3	Pasado	Sobrecalentamiento	2 h	1 h 30 min
Hidrolavadora 2	Actual	Presión baja en el agua	1 h	25 min
Aspiradora 1	Actual	Sobrecalentamiento	1 h 10 min	25 min
Aspiradora 3	Actual	Mangueras obstruidas	4 h 45 min	25 min
Hidrolavadora 2	Actual	Presión baja en el agua	1 h 15 min	1 h
Hidrolavadora 3	Actual	Mangueras obstruidas	3 h 30 min	2 h
Hidrolavadora 2	Actual	Presión baja en el agua	1 h 10 min	30 min

PRÁCTICA NO. 2

GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

1. Propósito de la práctica:

1.1. Conocer la metodología para gestionar el mantenimiento preventivo.
1.2. Identificar la estructura para generar órdenes de trabajo. .
1.3. Desarrollar planes de mantenimiento preventivo.

2. Marco teórico:

Mantenimiento preventivo: es un procedimiento programado que previene la ocurrencia de fallas. Sus principales actividades se centran en la limpieza, la lubricación, el recambio programado de piezas y los ajustes en el equipo; estas actividades se realizan de manera periódica, se controlan con base en el tiempo y se establecen mediane inspecciones, medidas y el control de las condiciones de los equipos.

Para aplicar el mantenimiento preventivo se debe determinar con anticipación un plan en el que se indiquen las actividades que deben realizarse, así como su frecuencia. Esta planificación debe ser llevada a cabo por el responsable de mantenimiento y el personal técnico a su cargo, y refleja las tareas periódicas que habrán de realizarse para reducir o eliminar las averías imprevistas que el equipo o maquinaria pueda presentar. Este plan de mantenimiento preventivo se realiza de manera individual para cada una de las máquinas o equipos.

Para determinar las actividades preventivas que son necesarias para incluir en la planificación del mantenimiento preventivo se pueden tomar en consideración las siguientes fuentes:

Recomendaciones del fabricante: los manuales de equipo proporcionados por el fabricante ofrecen recomendaciones en relación con el mantenimiento del equipo, así como información sobre algunas fallas comunes y la manera de corregirlas.

Recomendaciones de los operadores: la experiencia personal del personal que opera los equipos resulta ser de gran utilidad debido a que conocen cómo se comporta el equipo en condiciones normales de operación. Ellos pueden detectar ruidos, vibraciones o incrementos de temperatura en los equipos, por lo que sus recomendaciones serán muy útiles ante la posibilidad de que se produzca una falla en dichos equipos.

Experiencia propia: es muy útil aprovechar la experiencia que se tiene con la operación de la maquinaria o de equipos similares, así como los conocimientos de cada integrante del equipo de mantenimiento que pueda contribuir a intervenciones de calidad, pues se conocen las características y posibles fallas del equipo.

Análisis de ingeniería: cuando no se cuenta con información o esta es insuficiente, se debe hacer un estudio detallado de:

- El equipo. Sus características de construcción y operación.
- Las condiciones en que operará el equipo, de lo cual se deducen los puntos que deben inspeccionarse y que deben recibir servicio periódicamente.
- Establecer la vida útil del equipo o maquinaria.

En general, las actividades del mantenimiento preventivo se pueden clasificar en las siguientes categorías:

- **Limpieza:** proceso periódico que consiste en mantener los recursos libres de impurezas que imposibiliten su buen funcionamiento.
- **Inspección y revisión:** se basan en la observación de los recursos para obtener información sobre su estado físico o funcionamiento.
- **Ajuste o calibración:** corrección de las afectaciones sufridas por el recurso, o de alguna de sus partes, ocasionadas por el uso.
- **Cambio de piezas:** reemplazo de componentes que hayan cumplido su período de vida útil por otros de las mismas características y en buenas condiciones de funcionamiento.
- **Lubricación:** aplicación de lubricantes en intervalos normales y según las indicaciones del fabricante.

Pasos para planificar un trabajo de mantenimiento preventivo:

1. Desarrollar un procedimiento de trabajo
2. Asignar los trabajadores con las destrezas adecuadas.
3. Planear y solicitar las partes y los materiales.
4. Revisar procedimientos de seguridad industrial.
5. Establecer prioridades.
6. Determinar los costos del mantenimiento.
7. Completar la orden de trabajo.

Ejemplo de una orden de trabajo sencilla de mantenimiento:

Orden de trabajo		
Prioridad:	Fecha:	No. de orden:
Requerido por:	Aprobado por:	
Equipo:	Tipo de mantenimiento:	
Descripción del problema:		
Técnico:	Procedimiento:	Fecha:
Descripción del mantenimiento:		
Material y herramientas necesarias:		
Coordinado por:	Departamento:	
Duración de la inactividad:	Fecha del regreso a operaciones:	
Duración del mantenimiento:	Fecha del mantenimiento:	
Responsable de la verificación:		
Verificación:	Fecha de verificación:	
Observaciones:		

Cabe resaltar que la información requerida en la orden de trabajo será diferente dependiendo del tipo de empresa y si está sujeta a algún sistema de gestión de calidad que obligue a documentar información adicional. La orden de trabajo anterior puede tomarse de base para los mantenimientos tanto correctivos como preventivos.

Ejemplo de una hoja de planificación de mantenimiento preventivo:

Planificación de mantenimiento preventivo		
Elaborado por: Marco Gómez	Aprobado por: Julio Ortíz	Fecha de elaboración: 24/10/22
Equipo: Horno industrial	Código: CO-001-X01	Fecha de aprobación: 26/10/22
Ubicación: CO-002	Área: Cocina	Supervisor de área: Ana Pinto

No.	Parte	Categoría	Procedimiento	Prioridad	Duración	Frecuencia	Interrumpe actividades
1	Válvula de gas	Inspección	MP-001-52	Programado	20 min	Semanal	Sí
2	Cubierta	Limpieza	MP-001-25	Aplazable	5 min	Semanal	Sí
3	Termómetro	Calibración	MP-001-63	Programado	1 h	Mensual	Sí

La tabla anterior se encuentra considerablemente resumida por cuestiones de espacio, se deben incluir tantos detalles como sean necesarios. Los mantenimientos preventivos pueden planificarse con antelación, para el mantenimiento correctivo deberán utilizarse los indicadores de mantenimiento para estimar el período en cuál deberán llevarse a cabo y preparar al sistema para ello.

HOJA DE TRABAJO 2

1. Para las siguientes actividades de mantenimiento realice lo siguiente, investigue o asuma toda la información necesaria:

- Procedimiento para llevar a cabo el mantenimiento.
- Herramientas necesarias para el mantenimiento.
- Repuestos o insumos necesarios para realizar el mantenimiento, si aplica.
- Competencias o conocimientos específicos que debe tener el técnico de mantenimiento.

Luego, utilizando como base la información anterior, desarrolle las órdenes de trabajo para las dos actividades de mantenimiento preventivo.

Equipo	Actividad de mantenimiento
	Inspección de la presión en un sistema de abastecimiento de vapor. El manómetro se encuentra en un lugar alto, difícil de alcanzar.
	Lubricación de los rodamientos de una bomba de agua pequeña.

2. Considere un vehículo a su elección, desarrolle un cuadro de planificación de mantenimiento preventivo.

REPORTE 2

1. Para las siguientes actividades de mantenimiento realice lo siguiente, investigue o asuma toda la información necesaria:

- Procedimiento para llevar a cabo el mantenimiento.
- Herramientas necesarias para el mantenimiento.
- Repuestos o insumos necesarios para realizar el mantenimiento, si aplica.
- Competencias o conocimientos específicos que debe tener el técnico de mantenimiento.

Luego, utilizando como base la información anterior, desarrolle las órdenes de trabajo para las dos actividades de mantenimiento preventivo.

Equipo	Actividad de mantenimiento
	Calibración de un termómetro digital.
	Cambio de bombillas en una nave industrial, el techo se encuentra a 4 metros de altura.

2. Considere el sistema de abastecimiento de agua de una casa, desarrolle un cuadro de planificación de mantenimiento preventivo.

PRÁCTICA NO. 3

PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO

1. Propósito de la práctica:

1.1 Conocer la metodología de programación del mantenimiento.
1.2 Comprender los beneficios de programar el mantenimiento industrial. .
1.3 Determinar estrategias para organizar el mantenimiento.

2. Marco Teórico:

Programación del mantenimiento industrial: es el proceso de asignar un espacio de tiempo a cada una de las actividades de mantenimiento que ya han sido planificadas. Para poder realizar una programación del mantenimiento existen algunos elementos que se deben tener en consideración:

1. **Programa maestro de producción:** se debe tener una estrecha coordinación con la función de operaciones, el propósito principal de la programación es evitar interrupciones en el proceso productivo.
2. **Historial del mantenimiento correctivo:** considerar los indicadores del mantenimiento correctivo para generar un listado de mantenimiento predictivo, es decir, según el comportamiento de los equipos, cuándo deberán necesitar una intervención.
3. **Listado del mantenimiento preventivo:** según el análisis de ingeniería y las recomendaciones, determinar las actividades de mantenimiento necesarias de cada equipo.
4. **Sistema de prioridades:** se debe clasificar cada tipo de mantenimiento según una lista de prioridades para designarles un espacio en la programación, se puede utilizar criterios de prioridad como: primero en entrar, primero en salir; tiempo de procesamiento más corto; próxima fecha de entrega; razón crítica o un sistema arbitrario como el que se muestra a continuación.

Prioridad		**Marco de tiempo en que debe comenzar el trabajo**	**Tipo de trabajo**
Código	**Nombre**		
1	Emergencia	El trabajo debe comenzar inmediatamente	Trabajo que tiene un efecto inmediato en la seguridad, en el ambiente, la calidad o que parará la producción. Mantenimiento correctivo.
2	Urgente	El trabajo debe comenzar dentro de las próximas 24 horas	Trabajo que probablemente tendrá un impacto en la seguridad, en el ambiente, la calidad o que parará la producción. Mantenimiento correctivo.
3	Normal	El trabajo debe comenzar en las próximas 48 horas	Trabajo que probablemente tendrá un impacto en la producción dentro de una semana. Mantenimiento correctivo.
4	Programado	Según está programado	Mantenimiento preventivo necesario y de rutina, todo el trabajo programado.
5	Aplazable	El trabajo debe comenzar cuando se cuente con los recursos o en el período de paro	Trabajo que no tiene un impacto en la seguridad, en el ambiente, la calidad o que parará la producción. Mantenimiento preventivo.

Una vez planificadas las actividades de mantenimiento y definidas sus prioridades, se realiza la programación por medio de una herramienta de programación de actividades, el principal objetivo de esto es asignar una fecha para cada una de las tareas de mantenimiento planificadas.

Lista de actividades de mantenimiento					
Equipo	**Procedimiento**	**Tipo**	**Prioridad**	**Duración**	**Frecuencia**
Camión 1	MP-001-52	Preventivo	Programado	20 min	Semanal
Camión 1	MP-001-75	Preventivo	Programado	30 min	Semanal
Camión 1	MC-001-35	Predictivo	Urgente	50 min	Cada 22 días
Camión 2	MP-001-44	Preventivo	Programado	40 min	Mensual
Camión 2	MC-001-61	Predictivo	Normal	15 min	Cada 11 días
Camión 2	MC-001-57	Predictivo	Urgente	25 min	Cada 17 días

Los mantenimientos predictivos mencionados anteriormente son determinados utilizando los índices de mantenimiento correctivo: el tiempo promedio entre fallas (MTBF) se utiliza como la frecuencia y el tiempo promedio para reparar (MTTR) es la duración de la actividad de mantenimiento. El mantenimiento predictivo se utiliza para tener en consideración dentro de la programación la posibilidad de que exista una falla que requiera mantenimiento correctivo.

Herramientas para programación de actividades

Diagrama de Gantt: Es uno de los más utilizados, debido a su sencillez. Esta herramienta, útil para cualquier tipo de proyectos, se compone de dos ejes, uno vertical y otro horizontal, donde se señala por un lado las actividades y por otro el tiempo. El cronograma de Gantt refleja, a través de diagramas de barra horizontales, la distribución y duración de cada una de las tareas del mantenimiento. Según la prioridad, primero se le asigna un espacio de tiempo a las actividades más urgentes y después a aquellas que no sean de carácter crítico.

Programación mensual del mantenimiento															
Descripción	**Enero**					**Febrero**					**Marzo**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Camión 1															
MP-001-52	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
MP-001-75	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
MC-001-35			2				2				2			2	
Camión 2															
MP-001-44	4					4					4				
MC-001-61		3		3		3		3		3		3		3	
MC-001-57			1			1			1			1			1

En el ejemplo anterior, se indica las semanas en las que debe realizarse el mantenimiento y según cada procedimiento se coloca en la casilla el nivel de prioridad que tiene. Nuevamente, por cuestiones de espacio, se han incluido únicamente los primeros tres. Una vez realizado el cuadro anterior, se realiza una programación semanal del mantenimiento según las actividades que correspondan a cada uno de los períodos de tiempo, cada vez especificando más los distintos trabajos a detalle.

Programación semanal del mantenimiento						
Descripción	**Semana 1 de enero**					
	Lunes	**Martes**	**Miércoles**	**Jueves**	**Viernes**	**Sábado**
	Disp: 0.5 h	**Disp: 0.5 h**	**Disp: 0 h**	**Disp: 0 h**	**Disp: 0 h**	**Disp: 2 h**
Camión 1						
MP-001-52			-	-	-	20 min
MP-001-75			-	-	-	30 min
MC-001-35	-	-	-	-	-	-
Camión 2						
MP-001-44			-	-	-	40 min
MC-001-61	-	-	-	-	-	-
MC-001-57	-	-	-	-	-	-

En el ejemplo anterior, se tomó el caso de una empresa que, debido a la carga de trabajo, no pueden permitir labores de mantenimiento los miércoles, jueves y viernes. La producción baja considerablemente el sábado y se cuentan con 2 horas para mantenimiento, lunes y martes podrían considerarse como máximo 30 minutos para algún tipo de mantenimiento. La disponibilidad de tiempo para mantenimiento es algo que dependerá enteramente del programa maestro de producción y de las posibles intervenciones estimadas con el mantenimiento predictivo.

Con la programación semanal de mantenimiento, se pueden preparar con antelación recursos necesarios para llevar a cabo las actividades y las respectivas órdenes de trabajo. Las programaciones realizadas de esta manera no son definitivas, el coordinador o supervisor deberá modificarlo activamente según vea necesario.

HOJA DE TRABAJO 3

Considere nuevamente el caso de una empresa que se dedica a la distribución de productos varios no perecederos. La empresa cuenta con 2 montacargas pequeños en el almacén, 5 camiones pequeños para distribución y 1 embaladora.

Camión pequeño para distribución

La empresa ha recolectado información respecto a las averías de la maquinaria durante los últimos dos meses (considere el mes actual como completo). Considere una jornada laboral diurna de 8 horas en lunes a viernes y 4 horas los sábados.

Equipo	Mes	Falla	Tiempo de paro	Tiempo de mantenimiento
Camión 5	Pasado	Sobrecalentamiento	4 h	1 h
Camión 5	Pasado	Problemas con la batería	3 h 30 min	2 h
Camión 2	Pasado	Llanta pinchada	1 h 10 min	30 min
Camión 3	Pasado	Llanta pinchada	1 h	25 min
Camión 2	Actual	Problemas con la batería	2 h	1 h 30 min
Camión 1	Actual	Llanta pinchada	45 min	25 min
Camión 5	Actual	Sobrecalentamiento	4 h 30 min	45 min
Camión 2	Actual	Problemas con la batería	2 h 30 min	1 h

Considerando únicamente los camiones, genere la planificación del mantenimiento correctivo y preventivo considerando al menos 8 actividades de mantenimiento.

Una vez con esta información, genere un plan mensual de mantenimiento para todos los camiones del año siguiente.

REPORTE 4

Considere nuevamente el caso de una empresa que se dedica al lavado de vehículos. La empresa cuenta con 6 hidrolavadoras y 6 aspiradoras. Investigue o asuma toda la información necesaria.

Aspiradora

La empresa ha recolectado información respecto a las averías de los equipos durante los últimos dos meses (considere el mes actual como completo), calcule los indicadores clave de mantenimiento correctivo y determine si debe mejorar la parte administrativa o técnica en la gestión del mantenimiento de cada equipo. Considere una jornada nocturna de 6 horas en lunes a viernes y 6 horas los sábados.

Equipo	Mes	Falla	Tiempo de paro	Tiempo de mantenimiento
Aspiradora 3	Pasado	Cortocircuito	45 min	25 min
Aspiradora 6	Pasado	Filtro dañado	1 h 30 min	45 min
Aspiradora 4	Pasado	Filtro dañado	1 h 30 min	30 min
Aspiradora 3	Pasado	Sobrecalentamiento	2 h	1 h 30 min
Aspiradora 1	Actual	Sobrecalentamiento	1 h 10 min	25 min
Aspiradora 3	Actual	Mangueras obstruidas	4 h 45 min	25 min
Aspiradora 3	Actual	Mangueras obstruidas	3 h	30 min

Considerando únicamente las aspiradoras, genere la planificación del mantenimiento correctivo y preventivo considerando al menos 8 actividades de mantenimiento.

Una vez con esta información, genere un plan mensual de mantenimiento para todas las aspiradoras del año siguiente.

PRÁCTICA 4

SOFTWARE PARA MANTENIMIENTO

1. **Propósito de la práctica:**

   1.1. Conocer un software para la gestión del mantenimiento.
   1.2. Aplicar los conocimientos aprendidos en una plataforma digital.

2. **Marco Teórico:**

CMMS: de las siglas en inglés para *computerized maintenance management system*, traducido al español como "sistema computarizado de gestión del mantenimiento", son un conjunto de programas de computadora que permiten realizar todos los procesos de gestión del mantenimiento anteriormente mencionados. Mientras una empresa sea pequeña y con pocos equipos, la gestión del mantenimiento por medio de hojas de cálculo y papel es una opción viable, sin embargo, mientras crece la organización se vuelve complicado mantener un seguimiento adecuado de todas las distintas actividades. Para ello se utilizan paquetes de CMMS que agilizan todos estos procesos.

Entre las opciones disponibles para CMMS se encuentran:

fiix

L2L

Maintain X

Hippo CMMS

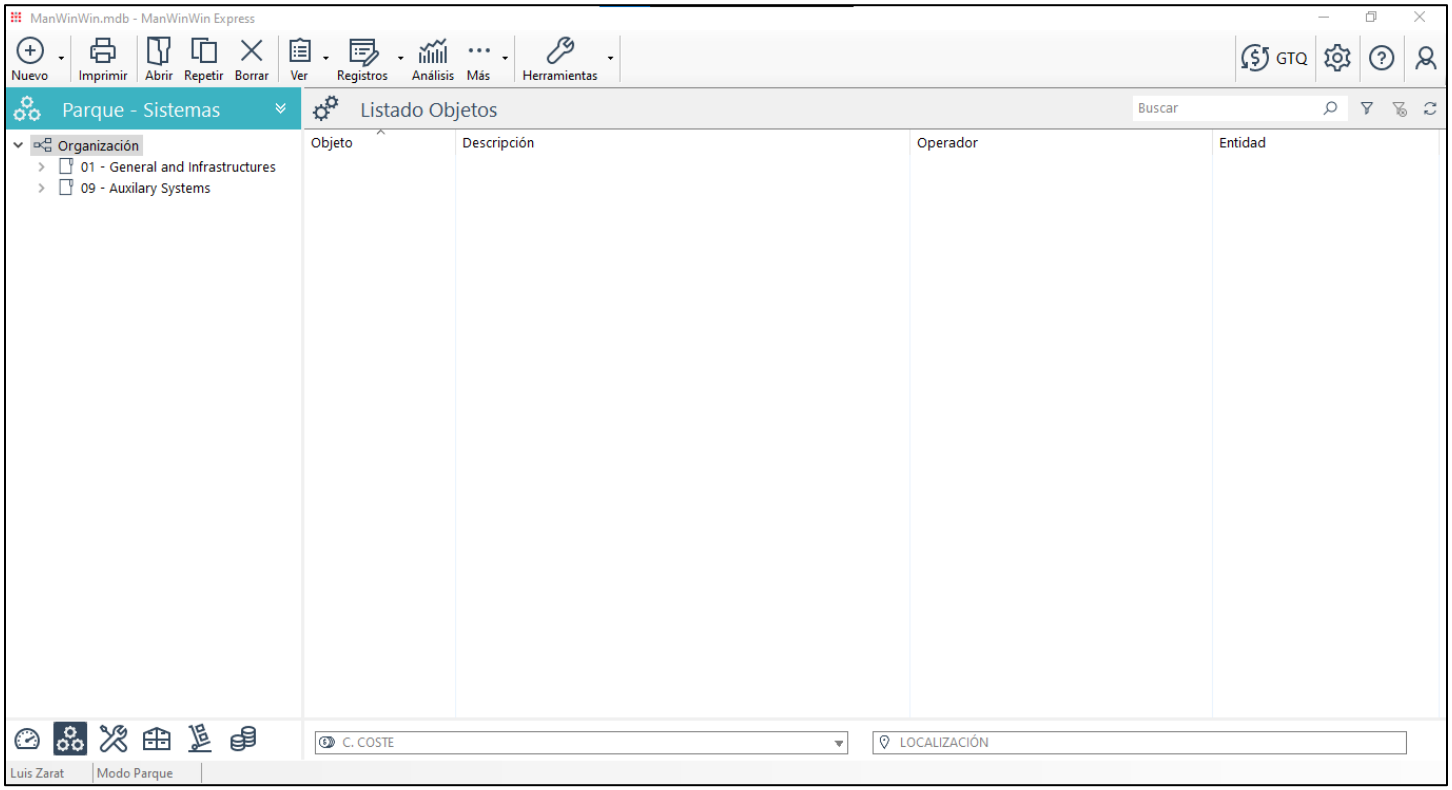
UpKeep

ManWinWin

Por mencionar algunas, naturalmente existen muchas opciones en el mercado, cada una de ellas con sus ventajas y desventajas. De estas opciones, se explora el uso de **ManWinWin**, un CMMS que brinda la opción para una **licencia gratuita de por vida** con algunas limitaciones. Entre estas limitaciones se encuentran que está limitado a un solo usuario y permite el registro de hasta 100 activos, para una empresa de pequeño o mediano tamaño estas limitaciones no son significativas. Con el uso, se puede mejorar la calidad de la licencia por medio de un pago adicional.

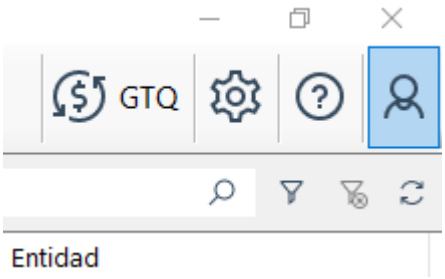
Para instalarlo, se debe acceder al sitio web: www.manwinwin.com/download-setup/
O bien, buscar ManWinWin Express en un navegador. El sitio web se encuentra en inglés, pero es muy sencillo de navegar, primero se descarga en la opción "Download here".

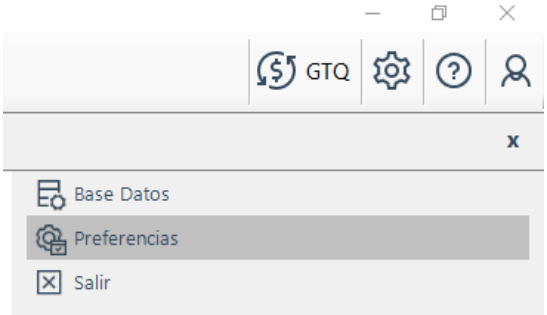
Una vez instalado, es posible realizar un registro en: www.manwinwin.com/manwinwin-free-register-direct/ Para poder recibir una licencia gratuita, este proceso puede demorar hasta una semana. La interfaz del programa se muestra a continuación:

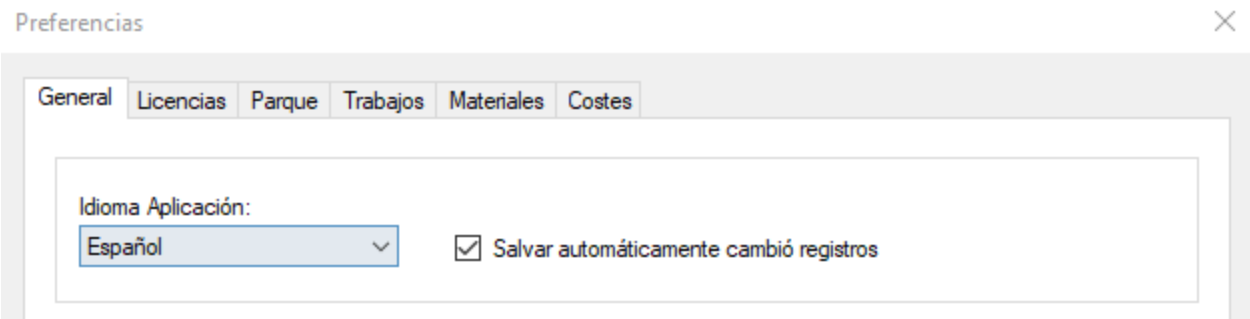


Configuración inicial

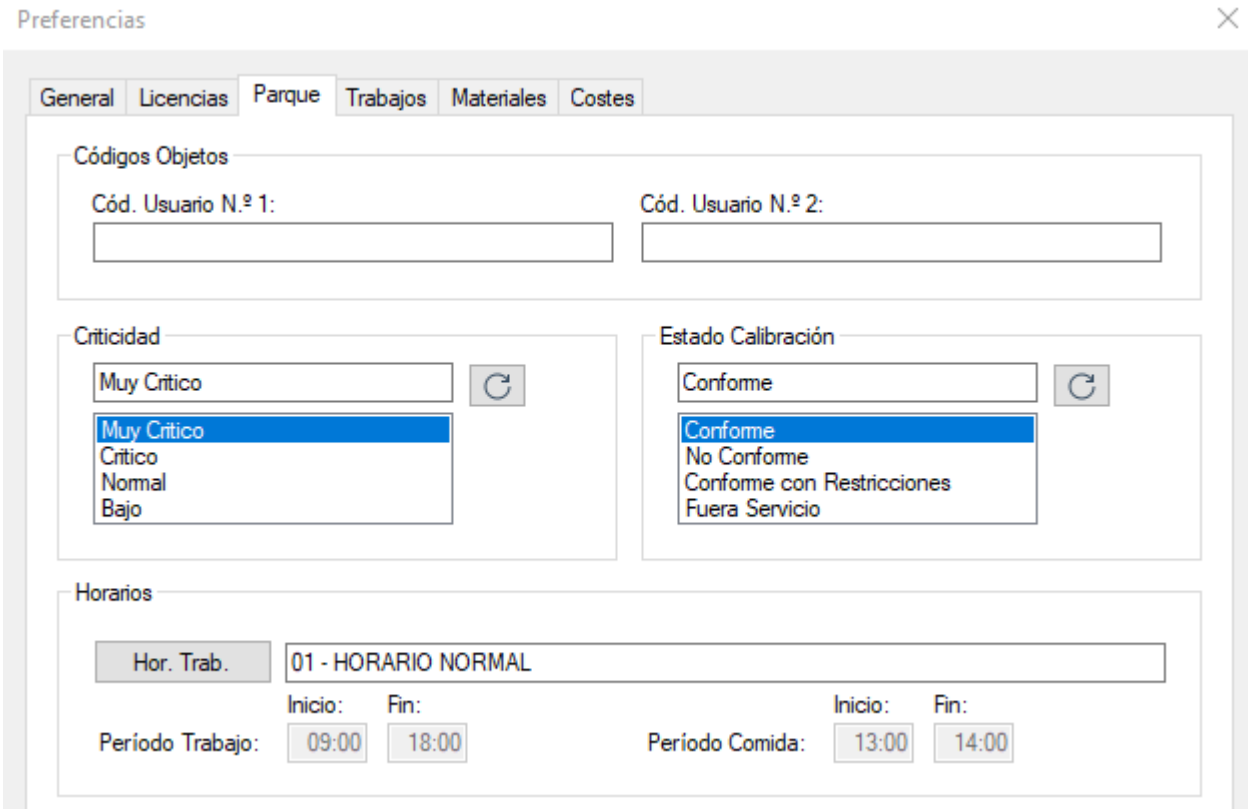
Para cambiar el idioma de la aplicación, se selecciona el ícono de persona y a continuación en preferencias:



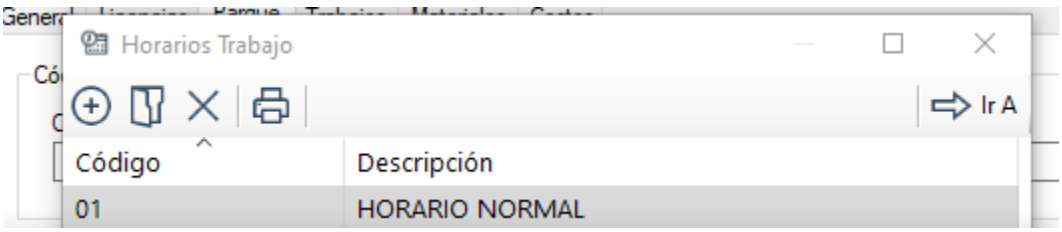




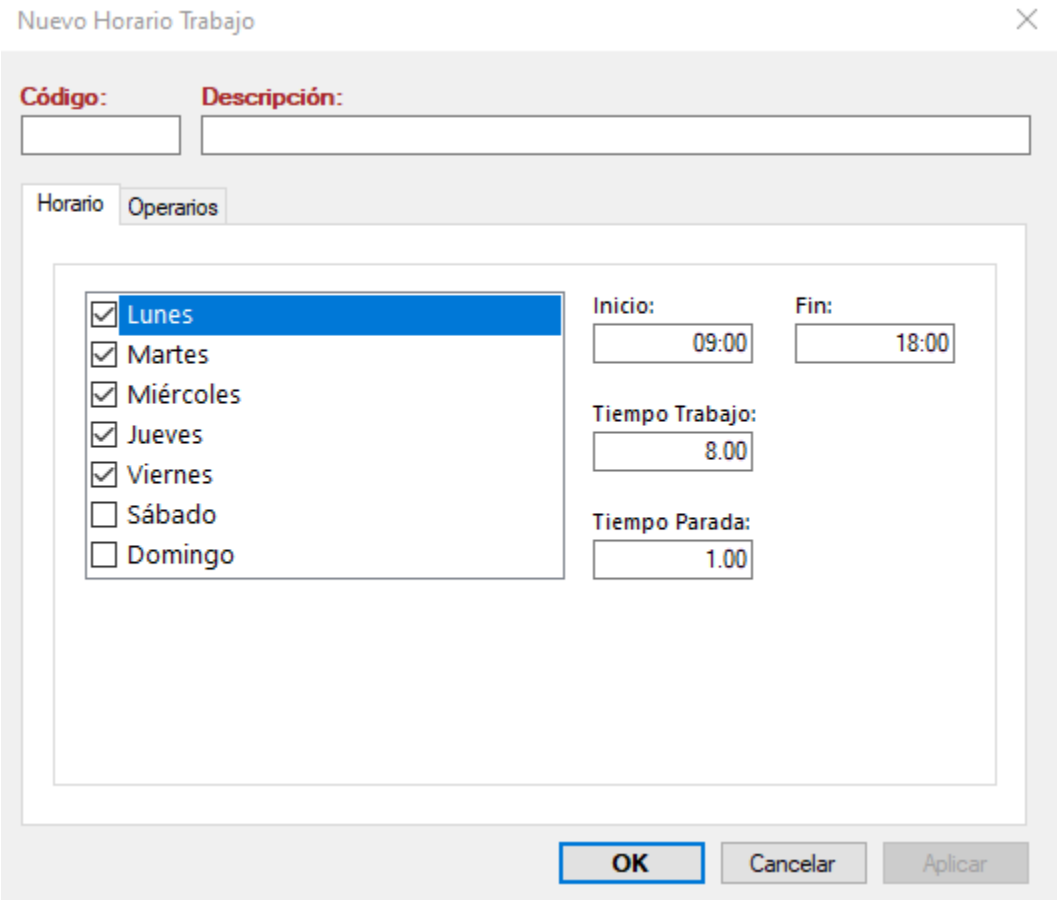
Además del idioma, en esta pantalla es posible configurar varios aspectos de ManWinWin en función de las condiciones de trabajo de la empresa, como por ejemplo los horarios



Al presionar la opción “Hor. Trab.” se despliega el listado de horarios guardados, aquí se selecciona el signo (+) para agregar uno nuevo.



En el nuevo cuadro de diálogo se añade la información relevante, en ManWinWin, las casillas con letras de color rojo representa información obligatoria.



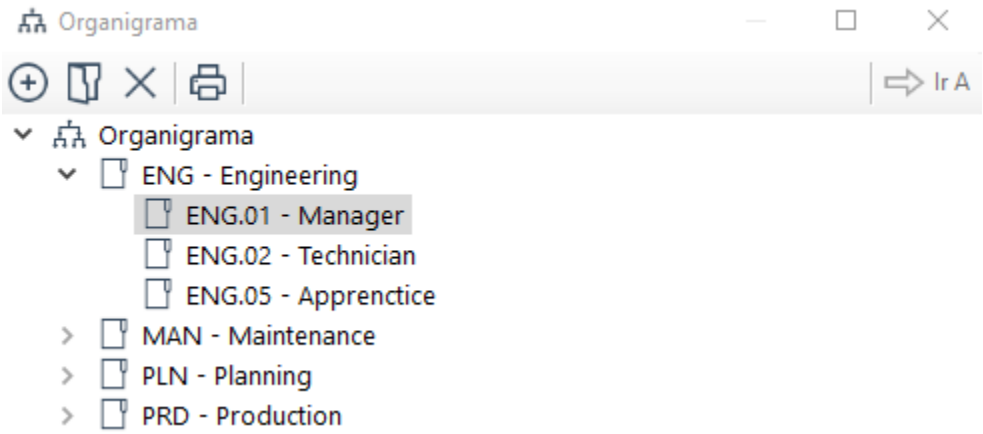
Personal de mantenimiento

Para añadir al personal de mantenimiento, primero se debe crear la estructura del organigrama, se selecciona la opción “Parametrización”, el cual es un ícono con forma de tuerca al lado del ícono de ayuda. Luego se selecciona “Empresa” y por último “Organigrama”.

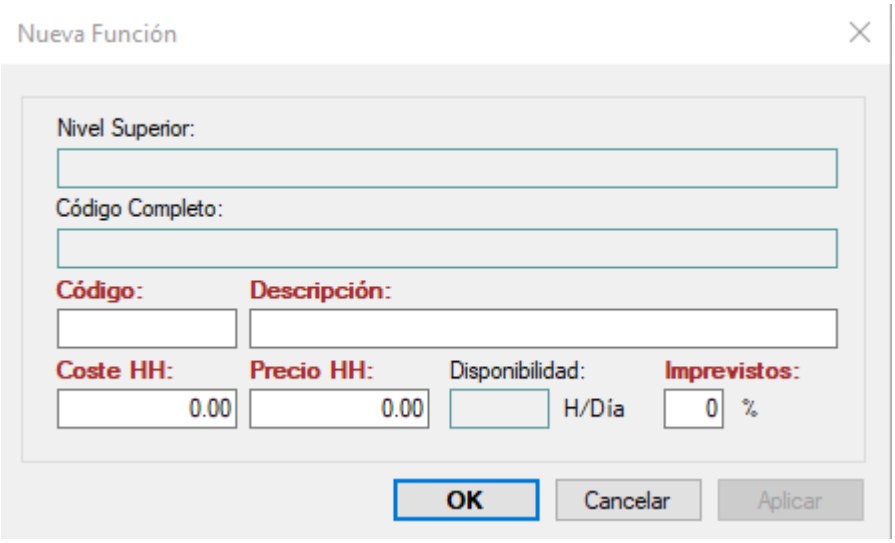
Por defecto, ManWinWin tiene un organigrama creado (y muchos otros objetos), este se encuentra en inglés y solo sirve de guía para tomar una idea del tipo de información que se debe incluir. Es recomendable borrar toda la información adicional o innecesaria que se encuentre en la herramienta para evitar confusión al momento de trabajar.

Es posible que ManWinWin muestre un error al intentar borrar algunos elementos debido a que algunas de las categorías pueden tener objetos asignados, como operarios que tengan asignadas órdenes de trabajo o puestos

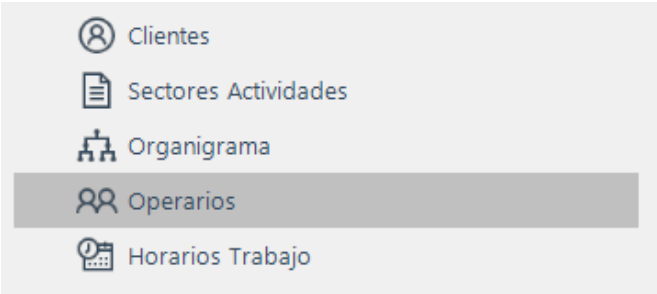
laborales que tengan personas designadas. Para poder eliminarlos solamente se deben eliminar los elementos que estén asignados a las categorías respectivas. También es posible crear las nuevas categorías sin eliminar las anteriores y trabajar de esta manera.



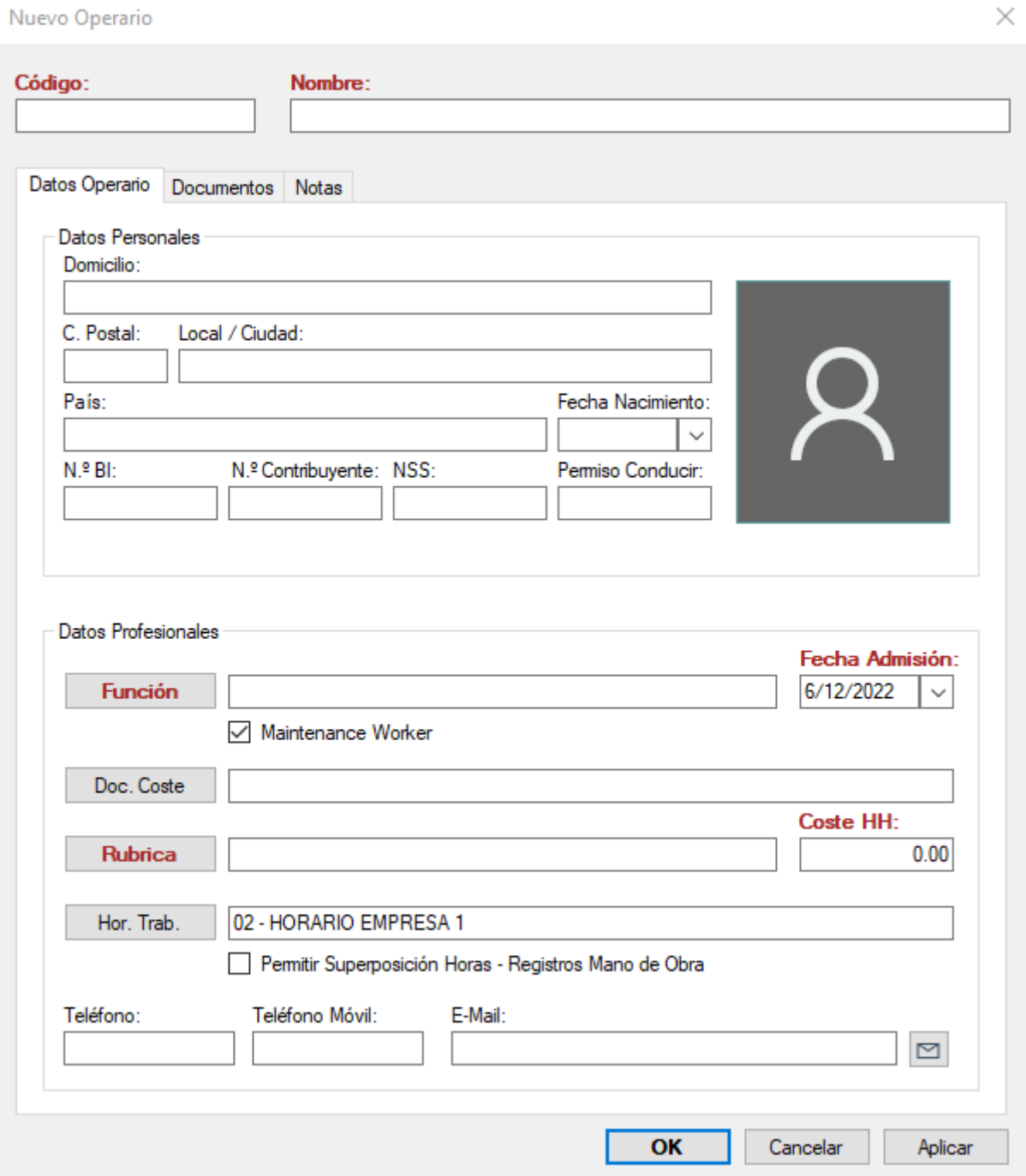
Se selecciona la opción (+) para poder añadir a un puesto laboral o función. Se debe crear la jerarquía del área de mantenimiento. No es necesario colocar toda la información, sin embargo, mientras más completa sea la información, mejores análisis y reportes devolverá el programa.



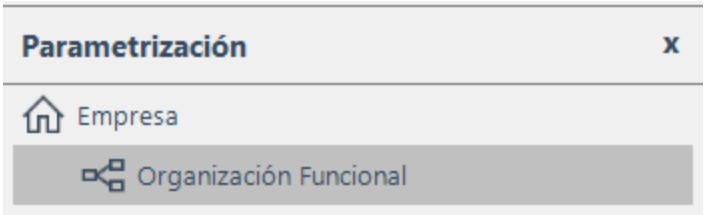
Para añadir al personal de mantenimiento, se selecciona la opción “Parametrización”, el cual es un ícono con forma de tuerca al lado del ícono de ayuda. Luego se selecciona “Empresa” y por último “Operarios”.



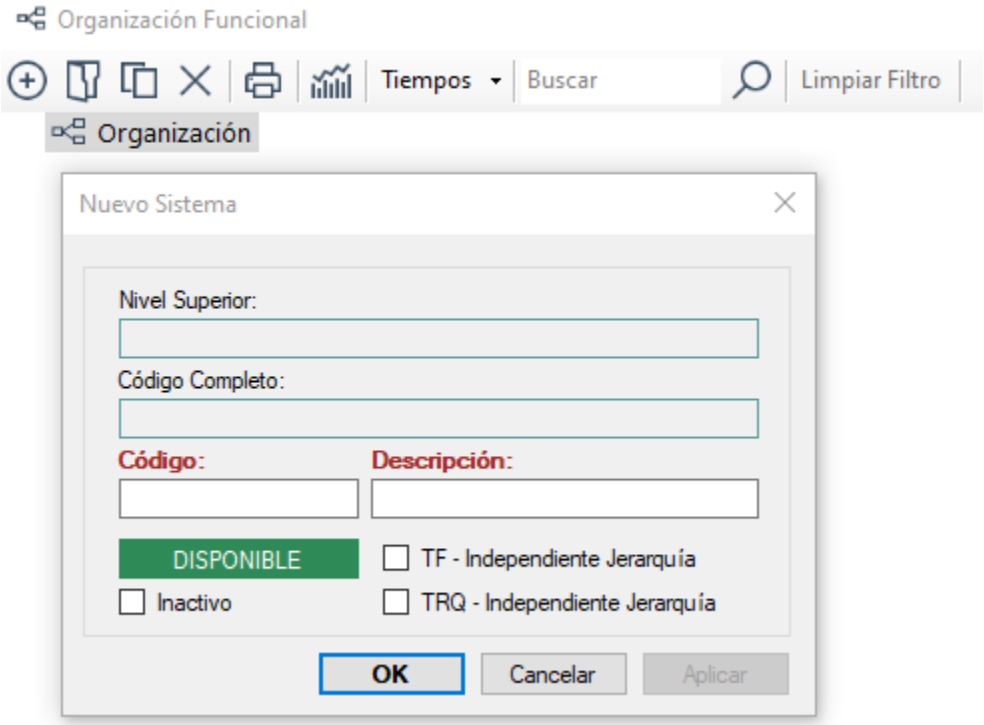
Nuevamente, se selecciona la opción (+) para poder añadir a un trabajador. A pesar de que la opción se llama “Operario”, aquí se coloca todo el personal que esté involucrado en el área de mantenimiento. En el siguiente cuadro de diálogo se añade la información relevante:



Al momento de registrar a los operarios, se les debe asignar una función o puesto laboral, así como una rúbrica. La rúbrica servirá para clasificar el tipo de costo en el que se está incurriendo. A continuación, se debe crear una “Organización funcional”, así como otras opciones, esto se encuentra en el área de parametrización, bajo la categoría de “Empresa”.

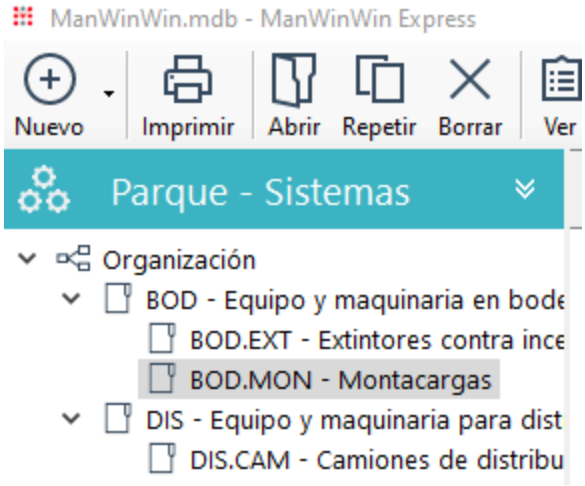


Dentro del programa, la organización funcional se refiere a la forma en la que se clasifican los distintos equipos o maquinarias que hay dentro de la empresa. ManWinWin incluye categorías de ejemplo que pueden utilizarse de base al momento de trabajar. Como es de esperarse, las categorías necesarias dependerán del tamaño de la empresa. En el cuadro de diálogo, al seleccionar (+) se puede agregar una nueva categoría.

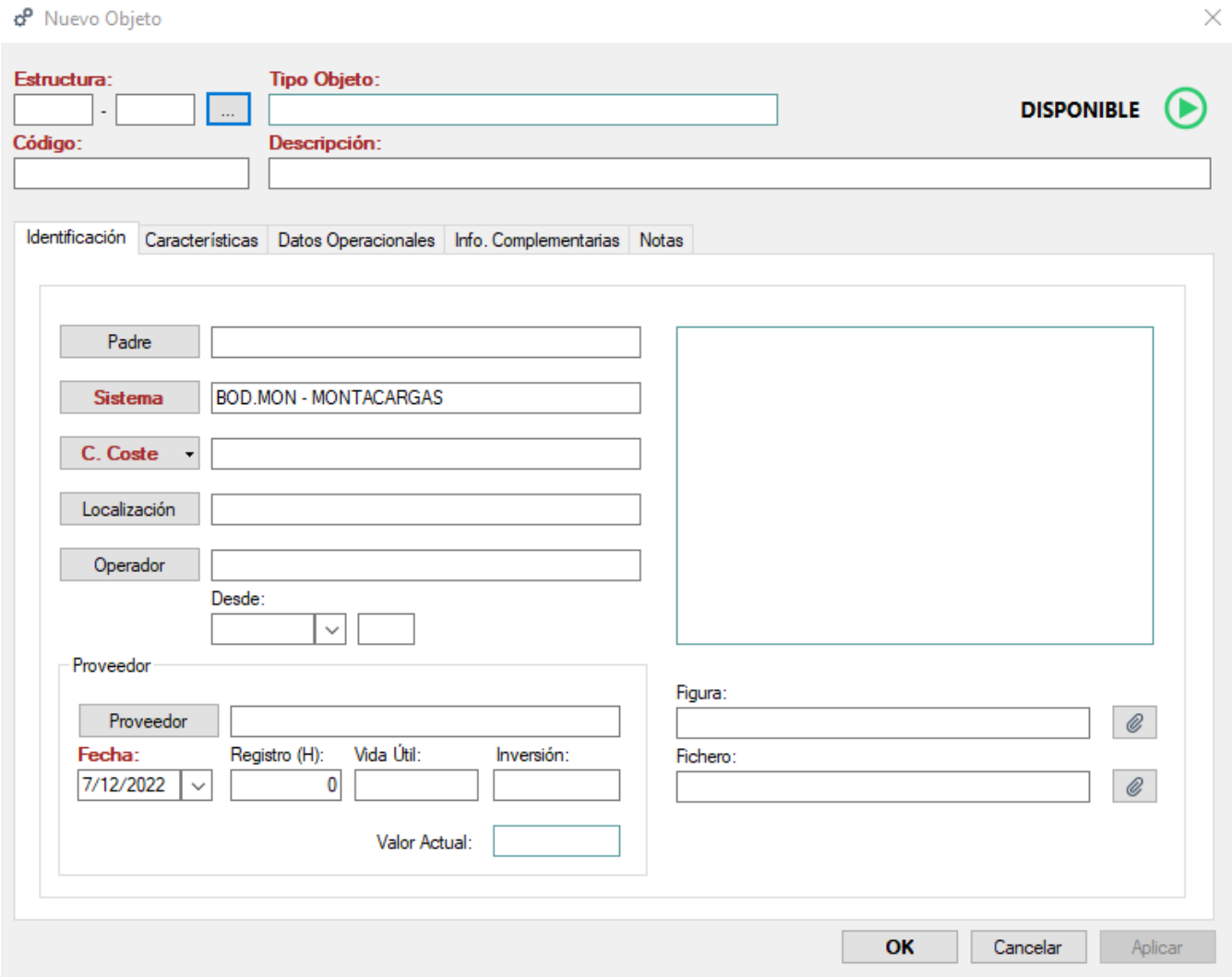


Para agregar un equipo, se coloca la vista de “Parque” seleccionando los tres engranes en la parte inferior izquierda de la pantalla.

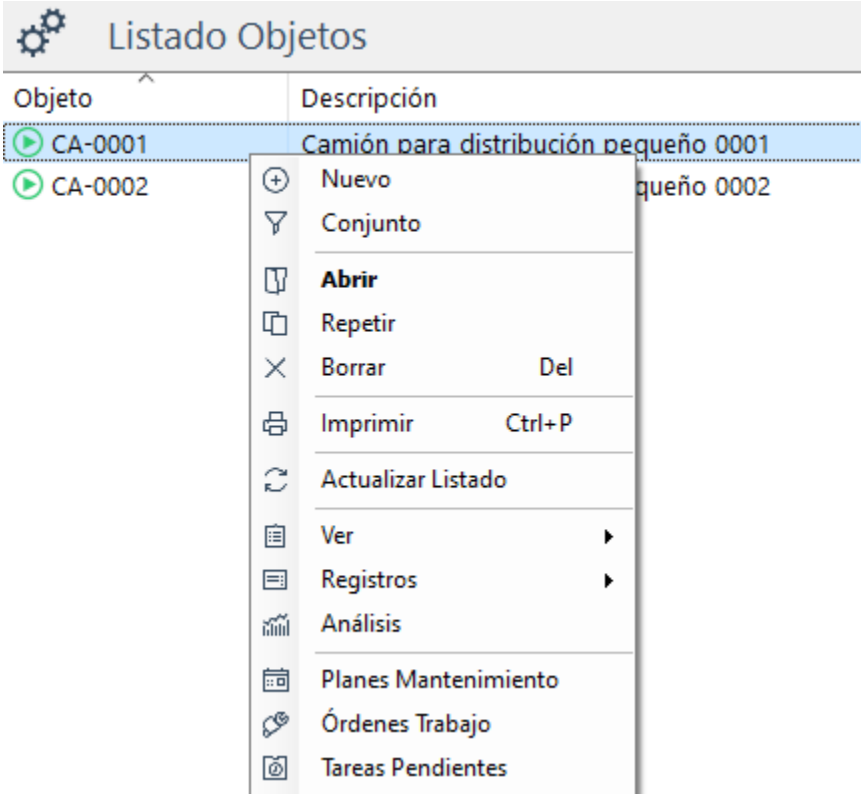
En la nueva pantalla, se selecciona la categoría en la organización funcional donde se desea agregar el equipo y se presiona (+).



En la nueva pantalla, se coloca la información relevante del equipo para poderlo incluir dentro del listado de la empresa. Se solicita asignarle un “Tipo de objeto” estas son categorías que designan la naturaleza de los equipos y pueden ser modificados según las necesidades de la empresa.



Una vez creados los objetos, aparecerá un listado según la categoría seleccionada. Al dar click derecho en algún objeto se pueden crear planes de mantenimiento preventivo y también órdenes de trabajo correctivo.



Al igual que con otras actividades, se abre una nueva pantalla para agregar la información relevante.

Estas son algunas de las funciones básicas que tiene el programa ManWinWin, integrando más información a la base de datos se pueden gestionar además los repuestos, materiales, combustibles, lubricantes, entre otros.

HOJA DE TRABAJO 4

Considere de nuevo el caso de una empresa que se dedica a la distribución de productos varios no perecederos. La empresa cuenta con 2 montacargas pequeños en el almacén, 5 camiones pequeños para distribución y 1 embaladora.

Camión pequeño para distribución	Montacargas pequeño	Embaladora

Utilizando ManWinWin, realice lo siguiente, suponga o investigue toda la información necesaria:

1. Ingrese los equipos a la base de datos.
2. Ingrese al personal de mantenimiento, este consistirá en 1 supervisor y 3 técnicos.
3. Genere una orden de mantenimiento correctivo para el camión pequeño de distribución.
4. Genere un plan de mantenimiento preventivo para los montacargas pequeños.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bergero, H., Tenaris & Tenaris (Firma comercial). (2008). *El mantenimiento en Tenaris*. Amsterdam University Press.

2. Garrido, S. G. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Díaz de Santos.

3. Medrano, J., González, V. & León, D. V. de. (2021). *Mantenimiento. Técnicas y aplicaciones industriales* (1.ª ed.). Grupo Editorial Patria.

4. Tavares, L. A. (2000). *Administración moderna del mantenimiento* (1.ª ed.). Novo Polo.