

| | | | | |
|---|---|---------------------|-------------------|----------|
|  | UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA | | | |
| | Documento | Código | Fecha | Revisión |
| | FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO | F-AC-DBL-007 | 08-07-2021 | B |
| Dependencia | Aprobado | | Pág. | |
| DIVISIÓN DE BIBLIOTECA | SUBDIRECTOR ACADEMICO | | 1(74) | |

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

| | | | |
|--|---|-------------------|---------|
| AUTORES | Eider Gómez Badillo | | |
| FACULTAD | Ingenierías | | |
| PLAN DE ESTUDIOS | Ingeniería Mecánica | | |
| DIRECTOR | Jhon Arévalo Toscano | | |
| TÍTULO DE LA TESIS | Gestión de la información de los insumos y repuestos para el área de mantenimiento en la línea de control de sólidos de la empresa Qmax Solution Colombia | | |
| TITULO EN INGLES | Information management of supplies and spare parts for the maintenance area in the solids control line of the company Qmax Solution Colombia | | |
| RESUMEN | | | |
| <p>En este trabajo se presenta la gestión de la información correspondiente a los insumos y repuestos utilizados en área de mantenimiento en la línea de control de sólidos de la empresa Qmax Solution Colombia; con la finalidad de normalizar los nombres de los artículos, dar a conocer a los técnicos las partes de cada equipo y facilitar las requisiciones por parte de los encargados de las compras y de los proveedores.</p> | | | |
| RESUMEN EN INGLES | | | |
| <p>This document presents the management of the information corresponding to the supplies and spare parts used in the maintenance area in the solids control line of the company Qmax Solution Colombia; with the purpose of standardizing the names of the articles, making technicians aware of the parts of each piece of equipment and facilitating requisitions by those in charge of purchases and suppliers.</p> | | | |
| PALABRAS CLAVES | Gestión de información, insumos y repuestos, control de sólidos, requisiciones, normalizar. | | |
| PALABRAS CLAVES EN INGLES | Information management, supplies and spare parts, control of solids, requisitions, normalize. | | |
| CARACTERÍSTICAS | | | |
| PÁGINAS: 74 | PLANOS: | ILUSTRACIONES: 36 | CD-ROM: |



Gestión de la información de los insumos y repuestos para el área de
mantenimiento en la línea de control de sólidos de la empresa Qmax Solution Colombia

Eider Gómez Badillo

Faculta de ingenierías, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

Ingeniería Mecánica

Msc. Edwin Edgardo Espinel Blanco

02 agosto de 2022

Índice

| | |
|---|----|
| Lista de tablas | 5 |
| Lista de figuras | 6 |
| Resumen | 8 |
| Introducción..... | 9 |
| 1. Gestión de la información de los insumos y repuestos para el área de mantenimiento en la línea de control de sólidos de la empresa Qmax Solution Colombia..... | 10 |
| 1.1 Descripción breve de la empresa. | 10 |
| 1.1.1 Misión..... | 10 |
| 1.1.2 Visión | 11 |
| 1.1.3 Objetivos de la empresa..... | 11 |
| 1.1.4 Descripción de la estructura organizacional..... | 11 |
| 1.1.5 Descripción de la dependencia y/o proyecto al que fue asignado | 12 |
| 1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada. | 12 |
| 1.2.1 Planteamiento del problema | 13 |
| 1.3 Objetivos de la pasantía..... | 14 |
| 1.3.1 General | 14 |
| 1.3.2 Específicos..... | 14 |
| 1.4 Descripción de las actividades a desarrollar..... | 15 |
| 1.5 Cronograma de actividades. | 16 |

| | |
|--|----|
| | 3 |
| 2. Enfoques referenciales..... | 18 |
| 2.1 Enfoque conceptual..... | 18 |
| 2.1.1 Gestión de la información en el mantenimiento..... | 18 |
| 2.1.2 SolidWorks..... | 18 |
| 2.1.3 Excel..... | 19 |
| 2.1.4 Visual Basic..... | 19 |
| 2.1.5 Control de sólidos de perforación..... | 19 |
| 2.1.6 Dewatering..... | 20 |
| 2.1.7 Centrifuga decantadora..... | 20 |
| 2.1.8 Bombas..... | 21 |
| 3. Informe de cumplimiento del trabajo..... | 22 |
| 3.1 Diagnosticar el sistema de información del mantenimiento y los activos de la base de mantenimiento de Qmax Solutions Colombia..... | 22 |
| 3.1.1 Conocer las instalaciones, equipos y personal de trabajo con los que cuenta la bodega de Qmax..... | 22 |
| 3.1.2 Identificar los mecanismos de gestión de información utilizada por la empresa..... | 29 |
| 3.2 Diseñar un catálogo en donde se encuentre plasmada toda la información básica de cada uno de los repuestos e insumos con sus respectivos esquemas y/o planos con sus características técnicas principales..... | 30 |
| 3.2.1 Identificar las características técnicas y geométricas de los equipos y características de cada consumible utilizados por el área de control de sólidos..... | 30 |

| | |
|--|----|
| 3.2.2 Dibujar los repuestos considerando sus parámetros en el software CAD SolidWorks | 36 |
| 3.2.3 Organizar toda la información de los repuestos y consumibles en un documento donde se pueda detallar sus características principales y/o básicas. | 53 |
| 3.3 Elaborar una base de datos en la cual se pueda acceder a la información de los repuestos e insumos de forma rápida y clara. | 57 |
| 3.3.1 Organizar la información correspondiente a cada repuesto en tablas de Excel . | 57 |
| 3.3.2 Elaborar una interfaz gráfica para optimizar la visualización y compresión de los datos con el uso de macros y herramientas de programación de Visual Basic. | 58 |
| 4. Diagnostico final | 68 |
| Conclusiones..... | 70 |
| Recomendaciones | 71 |
| Referencias | 72 |

Lista de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Matriz DOFA | 12 |
| Tabla 2 Objetivos y actividades a desarrollar | 15 |
| Tabla 3 Cronograma de actividades | 16 |
| Tabla 4 Activos con los que cuenta Qmax Solutions..... | 27 |
| Tabla 5 Nombre de piezas y códigos correspondiente a cada número de parte de las bombas neumáticas..... | 37 |
| Tabla 6 Nombre de piezas y códigos correspondiente a cada número de parte de la válvula de aire..... | 39 |
| Tabla 7 Nombre de piezas y códigos correspondiente a la bomba centrífuga Mission | 41 |
| Tabla 8 Nombre de piezas y códigos correspondiente a la bomba centrífuga Forte | 43 |
| Tabla 9 Nombre de piezas y códigos correspondiente a las bombas de cavidad progresiva..... | 45 |
| Tabla 10 Nombre de piezas y códigos correspondiente a las centrífugas decantadoras..... | 47 |
| Tabla 11 Nombre de piezas y códigos correspondiente a el Bowl de las centrífugas decantadoras | 48 |
| Tabla 12 Nombre de piezas y códigos correspondiente a el Scroll de las centrífugas decantadoras | 49 |
| Tabla 13 Nombre de piezas y códigos correspondiente a la GearBox de las centrífugas decantadoras..... | 50 |
| Tabla 14 Nombre de piezas y códigos correspondiente a el sistema de lubricación de las centrífugas decantadoras | 52 |
| Tabla 15 Referencias y códigos para el Scroll de una centrífuga Sharples 3400 | 52 |

Lista de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Área de mecánica..... | 23 |
| Figura 2. Área electromecánica..... | 23 |
| Figura 3. Laboratorio de lodos | 24 |
| Figura 4. Área de soldadura | 25 |
| Figura 5. Zona de pruebas y lavado | 25 |
| Figura 6. Almacén | 26 |
| Figura 7. Practicante con EPP | 29 |
| Figura 8. Bombas neumáticas | 31 |
| Figura 9. Housign de la bomba Forte 4X4..... | 32 |
| Figura 10. Practicante desmontando bomba Moyno | 33 |
| Figura 11. Scroll de una centrifuga decantadora..... | 34 |
| Figura 12. Bowl de una centrifuga decantadora..... | 35 |
| Figura 13. Despiece de la bomba neumática..... | 37 |
| Figura 14. Válvula de aire y centerblock de la bomba neumática | 38 |
| Figura 15. Despiece de la bomba centrifuga..... | 40 |
| Figura 16. Bomba Forte..... | 42 |
| Figura 17. Despiece de la bomba Moyno..... | 44 |
| Figura 18. Despiece de la centrifuga decantadora..... | 46 |
| Figura 19. Despiece del Bowl | 47 |
| Figura 20. Despiece del Scroll | 48 |
| Figura 21. Despiece de la GearBox..... | 49 |

| | |
|--|----|
| Figura 22. Despiece de la bomba de lubricación..... | 51 |
| Figura 23. Catalogo | 54 |
| Figura 24. Vista isométrica de las piezas en el catalogo | 55 |
| Figura 25. Tornillo con tabla de descripción adicional | 56 |
| Figura 26. Tabla de Excel (ControlRepuestos) | 58 |
| Figura 27. Diseño inicial del formulario de Visual Basic | 59 |
| Figura 28. Sección derecha del formulario | 60 |
| Figura 29. Vista mejorada del formulario | 61 |
| Figura 30. Formulario expandido..... | 62 |
| Figura 31. Listas desplegables para ingresar datos nuevos | 63 |
| Figura 32. Recuadro para subir imágenes | 64 |
| Figura 33. Cuadro de dialogo..... | 64 |
| Figura 34. Imagen ampliada..... | 65 |
| Figura 35. Recuadro de texto para eliminar datos..... | 66 |
| Figura 36. Filtro y recuadro de búsqueda..... | 67 |

Resumen

En este trabajo se presenta la gestión de la información correspondiente a los insumos y repuestos utilizados en área de mantenimiento en la línea de control de sólidos de la empresa Qmax Solution Colombia; con la finalidad de normalizar los nombres de los artículos, dar a conocer a los técnicos las partes de cada equipo y facilitar las requisiciones por parte de los encargados de las compras y de los proveedores. Para el desarrollo de la pasantía se partió identificando los sistemas de gestión y activos con los que cuenta la empresa, luego se identifican los repuestos e insumos con la ayuda de los profesionales encargados del mantenimiento, con el fin de diseñar un catálogo en el cual se encuentren el despiece de cada equipo dibujado en Solidworks y los consumibles, y a su vez, cada uno de estos con las características técnicas principal. Finalmente se crea una base de datos con una interfaz gráfica desarrollada en Visual Basic, con el fin de mejorar y facilitar la búsqueda y visualización de los datos e imágenes correspondientes a cada artículo del catálogo. Adicionalmente, el correcto uso del catálogo y la base de datos complementara los sistemas de gestión actuales de Qmax, además mejorara los tiempos de requisición, así como la normalización de los nombres de cada uno de los repuestos e insumos.

Introducción

El correcto uso de la información generada en el área de mantenimiento, es de gran utilidad para realizar una adecuada toma de decisiones. Todo esto requiere un control en el orden de trabajo, informes de avería, mejor control del stock, manejo de repuestos e insumos, etc. Un punto muy importante es que las personas encargadas de realizar las reparaciones a los equipos conozcan perfectamente cada una de sus partes, así como los insumos y consumibles que deben ser utilizados para estas operaciones, y a su vez utilizar los nombres correctos de cada uno de estos artículos, ya que suelen haber diferentes términos para referirse a estos, ya sean técnicos o coloquiales.

Es por esto que el buen uso y control de esta información es vital en Qmax Solutions Colombia, para mantener y mejorar la calidad, innovación y entrega de los servicios a los clientes, logrando un mayor reconocimiento a nivel local y un perfil altamente competitivo en el mercado actual.

En este proyecto se desarrolla un catálogo y una base de datos con la finalidad de estandarizar los términos utilizados para los repuestos e insumos, así como dar a conocer cada una de las partes de cada equipo utilizado por Qmax Solutions Colombia en el área de control de sólido, para que de esta manera sea más sencillo solicitar los repuestos correspondientes a cada equipo; y así facilitar y agilizar las requisiciones y ordenes de comprar realizadas por los encargados de compras y los proveedores.

1. Gestión de la información de los insumos y repuestos para el área de mantenimiento en la línea de control de sólidos de la empresa Qmax Solution Colombia

1.1 Descripción breve de la empresa.

Qmax Solutions Colombia es una empresa con sede principal en Bogotá D.C. Qmax brinda soluciones locales para necesidades de perforación local, soluciones para compañías de perforación de pozos de petróleo y gas en operaciones en tierra y costa afuera, que incluyen: fluidos de perforación y terminación, control de sólidos y gestión de residuos, limpieza de pozos, software de ingeniería, pruebas técnicas y servicios de análisis; con una red global de laboratorios de fluidos y experiencia en la perforación de más de 200,000 pozos en todo el mundo, además de proporcionar productos innovadores y un servicio excepcional, permitiendo a su clientes optimizar la eficiencia y el rendimiento de la perforación.

1.1.1 Misión

Qmax solutions Colombia es una empresa especializada en la prestación de servicios para la industria de hidrocarburos agregando valor a los procesos de nuestros clientes y excediendo sus expectativas.

1.1.2 Visión

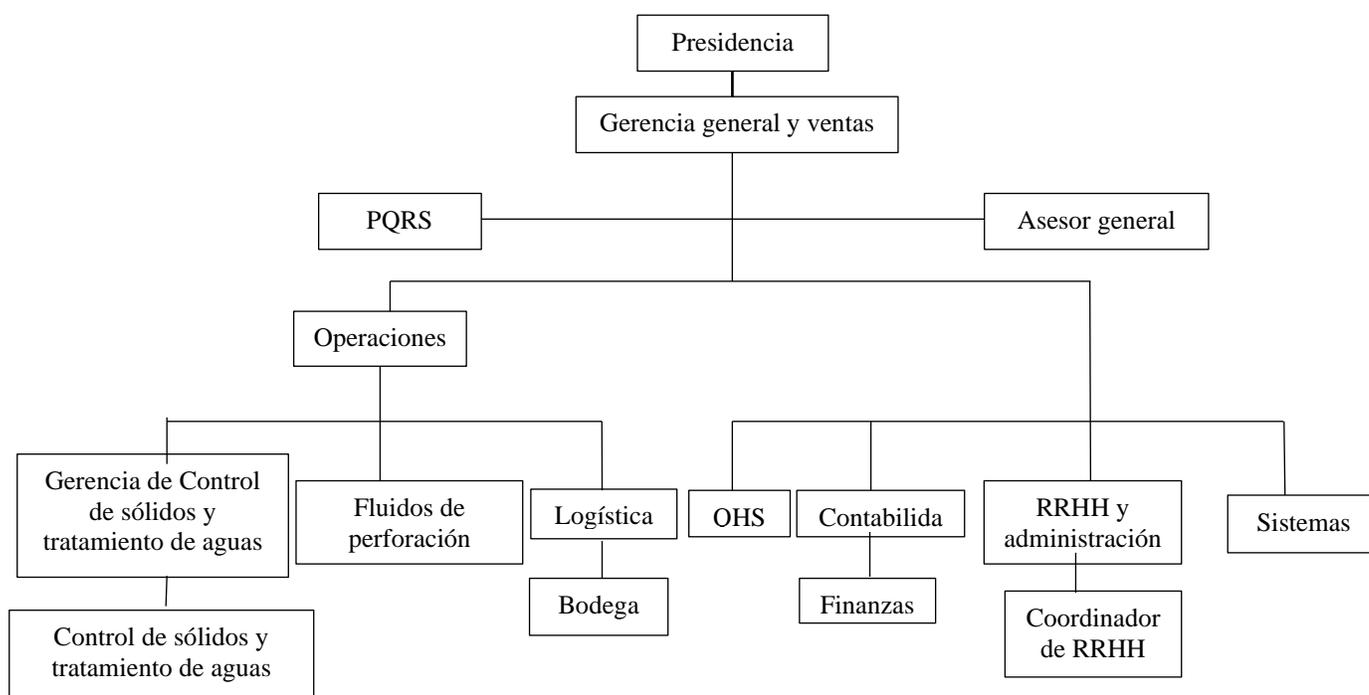
En el 2023 Qmax Solutions Colombia será reconocida como el aliado estratégico de los clientes alcanzando una participación en el mercado superior al 24%, mediante la innovación y el fortalecimiento de nuestros procesos.

1.1.3 Objetivos de la empresa

El objetivo principal es obtener la máxima satisfacción de nuestros clientes al entregarle productos y servicios de alta calidad, cumpliendo con todas las especificaciones técnicas requeridas, en el tiempo estipulado.

1.1.4 Descripción de la estructura organizacional

En el siguiente esquema se muestra la estructura organizacional de Qmax Solutions



1.1.5 Descripción de la dependencia y/o proyecto al que fue asignado

En Qmax Solutions Colombia fui asignado, por mi jefe inmediato, el ingeniero Jorge Vargas, como encargado de revisar manuales de equipos e insumos propios de las operaciones del área de sólidos asignando numeración y despiece a cada una de sus partes, así como la documentación del proceso y soporte en la información de mantenimiento de equipos.

1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada.

Tabla 1

Matriz DOFA

| | Fortalezas | Debilidades |
|---|--|---|
| INTERNOS | -Personal altamente capacitado -Alta calidad del servicio brindado -Buen ambiente de trabajo | -Falta de uso de herramientas tecnológicas -Bajo stock de algunos materiales de trabajo |
| EXTERNOS | -La seguridad y la calidad son prioridad -Trabajo en equipo -Entrega del trabajo a tiempo | -Bajo control de los repuestos utilizados para el mantenimiento |
| Oportunidades | FO | DO |
| -Mercado amplio -Fuerte poder adquisitivo -Crecimiento tecnológico en el sector | -Atraer nuevos clientes ofreciendo servicios innovadores y de calidad -Aprovechar el uso de las tecnologías para mejorar la calidad | -Perfeccionar y ampliar los servicios ofreciendo técnicas de mantenimientos más avanzadas -Reforzar y ampliar las herramientas de trabajos |

Nota. Información tomada de RRHH de Qmax Solutions Colombia

Tabla 1*Matriz DOFA*

| Amenazas | FA | DA |
|--|---|---|
| -Alto número de competidores -Devaluación del precio del petróleo -Dependencia de otros sectores | -Mejorar aún más la calidad de los servicios prestados con técnicas innovadoras para sobresalir entre los competidores -Aumentar el número de empleados para cubrir la demanda de trabajo -Aprovechar el talento humano, la tecnología disposición, el cumplimiento y la calidad del servicio para lograr un mayor reconocimiento a nivel local | -Introducir nuevas técnicas de mantenimiento para atraer nuevos clientes -Aumentar el stock de las herramientas de trabajo |

Nota. Información tomada de RRHH de Qmax Solutions Colombia

1.2.1 Planteamiento del problema

El correcto uso de la información generada en el área de mantenimiento, es de gran utilidad para realizar una toma de decisiones adecuadas (Renove Tecnología S.L, 2015). Todo esto requiere un control en el orden de trabajo, informes de avería, mejor control del stock, etc. Es por esto que en Qmax Solutions Colombia, el buen uso y control de esta información es vital para mantener y mejorar la calidad, innovación y entrega de los servicios a los clientes, logrando un mayor reconocimiento a nivel local y un perfil altamente competitivo en el mercado actual.

Actualmente en la base de mantenimiento de Qmax Solutions Colombia, la información que se tiene sobre los repuestos no es suficiente, llevando a un bajo control de stock, contabilidad pobre en los gastos destinados a la adquisición de repuestos, además la

falta de catálogos de equipos puede generar incertidumbre en el personal que requiera realizar un mantenimiento en el activo. Por otra parte, la falta de estandarización en los nombres de repuestos y/o insumos puede generar confusiones con los proveedores y con la persona encargada de realizar la compra, debido a que este puede contar con una gran variedad de nombres (técnicos y coloquiales) y referencias para el mismo artículo. Todo esto lleva a que se realicen de forma incorrectas las órdenes de compra y a su vez, el proveedor envíe artículos no correspondientes; lo que conlleva a retrasos en la adquisición de los artículos, así como una pérdida monetaria para la empresa.

1.3 Objetivos de la pasantía.

1.3.1 General

Gestionar la información de los repuestos e insumos para el área de mantenimiento en la línea de control de sólidos en la empresa Qmax Solution Colombia

1.3.2 Específicos

Diagnosticar el sistema de información del mantenimiento, los activos y procedimientos de la base de mantenimiento de Qmax Solutions Colombia

Diseñar un catálogo en donde se encuentre plasmada toda la información básica de cada uno de los repuestos e insumos con sus respectivos esquemas y/o planos con sus características técnicas principales

Elaborar una base de datos en la cual se pueda acceder a la información de los repuestos e insumos de forma rápida y clara.

1.4 Descripción de las actividades a desarrollar.

Tabla 2

Objetivos y actividades a desarrollar

| Objetivo General | Objetivos Específicos | Actividades a desarrollar en la empresa para hacer posible el cumplimiento de los Obj. Específicos |
|--|--|--|
| Gestionar la información de los repuestos para el mantenimiento en la línea de control de sólidos. | <p>Diagnosticar el sistema de información del mantenimiento y los activos de la base de Qmax Solutions Colombia</p> <p>Diseñar un catálogo en donde se encuentre plasmada toda la información básica de cada uno de los repuestos e insumos con sus respectivos esquemas y/o planos con sus características técnicas principales.</p> <p>Elaborar una base de datos en la cual se pueda acceder a la información de los repuestos e insumos de forma rápida y clara.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Conocer las instalaciones, equipo, personal y procedimientos de trabajo con los que cuenta la bodega de Qmax -Identificar los mecanismos de gestión de información utilizados por la empresa. - Identificar las características técnicas y geométricas de los equipos y características de cada consumible utilizados por el área de control de sólidos. -Dibujar los repuestos considerando sus parámetros en el software CAD SolidWorks. -Organizar toda la información de los repuestos y consumibles en un documento en donde se pueda detallar sus características principales y/o básicas. - Organizar la información correspondiente a cada repuesto en tablas de Excel - Elaborar una interfaz gráfica para optimizar la visualización y comprensión de los datos con el uso de macros y herramientas de programación de Visual Basic. |

Nota. En la tabla se muestra las actividades correspondientes a cada objetivo. Elaborado por el autor

1.5 Cronograma de actividades.

En el siguiente se muestra el cronograma de actividades, donde se presenta el tiempo estimado para la ejecución de cada actividad, y así cumplir con el objetivo general en el tiempo establecido para el desarrollo de las pasantías.

Tabla 3

Cronograma de actividades

| ACTIVIDADES DEL PROYECTO | Marzo | | Abril | | | | Mayo | | | | Junio | | | | Julio | | | |
|---|-------|---|-------|---|---|---|------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|--|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| FASE 1: Diagnosticar el sistema de información del mantenimiento y los activos de la base de Qmax Solutions Colombia | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Conocer las instalaciones, equipo, personal y procedimientos de trabajo con los que cuenta la bodega de Qmax | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Identificar los mecanismos de gestión de información utilizada por la empresa | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fase 2: Diseñar un catálogo en donde se encuentre plasmada toda la información básica de cada uno de los repuestos e insumos con sus respectivos esquemas y/o planos con sus características técnicas principales. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Identificar las características técnicas y geométricas de los equipos y características de cada consumible utilizados por el área de control de sólidos. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Nota. En la tabla se muestra el tiempo de desarrollos de cada una de las actividades.

Elaborado por el autor

2. Enfoques referenciales

2.1 Enfoque conceptual.

2.1.1 Gestión de la información en el mantenimiento

Un sistema de gestión de información es aquel que acepta datos como el principal recurso de entrada y los procesa para obtener resultados que brinden una utilidad o información de interés, todo con el fin de realizar una adecuada toma de decisiones. De allí se determinan las pautas, procesos o procedimientos a seguir (Olivia et al., 2010).

El mantenimiento genera una serie de información como por ejemplo los informes de avería, paradas imprevistas, tiempo de reparaciones, entre otros. a la cual es necesario gestionar para que luego pueda ser utilizada en futuras decisiones que se tomen en la empresa (Renove Tecnología S.L, 2015).

2.1.2 SolidWorks

Solidworks es un software CAD utilizado a nivel mundial para el diseño y ensamble de piezas 2D y 3D. Además, ofrece una alta gama de soluciones para el desarrollo de los diseños, como simulaciones, gestión de los datos del proceso, análisis, complejos conjuntos de herramientas entre otros. Todo esto ayuda a ser más eficiente y productivo para el desarrollo de productos en cada uno de los pasos del desarrollo del diseño (Solidworks, 2022)

2.1.3 Excel

Excel es un software desarrollado por Microsoft, y es uno de los programas más utilizados a nivel mundial para el manejo de datos numéricos o de tipo texto en tablas formadas por filas y columnas. Esta aplicación cuenta con un sin número de funciones para facilitar el trabajo, como por ejemplo operaciones aritméticas, manejo de datos, opciones de programador para un análisis más profesional, entre otras funciones (Jhony & Felipe, 2020).

2.1.4 Visual Basic

Visual Basic es un lenguaje de programación desarrollado por Microsoft orientado a objetos, aunque esta aplicación es de propósito general, también cuenta con herramientas para el desarrollo de aplicaciones, bases de datos, interfases gráficas, depurador, compilador. Excel cuenta con un apartado dedicado a la programación con Visual Basic que permite la creación de macros y de interfaces graficas para un mayor control de los datos (Microsoft Build, 2022).

2.1.5 Control de sólidos de perforación

Los sólidos de perforación es todo el material que se extrae de los pozos de petróleo, de los cuales se pueden encontrar diferentes tipos como rocas, arenas, lodos, entre otros. Es de gran importancia conocer el tipo y tamaño del solido extraído, ya que de esto depende las diferentes técnicas a aplicar, para separar la parte solido de la parte liquida (agua) (Molina Martínez, 2009).

El control de estos sólidos se lleva a cabo para contribuir al ahorro de materia prima y la conservación del medio ambiente disminuyendo al mínimo los residuos enviados a disposición final (Otero Rozo, 2015).

2.1.6 Dewatering

El dewatering o secado de lodos es un proceso mediante el cual se busca la deshidratación o separación sólido-líquido. Para llevar a cabo esta separación se realizan ciertos procedimientos químicos y físicos, iniciando con un acondicionamiento de los lodos, luego con un proceso de coagulación con la ayuda de un químico coagulante la cual hace que se empiezan a unir las partículas del sólido entre sí, posterior a la coagulación se lleva a cabo la floculación en la cual se aglomeran las partículas desestabilizadas las cuales tienden a depositarse en el fondo del recipiente y finalmente se procede a la separación con la ayuda de una centrifuga (Chen et al., 2006).

2.1.7 Centrifuga decantadora

Las centrifugas decantadoras son un equipo que se utiliza para llevar a cabo la separación de una mezcla sólida y líquida con alto contenido de sólidos, generalmente estos equipos cuentan con un tambor macizo y un tornillo sin fin; mediante el movimiento giratorio esta máquina genera grandes fuerzas centrífugas, separando así las partículas sólidas debido a la diferencia de densidades que presentan los sedimentos (fase sólida). La fase sólida se acumula en las paredes internas del tambor, que luego son transportadas hasta la descarga gracias al tornillo sin fin y la

fase líquida fluye a lo largo del tronillo llegando hasta la apertura de descarga líquida, obteniendo así una separación de las dos fases (Flottweg, 2020).

2.1.8 Bombas

Una bomba es una máquina que se utiliza para mover un fluido de un lugar a otro. Pueden ser accionadas por diferentes fuentes, ya sea un motor de combustión, aire o un motor eléctrico. Generalmente cuentan con una carcasa, un orificio de entrada y otro de salida, un impulsor, un eje y unos rodamientos. Entre las más comunes se encuentran: las bombas neumáticas, bombas centrifugas, bombas periféricas, entre otras (Jávea Bombas, 2022).

Estas bombas son utilizadas principalmente para trasladar los cortes (lodo resultante de la perforación de un pozo) de los tanques de almacenamiento hasta un determinado punto que puede ser: un nuevo recipiente de almacenamiento, una centrífuga decantadora, una unidad de floculación, unidad de dewatering o a su destino final.

3. Informe de cumplimiento del trabajo

En este informe se dará a conocer la metodología utilizada para llevar a cabo el cumplimiento del objetivo principal de la pasantía, considerando los objetivos específicos y cada una de sus actividades contempladas en el cronograma de actividades.

3.1 Diagnosticar el sistema de información del mantenimiento y los activos de la base de mantenimiento de Qmax Solutions Colombia

3.1.1 Conocer las instalaciones, equipos y personal de trabajo con los que cuenta la bodega de Qmax

La primera actividad que se realizó como practicante en Qmax fue la identificar cada una de las áreas de trabajo con las que cuenta la bodega y el personal encargado de cada una de estas. La bodega de mantenimiento de Qmax cuenta con las áreas de: mecánica, electromecánica, laboratorio de lodos, soldadura, pruebas y lavado, pinturas, almacén y área de despacho.

En el área de mecánica (ver figura 1) se lleva a cabo el mantenimiento de las centrífugas decantadoras (generalmente correctivo) y está a cargo del ingeniero mecánico Wilson quien es contratista de una FerreSolda.

Figura 1.*Área de mecánica*

Nota. En la imagen se muestra el área de mantenimiento mecánico. (Tomada por el autor)

En el área de electromecánica (ver figura 2) se realiza mantenimiento orientado a la parte eléctrica, como variadores de frecuencia, motores eléctricos y bombas neumáticas. Esta área se encuentra a cargo de Hernando quien es contratista de PyG.

Figura 2.*Área electromecánica*

Nota. En la imagen se muestra algunos motores del área electromecánica. (Tomada por el autor)

En el laboratorio de lodos (ver figura 3) se realizan análisis de fluidos de perforación y de los lodos resultante de la perforación, se analiza la calidad de los químicos utilizados para el proceso de Dewatering y del crudo extraído en los diferentes pozos (ver figura 3).

Figura 3.

Laboratorio de lodos



Nota. En la imagen se muestra el área de trabajo del laboratorio de lodos. (Tomada por el autor)

En el área de soldadura (ver figura 4) se lleva a cabo todos los procesos metalúrgicos requeridos en la base, en esta área se encuentra los equipos de corte, desbaste, bancos de trabajo y equipos de soldadura por arco y MIG.

Figura 4.

Área de soldadura



Nota. En la imagen se muestra algunos elementos del área de soldadura. (Tomada por el autor)

La zona de pruebas y lavado (ver figura 5) es el lugar donde se realizan las pruebas de los equipos para verificar su correcto funcionamiento, y a su vez, realizar una limpieza general antes de ser trasladada al área de alistamiento o de pintura donde se realizan los retoques finales.

Figura 5.

Zona de pruebas y lavado

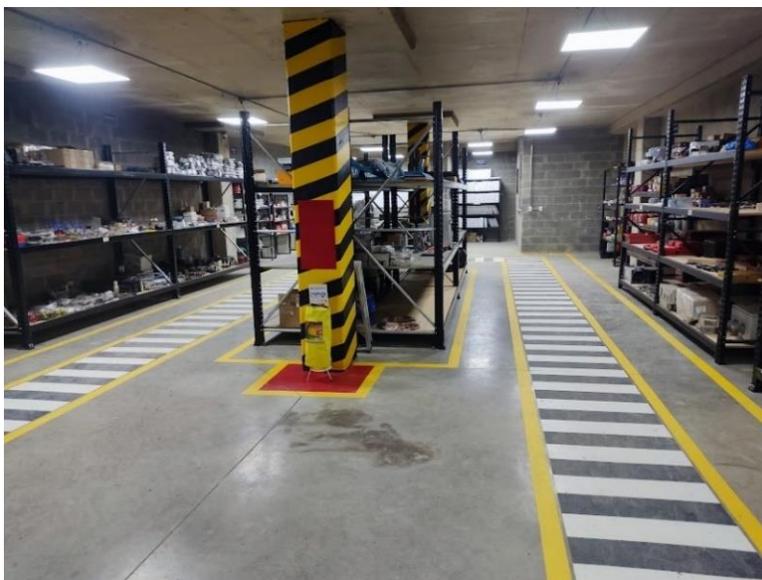


Nota. En la imagen se muestra equipos a los que se les realizara una prueba. (Tomada por el autor)

En el almacén (ver figura 6) se encuentran todos los repuestos, insumos, equipos de protección personal (EPP) y herramientas para el uso e implementación en toda la base. El área de despacho es donde se realiza entrega de todas las requisiciones solicitadas por cada frente o pozo en los que se encuentra Qmax.

Figura 6.

Almacén



Nota. En la imagen se muestra la estantería del almacén. (Tomada por el autor)

Actualmente Qmax cuenta con una gran cantidad de activos, como los que se muestran en la tabla 1.

Tabla 4*Activos con los que cuenta Qmax Solutions*

| <u>Tipo de equipo</u> | <u>Marca/Modelo</u> |
|---------------------------|---------------------------------|
| Centrifugas Decantadoras | Sharples 3400 |
| | Sharples 4600 |
| | Sharples 5000 |
| | Sharples 5400 |
| | Decanter G Tech Allied G7 |
| Bombas centrífugas | MCM 250 3x4 |
| | MCM 250 5x6 |
| | Mission 3x4 |
| | Mission 5x6 |
| | Forte 3x3 |
| | Forte 4x4 Forte 6x6 |
| Bombas Neumáticas | Wilden PX15 |
| | Wilden PX8 |
| | Wilden PX1 |
| Bombas de rotor-estator | Moyno Max 1000 |
| | Moyno Max 2000 |
| Generadores eléctricos | Generado 75 kW |
| | Generador 100 kW |
| | Generador de 500 kW |
| Compresores | AS-30T 125 PSI Kaeser |
| Tanques de almacenamiento | Frack Tank Catch Tank |
| Unidades de floculación | Unidad de floculación |
| | Unidad de floculación selectiva |
| Unidad de Dewatering | Unidad de Dewaterig |

Nota. Información tomada de la base de mantenimiento de Qmax

Qmax Solutions Colombia cuenta con diferentes procedimientos a la hora de realizar un trabajo. El principal es el del cumplimiento de las normas de seguridad. Es por esto que, para realizar cualquier tarea en las diferentes áreas, se deben seguir diferentes procesos; como el correcto uso de los elementos de protección personal (EPP), pues estos ayudan a mitigar o minimizar en lo posible los accidentes. Los principales EPP utilizados en Qmax son: botas de seguridad, casco, protección auditiva, protección visual, braga industrial, guantes, entre otros (ver figura 7). El llenado de permisos de trabajo es otro procedimiento de gran importancia. Los permisos de trabajos son formatos diligenciados cada semana por los operarios que realicen trabajos en la base. En estos formularios se evidencia el estado del área de trabajo, el estado en que se encuentren las herramientas, se detallan las actividades a realizar, entre otros. Los permisos de trabajos en alturas y trabajos en espacios confinados son utilizados por las personas que requieran realizar estas actividades específicas; en los cuales se describe el trabajo a realizar, y el estado en el que se encuentran los elementos de seguridad requeridos para estas tareas, como por ejemplo el arnés o líneas de vida. Cabe recalcar que para realizar estos trabajos son obligatorios completar los cursos de trabajos en alturas y de espacios confinados.

Qmax Solutions cuenta con una página llamada Qmax Virtual en el cual se encuentran cursos de seguridad en el trabajo, fomento de trabajo, códigos de conducta, control de peligros y riesgos, capacitaciones para el uso de equipos, procedimientos de trabajo, cuidados de medio ambiente, fluidos de perforación, entre otros.

Figura 7.*Practicante con EPP*

Nota. En la imagen se muestra los EPP usados correctamente. (Tomada por el autor)

3.1.2 Identificar los mecanismos de gestión de información utilizada por la empresa

Qmax Solutions cuenta con diferentes sistemas de gestión de información para el mantenimiento realizado en la base. Uno de ellos está orientado al mantenimiento; el cual es un software que se alimenta con información de todos los activos con los que cuenta la empresa relacionada con tiempos de funcionamiento en campo, tiempos de mantenimientos en la base (correctivos, preventivos y predictivos) y correctivos-preventivos en campo, tiempos entre fallas, tiempos de inactividad; con el fin de mejorar la toma de decisiones y mejorar las estrategias que se utilizan actualmente. Otro sistema utilizado es una base de datos general dividida en dos partes una parte de mantenimiento en la cual se encuentra recopilada una gran cantidad de información como: inspecciones, datos de seguridad en el trabajo, fichas técnicas de algunos equipos, reportes de fallas y de mantenimientos, manuales de uso de algunos equipos, entre otros. La segunda parte es un sistema de administración diseñada con el propósito de mejorar el

desempeño y la capacidad de renovar continuamente la gestión que hace al interior de cada proceso, asegurando la efectiva operación, seguimiento y control del mismo. En este apartado se encuentra manuales y procedimientos que explican cómo se debe realizar la entrega de los servicios a los clientes interesados; planes de trabajo, guías para la correcta realización de los trabajos a realizar, entre otros. Por último, Microsoft Dynamic es un software utilizado para realizar una administración general de toda la información y procesos realizados; visualizando flujos de trabajo en tiempo real y ayudando a la planificación de los recursos empresariales.

3.2 Diseñar un catálogo en donde se encuentre plasmada toda la información básica de cada uno de los repuestos e insumos con sus respectivos esquemas y/o planos con sus características técnicas principales.

3.2.1 Identificar las características técnicas y geométricas de los equipos y características de cada consumible utilizados por el área de control de sólidos.

Para llevar a cabo el desarrollo de esta actividad se realizó un desmontaje de cada uno de las principales máquinas con las que cuenta Qmax, con la ayuda del profesional encargado en cada área. Inicialmente se realizó el desmontaje de las bombas neumáticas bajo la guía de un técnico electromecánico. En este proceso se identificaron cada una de las partes del equipo, el cual cuenta con dos cámaras líquidas y dos cámaras de aire con sus respectivos diafragmas de neopreno, tubería de succión y de descarga, la válvula de aire y el center block que se encuentran ubicados en la parte central del equipo como se muestra en la figura 8; los cuales son los encargados de distribuir el aire las dos cámaras de aire.

Figura 8.*Bombas neumáticas*

Nota. En la imagen se muestra un conjunto de bombas neumáticas. (Tomada por el autor)

Los siguientes equipos en identificar fueron las bombas centrífugas y bombas de cavidad progresiva entre las cuales se encuentran las marcas MCM, Mission, Forte y Moyno; y a su vez cada una cuenta con diferentes referencias: 3X4, 5X6, 3X3, 4X4, 6X6, Moyno Max 1000 y 2000. Para estos equipos se realizó el desmontaje de cada una de estas tres marcas y se identificó cada una de las principales partes de estos equipos.

Las bombas centrífugas cuentan con una carcasa o housing (ver figura 9). En su interior se encuentra el impulsor o impeler; además cuentan en la parte trasera con una caja que sirve de pedestal para los rodamientos y el eje que conecta el motor con el impulsor. Al igual que todas las bombas, cuenta con una tubería de succión y descarga acoplados con sus respectivas bridas.

Figura 9.

Housign de la bomba Forte 4X4



Nota. En la imagen se muestra la carcasa de una bomba Forte 4X4. (Tomada por el autor)

Las bombas Moyno son equipos de cavidad progresiva con rotor-estator (ver figura 10), esto quiere decir que cuentan con un tornillo sinfín interno (rotor) que a su vez se encuentra dentro de una carcasa (estator). A pesar de su simplicidad, son bastante utilizadas por Qmax, debido a que no agita excesivamente la mezcla lodo-químicos realizados en el proceso de dewatering.

Figura 10.

Practicante desmontando bomba Moyno



Nota. En la imagen se muestra el desmontaje del rotor de la bomba Moyno. (Tomada por el autor)

Uno de los activos más importantes en el área de control de sólidos, son las centrífugas decantadoras, entre las cuales se encuentran la Sharples 3400, 4600, 5400, Alfa Laval y Allied G7. Para el desarrollo de la actividad de caracterización se presenciaba el ensamble y el desarme de los equipos, donde se identificaron las principales partes como el scroll, bowl, sistema de lubricación y gearbox. El **Scroll** es el tornillo sinfín que desplaza todos los sólidos separados hasta la salida (ver figura 11). Cuenta con su cuerpo principal (tornillo sinfín) y en sus externos cuenta con unos alojamientos en los cuales se intrusen un par de rodamientos con sus respectivos sellos de grasa.

Figura 11.

Scroll de una centrifuga decantadora



Nota. En la imagen se muestra un Scroll de una Sharples 5400 sobre 2 apoyos. (Tomada por el autor)

El **bowl** es el recipiente que contiene al scroll, este cuenta con una o en algunos casos dos secciones huecas cilíndrica y una sección cónica. En sus dos extremos se encuentran las tapas de la descarga líquida y sólida; con las chumaceras que brindan apoyo y una polea como se muestra en la figura 12.

El sistema de lubricación es el encargado de mantener lubricados y con una temperatura aceptable las chumaceras del bowl. Este sistema cuenta con una bomba de lubricación, filtros de aceite, sensores de presión y un pequeño intercambiador de calor tubular.

Figura 12.

Bowl de una centrifuga decantadora



Nota. En la imagen se muestra un Bowl de una Sharples 5400 sobre 2 apoyos. (Tomada por el autor)

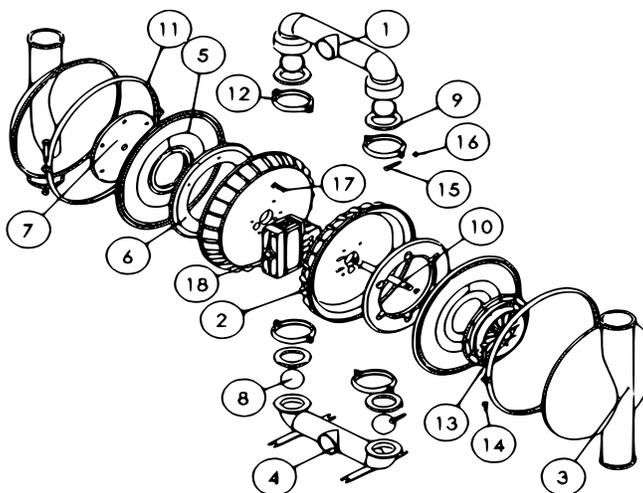
Con la ayuda de catálogos y algunos instrumentos de medición se determinaron las medidas generales de algunas partes, que sirvieron para conocer sus características principales, así como la geometría de las mismas.

En Qmax Solutions Colombia se utiliza una gran cantidad de insumos y consumibles, es por esto que es importante identificarlos todos para realizar una correcta catalogación de cada uno de estos. Para esto, se realizaron visitas al almacén y búsquedas en las compras de los últimos años para recopilar la mayor información posible. Se organizó la información en categorías para facilitar la documentación de esto. Inicialmente se identificaron los artículos relacionados a la categoría “Cintas”; de los cuales se encontraron 11 tipos como: Cintas para ductos, para uso eléctrico, de enmascarar, de empaquetado, de señalización, teflón y cintas antideslizantes.

En las siliconas y masillas se encontraron principalmente siliconas transparentes, de alta temperatura, masillas epoxicas, entre otras. Los limpiadores de contacto, limpiadores y soldadura PVC; y pegantes fueron ubicados en la categoría de “limpiadores y pegantes”. Para las grasas para rodamiento, lubricantes, aceites, refrigerantes, Anti-Seize y desengrasantes se creó la categoría: grasas, aceites y lubricante. En la categoría de herramientas de mano se ubicaron destornilladores, alicates, botadores, instrumentos de cortes manuales, limas, palas, martillos, llaves y demás accesorios. Los discos para corte y desbaste, gratas y brocas se encasillaron en la categoría de herramientas de corte y desbaste. En la categoría de tuberías y accesorios se clasificaron válvulas, bridas, codos, reducciones, uniones, niples, tuberías en sus diferentes materiales, entre otros. Para la categoría relacionada a lo eléctrico, se identificaron cables, contactores, conectores, baterías, transformadores, entre otros. Otros insumos identificados fueron, rodamientos, retenedores de grasa, tornillería, elementos de limpieza, pinturas, elementos para soldadura, instrumentos de medición, abrazaderas, filtros, correas, entre otros.

3.2.2 Dibujar los repuestos considerando sus parámetros en el software CAD SolidWorks

Luego de realizar la inspección y caracterización de cada uno de los principales equipos y sus partes, se procedió a realizar el modelo 3D de cada parte y el respectivo ensamblaje. Para cada equipo se dibujaron todas sus partes y se realizó un despiece y enumeración de cada parte para identificar cada una de estas fácilmente. Todos los modelos fueron dibujados en SolidWorks en su versión 2020. Se inicio con las bombas neumáticas (ver figura 13) debido a que estas poseen una menor complejidad respecto a los demás activos; para ello, se dibujaron todas las partes externas (carcasa, soporte y tuberías) y luego las partes internas (válvula de aire y center block).

Figura 13.*Despiece de la bomba neumática*

Nota. En la imagen se muestra el número correspondiente a cada parte de la bomba. (Elaborado por el autor)

En la tabla 2 se muestra el nombre de cada una de las partes enumeradas en la figura anterior; además a cada elemento se le asignó un código único, el cual servirá para identificar cada repuesto a hora de pedirlos.

Tabla 5

Nombre de piezas y códigos correspondiente a cada número de parte de las bombas neumáticas

| N° | Pieza | Código QMAX | | Cant. |
|----|--------------------------|--------------|-------------|-------|
| | | PX15 | PX8 | |
| 1 | Colector de descarga | BA-PX15-0028 | BA-PX8-0011 | 1 |
| 2 | Cámara de aire | BA-PX15-0018 | BA-PX8-0012 | 2 |
| 3 | Cámara líquida | BA-PX15-0027 | BA-PX8-0013 | 1 |
| 4 | Colector de alimentación | BA-PX15-0029 | BA-PX8-0014 | 2 |
| 5 | Diafragma | BA-PX15-0023 | BA-PX8-0015 | 2 |
| 6 | Pistón interno | BA-PX15-0022 | BA-PX8-0016 | 2 |
| 7 | Pistón externo | BA-PX15-0024 | BA-PX8-0017 | 2 |
| 8 | Bola de válvula | BA-PX15-0025 | BA-PX8-0018 | 4 |
| 9 | Asiento de la bola | BA-PX15-0026 | BA-PX8-0019 | 4 |
| 10 | Eje | BA-PX15-0020 | BA-PX8-0020 | 1 |

Tabla 5

Nombre de piezas y códigos correspondiente a cada número de parte de las bombas neumáticas

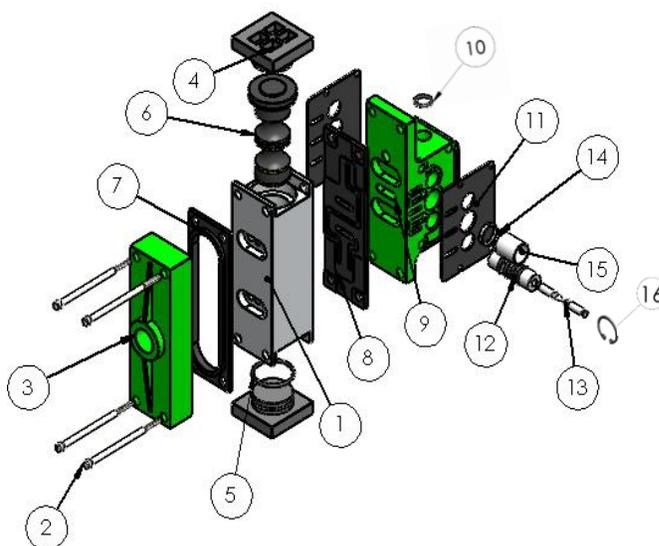
| N° | Pieza | Código QMAX | | Cant. |
|----|--|--------------|-------------|-------|
| | | PX15 | PX8 | |
| 11 | Arandela de respaldo | BA-PX15-0021 | N/A | 2 |
| 12 | Abrazadera Grande | BA-PX15-0030 | BA-PX8-0021 | 1 |
| 13 | Abrazadera pequeña | BA-PX15-0031 | BA-PX8-0022 | 1 |
| 14 | Tornillo carraje de la abrazadera grande | BA-PX15-0032 | BA-PX8-0023 | 4 |
| 15 | Tuerca de la abrazadera grande | BA-PX15-0035 | BA-PX8-0024 | 4 |
| 17 | Tuerca de la abrazadera pequeña | BA-PX15-0034 | BA-PX8-0026 | 8 |
| 18 | Tornillo de la cámara de aire | BA-PX15-0017 | BA-PX8-0027 | 20/8 |
| 19 | Arandela 3/8 (0,406 X 0,812 X .065) | BA-PX15-0019 | N/A | 20 |
| 20 | Válvula de aire y center block | | | 1 |

Nota. Elaborada por el autor

Debido a que el elemento número 20 posee piezas internas pequeñas que resultarían difíciles de visualizar correctamente en la figura anterior; se realizó un segundo despiece (ver figura 14) y tabla de partes (tabla 3) como se muestra a continuación.

Figura 14.

Válvula de aire y centerblock de la bomba neumática



Nota. En la imagen se muestra el número de parte de la válvula de aire y centerblock. (Elaborado por el autor)

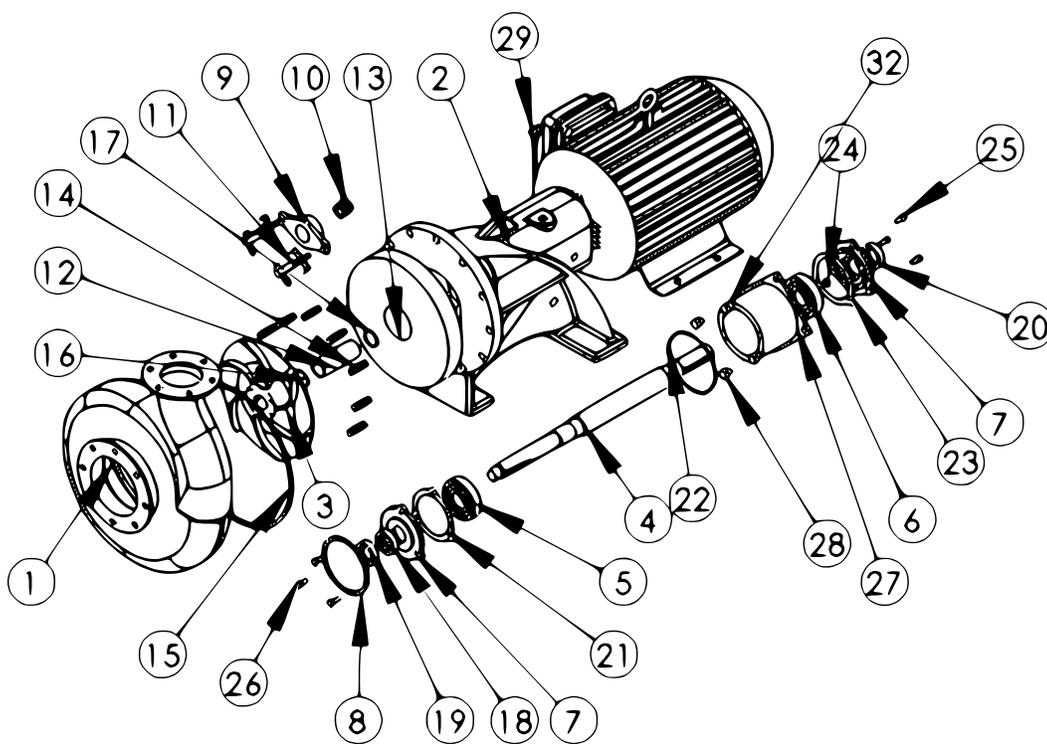
Tabla 6

Nombre de piezas y códigos correspondiente a cada número de parte de la válvula de aire

| N° | Pieza | PX15 | PX8 | Cant |
|-----------|--|--------------|-------------|-------------|
| 1 | Válvula de aire | BA-PX15-0001 | BA-PX8-0001 | 1 |
| 2 | Tornillo de la Válvula de aire | BA-PX15-0002 | BA-PX8-0002 | 4 |
| 3 | Plato Silenciador | BA-PX15-0003 | BA-PX8-0003 | 1 |
| 4 | Tapa de extremos de la válvula de aire | BA-PX15-0004 | BA-PX8-0004 | 2 |
| 5 | Anillo (O-Ring) | BA-PX15-0005 | BA-PX8-0005 | 2 |
| 6 | Válvula de Aire | BA-PX15-0006 | BA-PX8-0006 | 1 |
| 7 | Empaque del plato Silenciador | BA-PX15-0007 | BA-PX8-0007 | 1 |
| 8 | Empaque de la válvula de aire | BA-PX15-0008 | BA-PX8-0008 | 1 |
| 9 | Bloque central (Center Block) | BA-PX15-0009 | BA-PX8-0009 | 1 |
| 10 | Anillo (O-Ring) | BA-PX15-0010 | BA-PX8-0010 | 1 |
| 11 | Empaque del center block | BA-PX15-0011 | BA-PX8-0028 | 2 |
| 12 | Piloto (Pilot Sleeve) | BA-PX15-0012 | BA-PX8-0029 | 1 |
| 13 | Carrete del Piloto (Pilot Spool) | BA-PX15-0013 | BA-PX8-0030 | 1 |
| 14 | Sello del eje | BA-PX15-0014 | BA-PX8-0031 | 2 |
| 15 | Bushing (Casquillo del eje) | BA-PX15-0015 | BA-PX8-0032 | 2 |
| 16 | Anillo de retención | BA-PX15-0016 | BA-PX8-0033 | 2 |

Nota. Elaborada por el autor

Las bombas centrífugas fueron los segundos equipos en ser dibujados. Debido a la gran similitud que presentan las bombas Mission Y MCM 250 en sus diferentes tamaños (3X4 y 5X6), se utilizó el mismo despiece como el que se muestra en la figura 15.

Figura 15.*Despiece de la bomba centrífuga*

Nota. En la imagen se muestra el despiece de una bomba centrífuga. (Elaborado por el autor)

Para el equipo mostrado en la figura 15, se dibujó inicialmente la voluta (1) y luego el pedestal (2), para que así fuera más fácil ensamblar las partes internas como rodamientos, anillos, eje, impeler y demás. Después de tener ensamblado y acoplado la voluta y el pedestal con todas sus partes internas, se procedió con el dibujo y ensamble del motor, el cual es de acoplamiento directo.

En la tabla 4 mostrada a continuación, se encuentran los nombres de cada una de las partes enumeradas en la figura 15, además se encuentra el código asignado a cada una de las partes correspondiente a los tamaños de la centrífuga.

Tabla 7

Nombre de piezas y códigos correspondiente a la bomba centrífuga Mission

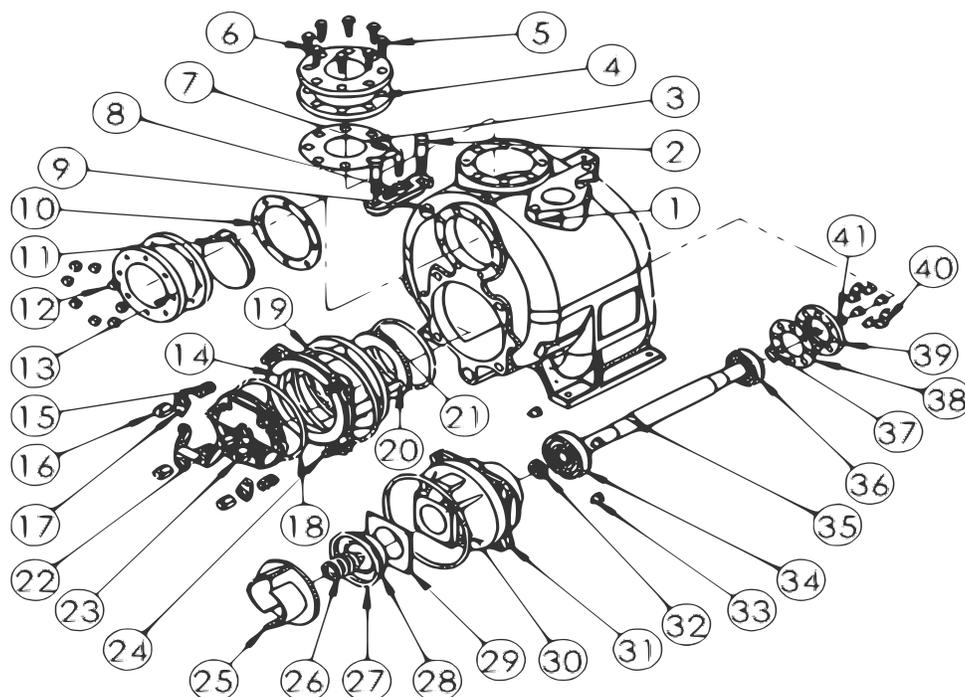
| Bomba Centrífuga MISSION | | 4X3 | 5X6 | |
|--------------------------|---|-----------------|-----------------|------|
| N° | Pieza | Código QMAX | | Cant |
| 1 | Voluta (Housing) | BC-3MSS4-0001 | BC-5MSS6-0001 | 1 |
| 2 | Pedestal | BC-3MSS4-0002 | BC-5MSS6-0002 | 1 |
| 3 | Impulsor (Impeler) | BC-3MSS4-0003 | BC-5MSS6-0003 | 1 |
| 4 | Eje | BC-3MSS4-0004 | BC-5MSS6-0004 | 1 |
| 5 | Rodamiento Interno | BC-3MSS4-0005 | BC-5MSS6-0005 | 1 |
| 6 | Rodamiento externo | BC-3MSS4-0006 | BC-5MSS6-0006 | 2 |
| 7 | Cubierta del rodamiento interno y exterior | BC-3MSS4-0007 | BC-5MSS6-0007 | 2 |
| 8 | Anillo Slinger | BC-3MSS4-0008 | BC-5MSS6-0008 | 1 |
| 9 | Prensaestopas | BC-3MSS4-0009 | BC-5MSS6-0009 | 1 |
| 10.1 | Cordón plomaginado | BC-3MSS4-0010-1 | BC-5MSS6-0010-1 | 1 |
| 10.2 | Sello mecánico | BC-3MSS4-0010-2 | BC-5MSS6-0010-2 | 1 |
| 10.2 | Empaque Rey | BC-3MSS4-0010-3 | BC-5MSS6-0010-3 | 1 |
| 11 | Perno del prensaestopas | BC-3MSS4-0011 | BC-5MSS6-0011 | 2 |
| 12 | Camisa del eje | BC-3MSS4-0012 | BC-5MSS6-0012 | 1 |
| 13 | Cierre mecánico | BC-3MSS4-0013 | BC-5MSS6-0013 | 1 |
| 14 | Esparrago y tuerca de la carcasa | BC-3MSS4-0014 | BC-5MSS6-0014 | 12 |
| 15 | Empaque de la carcasa | BC-3MSS4-0015 | BC-5MSS6-0015 | 1 |
| 16 | Sello del impulsor (O-Ring) | BC-3MSS4-0016 | BC-5MSS6-0016 | 1 |
| 17 | Sello de la camisa del eje (O-Ring) | BC-3MSS4-0017 | BC-5MSS6-0017 | 1 |
| 18 | Sello de aceite del cojinete interior | BC-3MSS4-0018 | BC-5MSS6-0018 | 1 |
| 19 | Sello de exclusión del cojinete interior | BC-3MSS4-0019 | BC-5MSS6-0019 | 1 |
| 20 | Sello de aceite del cojinete exterior | BC-3MSS4-0020 | BC-5MSS6-0020 | 1 |
| 21 | Empaque de la cubierta del cojinete interior | BC-3MSS4-0021 | BC-5MSS6-0021 | 1 |
| 22 | Sello de alojamiento del cojinete externo (O-Ring) | BC-3MSS4-0022 | BC-5MSS6-0022 | 1 |
| 23 | Sello de la cubierta del cojinete externo (O-Ring) | BC-3MSS4-0023 | BC-5MSS6-0023 | 1 |
| 24 | Juego de tuercas de seguridad para rodamientos | BC-3MSS4-0024 | BC-5MSS6-0024 | 1 |
| 25 | Tornillo y tuerca de la cubierta del cojinete exterior | BC-3MSS4-0025 | BC-5MSS6-0025 | 2 |
| 26 | Tornillo y tuerca de la cubierta del cojinete interior | BC-3MSS4-0026 | BC-5MSS6-0026 | 2 |
| 27 | Alojamiento para rodamiento externo | BC-3MSS4-0027 | BC-5MSS6-0027 | 1 |
| 28 | Tornillo y tuerca del alojamiento del cojinete exterior | BC-3MSS4-0028 | BC-5MSS6-0028 | 4 |
| 29 | Medidor de nivel de aceite | BC-3MSS4-0029 | BC-5MSS6-0029 | 1 |

Nota. Elaborada por el autor

Las bombas Forte presentan una geometría diferente comparadas con las Mission y MCM 250, es por esto que a este tipo de bombas se realizó un ensamblaje como el que se muestra en la figura 16.

Figura 16.

Bomba Forte



Nota. En la imagen se muestra el despiece de una bomba Forte. (Elaborado por el autor)

A pesar de presentar diferencias geométricas con las anteriores bombas, tiene una estructura y partes muy similares, como el impeler, eje, rodamientos, sellos mecánicos, entre otros. Una característica importante en este tipo de bombas es su carcasa redondeada. Por lo general estas centrífugas son de mayor tamaño y las tapas (traseras y delantera) cuentan con un tronco de cono.

En la tabla 5 se encuentra el nombre de cada número de parte y el código asignado para los diferentes tamaños 3X3, 4X4 y 6X6.

Tabla 8

Nombre de piezas y códigos correspondiente a la bomba centrífuga Forte

| Bomba FORTE | | 3X3 | 4X4 | 6X6 | |
|-------------|---|-------------|-------------|-------------|------|
| N° | Pieza | Código QMAX | | | Cant |
| 1 | Carcasa de la bomba | BE-3F3-0001 | BE-4F4-0001 | BE-6F6-0001 | 1 |
| 2 | Perno de cabeza cuadrada | BE-3F3-0002 | BE-4F4-0002 | BE-6F6-0002 | 2 |
| 3 | Empaque de la brida de descarga | BE-3F3-0003 | BE-4F4-0003 | BE-6F6-0003 | 1 |
| 4 | Brida de descarga | BE-3F3-0004 | BE-4F4-0004 | BE-6F6-0004 | 1 |
| 5 | Perno de la brida de descarga | BE-3F3-0005 | BE-4F4-0005 | BE-6F6-0005 | 8 |
| 6 | Arandela del perno de la brida de descarga | BE-3F3-0006 | BE-4F4-0006 | BE-6F6-0006 | 8 |
| 7 | Tornillo de la barra de sujeción | BE-3F3-0007 | BE-4F4-0007 | BE-6F6-0007 | 1 |
| 8 | Barra de sujeción | BE-3F3-0008 | BE-4F4-0008 | BE-6F6-0008 | 1 |
| 9 | Tapón de la tubería | BE-3F3-0009 | BE-4F4-0009 | BE-6F6-0009 | 1 |
| 10 | Empaque de la brida de succión | BE-3F3-0010 | BE-4F4-0010 | BE-6F6-0010 | 1 |
| 11 | Válvula de aleta | BE-3F3-0011 | BE-4F4-0011 | BE-6F6-0011 | 1 |
| 12 | Perno de la brida de succión | BE-3F3-0012 | BE-4F4-0012 | BE-6F6-0012 | 8 |
| 13 | Brida de succión | BE-3F3-0013 | BE-4F4-0013 | BE-6F6-0013 | 1 |
| 14 | Montaje de la tapa delantera | BE-3F3-0014 | BE-4F4-0014 | BE-6F6-0014 | 1 |
| 15 | Tornillo de ajuste | BE-3F3-0015 | BE-4F4-0015 | BE-6F6-0015 | 4 |
| 16 | Tuerca de la tapa delantera | BE-3F3-0016 | BE-4F4-0016 | BE-6F6-0016 | 6 |
| 17 | Collar de bloqueo | BE-3F3-0017 | BE-4F4-0017 | BE-6F6-0017 | 4 |
| 18 | Junta tórica (O-Ring) de la tapa delantera | BE-3F3-0018 | BE-4F4-0018 | BE-6F6-0018 | 1 |
| 19 | Junta tórica (O-Ring) | BE-3F3-0019 | BE-4F4-0019 | BE-6F6-0019 | 1 |
| 20 | Placa de desgaste | BE-3F3-0020 | BE-4F4-0020 | BE-6F6-0020 | 1 |
| 21 | Junta tórica (O-Ring) de la placa de desgaste | BE-3F3-0021 | BE-4F4-0021 | BE-6F6-0021 | 1 |
| 22 | Empuñadura | BE-3F3-0022 | BE-4F4-0022 | BE-6F6-0022 | 1 |
| 23 | Tapa delantera | BE-3F3-0023 | BE-4F4-0023 | BE-6F6-0023 | 1 |
| 24 | Perno de la cubierta delantera | BE-3F3-0024 | BE-4F4-0024 | BE-6F6-0024 | 4 |
| 25 | Impulsor | BE-3F3-0025 | BE-4F4-0025 | BE-6F6-0025 | 1 |
| 26 | Sello mecánico | BE-3F3-0026 | BE-4F4-0026 | BE-6F6-0026 | 1 |
| 27 | Junta tórica (O-Ring) de la placa sello | BE-3F3-0027 | BE-4F4-0027 | BE-6F6-0027 | 1 |
| 28 | Placa sello | BE-3F3-0028 | BE-4F4-0028 | BE-6F6-0028 | 1 |
| 29 | Empaque de la placa sello | BE-3F3-0029 | BE-4F4-0029 | BE-6F6-0029 | 1 |
| 30 | Junta tórica (O-Ring) de la tapa trasera | BE-3F3-0030 | BE-4F4-0030 | BE-6F6-0030 | 1 |
| 31 | Tapa trasera | BE-3F3-0031 | BE-4F4-0031 | BE-6F6-0031 | 1 |
| 32 | Sello de aceite del rodamiento delantero | BE-3F3-0032 | BE-4F4-0032 | BE-6F6-0032 | 1 |
| 33 | Pernos de la tapa trasera | BE-3F3-0033 | BE-4F4-0033 | BE-6F6-0033 | 4 |
| 34 | Rodamiento delantero | BE-3F3-0034 | BE-4F4-0034 | BE-6F6-0034 | 1 |

Nota. Elaborada por el autor

Tabla 8

Nombre de piezas y códigos correspondiente a la bomba centrífuga Forte

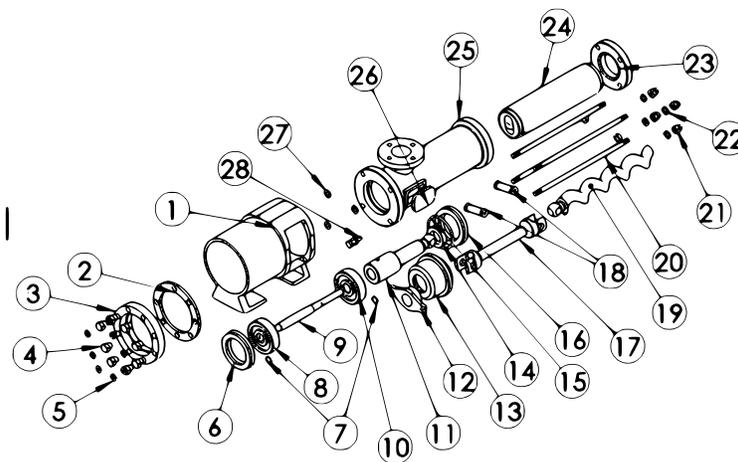
| Bomba FORTE | | 3X3 | 4X4 | 6X6 | |
|-------------|---|-------------|-------------|-------------|------|
| N° | Pieza | Código QMAX | | | Cant |
| 35 | Eje | BE-3F3-0035 | BE-4F4-0035 | BE-6F6-0035 | 1 |
| 36 | Rodamiento trasero | BE-3F3-0036 | BE-4F4-0036 | BE-6F6-0036 | 1 |
| 37 | Anillo retenedor | BE-3F3-0037 | BE-4F4-0037 | BE-6F6-0037 | 1 |
| 38 | Empaque de la tapa trasera | BE-3F3-0038 | BE-4F4-0038 | BE-6F6-0038 | 1 |
| 39 | Cubierta del rodamiento | BE-3F3-0039 | BE-4F4-0039 | BE-6F6-0039 | 1 |
| 40 | Tornillos de la cubierta del rodamiento | BE-3F3-0040 | BE-4F4-0040 | BE-6F6-0040 | 4 |
| 41 | Sello de aceite del rodamiento trasero | BE-3F3-0041 | BE-4F4-0041 | BE-6F6-0041 | 1 |

Nota. Elaborada por el autor

La bomba de rotor estator Moyno también cuentan con una geometría totalmente diferente, pues estas son alargadas dividida en un estator, rotor y un cuerpo de succión. Inicialmente se dibujó el estator, seguido del rotor y el cuerpo de succión, luego se ensamblaron estas 3 partes y se fueron agregando las demás piezas (ver figura 17). Este es uno de los equipos con los que cuenta con un menor número de piezas debido a la simplicidad del mismo

Figura 17.

Despiece de la bomba Moyno



Nota. En la imagen se muestra el número de partes de la bomba Moyno. (Elaborado por el autor)

En la tabla 6 se muestra el nombre de cada pieza y a su vez el código asignado a cada una de estas partes.

Tabla 9

Nombre de piezas y códigos correspondiente a las bombas de cavidad progresiva

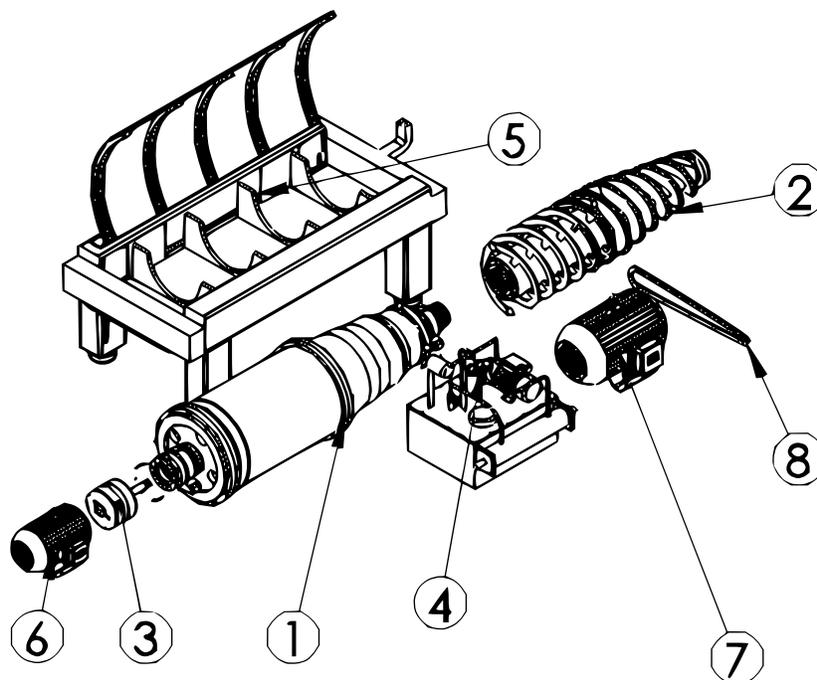
| Bombas de cavidad progresiva | | MAX 1000 | MAX 2000 | |
|-------------------------------------|---|--------------------|-----------------|-------------|
| N° | Pieza | Código QMAX | | Cant |
| 1 | Caja de rodamientos | BM-MAX1-0001 | BM-MAX2-0001 | 1 |
| 2 | Calzos de rodamientos | BM-MAX1-0002 | BM-MAX2-0002 | 1 |
| 3 | Cubierta de los rodamientos | BM-MAX1-0003 | BM-MAX2-0003 | 1 |
| 4 | Tornillo de la cubierta de rodamientos | BM-MAX1-0004 | BM-MAX2-0004 | 8 |
| 5 | Arandela de seguridad de la cubierta de rodamientos | BM-MAX1-0005 | BM-MAX2-0005 | 8 |
| 6 | Sello de grasa de rodamiento trasero | BM-MAX1-0006 | BM-MAX2-0006 | 1 |
| 7 | Anillo retenedor de rodamientos | BM-MAX1-0007 | BM-MAX2-0007 | 2 |
| 8 | Rodamiento trasero | BM-MAX1-0008 | BM-MAX2-0008 | 1 |
| 9 | Eje | BM-MAX1-0009 | BM-MAX2-0009 | 1 |
| 10 | Rodamiento delantero | BM-MAX1-0010 | BM-MAX2-0010 | 1 |
| 11 | Eje intermedio | BM-MAX1-0011 | BM-MAX2-0011 | 1 |
| 12 | Prensa estopas | BM-MAX1-0012 | BM-MAX2-0012 | 1 |
| 13 | Caja de estopas | BM-MAX1-0013 | BM-MAX2-0013 | 1 |
| 14 | Anillo de sellado | BM-MAX1-0014 | BM-MAX2-0014 | 1 |
| 15 | Junta tórica del rotor | BM-MAX1-0015 | BM-MAX2-0015 | 1 |
| 16 | Sello de grasa de rodamiento delantero | BM-MAX1-0016 | BM-MAX2-0016 | 1 |
| 17 | Eje cardánico | BM-MAX1-0017 | BM-MAX2-0017 | 1 |
| 18 | Pasador del eje cardánico | BM-MAX1-0018 | BM-MAX2-0018 | 2 |
| 19 | Rotor | BM-MAX1-0019 | BM-MAX2-0019 | 1 |
| 20 | Tornillo doble rosca | BM-MAX1-0020 | BM-MAX2-0020 | 4 |
| 21 | Tuerca para el tornillo doble rosca | BM-MAX1-0021 | BM-MAX2-0021 | 4 |
| 22 | Arandela de seguridad del tornillo doble rosca | BM-MAX1-0022 | BM-MAX2-0022 | 4 |
| 23 | Flanche de descarga | BM-MAX1-0023 | BM-MAX2-0023 | 1 |
| 24 | Estator | BM-MAX1-0024 | BM-MAX2-0024 | 1 |
| 25 | Cuerpo de succión | BM-MAX1-0025 | BM-MAX2-0025 | 1 |
| 26 | Tapa de inspección | BM-MAX1-0026 | BM-MAX2-0026 | 1 |
| 27 | Arandela de seguridad para el cuerpo de succión | BM-MAX1-0027 | BM-MAX2-0027 | 8 |
| 28 | Tornillo para el cuerpo de succión | BM-MAX1-0028 | BM-MAX2-0028 | 8 |

Nota. Elaborada por el autor

Finalmente se realizó el modelo de las centrífugas decantadoras. Inicialmente se dibujó el Bowl con todos sus partes (tornillos, rodamientos, sellos, entre otro) y después el Scroll el cual va dentro de Bowl. Al scroll se acopla directamente la GearBox, que a su vez también cuenta con un acople directo a un motor Back Drive o motor secundario; luego se realizó el dibujo del sistema de lubricación, el cual consta de una bomba de lubricación, filtros, sensores de presión, caja de aceite, mangueras y un intercambiador de calor. Por último, se realizó el ensamblaje del Main Drive o motor principal con sus correas como se muestra en la figura 18.

Figura 18.

Despiece de la centrifuga decantadora



Nota. En la imagen se muestra el número de partes de una centrifuga decantadora. (Elaborado por el autor)

En la tabla 7 se muestra el nombre correspondiente a cada número de parte.

Tabla 10

Nombre de piezas y códigos correspondiente a las centrífugas decantadoras

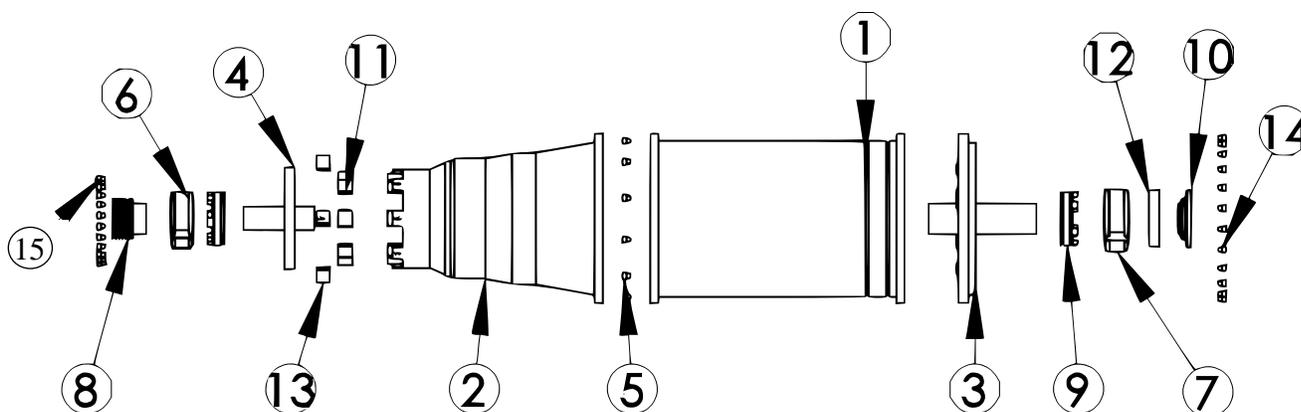
| Nº | Pieza |
|----|------------------------|
| 1 | Bowl |
| 2 | Scroll |
| 3 | GearBox |
| 4 | Sistema de lubricación |
| 5 | Cajón |
| 6 | Motor Back Drive |
| 7 | Moto Main Drive |
| 8 | Correas |

Nota. Elaborada por el autor

Para este equipo se realizó un despiece individual de cada una de las partes mostradas en la tabla 7, con la finalidad de que se puedan observar mejor cada una de las piezas que conforman cada una de estas partes. En la figura 19 se muestra el despiece Bowl

Figura 19.

Despiece del Bowl



Nota. En la imagen se muestra el número de partes del Bowl. (Elaborado por el autor)

En la tabla 8 se muestra los nombres correspondientes a cada número de pieza y la cantidad presente en el Bowl.

Tabla 11

Nombre de piezas y códigos correspondiente a el Bowl de las centrifugas decantadoras

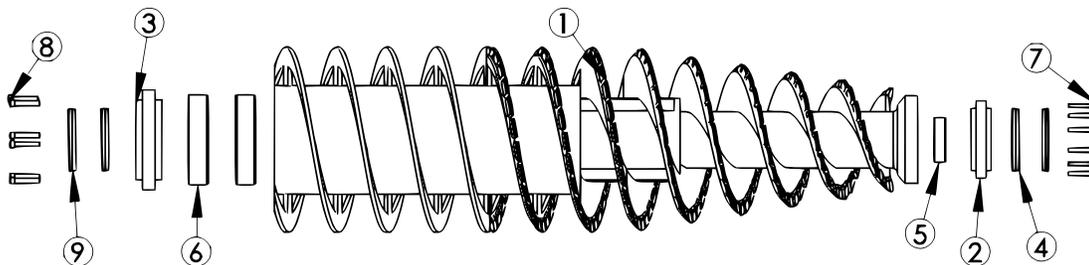
| N° | Pieza | Cantidad |
|----|--|----------|
| 1 | Parte cilíndrica del Bowl | 1 |
| 2 | Parte cónica del Bowl | 1 |
| 3 | Tapa de la descarga líquida | 1 |
| 4 | Tapa de la descarga sólida | 1 |
| 5 | Tornillos de unión de la parte cilíndrica y cónica | 8 |
| 6 | Chumacera de la descarga sólida | 1 |
| 7 | Chumacera de la descarga líquida | 1 |
| 8 | Polea | 1 |
| 9 | Anillo separador de la tapa y chumacera | 1 |
| 10 | Flanche | 1 |
| 11 | Cuñas | 12 |
| 12 | Tapa de rodamientos | 1 |
| 13 | Cortadores | 6 |
| 14 | Tornillos de la tapa de descarga líquida | 6 |
| 15 | Tornillos de la tapa de descarga sólida | 6 |

Nota. Elaborada por el autor

En la figura 20 se muestra el despiece correspondiente al scroll. En este se muestran cada una de sus partes y componentes.

Figura 20.

Despiece del Scroll



Nota. En la imagen se muestra el número de partes del Scroll. (Elaborado por el autor)

En la tabla 9 se muestra los nombres correspondientes a cada número de pieza y cantidad de las mismas pertenecientes al scroll.

Tabla 12

Nombre de piezas y códigos correspondiente a el Scroll de las centrifugas decantadoras

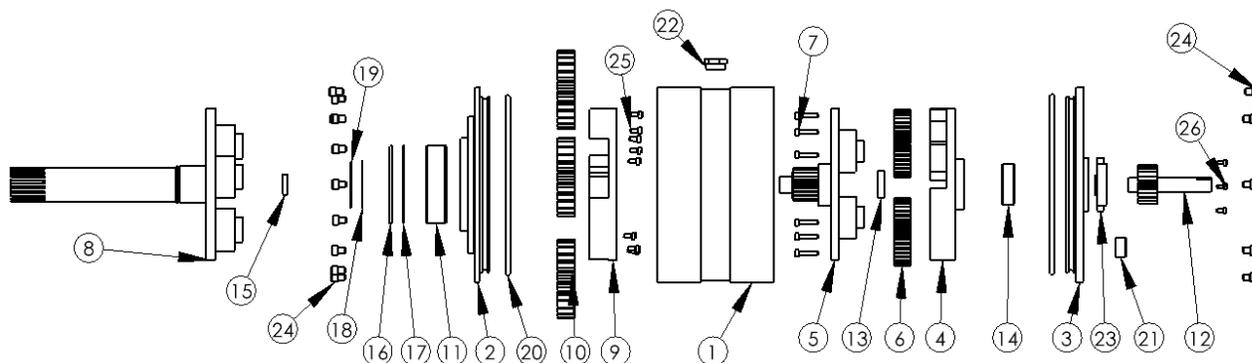
| N° | Pieza | Cantidad |
|----|---|----------|
| 1 | Scroll | 1 |
| 2 | Guarda retenedores de la descarga solida | 1 |
| 3 | Guarda retenedores de la descarga liquida | 1 |
| 4 | Retenedor (Oils seal) de descarga solida | 2 |
| 5 | Rodamiento de descarga solida | 1 |
| 6 | Rodamiento de descarga liquida | 2 |
| 7 | Tornillos del guarda retenedores descarga solida | 8 |
| 8 | Tornillos del guarda retenedores descarga liquida | 8 |
| 9 | Retenedor (Oils seal) de descarga liquida | 2 |

Nota. Elaborada por el autor

En la figura 21 se muestra el despiece correspondiente a la GearBox. En este se muestran cada una de sus partes y componentes.

Figura 21.

Despiece de la GearBox



Nota. En la imagen se muestra el número de partes del Scroll. (Elaborado por el autor)

La GearBox es utilizada para brindar una velocidad diferencial entre el bowl y el scroll, para que estos giren de manera asíncrona. Esta velocidad depende de la relación de transmisión con la que cuentan la GearBox. En la tabla 10 se muestra el nombre asignado a cada uno de los números de piezas, así como las cantidades de las mismas.

Tabla 13

Nombre de piezas y códigos correspondiente a la GearBox de las centrifugas decantadoras

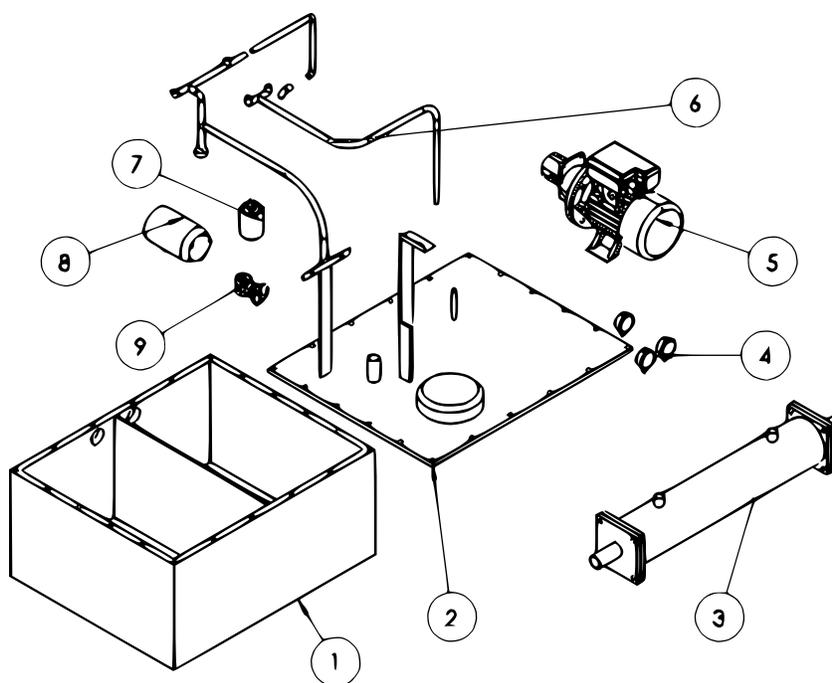
| N° | Pieza | Cantidad |
|-----------|---|-----------------|
| 1 | Carcasa | 1 |
| 2 | Tapa delantera | 1 |
| 3 | Tapa trasera | 1 |
| 4 | Cama para los engranes de la tapa delantera | 1 |
| 5 | Pines para engranes de la tapa delantera | 1 |
| 6 | Engranes de la tapa delantera | 2 |
| 7 | Tornillos de los pines para engranes de la tapa delantera | 8 |
| 8 | Eje de salida | 1 |
| 9 | Cama para los engranes de la tapa trasera | 1 |
| 10 | Engranes de trasera | 3 |
| 11 | Rodamiento de la tapa trasera | 1 |
| 12 | Eje de entrada | 1 |
| 13 | Rodamiento de apoyo para eje de entrada | 1 |
| 14 | Rodamiento de la tapa trasera | 1 |
| 15 | Rodamiento de apoyo para eje intermedio | 1 |
| 16 | Anillo de retención del rodamiento del eje de salida | 1 |
| 17 | Empaques para el anillo de retención del rodamiento | 2 |
| 18 | Empaques para anillo de retención del eje de salida | 2 |
| 19 | Anillo de retención del eje de salida | 1 |
| 20 | Oring de la tapa trasera | 1 |
| 21 | Medidor de nivel de aceite | 2 |
| 22 | Tapón para alimentación de aceite | 1 |
| 23 | Tapa del rodamiento de la tapa delantera | 1 |
| 24 | Tornillos de las tapas delantera y trasera | 16 |
| 25 | Tornillos de los pines para engranes de la tapa trasera | 8 |
| 26 | Tornillos de la tapa del rodamiento | 4 |

Nota. Elaborada por el autor

En la figura 22 se muestra el despiece del sistema de lubricación. Este sistema se utiliza para mantener las temperaturas bajas y estables en las chumaceras. Cuenta con una caja de almacenamiento, un intercambiador de calor, tuberías manómetros y sensores.

Figura 22.

Despiece de la bomba de lubricación



Nota. En la imagen se muestra el número de partes del sistema de lubricación. (Elaborado por el autor)

En la tabla 11 se muestra el nombre correspondiente a cada número de pieza.

Tabla 14

Nombre de piezas y códigos correspondiente a el sistema de lubricación de las centrifugas decantadoras

| N° | Pieza | Cantidad |
|----|-------------------------|----------|
| 1 | Caja de almacenamiento | 1 |
| 2 | Tapa de la caja | 1 |
| 3 | Intercambiador de calor | 1 |
| 4 | Manómetros | 3 |
| 5 | Bomba de lubricación | 1 |
| 6 | Tuberías | 1 |
| 7 | Filtro hidráulico | 1 |
| 8 | Sensor de presión | 1 |
| 9 | Válvula de cortina | 1 |

Nota. Elaborada por el autor

Debido la diversidad de centrifugas con las que cuenta la empresa como se muestra en la tabla 1, se realizó una lista individual para cada uno de estos equipos donde se muestran cada una de las partes de estas y a su vez las referencias de los repuestos utilizados por este equipo como se muestra en la tabla 12.

Tabla 15

Referencias y códigos para el Scroll de una centrifuga Sharples 3400

| Scroll de centrifuga Sharples 3400 | | | | |
|---|---|-------------------------|-------------|------|
| N° | Pieza | Referencia | Código Qmax | Cant |
| 1 | Scroll | N/A | QMX-SCR-001 | 1 |
| 2 | Guarda retenedores de la descarga solida | N/A | QMX-SCR-002 | 1 |
| 3 | Guarda retenedores de la descarga liquida | N/A | QMX-SCR-003 | 1 |
| 4 | Retenedor (Oils seal) de descarga solida | 417235 | QMX-SCR-004 | 2 |
| 5 | Rodamiento de descarga solida | 6017/C3 | QMX-SCR-005 | 1 |
| 6 | Rodamiento de descarga liquida | 7216 BECBM | QMX-SCR-006 | 2 |
| 7 | Tornillos del guarda retenedores descarga solida | Bristol INOX 5/16" X 3" | QMX-SCR-007 | 8 |
| 8 | Tornillos del guarda retenedores descarga liquida | Bristol INOX 3/8" X 1" | QMX-SCR-008 | 4 |
| 9 | Retenedor (Oils seal) de descarga liquida | 415953 | QMX-SCR-009 | 2 |

Nota. Elaborada por el autor

Para cada una de las partes (Scroll, Bowl, GearBox y sistema de lubricación) se realizó una tabla individual correspondiente a los diferentes modelos de centrifugas.

3.2.3 Organizar toda la información de los repuestos y consumibles en un documento donde se pueda detallar sus características principales y/o básicas.

Para el desarrollo de esta actividad se tomó cada pieza e insumo y se organizaron de manera individual con una pequeña tabla en la que se describen algunas características más relevantes. Dado que las imágenes suelen perder calidad cuando son trabajadas, es por esto que se realizó un proceso de vectorización para los despieces en el software libre Inkscape, el cual realiza un mapa de bits por cada pixel presente en la imagen y realiza el proceso de vectorizado, el cual evita que la imagen pierda detalles cada vez que se amplía. Para los insumos se seleccionaban las marcas más utilizadas en la empresa, imágenes, medidas y/o referencias del producto, el código asignado y la estandarización de los nombres, para esto se utilizaron los nombres técnicos utilizados en páginas y catálogos de proveedores y marcas principales de cada uno de los productos (ver figura 23). Para mantener una estructura en el documento y que se facilitara la búsqueda; cada producto fue asignado a una categoría característica de este mismo como, por ejemplo: Cintas, limpiadores y pegantes, herramientas de mano, herramientas de corte y desbaste, grasas y aceites, tuberías y accesorios, eléctricos, pinturas, soldadura, tornillería, rodamientos, instrumentos de medición, entre otros.

Figura 23.*Catalogo*

| Nombre | Plug Appleton |
|--------------|----------------------|
| Códigos | Referencias |
| QMX-APPL-001 | ACP3034 BC (30 AMP) |
| QMX-APPL-002 | ACP3044 BC (30 AMP) |
| QMX-APPL-003 | ACP6034 BC (60 AMP) |
| QMX-APPL-004 | ACP6044 BC (60 AMP) |
| QMX-APPL-005 | ACP1034 CD (100 AMP) |
| QMX-APPL-006 | ACP1044 CD (100 AMP) |
| QMX-APPL-007 | AP20034E (200 AMP) |
| QMX-APPL-008 | AP20044E (200 AMP) |



| Nombre | Receptáculo Appleton |
|--------------|----------------------|
| Códigos | Referencias |
| QMX-APPL-009 | ADR3034 (30 AMP) |
| QMX-APPL-010 | ADR3044 (30 AMP) |
| QMX-APPL-011 | ADR6034 (60 AMP) |
| QMX-APPL-012 | ADR6044 (60 AMP) |
| QMX-APPL-013 | ADR1034 (100 AMP) |
| QMX-APPL-014 | ADR1044(100 AMP) |
| QMX-APPL-015 | ADR20034 (200 AMP) |
| QMX-APPL-016 | ADR20044 (200 AMP) |

Nota. En la imagen se muestra el plug y el receptáculo Appleton con su referencia y códigos correspondientes. (Tomada del catálogo de repuestos e insumos)

Para los repuestos se mostró cada pieza con una tabla en la cual se mostraba información básica como: el equipo, el nombre del repuesto, el código del repuesto en catalogo y el código asignado por la empresa como se muestra en la figura 24.

Figura 24.

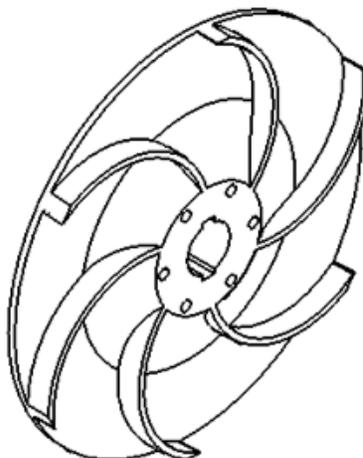
Vista isométrica de las piezas en el catalogo

3- Impulsor (Impeler)**MCM**

| Equipo | Repuesto | Código del repuesto | Código Qmax |
|--------|--------------------|---------------------|---------------|
| 3X4 | Impulsor (Impeler) | P25D343MRxxx | BC-3MCM4-0003 |
| 5X6 | Impulsor (Impeler) | P25D561MRxxx | BC-5MCM6-0003 |

MISSION

| Equipo | Repuesto | Código del repuesto | Código Qmax |
|--------|--------------------|---------------------|---------------|
| 3X4 | Impulsor (Impeler) | 19206-XX-30 | BC-3MSS4-0003 |
| 5X6 | Impulsor (Impeler) | 19121-XX-30 | BC-5MSS6-0003 |



62

Nota. En la imagen se muestra el impeler de la bomba centrífuga Mission y MCM con su referencia y códigos correspondientes. (Tomada del catálogo de repuestos e insumos)

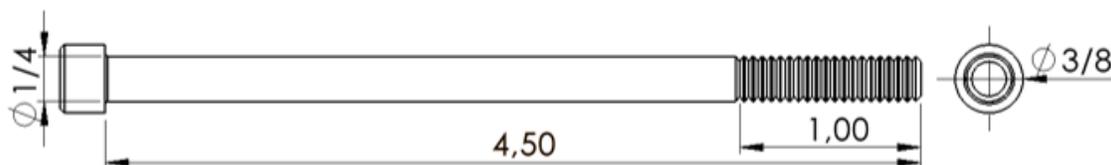
En algunos casos se agregaba otra tabla (ver figura 25) en la cual se mostraba información técnica como diámetros, pasos, espesores, tipo de medidas, entre otros. Esta información se muestra principalmente en tornillos, arandelas, tuercas y Orings.

Figura 25.*Tornillo con tabla de descripción adicional*

2- Tornillo de la válvula de aire 1/4"-20X4-1/2" (N/A)

| Equipo | Repuesto | Código del repuesto | Código Qmax |
|--------|-----------------------------------|---------------------|--------------|
| PX15 | Tornillo 1/4"-20X4-1/2" (N/A) | 01-6000-03 | BA-PX15-0002 |
| PX8 | Tornillo SHC 1/4"-20X4-1/2" (N/A) | 01-6000-03 | BA-PX8-0002 |

| | |
|-----------------------|--------------|
| Tipo de tornillo | Cabeza Allen |
| Tipo de medida | Inglés (plg) |
| Paso | 20 |
| Diámetro de la cabeza | 3/8 |
| Diámetro del vástago | 1/4 |
| Longitud del vástago | 4 |
| Longitud de la rosca | 1 |
| Material | |



Nota. En la imagen se muestra un tornillo donde se encuentran todas sus características básicas y medidas. (Tomada del catálogo de repuestos e insumos)

En la anterior figura se puede ver la tabla en la cual se encuentra información técnica, y además se muestran las medidas del repuesto.

Todo este proceso se realizó para cada repuesto e insumo con la finalidad de plasmar toda la información recolectada de manera clara y organizada. Finalmente se realizó el catálogo con aproximadamente 300 páginas.

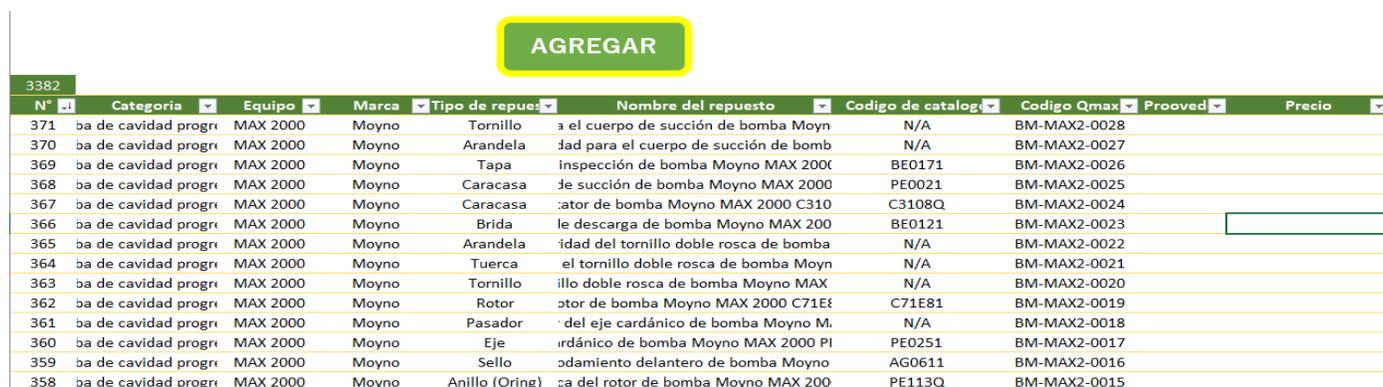
3.3 Elaborar una base de datos en la cual se pueda acceder a la información de los repuestos e insumos de forma rápida y clara.

3.3.1 Organizar la información correspondiente a cada repuesto en tablas de Excel

Una vez se realizó el catálogo, se procedió con la creación de la base de datos en Excel. Para esta se creó una tabla con los siguientes encabezados: número de ítem, categoría, equipo, marca, tipo de repuesto, nombre del repuesto, código en catálogo, proveedor y precio como se muestra en la figura. De esta manera se fue alimentando la tabla de Excel (con nombre: "ControlRepuestos") mostrada en la figura 26, manteniendo un orden con la información con el fin de que sea fácil de comprender. En la parte superior izquierda de la tabla se encuentra un contador de celdas, a la cual se le asignó la siguiente fórmula: " $=MAX(ControlRepuestos[N^{\circ}]) + 1$ "; como su nombre lo indica, esta cuenta el número de celdas en la columna N° y suma una unidad, esto con el fin de que cada vez que se agregue un nuevo dato en la tabla este rellene automáticamente el espacio con el número que se encuentra en esta celda, y así evitar información duplicada en esta columna. En la parte superior central se encuentra el botón "AGREGAR", a este botón le fue asignada una macro la cual tiene la finalidad de abrir el formulario desarrollado en Visual Basic.

Figura 26.

Tabla de Excel (ControlRepuestos)



| N° | Categoría | Equipo | Marca | Tipo de repuesto | Nombre del repuesto | Código de catálogo | Código Qmax | Prooved | Precio |
|-----|---------------------|----------|-------|------------------|--|--------------------|--------------|---------|--------|
| 371 | ba de cavidad progr | MAX 2000 | Moyno | Tornillo | o el cuerpo de succión de bomba Moyn | N/A | BM-MAX2-0028 | | |
| 370 | ba de cavidad progr | MAX 2000 | Moyno | Arandela | ad para el cuerpo de succión de bomb | N/A | BM-MAX2-0027 | | |
| 369 | ba de cavidad progr | MAX 2000 | Moyno | Tapa | inspección de bomba Moyno MAX 2000 | BE0171 | BM-MAX2-0026 | | |
| 368 | ba de cavidad progr | MAX 2000 | Moyno | Caracasa | Je succión de bomba Moyno MAX 2000 | PE0021 | BM-MAX2-0025 | | |
| 367 | ba de cavidad progr | MAX 2000 | Moyno | Caracasa | ator de bomba Moyno MAX 2000 C310 | C3108Q | BM-MAX2-0024 | | |
| 366 | ba de cavidad progr | MAX 2000 | Moyno | Brida | le descarga de bomba Moyno MAX 200 | BE0121 | BM-MAX2-0023 | | |
| 365 | ba de cavidad progr | MAX 2000 | Moyno | Arandela | idad del tornillo doble rosca de bomba | N/A | BM-MAX2-0022 | | |
| 364 | ba de cavidad progr | MAX 2000 | Moyno | Tuerca | el tornillo doble rosca de bomba Moyn | N/A | BM-MAX2-0021 | | |
| 363 | ba de cavidad progr | MAX 2000 | Moyno | Tornillo | illo doble rosca de bomba Moyno MAX | N/A | BM-MAX2-0020 | | |
| 362 | ba de cavidad progr | MAX 2000 | Moyno | Rotor | otor de bomba Moyno MAX 2000 C71E | C71E81 | BM-MAX2-0019 | | |
| 361 | ba de cavidad progr | MAX 2000 | Moyno | Pasador | del eje cardánico de bomba Moyno M. | N/A | BM-MAX2-0018 | | |
| 360 | ba de cavidad progr | MAX 2000 | Moyno | Eje | rdánico de bomba Moyno MAX 2000 PI | PE0251 | BM-MAX2-0017 | | |
| 359 | ba de cavidad progr | MAX 2000 | Moyno | Sello | odamiento delantero de bomba Moyno | AG0611 | BM-MAX2-0016 | | |
| 358 | ba de cavidad progr | MAX 2000 | Moyno | Anillo (Oring) | ca del rotor de bomba Moyno MAX 200 | PE113Q | BM-MAX2-0015 | | |

Nota. En la imagen se muestra la tabla de Excel con los encabezados. (Tomada de la base de datos de Excel)

3.3.2 Elaborar una interfaz gráfica para optimizar la visualización y compresión de los datos con el uso de macros y herramientas de programación de Visual Basic.

Para el desarrollo de la interfaz gráfica se utilizó el modo programador de Excel para poder acceder a las herramientas de programación de Visual Basic.

La interfaz fue desarrollada con formularios de Visual Basic versión 6.0, en estos se agregaron cuadros de texto, etiquetas, listas, botones, cuadro de imágenes, tablas y elementos decorativos; se le asignó un nombre correspondiente a cada elemento como se muestra en la figura 27.

Figura 27.

Diseño inicial del formulario de Visual Basic

UserForm2

Buscar por:

Datos del equipo

Categoria

Equipo

Marca

Datos del Repuesto

Tipo de Repuesto

Repuesto

Codigo

Codigo Qmax

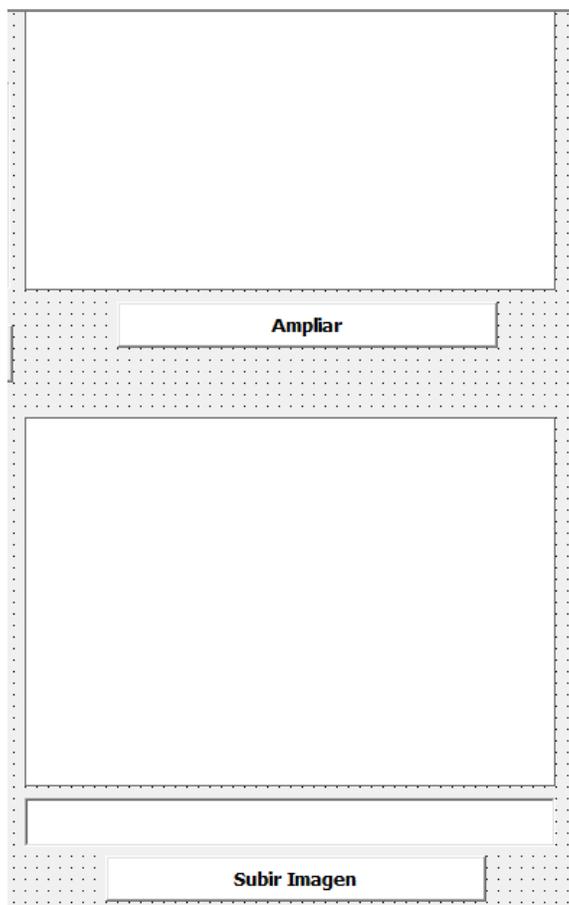
Cantidad

Nota. En la imagen se muestra la fase inicial del formulario de Visual Basic. (Tomada de la base de datos de Excel)

El formulario se encuentra dividido en dos secciones, en la sección izquierda se muestra los botones e información con la que se interactúa y en la sección derecha (ver figura 28) se encuentran dos recuadros, en el superior se muestra una imagen correspondiente al repuesto y en el recuadro inferior se permite seleccionar imágenes del ordenador para que sean asignadas a repuestos que sean agregados.

Figura 28.

Sección derecha del formulario



Nota. En la imagen se muestra la sección derecha del formulario donde se encuentra la opción de ampliar y subir imágenes. (Tomada de la base de datos de Excel)

Una vez nombrado y ubicado cada uno de los botones y recuadros en el formulario se procedió a programar cada uno de estos botones, asignado determinadas funciones específicas.

Primero se cambiaron los colores de los recuadros y botones del panel frontal; luego realizó el código de inicialización, el cual es el que se ejecutara siempre que se inicie la macro.

En este se especifica el código para que cargue los datos de Excel en el cuadro de lista y el tamaño inicial que tendrá el formulario (ver figura 29). Para el cuadro de lista se asignó el número de columnas a mostrar y el tamaño de cada una de estas.

Figura 29.

Vista mejorada del formulario

REGISTROS

Buscar por:

| Nº | Categoría | Equipo | Marca | Tipo de repuesto | Nombre del repuesto |
|-----|-----------------------------|----------|-------|------------------|---|
| 371 | Bomba de cavidad progresiva | MAX 2000 | Moyno | Tornillo | Tornillo para el cuerpo de succión de bomba |
| 370 | Bomba de cavidad progresiva | MAX 2000 | Moyno | Arandela | Arandela de seguridad para el cuerpo de succión |
| 369 | Bomba de cavidad progresiva | MAX 2000 | Moyno | Tapa | Tapa de inspección de bomba Moyno MAX 2000 |
| 368 | Bomba de cavidad progresiva | MAX 2000 | Moyno | Caracasa | Cuerpo de succión de bomba Moyno MAX 2000 |
| 367 | Bomba de cavidad progresiva | MAX 2000 | Moyno | Caracasa | Estator de bomba Moyno MAX 2000 C3108Q |
| 366 | Bomba de cavidad progresiva | MAX 2000 | Moyno | Brida | Flanche de descarga de bomba Moyno MAX 2000 |
| 365 | Bomba de cavidad progresiva | MAX 2000 | Moyno | Arandela | Arandela de seguridad del tornillo doble rosca |
| 364 | Bomba de cavidad progresiva | MAX 2000 | Moyno | Tuerca | Tuerca para el tornillo doble rosca de bomba |
| 363 | Bomba de cavidad progresiva | MAX 2000 | Moyno | Tornillo | Tornillo doble rosca de bomba Moyno MAX 2000 |

Nota. En la imagen se muestra el panel frontal mejorado y con los datos de la tabla de Excel cargados en el cuadro de lista. (Tomada de la base de datos de Excel)

Una vez creado el código de inicialización, se realizó la programación de cada uno de los botones. El botón “Registrar” realiza la función de expandir el formulario para mostrar los cuadros de texto como se muestra en la figura 30.

Figura 30.

Formulario expandido

REGISTROS

Buscar por:

| N° | Categoría | Equipo | Marca | Tipo de repuesto | Nombre del repuesto |
|-----|-----------------|----------------|---------|------------------|--|
| 199 | Bomba Eléctrica | Forte 3X3 | FORTE | Tornillo | Tornillo de la barra de sujeción Forte 3X3 310 |
| 198 | Bomba Eléctrica | Forte 3X3 | FORTE | Arandela | Arandela del perno de la brida de descarga Forte 3X3 B10 |
| 197 | Bomba Eléctrica | Forte 3X3 | FORTE | Tornillo | Perno de la brida de descarga Forte 3X3 B10 |
| 196 | Bomba Eléctrica | Forte 3X3 | FORTE | Brida | Brida de descarga Forte 3X3 1753A 10010 |
| 195 | Bomba Eléctrica | Forte 3X3 | FORTE | Empaque | Empaque de la brida de descarga Forte 3X3 1753A 10010 |
| 194 | Bomba Eléctrica | Forte 3X3 | FORTE | Tornillo | Perno de cabeza cuadrada Forte 3X3 A1014 |
| 193 | Bomba Eléctrica | Forte 3X3 | FORTE | Carcasa | Carcasa de la bomba Forte 3X3 46472-720 |
| 192 | Bomba Eléctrica | Centrífuga 5X6 | MISSION | Medidor | Medidor de nivel de aceite de bomba centrífuga |
| 191 | Bomba Eléctrica | Centrífuga 5X6 | MISSION | Tornillo | Tornillo y tuerca del alojamiento del cojinete |

N° **Datos del Repuesto**

Datos del equipo

Categoría

Equipo

Marca

Tipo de Repuesto

Nombre del Repuesto

Codigo en catalogo

Codigo Qmax

Cantidad

Nota. En la imagen se muestra el formulario expandido donde se puede ver los cuadros de texto para agregar nuevos datos. (Tomada de la base de datos de Excel)

Las etiquetas de “Categoría”, “Equipo”, y “Marca” cuentan con listas desplegables a las cuales se les asigno valores preestablecidos para que siempre sean ingresados de la misma forma (ver figura 31).

Figura 31.

Listas desplegables para ingresar datos nuevos

Nota. En la imagen se muestra las listas desplegables de “Categoría”, “Equipo” y “Marca”.

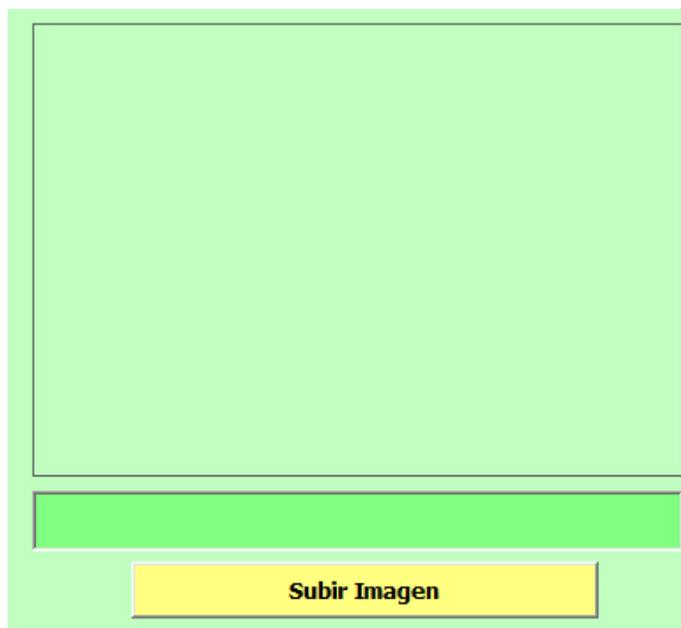
(Tomada de la base de datos de Excel)

Los cuadros de texto correspondientes a las etiquetas “Tipo de repuesto”, “Nombre del repuesto”, “Código en catálogo”, “Código Qmax” y “Cantidad” deben ser rellenados manualmente a diferencia de las listas desplegables.

En la parte inferior derecha se encuentra el recuadro para cargar imágenes. Al presionar el botón “Subir imagen” se abre el cuadro de diálogos del explorador de Windows el cual permite seleccionar imágenes del ordenador en formato JPG, una vez seleccionada la imagen esta se carga en el recuadro que se encuentra sobre el botón como se muestra en la figura 32. Una vez diligenciado cada uno de los cuadros de texto y que haya sido cargada la imagen correspondiente, se puede utilizar el botón “Agregar” el cual insertará toda la información contenida en los cuadros de texto en una fila nueva de la tabla de Excel “ControlRepuestps”; en caso de que todos los cuadros de textos estén vacíos, se mostrara una ventana emergente informándonos que todos los campos deben ser completados (ver figura 33).

Figura 32.

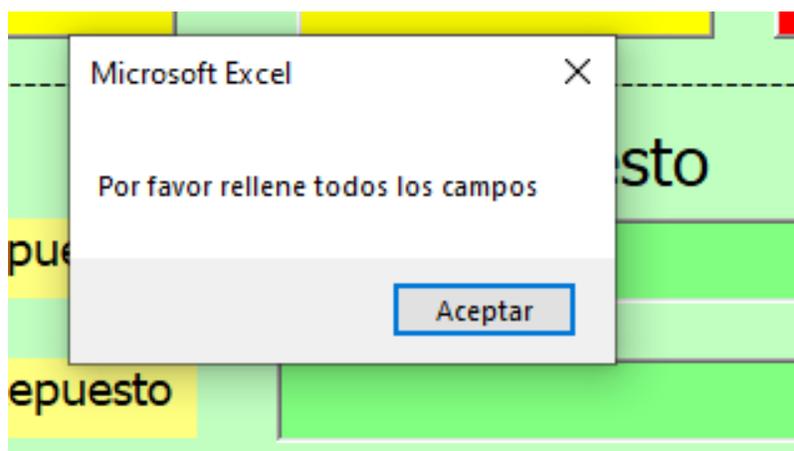
Recuadro para subir imágenes



Nota. En la imagen se muestra el recuadro para cargar imágenes. (Tomada de la base de datos de Excel)

Figura 33.

Cuadro de dialogo



Nota. En la imagen se muestra el cuadro de diálogos que indica que los campos no fueron diligenciados. (Tomada de la base de datos de Excel)

En el recuadro ubicado en la parte superior derecha (ver figura 30) se muestra la imagen correspondiente al ítem seleccionado en el cuadro de texto, el botón ampliar abre otro formulario el cual tiene la finalidad de mostrar la imagen ampliada para facilitar a la visualización de la misma (ver figura 34).

Figura 34.

Imagen ampliada

| | 3X3 | 4X4 | 6X6 | 3X3 | 4X4 | 6X6 |
|---------------------|------------------------|-----------|-----------|--------------------|-------------|-------------|
| Repuesto | Código Catalogo | | | Código QMAX | | |
| Carcasa de la bomba | A662014131 | 46472-721 | 46472-722 | BE-3F3-0001 | BE-4F4-0001 | BE-6F6-0001 |

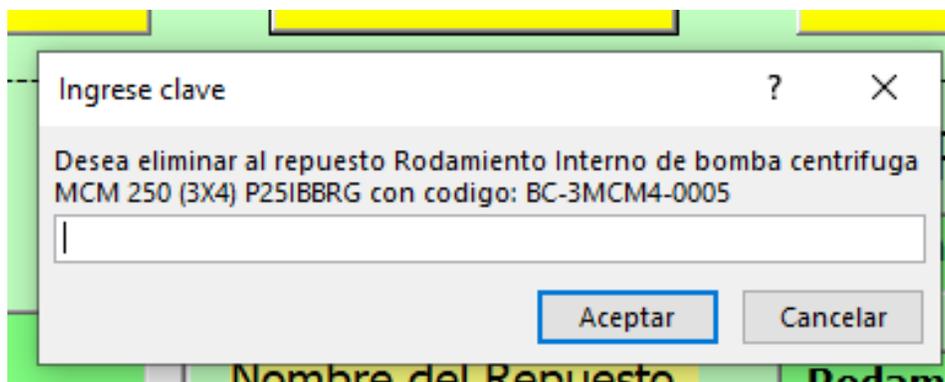
Nota. En la imagen se muestra la carcasa de una bomba Forte ampliada. (Tomada de la base de datos de Excel)

El botón “Editar” permite realizar cambios en alguno de los elementos de la base de datos y para guardar estos cambios se debe presionar le botón “Modificar” para poder editar correctamente el ítem. El botón “Eliminar” borra el dato que se tenga seleccionado en ese

momento, pero para esto se debe introducir una clave para evitar eliminar por accidente alguno de los datos como se muestra en la figura 35.

Figura 35.

Recuadro de texto para eliminar datos



Nota. En la imagen se muestra el cuadro de texto solicitando la contraseña para poder eliminar datos. (Tomada de la base de datos de Excel)

El botón “Limpiar” elimina todos los datos que se encuentren en los cuadros de texto de registro.

Para realizar alguna búsqueda específica de algún dato por medio de una palabra clave o por código, se realizó un filtro de búsquedas en el cual se puede buscar entre: Categoría, equipo, marca, tipo de repuesto, nombre del repuesto, código en catalogo y código Qmax. Una vez seleccionado el filtro y digitado la palabra y/o código a buscar, se presiona el botón de búsqueda y en el cuadro de lista se mostrarán todos los resultados que contengan esos caracteres (ver figura 36). Dado que Visual Basic es capaz de distinguir palabras mayúsculas y minúsculas, se utilizó un comando “Ucase” con el fin de transformar los caracteres del cuadro de búsqueda en

mayúsculas con el fin de que se encuentren el dato buscado independientemente si la palabra clave fue escrita en mayúsculas o minúsculas. Por último, el botón de “SALIR” brinda la opción de cerrar el formulario.

Figura 36.

Filtro y recuadro de búsqueda

REGISTROS

Buscar por: **Tipo de repuesto**

| | Categoria | Equipo | Marca | 2000 | Moyno | Tornillo | |
|-----|-----------------|--------|-----------|-------|-------|----------|---|
| 371 | Bomba | | | 2000 | Moyno | Tornillo | Tornillo para el cuerpo de succión de bomba |
| 363 | Bomba | | | 2000 | Moyno | Tornillo | Tornillo doble rosca de bomba Moyno MAX 2 |
| 347 | Bomba | | | 2000 | Moyno | Tornillo | Tornillo de la cubierta de rodamientos de boi |
| 343 | Bomba | | | 1000 | Moyno | Tornillo | Tornillo para el cuerpo de succión de bomba |
| 335 | Bomba | | | 1000 | Moyno | Tornillo | Tornillo doble rosca de bomba Moyno MAX 1 |
| 319 | Bomba | | | 1000 | Moyno | Tornillo | Tornillo de la cubierta de rodamiento de boi |
| 314 | Bomba Electrica | | FORTE 6X6 | FORTE | FORTE | Tornillo | Tornillos de la cubierta del rodamiento Forte |
| 307 | Bomba Electrica | | FORTE 6X6 | FORTE | FORTE | Tornillo | Pernos de la tapa trasera Forte 6X6 |
| 298 | Bomba Electrica | | FORTE 6X6 | FORTE | FORTE | Tornillo | Perno de la cubierta delantera Forte 6X6 C12 |

Nota. En la imagen se muestra el filtro y el cuadro de texto para realizar búsquedas en la base de datos. (Tomada de la base de datos de Excel)

4. Diagnostico final

En el periodo de las pasantías en la empresa Qmax Solutions Colombia se realizó la actividad de revisar manuales de equipos propios de la operación asignando numeración y despiece a cada una de sus partes y la catalogación de los insumos y consumibles; así como la documentación del proceso y soporte en la información de mantenimiento de equipos. En este proceso se realizó una amplia base de datos y un catálogo maestro con alrededor 3500 ítems, en el cual se muestra la información de cada uno de los artículos, como nombres, medidas, referencias, marcas y un código el cual sirve de identificador único, dado que la empresa no contaba con estos registros y algunos empleados pedían repuestos con nombres ambiguos, los cuales conducen a confusiones y errores por parte de la persona encargada de la compra y el proveedor. Además, todo esto presenta retrasos en las requisiciones de compras, dado que se deben pasar varios filtros antes de ser aprobada cada compra.

Para esto se realizó un acompañamiento en el área de mantenimiento en los desmontajes de los diferentes equipos, caracterizando cada una de sus partes, medidas y características principales; así como una revisión de artículos presentes en el almacén y pedidos de compras de años anteriores, todo esto con el fin identificar cada uno de los repuestos, insumos y consumibles utilizados por el área de control de sólidos. A cada equipo se le realizó un modelo en el software CAD SolidWorks. Toda esta información fue adjuntada y organizada en un catálogo y una base de datos desarrollada en Excel de la mano de Visual Basic.

Al finalizar la pasantía, la empresa obtuvo una base de datos y un catálogo que pueden ser utilizados para mejorar la adquisición del material de trabajo, así como una mejora en los

tiempos de entrega, debido a que con la lista de todos los productos se realizaría una sola cotización anual con los diferentes proveedores.

Conclusiones

Se realizó un diagnóstico de los sistemas de gestión de información de Qmax Solutions Colombia en los cuales se conocieron las falencias presentes en la gestión de repuestos e insumos, donde se notó que el control realizado para las requisiciones de compra de estos artículos es mínimo.

Se logró identificar cada uno de los activos utilizados en la empresa, así como los repuestos, insumos y consumibles con las características técnicas de cada uno de esto, con la cual se diseñó un catálogo en el cual se muestra cada artículo individual con una tabla que brinda información del mismo. Se logró la estandarización de los nombres de cada uno de los repuestos, consumibles e insumos, así como la asignación de códigos únicos a cada uno de estos, con el fin de realizar pedidos bajo el uso del mismo.

Se creó una base de datos en la cual se alimentaron tablas de Excel con cada uno de las características de cada artículo. Además, se diseñó un formulario en Visual Basic con el fin de presentar la información de manera más organizada y con ayuda visual, con el fin de facilitar la comprensión e identificación de cada uno de los ítems de la base de datos.

Recomendaciones

Para asegurar el éxito de la base de datos y catálogo, es necesario instruir a todos los empleados a los cuales les compete la tarea de solicitar los repuestos, así como el profesional encargado de la compra. Por esto se recomienda realizar charlas de capacitación en donde se explique el uso de estos documentos, y así las personas generen un dominio de estas herramientas y culturicen los tecnicismos de cada uno de los repuestos, insumos y consumibles. Además, es muy importante alimentar la base de datos y el catálogo cuando se adquieran equipos nuevos.

Para ampliar las funcionalidades de la base de datos se recomienda enlazar toda esta información en los sistemas de gestión ya utilizados por la empresa, con el fin de unificarla con la información ya existente en la empresa.

Referencias

- Chen, G., Yue, P. L., & Mujumdar, A. S. (2006). Sludge dewatering and drying. *Drying Technology*, 20(4–5), 883–916. <https://doi.org/10.1081/DRT-120003768>
- Flottweg. (2020). *Centrífugas decanter para una separación óptima | Decanter Flottweg*. <https://www.flottweg.com/es/la-gama-de-productos/centrifugas/>
- Jávea Bombas. (2022). *¿Qué es una bomba de agua y cómo funciona una electrobomba?* <https://electrobombasjavea.com/blog/que-es-una-bomba-de-agua-y-como-funciona-una-electrobomba>
- Jhony, & Felipe. (2020). *¿Qué es Excel, para qué sirve y cómo funciona? - Excel Para Todos*. *¿Qué Es Excel y Para Que Sirve?* <https://excelparatodos.com/que-es-excel/>
- Microsoft Build. (2022). *Documentos de Visual Basic: inicio, tutoriales y referencias*. | *Microsoft Docs*. <https://docs.microsoft.com/es-es/dotnet/visual-basic/>
- Molina Martínez, M. Á. (2009). *Técnica de desarrolladas de los sistemas de control de sólidos de los fluidos de perforación* [Universidad Nacional de Ingeniería]. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/50603017/tecnicas_desarrolladas_de_los_sistemas_de_control_de_solidos-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1652909961&Signature=fhFT-VRZfB75e8qja~kwujpds6gwtj7umztugpnre~oohx5bv3dqzwocuhcor1c1vrzfqckp0rq15lv0ecvs8joning-xopm-xuu7atyw8o03ya8xqf3lioqvm7k3hiuy6wbw2wmajq4t--mmk~dmkwtdhbj5uuqj8brg~~g7mofvak877eek-ldvll3nfsa zstgtq9pacuy1cb~fahrmq8sgug1dcd41idgorz3w3kboaubtg4q~gzuxwqmgwa4ojlrbcgfhmmgazl6kw3ejkigki5qwqzqfrpkor7z0yrucncbsout9yvmkui01

vdht0wcyg6wq7xzo7mnmaaw2w__&key-pair-id=apkajlohf5ggs1rbv4za

Olivia, K., Arellano, M., López, M., & Soler, K. (2010). Sistemas de información para la gestión de mantenimiento en la gran industria del estado Zulia. *Scielo*.

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-99842010000100008

Otero Rozo, A. T. (2015). *PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL*. Universidad de Manizales.

Renove Tecnología S.L. (2015). *Ingeniería del mantenimiento*. La Gestión de La Información.

<http://ingenieriadelmantenimiento.com/index.php/26-articulos-destacados/13-la-gestion-de-la-informacion>

Solidworks. (2022). *SOLIDWORKS*. Quienes Somos. <https://www.solidworks.com/es>