

**IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
LA EMPRESA RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS**

**DIANA MARCELA PARDO CELY
DAVID ALEJANDRO RODRÍGUEZ VALDERRAMA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA- SANTANDER**

2014

**IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
LA EMPRESA RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS**

**DIANA MARCELA PARDO CELY
DAVID ALEJANDRO RODRÍGUEZ VALDERRAMA**

**Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero Mecánico**

**Director
DAVID ALFREDO FUENTES DÍAZ
Ingeniero Mecánico, Ph.D.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA- SANTANDER**

2014

Dedico este logro académico y profesional al Divino Niño Jesús por haberme permitido culminar esta tapa de mi vida.

A mis padres Ubaldina Cely Quiroz y José Ignacio Pardo Arguello porque son el pilar más importante de mi vida y por brindarme su amor y apoyo incondicional.

A mis hermanos, Martha Patricia y Carlos Arturo, quienes me han acompañado en este camino brindándome palabras de aliento y amistad.

A mi novio David Alejandro por ser mi amigo y compañero inseparable, demostrándome que en todo momento puedo contar con él.

A mis amigos y familiares que estuvieron conmigo en el transcurso de este logro tan importante para mí. ☺

Diana Marcela Pardo Cely.

Agradezco con mucho cariño a mis padres Jorge Alberto y Sara Esther por haberme brindado el buen ejemplo, los valores fundamentales, buenos consejos, el amor y el cariño que hacen parte de todo lo que soy, y a su inagotable apoyo en estos años de Esfuerzo.

A mis Hermanos Nubi Manuela y Santiago por estar a mi lado y brindarme siempre su apoyo.

A Mis familiares por su apoyo incondicional.

A Diana Marcela por su amor, compañía y comprensión constantes en todo momento.

A todas aquellas personas que han estado cerca de mí estos años de universidad y que de alguna manera aportaron su granito de arena para lograr esta meta

David Alejandro Rodríguez Valderrama

AGRADECIMIENTOS

A David Alfredo Fuentes, director de proyecto, por su confianza, respaldo, y orientaciones en el desarrollo de este trabajo de grado

A Javier Escobar, por su amabilidad, disposición, y apoyo para la culminación de este proyecto.

Al personal de la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS por su colaboración amable atención y contribución a este proyecto.

A nuestros compañeros con los que compartimos agradables experiencias.

A los Profesores de La Escuela de Ingeniería Mecánica, por su apoyo, tiempo, conocimiento transmitidos lo largo de la carrera

DIANA MARCELA PARDO CELY

DAVID ALEJANDRO RODRÍGUEZ VALDERRAMA

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	19
1. DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES DE LA EMPRESA RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS	21
1.1 HISTORIA DE RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS.....	21
1.2 MISIÓN	22
1.3 VISIÓN	22
1.4 VALORES CORPORATIVOS	23
1.5 POLÍTICAS DE CALIDAD	23
1.6 CERTIFICACIONES	24
1.7 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	24
1.8 UBICACIÓN	25
1.9 PRODUCTOS Y SERVICIOS	25
1.10 DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA.....	26
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	28
2.1 GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO	28
2.2 MANTENIMIENTO	28
2.3 IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO	29
2.4 EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA DEL MANTENIMIENTO	29
2.5 TIPOS DE MANTENIMIENTO	30
2.6 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE ALGUNOS TIPOS DE MANTENIMIENTO	32
2.7 IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	33
3. IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS.....	39

3.1 DIAGNÓSTICO DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS	39
3.2 PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS	42
3.3 DIAGNÓSTICO DE MAQUINARIA.....	44
3.4 DIAGNÓSTICO DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	46
3.5 PROPUESTA DE ORGANIZACIÓN PARA EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	48
3.5.1 POLÍTICA.....	49
3.5.2 MISIÓN	49
3.5.3 VISIÓN	49
3.5.4 ORGANIGRAMA.....	49
3.5.5 Descripción de las funciones	50
3.5.6 Proceso a seguir en el mantenimiento.	53
3.6 CODIFICACIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS	55
3.7 CODIFICACIÓN DE LAS PARTES DE MÁQUINAS Y EQUIPOS	56
3.8 CODIFICACIÓN DE HERRAMIENTAS	57
3.9 CODIFICACIÓN DE MATERIALES	58
3.10 ANÁLISIS DE CRITICIDAD	59
3.10.1 Descripción de la Metodología de análisis de criticidad. La criticidad ...	59
3.10.2 Aplicación del método	62
4. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	68
4.1 RUTINAS DE MANTENIMIENTO.....	68
4.2 ELABORACIÓN DE MANUALES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	69
5. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.....	71
5.1 PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN EN LA EMPRESA.....	71
5.1.1 Implementación del módulo 1: Talento Humano	72

5.1.2 Implementación del módulo 2: Máquinas y equipos	73
5.1.3 Implementación del módulo 3: Control de Materiales	76
5.2 MODIFICACIONES AL SISTEMA DE INFORMACIÓN	78
5.2.1 Localización de las máquinas	78
5.2.2 Modificación de los códigos PHP y HTML	79
5.2.3 Aumento del tamaño de los archivos subidos a la base de datos	84
6. CONCLUSIONES.....	85
BIBLIOGRAFÍA	87
ANEXOS	88

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1. Organigrama RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS	24
FIGURA 2. Ubicación geográfica.....	25
FIGURA 3. Productos de la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS.	26
FIGURA 4. Distribución de planta REC.....	27
FIGURA 5. Evolución Tecnológica del Mantenimiento.	30
FIGURA 6. Análisis de criticidad.....	35
FIGURA 7. Curva de incidencia de fallas.....	38
FIGURA 8. Organigrama Departamento de Mantenimiento.....	50
FIGURA 9. Diagrama de flujo de las operaciones de mantenimiento.....	54
FIGURA 10. Estructura del código de máquinas y equipos.....	55
FIGURA 11. Codificación de las partes de la máquina.....	56
FIGURA 12. Codificación de herramientas.....	57
FIGURA 13. Codificación de materiales.....	58
FIGURA 14. Formato de codificación de equipos.....	59
FIGURA 15. Modelo de análisis de criticidad.....	60
FIGURA 16. Prensa Embombadora.....	63
FIGURA 17. Clasificación de las maquinas	68
FIGURA 18. Formato rutinas de mantenimiento.....	69
FIGURA 19. Pantalla de inicio del sistema de información.....	72

FIGURA 20. Lista de Empleados	73
FIGURA 21. Máquinas y equipos.	74
FIGURA 22. Lista de partes	75
FIGURA 23. Puntos de lubricación.....	75
FIGURA 24. Puntos de inspección.....	76
FIGURA 25. Rutinas de mantenimiento.....	76
FIGURA 26. Lista de materiales.	77
FIGURA 27. Lista de herramientas	77
FIGURA 28. Formato de hoja de vida de la maquinaria sin modificar.....	78
FIGURA 29. Elemento agregado a la base de datos.	79
FIGURA 30. Localizacion de la máquina.....	82
FIGURA 31. Menú agregado de máquinas	83
FIGURA 32. Muestra final de la modificación.....	83

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Ventajas y desventajas del mantenimiento.	32
Tabla 2. Auditoria del mantenimiento.....	40
Tabla 3. Procedimientos operativos.	42
Tabla 4. Diagnóstico de la Maquinaria.....	44
Tabla 5. Manuales de Mantenimiento	47
Tabla 6. Hojas de vida	48
Tabla 7. Planos	48
Tabla 8. Matriz de criticidad.....	60
Tabla 9. Criterios para calcular la criticidad.	62
Tabla 10. Ponderación de factores.....	64
Tabla 11. Lista jerarquizada de los equipos de la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS.....	65
Tabla 12. Recopilación de información.....	74

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Fichas técnicas de las máquinas.....	89
Anexo B. Rutinas de mantenimiento para los equipos críticos de la planta de producción	105
Anexo C. Mantenimiento técnico de los equipos críticos.....	109
Anexo D. Manuales de mantenimiento.....	117
Anexo E. Planos básicos de la maquinaria.....	129
Anexo F. Acceso remoto al sistema de información.....	134

RESUMEN

TITULO: IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
PARA LA EMPRESA RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS*

AUTORES: Diana Marcela Pardo Cely
David Alejandro Rodríguez Valderrama**

PALABRAS CLAVES: Plan de mantenimiento, criticidad, sistema de información.

DESCRIPCIÓN:

El presente trabajo tiene como objetivo la elaboración e implementación del plan de mantenimiento preventivo para las máquinas y equipos de la empresa Rafael Escobar Contreras S.A.S., que permita garantizar la disponibilidad y confiabilidad de la planta de producción apoyado de un sistema de información que permite administrar en forma eficiente, ordenada y rápida las actividades de mantenimiento.

Como primera etapa se realizó el diagnóstico de la gestión de mantenimiento en la empresa Rafael Escobar Contreras S.A.S., posteriormente se elaboró una propuesta organizacional del departamento de mantenimiento donde se plantea los procedimientos operativos, descripción de las funciones y procesos a seguir en las labores de mantenimiento, en la tercera etapa se implementó el plan de mantenimiento para las máquinas en el que se realizó un análisis de criticidad para adaptar las máquinas a un modelo de mantenimiento, además de la elaboración de fichas técnicas, manuales y planos básicos de mantenimiento de las máquinas, como etapa final se implementó el sistema de información para la gestión de mantenimiento de la empresa que fue elaborado por Jorge Andrés Díaz Rodríguez y Oscar Fernando Sanabria Ortiz como proyecto de grado en el año 2013, al cual se le realizaron modificaciones que se ajustan a las necesidades actuales de la empresa y como paso final en esta etapa se puso en marcha el sistema de información y verifico su correcto funcionamiento.

*Trabajo de grado.

**Facultad de ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de ingeniería Mecánica. Ing. David Alfredo Fuentes.

ABSTRACT

TITLE: IMPLEMENTATION OF PLAN FOR PREVENTIVE MAINTENANCE
FOR THE COMPANY RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS*

AUTHORS: Diana Marcela Pardo Cely
David Alejandro Rodríguez Valderrama**

KEY WORDS: Preventive Maintenance, Criticality, information System.

DESCRIPTION:

The present work aims at the elaboration and implementation of the plan of preventive maintenance for machines and equipment of the company Rafael Escobar Contreras S.A.S. that would ensure the availability and reliability of the production plant supported from an information system that allows to manage in efficient, orderly and quick maintenance activities.

As first stage was realized diagnosis of the management of maintenance in the company Rafael Escobar Contreras S.A.S., subsequently was elaborated one proposed organizational of department of maintenance where is poses the operating procedures, description of the functions and processes to follow in maintenance tasks, as third stage was implemented the maintenance plan for the machines in which a criticality analysis was performed to adapt the machines to a maintenance models, in addition to the elaboration of technical data sheets, manuals and basic planes for maintenance of the machines, as final stage was implemented the information system for the management of maintenance of the company that was prepared by Jorge Andrés Díaz Rodríguez and Oscar Fernando Sanabria Ortiz, as graduation project in the year 2013, which was modified so that it fits the current needs of the company and as a final step in this phase it was launched the information system and was verified its correct operation.

*Degree Work

** Physical-Mechanical Sciences Faculty, Mechanical Engineering, Eng. David Alfredo Fuentes

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la alta competitividad, los avances tecnológicos industriales, ejercen presión a las empresas para que se adapten a los cambios en los altos estándares del mercado de fabricación de productos y a las exigencias de los clientes, obligando a las empresas a modificar sus políticas financieras, administrativas y de producción con la finalidad de mejorar la calidad de los productos ofrecidos mediante procesos de mejora continua y permanecer vigente en el mercado local y nacional.

La adaptación de la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS a los cambios que han surgido en el mercado han hecho que la empresa aumente su portafolio de productos y servicios al igual que el reconocimiento regional y nacional en la industria metalmecánica. Esto motivo a la empresa a esforzarse para tener una infraestructura adecuada, mejores equipos, personal capacitado y una administración organizada que permite un óptimo y adecuado desarrollo de las labores.

Por estas razones la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS en camino de lograr su visión de ser líder en la industria metalmecánica se interesó en tener un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de su empresa que le permita tener una mayor disponibilidad, aumentar el tiempo de vida de sus equipos y reducir costos.

Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Rafael Escobar Contreras con el fin de realizar un plan de mantenimiento preventivo para las maquinas críticas, semicríticas y no críticas de la planta de producción de la empresa

Para el desarrollo e implementación del plan de mantenimiento se realizaron varias etapas. Como primera etapa se efectuó un diagnóstico del área de mantenimiento de la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS S.A.S. que abarca el estudio sobre la gestión de trabajos de mantenimiento, gestión de repuestos, talento humano y condición de los equipos. En la segunda etapa se

realizó una propuesta de organización para el departamento de mantenimiento. Tercera etapa se realizó la implementación del plan de mantenimiento quedando dentro de sus alcances están la clasificación de las máquinas de acuerdo a su criticidad, la elaboración del programa de mantenimiento preventivo y la elaboración de manuales básicos de mantenimiento para las máquinas críticas. Como última etapa se implementó el sistema de información para la gestión de mantenimiento que permite un mejor acceso a la información actualizada y control de las labores de mantenimiento en la empresa.

1. DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES DE LA EMPRESA RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS

1.1 HISTORIA DE RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS¹

La empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS surge el 18 de noviembre de 1982 en Girón Santander, con el objetivo de suplir las necesidades básicas de la familia compuesta por el matrimonio del señor Rafael Escobar y Beatriz Niño, motivado en el amplio conocimiento y experiencia en el área de metalmecánica y la demanda de máquinas de construcción que existían en la época, para la cual se arrendo un lote en la calle 39 con carrera 24 en el sector el poblado del municipio de Girón y se inició la construcción de máquinas bloqueras con sus respectivos bloques y mezcladoras por pedido, aparte de eso se prestaba el servicio de corte manual y servicio de soldadura.

A los 4 años se adquirió legalmente el lote donde se estaba laborando y se empezó a comprar equipos y herramientas que facilitaban las actividades del proceso y agregaban calidad a los productos que se fabricaban. La responsabilidad y calidad de sus productos permitieron que incursionara en la construcción y montajes de estructuras metálicas para las estaciones de servicio para la empresa TERPEL.

A principios del año 1990, con un crédito de la financiera FINANCIACOOP se adquirió una bodega en la zona Industria de Girón aproximadamente de 1000 metros cuadrados y con el aval de la empresa TERPEL, incursionó en la construcción y montaje mecánico de tanques para el almacenamiento de las estaciones de servicio, actividad que le ha brindado gran reconocimiento en la región.

¹ CÁCERES CABALLERO, Oscar Armando. Diseño, Documentación, Implementación y evaluación del sistema de gestión de calidad basado o en la norma ISO 9001:2008 para la empresa Rafael Escobar Contreras. Bucaramanga, 2011, Trabajo de grado (Ingeniería Industrial). Universidad Pontificia Bolivariana, p.13.

A finales de la década de los noventa se fueron adquiriendo nuevos equipos, herramienta y computadores, luego adquieren por arrendamiento financiero (leasing) una Cortadora, una dobladora, un torno y una guillotina. Con el nuevo milenio y como estrategia de crecimiento organizacional, la empresa diversifica sus productos y decide expandir su actividad económica la cual se enfoca en brindar servicios de corte y dobleces de láminas con maquinaria industrial, construye y vende maquinaria para construcción (Trompos, máquinas bloqueadoras, moldes), construcción de estructuras metálicas, construcción de tanques estacionarios para almacenamiento de hidrocarburos, construcción de carrocerías para el transporte de líquidos y la ejecución de proyectos civiles y mecánicos con entidades privadas y públicas.

La empresa cuenta actualmente con una oficina y una bodega de aproximadamente 1800 metros cuadrados, equipada de elementos de nueva tecnología que presta sus servicios en todo el territorio Colombiano.

1.2 MISIÓN

Nuestro propósito fundamental es ejecutar proyectos de ingeniería, acorde a las necesidades de nuestros clientes, adaptándonos a los constantes cambios a las exigencias del mercado. Nos preocupamos por satisfacer efectivamente los requerimientos del cliente con un marcado compromiso por la mejora continua de la organización.

1.3 VISIÓN

RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS es una empresa del sector metalmecánico y de servicios la cual se proyecta al 2018 como una empresa líder en el sector. Estamos comprometidos con la responsabilidad social, la salud y la seguridad de nuestros trabajadores, el ambiente y la satisfacción de las partes interesadas.

1.4 VALORES CORPORATIVOS

Nuestra empresa, para el cumplimiento de objetivos y contribuir con el desarrollo económico de la región y del país cuenta con personal calificados y con los siguientes valores.

- **HONESTIDAD:** la transparencia de nuestras actividades y servicios aseguran la confiabilidad y permanencia de nuestras partes interesadas.
- **CALIDAD:** Hacer las cosas bien desde la primera vez nos caracteriza, cumpliendo siempre con las complicaciones, intereses y necesidades de nuestras partes interesadas.
- **RESPONSABILIDAD:** desarrollar con efectividad las tareas encomendadas.
- **LEALTAD:** fidelidad, confidencialidad y defensa de los intereses de la empresa que en todo momento debemos demostrar.
- **COMPROMISO:** demostrar vocación de servicio y sentido de pertenencia, ejerciendo el liderazgo necesario para dar cumplimiento a los objetivos de la organización, respetando el ambiente, las normas de salud y seguridad.
- **RESPETO:** reconociendo a cada persona como una unidad importante que hace parte de la organización, valorando los intereses y necesidades de cada quien.

1.5 POLÍTICAS DE CALIDAD

Nuestra empresa fundamenta su política en la búsqueda permanente de la excelencia, ejecutando obras de alta calidad y confiabilidad para el sector Mecánico y Civil. Comprometiéndonos a la obtención de un producto con la totalidad de sus requisitos, manteniendo una comunicación interna entre nuestros clientes, proveedores y empleados.

RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS en el desarrollo de sus proyectos de ingeniería, tiene como prioridad el aseguramiento del manejo responsable de todas sus actividades, dirigiéndolas hacia un sistema integrado de calidad para ejecutar los proyectos en armonía con la naturaleza, minimizando el impacto ambiental, optimizando la utilización de los recursos naturales y disminuyendo el

riesgo de accidentalidad en los proyectos en los cuales participa la empresa, además de garantizar el cumplimiento de políticas o planes que permitan el no deterioro de la salud de nuestros empleados .

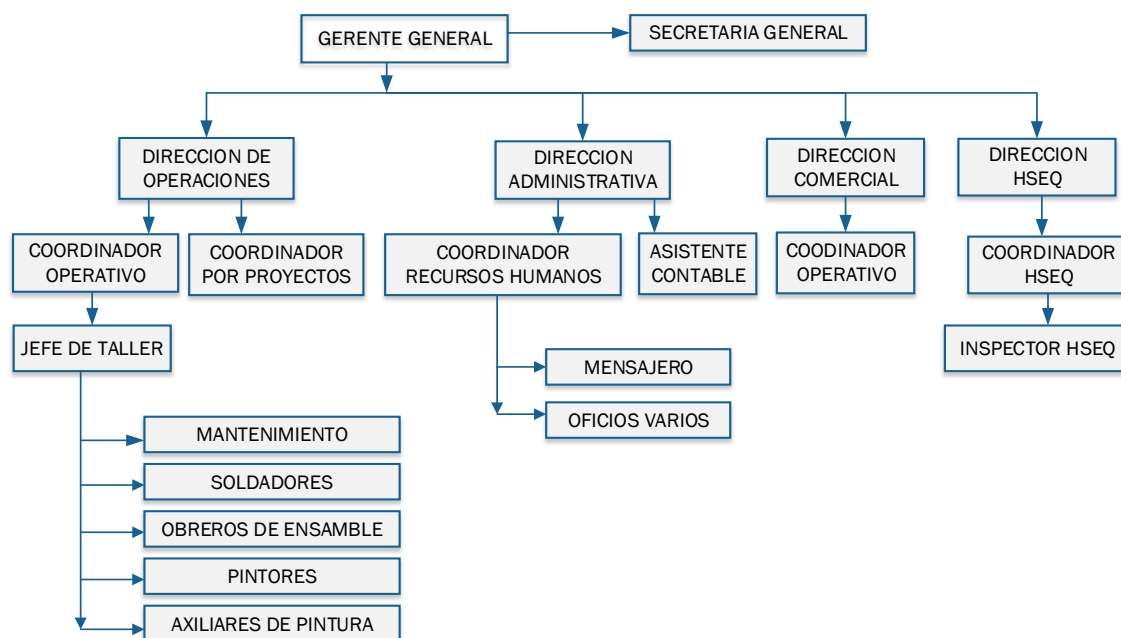
1.6 CERTIFICACIONES

RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS cuenta con las certificaciones ISO 9001_2008 Sistema de Gestión de Calidad, ISO 14001-2004 Sistema de Gestión Ambiental y OHSAS 18001-2007 Sistema de Gestión en Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, certificadas por BUREAU VERITAS.

1.7 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

La estructura organizacional actual de la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS se muestra a continuación.

FIGURA 1. Organigrama RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS



Fuente: Gerencia RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS, Reformado por los autores.

1.8 UBICACIÓN

La empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS está ubicada en el Km 6 vía a Girón (Santander), carrera 7 N° 57-21 Bodega 2 entrada al Carrasco y se puede contactar a los teléfonos 6499327 o 6496049.

Para información adicional la empresa cuenta con la página de internet www.rafaelescobarcontreras.com.

FIGURA 2. Ubicación geográfica.



Fuente: Google maps.

1.9 PRODUCTOS Y SERVICIOS

- Construcción y mantenimiento de tanques.
- Desmantelamiento, armado y soldadura.
- Pinturas industriales y aislamiento térmico.
- Construcción y mantenimiento de tuberías de proceso y equipo estático.
- Construcción de estructuras mecánicas.
- Movimientos de tierras, explanaciones rellenos compactados, construcción y mantenimiento de vías.
- Pilotaje y construcción de edificaciones.

- Díselos y ejecución de proyectos de vivienda de interés social.
- Estructuras en concretos y construcción adecuación de locaciones.
- Recuperaciones ambientales.
- Formaletas metálicas y tapas para MANHOLL.
- Máquina Bloquera.
- Máquina ponedora y guillotina.
- Oficinas móviles.

FIGURA 3. Productos de la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS.

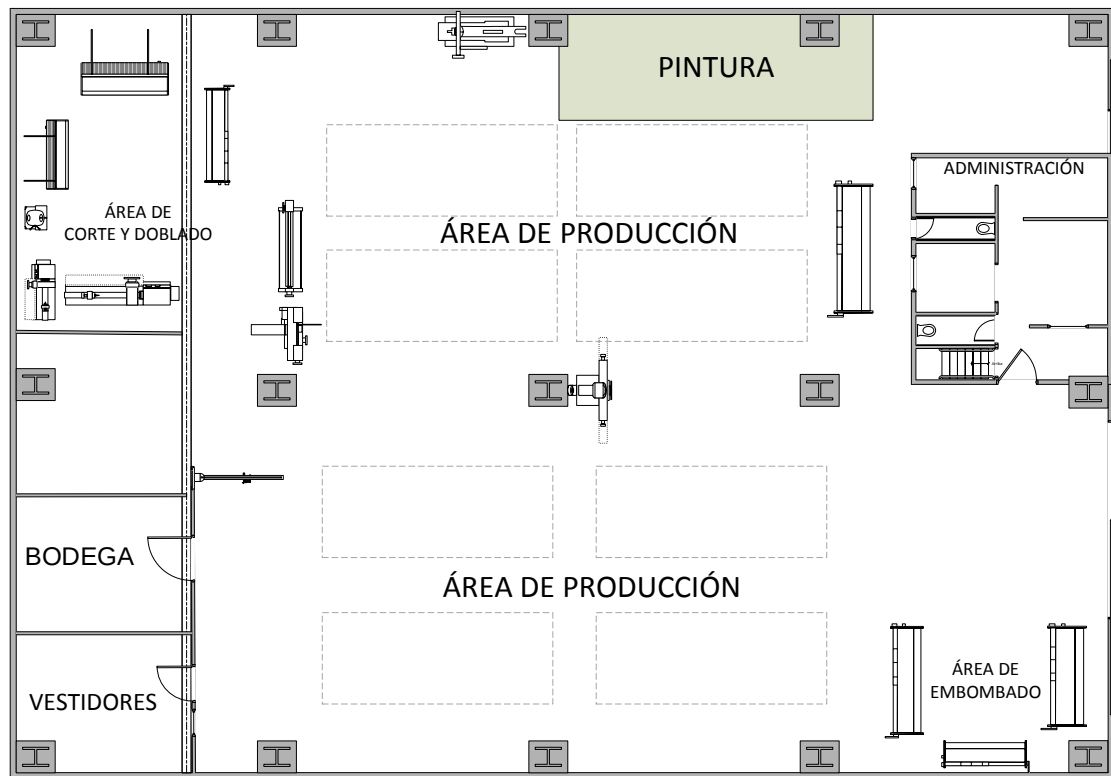


Fuente: www.rafaelescobarcontreras.com.

1.10 DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA

La planta de producción de la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS tiene una distribución de planta por procesos que le brinda versatilidad en la fabricación en los productos ofrecidos. La planta se divide en las áreas de Administración, producción, corte y doblado, pintura, almacén. La distribución de la planta se muestra a continuación:

FIGURA 4. Distribución de planta REC.



2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO

El mantenimiento es una actividad que permite alcanzar un alto grado de confiabilidad en los equipos que con el uso se desgastan, observado y corregido a tiempo las averías se evita que estos dejen de funcionar, reduciendo con sigo paradas en la línea de producción, y disminución de las condiciones de inseguridad que pueden afectar a las personas .

2.2 MANTENIMIENTO

Involucra todas aquellas actividades necesarias para mantener los equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible y con el máximo rendimiento.

Las operaciones de mantenimiento tienen lugar frente a la constante amenaza que implica la ocurrencia de una falla o error en un sistema, maquinaria, o equipo. Existe además una necesidad de optimizar el rendimiento de los unidades y componentes industriales (mecánicos, eléctricos, y electrónicos) de los procesos dentro de las instalaciones de una planta industrial².

Los procedimientos de mantenimiento deben evitar las fallas, por cuanto una falla se define como la incapacidad para desarrollar un trabajo en forma adecuada o simplemente no desarrollarlo. Un equipo puede estar "fallando" pero no estar malogrado, puesto que sigue realizando sus tareas productivas, pero no las realiza con el mismo desempeño que un equipo en óptimas condiciones. En

² BUENROSTRO CARRILLO, Luis. DISEÑO Y APLICACIÓN DE SOFTWARE DE MANTENIMIENTO PARA LA INDUSTRIA NACIONAL: SOMAIN. [base de datos en línea] México D.F. 2010; p.3. [citado en 15 de junio de 2014]. Disponible en <<http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/6545/DISENOYAPLICAC.pdf?sequence=1>>

cambio un equipo malogrado o averiado no podrá desarrollar labores bajo ninguna circunstancia³.

2.3 IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO

El mantenimiento es algo inherente a la industria, se encuentra irremediablemente ligado a la existencia de las máquinas. La vida de una máquina implica la necesidad del mantenimiento. El mantenimiento dirigido, organizado; el mantenimiento de alto nivel; el grupo de ingeniería de mantenimiento se justifica en la medida en que:

- Mantenga los equipos en una alta disponibilidad.
- Logren un alto rendimiento las tareas de mantenimiento.
- Optimice los costos de mantenimiento.
- Incremente o sostenga la productividad.
- Sea activo en los programas de calidad.

El grupo de mantenimiento, debe ser una parte integral de la organización y más aún cuando la empresa crece, cuando aumenta su complejidad, cuando se incrementa la automatización de las plantas y se debe tomar la importancia de su papel. Cuando la edad de los equipos aumenta y los costos de mantenimiento. Se van convirtiendo en los costos más importantes de los costos de producción.⁴

2.4 EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA DEL MANTENIMIENTO

En el transcurso del tiempo, el mantenimiento ha evolucionado a través de tres generaciones, como todo proceso de evolución, el dominio del mantenimiento ha seguido una serie de etapas cronológicas que se han caracterizado por una metodología definida. Es conveniente destacar, que alcanzar una etapa más avanzada no significa necesariamente el abandono por completo las

³ Ibid., p.4.

⁴ BORRAS PINILLA, Carlos. Ingeniería de Mantenimiento. Material docente. (2011: Bucaramanga). p. 24-25.

metodologías anteriores sino que, aun perdiendo peso, siguen complementando a las más actuales. Estos tres procesos evolutivos se presentan a continuación:

FIGURA 5. Evolución Tecnológica del Mantenimiento.



Fuente: BORRAS PINILLA, Carlos. Ingeniería de Mantenimiento. Material docente. (2011: Bucaramanga).Pág. 36.

2.5 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Tradicionalmente, se han distinguido 5 tipos de mantenimiento, que se diferencian entre sí por el carácter de las tareas que incluyen:

Mantenimiento correctivo: Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos.

Mantenimiento preventivo: Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las correcciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno.

Mantenimiento predictivo: Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y de fuentes de conocimiento matemáticos, físicos y técnicos.

Mantenimiento cero horas: Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos e intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente, de manera que resulta arriesgado hacer prevenciones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a *cero horas* de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad, un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.

Mantenimiento en uso: Es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo. Consiste en una serie de tareas elementales (tomadas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, apriete de tornillos) para las que no es necesario una gran formación, sino tan solo un entrenamiento breve. Este tipo de mantenimiento es la base del TPM (Total Productive Maintenance, Mantenimiento Productivo Total).⁵

⁵ GARCÍA GARRIDO, Santiago. Organización y Gestión Integral de Mantenimiento. España: Díaz de Santos, p. 17-18.

2.6 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE ALGUNOS TIPOS DE MANTENIMIENTO

Tabla 1. Ventajas y desventajas del mantenimiento.

TIPO DE MANTENIMIENTO	VENTAJAS	DESVENTAJAS	APLICACIÓN
CORRECTIVO	* No genera gastos fijos * No es necesario programar ni proveer ninguna actividad * A corto plazo puede ofrecer un buen resultado económico	* La producción se vuelve impredecible y poco confiable * La vida útil de los equipos se acorta * Impide el diagnóstico confiable de las causas que provocan la falla	En todos los casos
PREVENTIVO	* Bajo costo en relación con el mantenimiento predictivo * Incremento de la vida útil de los equipos * Reducción de importante del riesgo por fallas y fugas * Reduce la probabilidad de fallas imprevistas * Permite llevar un mejor control y planeación sobre el propio mantenimiento aplicado a los equipos	* Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra * Sino se hace un correcto análisis del nivel de mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo de mantenimiento sin mejoras sustanciales de disponibilidad * Se requiere de personal especializado y con experiencia	Generalizada. No aplicable cuando las posibles averías no generan grandes gastos comparados con los de mantenimiento
PREDICTIVO	* Da más continuidad en la operación * Mayor confiabilidad * Requiere menos personal * Se obtiene el máximo provecho a los repuestos	* Requiere equipos especiales y costosos * Es importante contar con personal más calificado * Costosa su implementación	Cuando el costo de paradas (para una reparación más profunda en el caso de mantenimiento Correctivo, o de paradas innecesarias en el caso de mantenimiento Preventivo) justifica la implementación de este tipo.

2.7 IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO⁶

Para la implementación de un programa de mantenimiento preventivo es necesario conocer los equipos que componen las instalaciones, la influencia que cada uno de ellos ejerce sobre la producción, las recomendaciones de los fabricantes, la experiencia de los operadores, es decir tener bien definidos los criterios para la implementación del plan.

Para la implementación de un plan de mantenimiento se requieren las siguientes etapas:

- **Etapas 1 Catastro y determinación de prioridades**

En esta etapa se trata de conocer cuáles son los equipos que existen en las instalaciones y, principalmente, en grado de importancia que ellos ejercen en las mismas. La implantación total de un plan de mantenimiento preventivo, dependiendo del tamaño de la instalación puede tomar desde un día hasta dos años, o más, y en el caso de no fijar prioridades, la planificación del mantenimiento preventivo de algunos equipos importantes puede ser dejada de lado para el final del programa. Los pasos para desarrollar esta etapa son:

- ✓ Dividir el complejo de instalaciones a mantener, en sistemas y subsistemas.
- ✓ Hacer una lista de los equipos de cada subsistema.
- ✓ Clasificar los sistemas y subsistemas considerando su importancia en la instalación como un todo.
- ✓ Clasificar los equipos en función de su importancia para el sistema o subsistema.
- ✓ Preparar una relación de equipos por orden de prioridad.

⁶ [Base de datos en línea], Perú: Biblioteca virtual de la Cooperación internacional, [Anónimo], disponible en <http://www.bvcooperacion.pe/biblioteca/bitstream/123456789/3975/5/BVCI0003317_7.pdf> [adaptado por los autores]

La clasificación de los sistemas, subsistemas y equipos en función de su importancia, se pueden determinar mediante un análisis de criticidad.

- **Criticidad**

Es un indicador proporcional al riesgo que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, y permite direccionar el esfuerzo y los recursos a las áreas donde es más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad y administrar el riesgo⁷.

- **Equipo crítico**

Es aquel que cuando falla, produce una parada total o suspensión drástica de la producción, es decir afecta substancialmente el funcionamiento normal del sistema productivo.

- ✓ Solamente cuando es reparado este equipo, se puede reiniciar la producción.
- ✓ El tiempo que permanezca fuera de servicio es igual al tiempo en el cual no hay producción.

- **Equipo semicrítico**

Es aquel que cuando presenta una falla, afecta parcialmente el funcionamiento del sistema productivo, pero no causa una parada total.

- ✓ La falla de un equipo semicrítico origina pérdidas parciales de producción.
- ✓ Su estado fuera de servicio, solo reduce los niveles de producción.

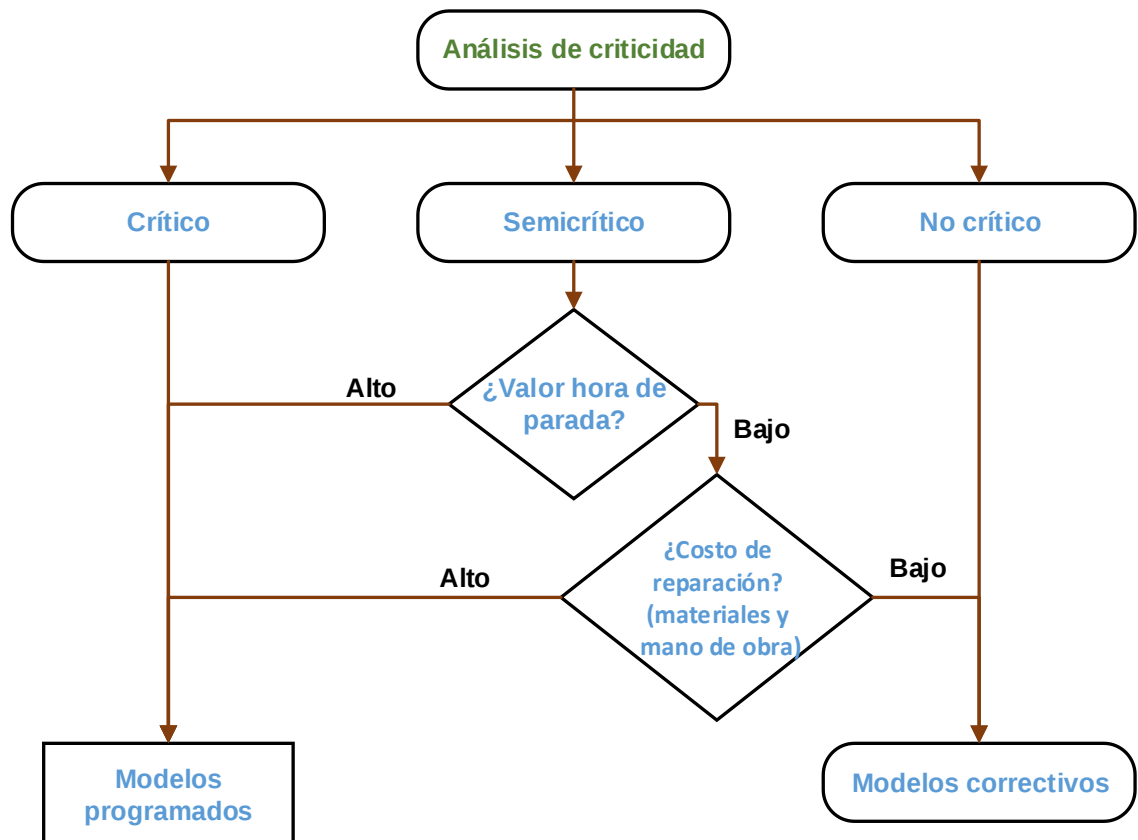
⁷ PEMEX. Metodología del análisis de criticidad (AC). Sistema de confiabilidad Operacional. p. 6.

Equipo no crítico

Es aquel cuya falla no afecta el sistema productivo.

- ✓ Puede estar fuera de servicio, sin causar pérdidas o reducciones de producción.

FIGURA 6. Análisis de criticidad



Fuente: GARCÍA GARRIDO, Santiago. Organización y Gestión Integral de Mantenimiento. España: Díaz de Santos, p. 34, modificado por los autores.

• Etapa 2 Agrupación de la información existente sobre los equipos

En esta etapa se procura obtener información técnica sobre los equipos y en ella se recopila información acerca de:

- ✓ Esquemas eléctricos y mecánicos.
- ✓ Características técnicas.

- ✓ Índice de ocupación de las máquinas.
- ✓ Recomendaciones de los fabricantes.
- ✓ Diseño de montaje, parte civil.

Es a partir de estos datos que se hace posible montar el plan de mantenimiento preventivo, propiamente dicho.

- **Etapas 3 Preparación del plan de mantenimiento**

. En esta etapa se debe definir, o responder, las siguientes preguntas:

- ✓ ¿Cuáles son los trabajos preventivos que deben ejecutarse?
- ✓ ¿Con que frecuencia?
- ✓ ¿Cuál cuadrilla ejercerá el servicio, cuadrilla de mantenimiento eléctrico, cuadrilla de mantenimiento mecánico?
- ✓ ¿Para qué trabajos habrá necesidad de entrenar a los integrantes de la cuadrilla?
- ✓ ¿Cuántos hombres por hora serán necesarios?
- ✓ ¿Cuál será la mejor época del año para ejercer los trabajos de mantenimiento preventivo considerados necesarios?
- ✓ ¿Cuál es el mejor horario?
- ✓ ¿Qué herramientas especiales y equipos se necesitan?
- ✓ ¿Qué materiales de consumo y piezas de repuesto se utilizarán para realizar estos trabajos?

- **Etapas 4 Implantación**

Para efectuar la implantación de manera gradual y de acuerdo a las prioridades definidas en las etapas anteriores, es necesario que todas estas etapas se relacionen subsecuentemente, hasta que el plan de prevención de un determinado equipo sea implementado.

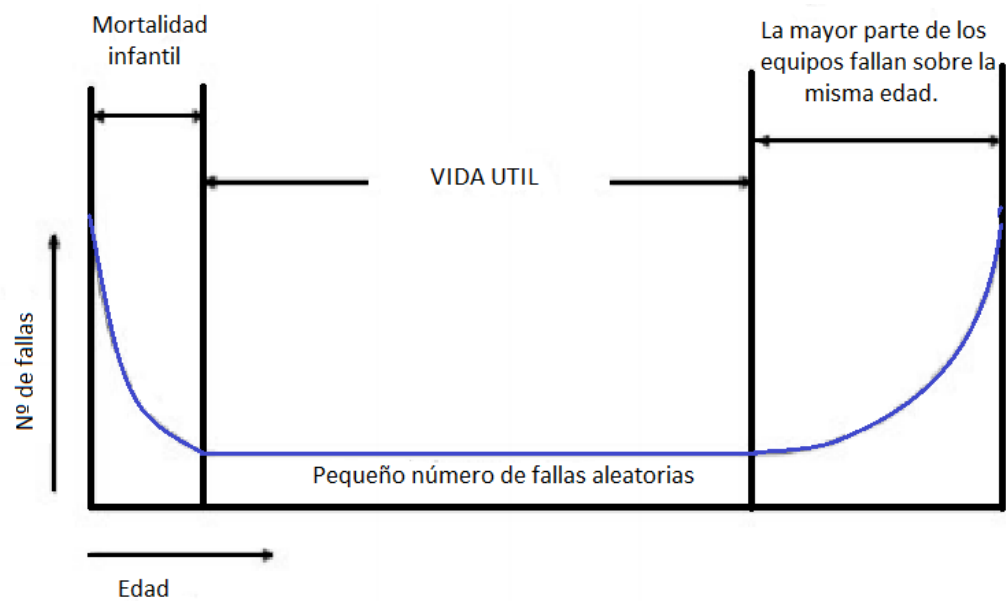
Conforme se va efectuando la implantación, es importante que se vaya dimensionando la demanda de hombres por hora que se está generando con la implantación de los programas, en función de la disponibilidad de mano de obra.

- **Etapas 5 seguimiento y ajustes**

Esta es la etapa en que se verifican los resultados y se realizan las correcciones que permitan perfeccionar el programa. Se puede decir que esta etapa nunca acaba, pues siempre será necesario introducir modificaciones en el programa, con miras a adecuarlo a las condiciones de la época. La necesidad de una modificación en el programa, proviene de los siguientes factores:

- ✓ Por mejor elaborado que se encuentre un programa, siempre habrá que hacerle alguna corrección, principalmente en los que se refiere a los trabajos previstos, su frecuencia etc.
- ✓ Normalmente, los sistemas de saneamiento básico se constituyen de modo que permitan aumentar su uso con el transcurso del tiempo; y así poder afrontar el crecimiento demográfico de la comunidad. De esta manera es común que los equipos entren en operación con bajos índices de ocupación; sin embargo, este índice tenderá a aumentar con el pasar del tiempo, y puede inclusive, como ocurre en la mayoría de los casos, alcanzar valores próximos al 100%. En consecuencia, con el aumento de la carga de trabajo e la máquinas, surgirá la necesidad de reducir los siguientes intervalos entre cada mantenimiento.
- ✓ Si se analiza la curva de incidencia de las fallas a lo largo de la vida de un equipo, es posible distinguir tres regiones distintas:

FIGURA 7. Curva de incidencia de fallas.



Fuente: BORRAS PINILLA, Carlos. Ingeniería de Mantenimiento. Material docente. (2011: Bucaramanga).Pág. 29. Reformado por los autores.

3. IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS

3.1 DIAGNÓSTICO DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS

De acuerdo a una auditoria y lo observado en la visita a la empresa se pudo analizar la situación actual de mantenimiento, los parámetros que se tomaron en cuenta son: el estado del mantenimiento, manejo de información sobre los equipos y las rutas de inspección. Los resultados de la auditoria se presentan a continuación.

- ✓ Rafael Escobar Contreras no cuenta con un plan de mantenimiento, el arreglo de averías de baja complejidad las solucionan los operarios y en el caso de daño eléctrico o hidráulico se contrata temporalmente un técnico especializado en el área.
- ✓ Todos los trabajos correspondientes al mantenimiento de los equipos lo realizan sin planificación, es decir, se espera a que la máquina falle para realizar los arreglos correspondientes, lo que con lleva a una demora en el proceso productivo.
- ✓ No se cuenta con un registro de los trabajos de reparación programados de emergencia y tampoco un listado de la importancia del equipo en la línea de producción.
- ✓ De información extraída de recibos de pago a los técnicos se tiene parcialmente datos históricos de averías e intervenciones.
- ✓ No se cuenta con registro de disponibilidad en la bodega para repuestos, materiales y productos que se requieren en el proceso de producción, y son parte primordial en las actividades diarias de la empresa.
- ✓ No se cuenta con un esquema de distribución de los equipos y no se ha codificado los equipos, pese a que ya hay una codificación establecida.

Se tomaron las situaciones desfavorables que presenta la empresa para concentrarse en estos aspectos durante el desarrollo del proyecto. El contenido de esta auditoria se encuentra a continuación.

Tabla 2. Auditoria del mantenimiento.

ESTADO DEL MANTENIMIENTO			
PREGUNTAS	NINGUNO	PARCIALMENTE	TODAS
1. Existe un plan general de mantenimiento preventivo dentro de la empresa	X		
2. Se revisan los equipos cuando inicia un turno	X		
3. Los operadores de los equipos realizan tareas simples de mantenimiento	X		
4. Se tiene una rutina preestablecida de intervenciones diarias	X		
5. Se cuenta con un listado priorizado de los equipos	X		
6. Se tienen datos históricos de averías e intervenciones		X	
7. Tiene control sobre las horas extras necesarias para terminar los trabajos			X
8. Tiene algún criterio para dar prioridad a la ejecución de trabajos			X
9. Tiene un registro de trabajos programados y de emergencia	X		
10. Tiene cuantificado el tiempo de producción perdido por fallas			X
11. Tiene cuantificado el tiempo que se demora en hacer efectiva la reparación			X
12. Mantiene un control sobre el tiempo empleado en reparaciones		X	
MANEJO DE INFORMACIÓN SOBRE LOS EQUIPOS			
PREGUNTAS	Ninguno	Parcialmente	Todas
1. Posee los catálogos e información técnica de todos los equipos		X	

2. Posee fichas de inventario para cada equipo		X	
3. Tiene procedimientos de las labores de mantenimiento establecidos	X		
4. Posee registro de las mantenimientos para cada equipo		X	
5. Tiene un registro de la disponibilidad de repuestos en bodega	X		
6. Tiene clasificado su stock de repuestos por algún criterio	X		
7. Tiene registro de los implementos usados para el mantenimiento	X		
8. Tiene clasificados a los proveedores de partes y piezas		X	
9. Tiene registro de los operarios que trabajan en los equipos			X
10. Tiene un programa de capacitación completo implementado	X		
RUTAS DE INSPECCIÓN			
PREGUNTAS	Ninguno	Parcialmente	Todas
1. Tiene las áreas de producción separadas por algún criterio			X
2. Tiene identificados por algún código sus equipos	X		
3. Tiene un Layout de planta que describa e identifique todos los equipos	X		
4. Algún equipo produce cuello de botella		X	
5. Tiene identificado para cada equipo los riesgos para el operario			X
6. Sabe cuánto tiempo toma cada proceso de la línea de producción		X	

Fuente. Preguntas tomadas de: ESPINOSAFUENTES, Fernando. Auditoria para la efectividad del mantenimiento. Universidad de Talca. Facultad de ingeniería. p.8 -10.

3.2 PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS

A continuación se muestra las condiciones actuales de los procedimientos de mantenimiento y se propone una propuesta de mejora para las situaciones desfavorables que se presentan.

Tabla 3. Procedimientos operativos.

PROCEDIMIENTO	SITUACIÓN ACTUAL	PROPUESTA
Mantenimiento correctivo	La empresa no cuenta con un plan de mantenimiento, el arreglo de averías de baja complejidad las solucionan los operarios y en el caso de daño eléctrico o hidráulico llaman a un técnico especializado en el área.	Manejar un plan de mantenimiento programado para la maquinaria crítica de la empresa y así evitar paros innecesarios por mantenimiento
Mantenimiento preventivo	En proceso de implementación.	
Lubricación de máquinas y equipos	Este procedimiento lo realizan los operarios, cada dos años a la mayoría de las máquinas y equipos, pero no se toma registro del día que se lubrica para saber la fecha de la siguiente lubricación.	Hacer una inspección de manera más eficiente, utilizando el software de mantenimiento en el cual se puede ver los puntos y las fechas de lubricación.

Sistema de información	La empresa cuenta con el software para la gestión de mantenimiento, pero no se encuentra implementada por falta de información correspondiente a la rutina de mantenimiento, manual de las máquinas, planos, información técnica de las herramientas y equipos, entre otros.	Complementar el software con las rutinas de mantenimiento, información técnica, planos, manuales y demás información que se requiere para que el software entre en funcionamiento.
Planeación de actividades de mantenimiento	Todos los trabajos correspondientes al mantenimiento de los equipos lo realizan sin planificación, es decir, se espera a que la máquina falle para realizar los arreglos correspondientes, lo que con lleva a una demora en el proceso productivo.	Desarrollar un programa de mantenimiento correctivo y preventivo, en el cual por el análisis de criticidad se puede realizar mantenimiento preventivo a los equipos críticos y semicríticos que lo requiera, demás equipos se realizara mantenimiento correctivo.

Materiales y herramientas	No se tiene registro de disponibilidad en la bodega para materiales y herramientas, por lo que muchas veces se acaban y hay que esperar a que se pidan nuevamente.	El software de gestión de mantenimiento tiene un módulo integrado que se encarga del manejo de materiales y herramientas que permite llevar un mejor control y registro
---------------------------	--	---

3.3 DIAGNÓSTICO DE MAQUINARIA

El diagnóstico de la maquinaria se realiza de forma visual y con la ayuda de los operarios encargados de la operación, quienes con la experiencia obtenida en el manejo de la maquinaria tienen la habilidad de reconocer el estado de funcionamiento, adicionalmente se ofrece la oportunidad de realizar el inventario de las máquinas y la familiarización con su operación. El resultado del diagnóstico se resume en la siguiente tabla:

Tabla 4. Diagnóstico de la Maquinaria.

Equipo	Código	Estado	Observación
Área de Mecanizado			
Prensa embombadora	MEC-PE-01	Bueno	No presenta fallas
Prensa embombadora	MEC-PE-02	En construcción	No presenta fallas
Cortadora hidráulica	MEC-CH-01	Regular	Presenta fallas al encender la bomba de precarga
Dobladora hidráulica	MEC-DBH-01	Bueno	Presenta un error al posicionar la mordaza superior
Dobladora manual	MEC-DBM-01	Bueno	No presenta fallas
Torno paralelo	MEC-TP-01	Bueno	No presenta fallas
Torno paralelo	MEC-TP-02	Bueno	Presenta agrietamiento y desgaste en las correas

Taladro de árbol	MEC-TA-01	Bueno	La bomba de líquido refrigerante está dañada
Taladro de árbol	MEC-TA-02	Bueno	No presenta fallas
Sierra sinfín	MEC-SS-01	Bueno	No presenta fallas
Fresadora	MEC-FR-01	Bueno	No presenta fallas
Roladora	MEC-RL-01	Bueno	Presenta deterioro en los cables de conexión
Cortador de plasma	MEC-CP-01	Bueno	No presenta fallas
Cortador de plasma	MEC-CP-02	Bueno	No presenta fallas
Cortador de plasma	MEC-CP-03	Bueno	No presenta fallas
Cortador de plasma pantógrafo	MEC-CP-04	Bueno	No presenta fallas
Área de pintura			
Compresor	PIN-CA-01	Bueno	No presenta fallas
Compresor	PIN-CA-02	Bueno	No presenta fallas
Área de ensamble			
Moto soldador	ENS-MS-01	Bueno	No presenta fallas
Moto soldador	ENS-MS-02	Bueno	No presenta fallas
Soldador multiprocesos	ENS-SL-01	Bueno	No presenta fallas
Soldador multiprocesos	ENS-SL-02	Bueno	No presenta fallas
Soldador MIG	ENS-MG-01	Bueno	No presenta fallas
Soldador MIG	ENS-MG-02	Bueno	No presenta fallas
Soldador MIG	ENS-MG-03	Bueno	No presenta fallas
Soldador arco eléctrico	ENS-SA-01	Bueno	No presenta fallas
Soldador arco eléctrico	ENS-SA-02	Bueno	No presenta fallas
Soldador arco eléctrico	ENS-SA-03	Bueno	No presenta fallas
Soldador arco eléctrico	ENS-SA-04	Bueno	No presenta fallas
Soldador arco eléctrico	ENS-SA-05	Bueno	No presenta fallas
Soldador arco eléctrico	ENS-SA-06	Bueno	No presenta fallas
Soldador arco eléctrico	ENS-SA-07	Bueno	No presenta fallas
Soldador arco eléctrico	ENS-SA-08	Bueno	No presenta fallas
Soldador arco eléctrico	ENS-SA-09	Bueno	No presenta fallas
Soldador arco eléctrico	ENS-SA-10	Bueno	No presenta fallas
Soldador arco eléctrico	ENS-SA-11	Bueno	No presenta fallas
Soldador arco eléctrico	ENS-SA-12	Bueno	No presenta fallas
Soldador arco eléctrico	ENS-SA-13	Bueno	No presenta fallas
Soldador arco eléctrico	ENS-SA-14	Bueno	No presenta fallas
Soldador arco eléctrico	ENS-SA-15	Bueno	No presenta fallas
Soldador arco eléctrico	ENS-SA-16	Bueno	No presenta fallas
Soldador arco eléctrico	ENS-SA-17	Bueno	No presenta fallas
Soldador arco eléctrico	ENS-SA-18	Bueno	No presenta fallas
Soldador arco eléctrico	ENS-SA-19	Bueno	No presenta fallas
Soldador arco eléctrico	ENS-SA-20	Bueno	No presenta fallas
Soldador arco eléctrico	ENS-SA-21	Bueno	No presenta fallas

Soldador arco eléctrico	ENS-SA-22	Bueno	No presenta fallas
Soldador autógeno	ENS-SG-01	Bueno	No presenta fallas
Soldador autógeno	ENS-SG-02	Bueno	No presenta fallas

3.4 DIAGNÓSTICO DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

La Documentación técnica de mantenimiento hace referencia a las hojas de vida, fichas técnicas, manuales de operación, catálogos con información referente a los equipos suministrados por los fabricantes. Estos documentos son importantes al contener la información de las prácticas de mantenimiento, procedimientos de montaje y desmontaje, recomendaciones de lubricación e información de la vida promedio de los componentes.

El resultado del diagnóstico en la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS arroja datos poco alentadores para el progreso de la planta de producción y el planteamiento del plan de mantenimiento que se implementa en la empresa.

Se encontró que la documentación técnica es deficiente, solo se posee información técnica de las máquinas recientemente compradas, hojas de vida desactualizadas de algunos equipos de soldadura correspondientes al año 2011, demostrando que no hay una adecuada integración entre los recursos técnicos y administrativos de mantenimiento. La información recopilada se muestra en detalle en la tabla 5.

Esta ausencia de información se debe a que al pasar los años se ha ido perdiendo en el interés con el cuidado de esta documentación ya que varios de los equipos de la planta son antiguos y algunos se compraron de segunda mano y al momento de la compra no se suministró el material técnico.

Como resultado del diagnóstico de la documentación técnica de mantenimiento realizado se concluyó que:

- Se cuenta en totalidad con 7 manuales técnicos de la maquinaria, y se presencia inconvenientes en el manejo y el acceso por parte del personal interesado en consultarlo.
- No se tiene el registro de las acciones de mantenimiento correctivas que permitan obtener datos periódicos y poder analizar la información para tener mayor asertividad en el instante de proponer las rutinas de mantenimiento.
- Se tiene un formato de hoja de vida, incompleto y no cuentan con información detallada de los procedimientos realizados.
- No existen formatos de fichas técnicas, que permita establecer la mínima información técnica de las máquinas como el modelo, el fabricante, serie, costo del equipo, funcionamiento, componentes, disponibilidad de manuales, entre otros.

En la siguiente tabla se muestran los manuales de mantenimiento disponibles en la empresa.

Tabla 5. Manuales de Mantenimiento

ÍTEM	Manuales de mantenimiento
1	Cortador de plasma HYPER THERM POWER MAX45
2	Compresor de tornillo KAESER
3	Soldador de arco eléctrico BOC 2-300
4	Soldador arco eléctrico MILLER CST 280
5	Hidrolavadora KARCHER LR 54005
6	Taladro manual BOSCH GBM 10
7	Pulidora MAKITA Ga 9020

En esta tabla se detalla documentación técnica encontrada referente a las hojas de vida de los equipos, el tiempo en el que se registraron las labores de mantenimiento y cantidad de rutinas realizadas.

Tabla 6. Hojas de vida

ÍTEM	HOJAS DE VIDA	INTERVALO DE REGISTRO	CANTIDAD DE RUTINAS REALIZADAS
1	Soldador de arco eléctrico BOC 2-300	11/01/10 a 8/01/11	3
2	Soldador de arco eléctrico BOC 3-575	11/01/10 a 8/01/11	3
3	Taladro de Arbol RS:25	12/01/10 a 12/01/11	3
4	Soldador de arco eléctrico MILLER XMT 425	03/08/11 a 03/08/12	1
5	Sierra sin fin	25/01/10 a 27/01/11	2
6	Roladora	25/01/10 a 27/01/11	2
7	Equipo de soldadura por oxi propano	26/01/10 a 17/01/11	3
8	Dobladora hidráulica	11/01/10 a 18/01/11	2
9	Cortadora hidráulica	27/01/10 a 21/01/11	3
10	Martillo mecánico	24/01/10 a 27/01/11	2

La relación de los planos encontrados se muestra a continuación .

Tabla 7. Planos

ÍTEM	PLANOS
1	Cortadora hidráulica : Plano Hidráulico general
2	Compresor KAESER: planos generales
3	Cortador de plasma HYPER THERM POWER MAX45: planos generales
4	Pulidora MAKITA Ga 9020: planos generales

3.5 PROPUESTA DE ORGANIZACIÓN PARA EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

En la implementación de un plan de mantenimiento es necesario realizar una organización de la función de mantenimiento, en la que se plasme la gestión de trabajos y responsabilidades. Además debe contar con una estructura funcional

que pueda adaptarse a los cambios que se dan con el crecimiento de la empresa y permita el buen desempeño del plan de mantenimiento.

3.5.1 POLÍTICA

Asegurar el funcionamiento de herramientas y equipos con el máximo rendimiento y el mínimo consumo.

3.5.2 MISIÓN

Garantizar la disponibilidad de los equipos, asegurando la disminución de costos de mantenimiento, paradas imprevistas y aumento de la vida útil de los equipos hasta el punto óptimo. Apoyando a los servicios de producción de la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS en la búsqueda de altos estándares de calidad en sus productos y servicios.

3.5.3 VISIÓN

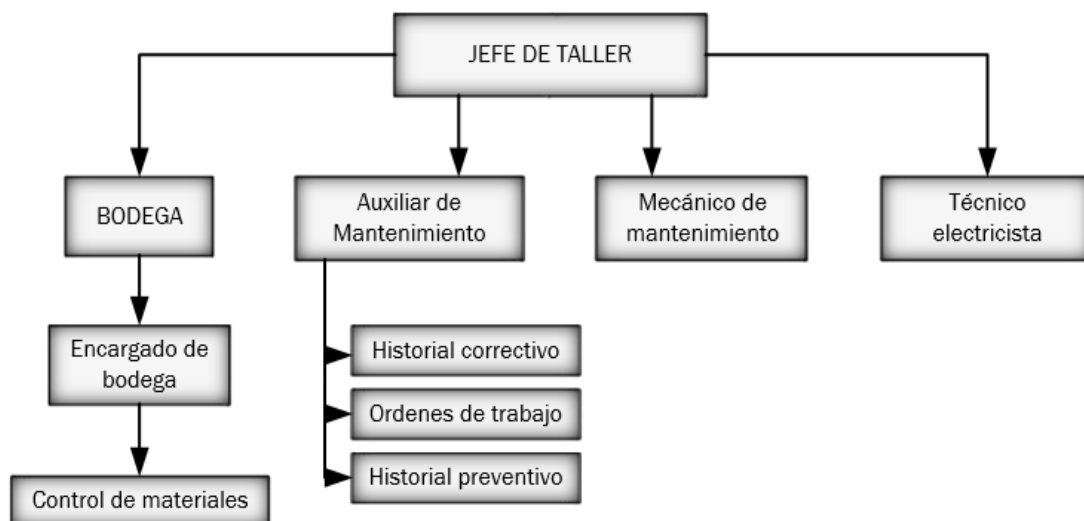
La inspección del desarrollo de mantenimiento en el transcurso del tiempo perfeccionará los procedimientos de planeación, ejecución y evaluación de las actividades, logrando mantener los equipos y herramientas en la máxima efectividad operativa.

3.5.4 ORGANIGRAMA

Se muestra la propuesta de estructura organizacional de RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS para el departamento de mantenimiento. Las actividades de mantenimiento pueden recaer en una persona que en este caso es el jefe de

taller. Ya que no es viable para la empresa contratar a otra persona que se dedique administrar la gestión de mantenimiento.

FIGURA 8. Organigrama Departamento de Mantenimiento.



3.5.5 Descripción de las funciones

La descripción de funciones permite delimitar las competencias y responsabilidades de los integrantes del departamento de mantenimiento.

3.5.5.1 Jefe de taller.

- **Nombre del cargo :** Jefe de taller
- **Jefe inmediato:**
- **Cargos que supervisa:** 4 (Cuatro)
- **Perfil:**
 - **Educación:** Título Profesional Universitario, En ingeniería Mecánica o Ingeniería Industrial.
 - **Experiencia:** Dos (2) años de experiencia como jefe de mantenimiento
 - **Habilidades:** Habilidad para comunicarse en forma escrita y verbal, habilidad para trabajar en equipo, habilidad para resolver problemas y tomar decisiones; en el ámbito individual y grupal, habilidades para

programar, organizar, controlar y habilidades para aplicar los procedimientos establecidos en el plan de mantenimiento.

➤ **Funciones:**

- Planear, organizar, dirigir, evaluar, supervisar y velar por que el plan de mantenimiento se esté llevando de manera concreta y precisa, garantizando así el buen funcionamiento y conservación de los equipos para evitar paros no programados en la producción.
- Organizar y supervisar el personal a su cargo.
- Mantener los equipos en su máxima eficiencia de operación.
- Reducir al mínimo los tiempos de paro.

3.5.5.2 Encargado de bodega.

➤ **Nombre del cargo:** Almacenista.

➤ **Jefe inmediato:** Jefe de taller.

➤ **Cargos que supervisa:** Ninguno.

➤ **Perfil:**

- **Educación:** Básica secundaria.
- **Experiencia:** Dos (2) años de experiencia en el área de desempeño.
- **Habilidades:** Habilidad para comunicarse en forma escrita y verbal, habilidad para trabajar en equipo.

➤ **Funciones:**

- Recibir y verificar el estado de los materiales que ingresan estén en óptimas condiciones.
- Llevar el registro de los materiales y herramientas suministrados y recibidos.
- Diligenciar formatos de entrada y salida de materiales y herramientas a la bodega.
- Mantener en orden el inventario de bodega.

3.5.5.3 Auxiliar de mantenimiento.

Se propone para este puesto un estudiante de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander, como pasante de la asignatura Ingeniería de Mantenimiento.

- **Nombre del cargo:** Auxiliar de mantenimiento.
- **Jefe inmediato:** Jefe de Taller.
- **Cargos que supervisa:** Ninguno.
- **Perfil:**
 - **Educación:** Estudiante Universitario de ingeniería Mecánica.
 - **Experiencia:** Sin experiencia.
 - **Habilidades:** Habilidad para comunicarse en forma escrita y verbal, habilidad para trabajar en equipo, habilidad para resolver problemas y tomar decisiones; en el ámbito individual y grupal, habilidades para programar, organizar, habilidades en informática.
- **Funciones:**
 - Planear, organizar, dirigir, evaluar, supervisar que el plan de mantenimiento se esté llevando de manera concreta.
 - Registrar en el sistema de información de mantenimiento las novedades de talento humano, máquinas y equipos como también mantener actualizado el control de materiales y herramientas, solicitud de trabajos, lista de trabajos preventivos y correctivos órdenes de trabajo pendientes y reportarlas.
 - Mantener actualizado el sistema de información.

3.5.5.4 Mecánico de mantenimiento.

El o los encargados de esta labor, primordialmente son los operarios de los equipos, quienes con la experiencia obtenida a través de los años, conocen las condiciones para la el óptimo funcionamiento y fallas frecuentes de las máquinas y sus reparaciones.

- **Nombre del cargo:** Mecánico de mantenimiento.
- **Jefe inmediato:** Jefe de Taller.
- **Cargos que supervisa:** Ninguno.

➤ **Perfil:**

- **Educación:** Profesional Técnico Mecánico.
- **Experiencia:** Tres (3) años de experiencia en el Área.
- **Habilidades:** Habilidad para comunicarse en forma escrita y verbal, habilidad para trabajar en equipo, habilidad para resolver problemas y tomar decisiones.

➤ **Funciones:**

- Realizar las tareas dadas por el departamento de mantenimiento ya sean para realizar actividades correctivas o preventivas.

3.5.5.5 Electricista.

Para la empresa no es viable la contratación permanente de un técnico electricista que se encargue de dar mantenimiento a las instalaciones eléctricas presentes en la empresa. Para esta labor se recomienda la contratación temporal de personal experimentado en el área ya que las fallas eléctricas presentan una baja frecuencia.

3.5.6 Proceso a seguir en el mantenimiento.

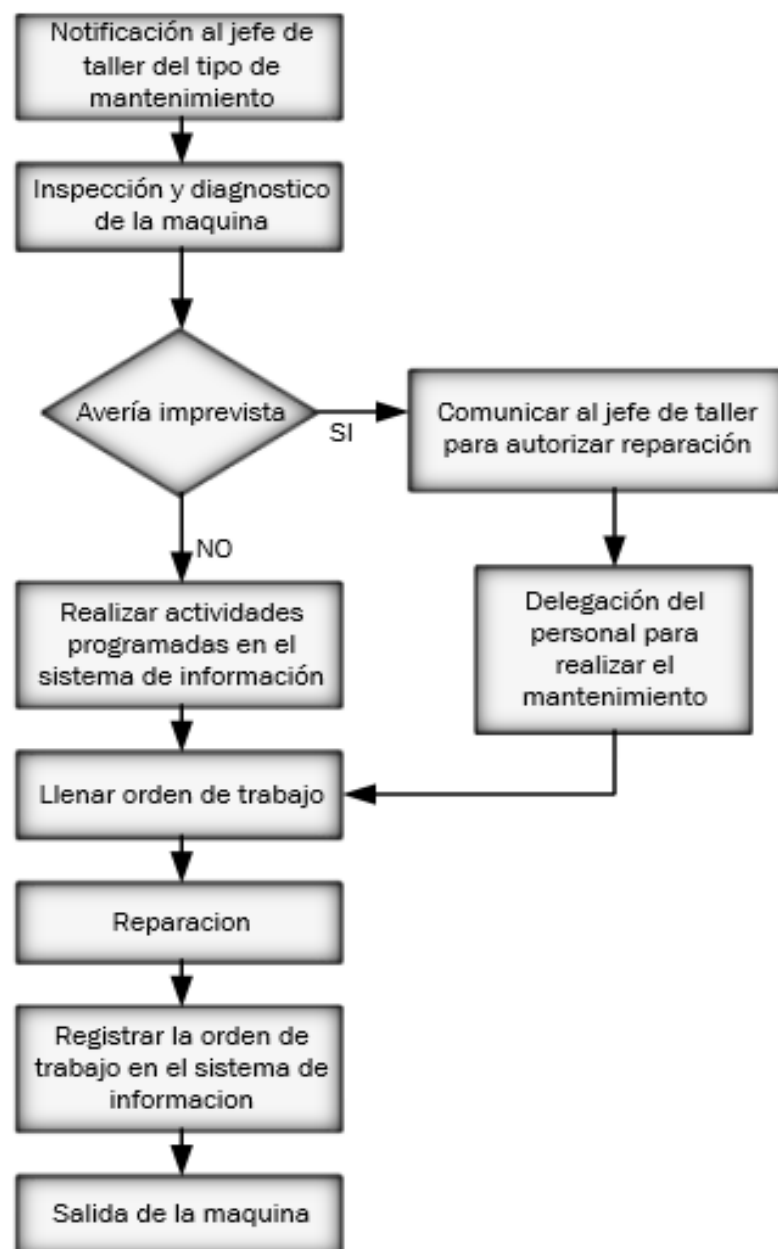
El siguiente procedimiento propuesto tiene como objetivo establecer la organización de las labores de mantenimiento que se realicen en la empresa dando orden a los procesos a seguir.

Como primer paso las notificaciones se dan a conocer al jefe de taller, estas provienen del sistema de información donde se encuentran programadas las rutinas de mantenimiento o en caso de una avería imprevista la notificación se da directamente del operario al jefe de taller.

Inmediatamente se debe iniciar el proceso de revisión y diagnóstico de la maquinaria en el que se verifica las condiciones operativas de la máquina, y dependiendo del tipo de procedimiento requerido se desarrolla la rutina de mantenimiento programando o se delega al personal encargado de mantenimiento, en caso que se requiera mantenimiento correctivo.

El proceso a seguir luego de la reparación o la realización de la tarea programada es el registrar la orden de trabajo en el sistema de información, esta labor del auxiliar de mantenimiento quien tiene la responsabilidad de mantener actualizadas las hojas de vida de los equipos en la base de datos del sistema de información, el proceso se detalla mejor en el diagrama de flujo de la figura 9.

FIGURA 9. Diagrama de flujo de las operaciones de mantenimiento.

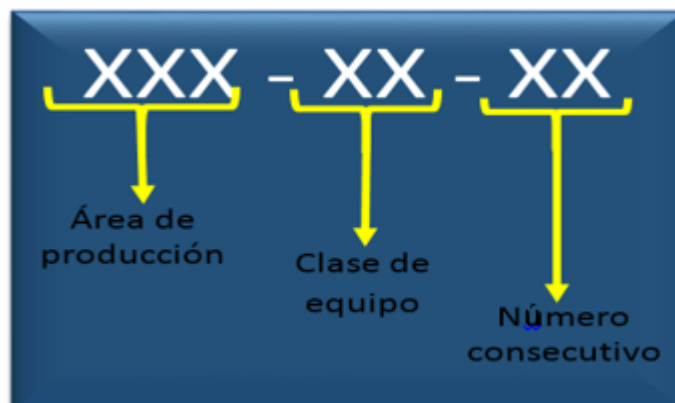


3.6 CODIFICACIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS⁸

La empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS tiene establecida la codificación de máquinas y equipos, con la intención de identificarlos de acuerdo a las diferentes áreas como se muestra en la figura 10. El código está compuesto por:

- **Área de trabajo:** está conformada por tres letras, las cuales son la primera letra del nombre y las siguientes dos letras son las más significativas del calificativo del área.
- **Clase de equipo:** está conformado por la primera letra del nombre de la máquina o equipo y siguiendo por la misma constante. En el caso que dos nombres de equipos coincidan con la codificación mencionada, se cambiará la segunda letra del código de uno de los equipos, por la siguiente constante del mismo nombre. En el caso en que la máquina o equipo que está conformada por dos palabras, el código se formará por la primera letra de cada palabra.
- **Número consecutivo:** número consecutivo para una misma clase de máquina o equipo.

FIGURA 10. Estructura del código de máquinas y equipos.



Fuente: Ver [8], reformado por los Autores

⁸ DÍAS RODRÍGUEZ, Jorge Andrés y SANABRIA ORTIZ, Oscar Fernando. MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO SIGMERP E IMPLEMENTACIÓN EN LA EMPRESA RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS. Bucaramanga, 2013. 271p. Trabajo de investigación (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. P. 55.

Ejemplo:

Código del equipo: **MEC-PE-01**.

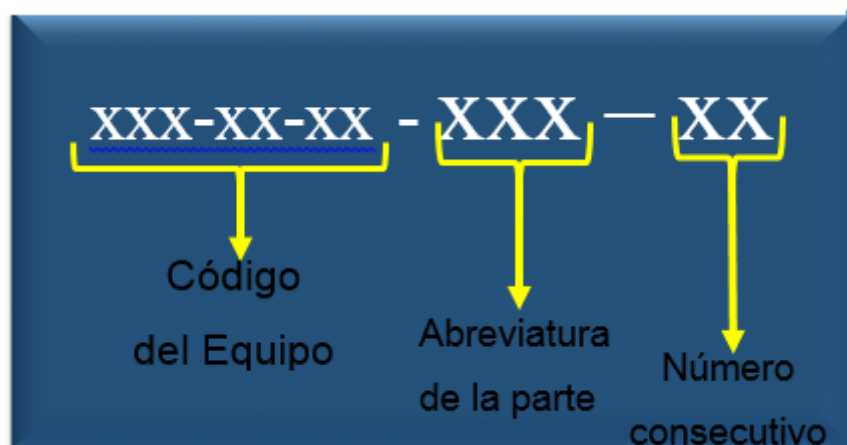
- Área de producción: Mecanizado: MEC.
- Clase de equipo: Prensa Embombadora: PE.
- Número consecutivo: 01.

3.7 CODIFICACIÓN DE LAS PARTES DE MÁQUINAS Y EQUIPOS

La codificación de las partes de la máquina se estableció con la codificación existente de los equipos se añade el código de la parte. Las partes se codifican de la siguiente manera:

- **Código del equipo:** corresponde a la identificación de la máquina dentro de la planta de producción.
- **Abreviatura de la parte:** corresponde a las tres primeras letras del nombre de la parte.
- **Consecutivo:** Número consecutivo de las partes presentes en la máquina.

FIGURA 11. Codificación de las partes de la máquina.



Ejemplo:

Código de la parte: MEC-RL-01- ROD-01.

Equipo: Roladora mecánica.

Parte: Rodillo superior.

Consecutivo: 01.

3.8 CODIFICACIÓN DE HERRAMIENTAS

La empresa tiene establecida la codificación para las herramientas, este código cuenta con dos partes, la primera es una abreviatura de la herramienta seguido del número consecutivo como se muestra en la figura 12. La descripción detallada del código se muestra a continuación:

- **Abreviatura de la Herramienta:** Corresponde a las tres primeras letras del nombre de la herramienta. En el caso que coincida dos herramientas con las tres primeras letras se tomara la siguiente letra para una de las herramientas.
- **Número consecutivo:** número consecutivo para una misma clase de maquina o equipo

FIGURA 12. Codificación de herramientas.



Ejemplo:

Código de la herramienta: PUL-01.

Herramienta: Pulidora.

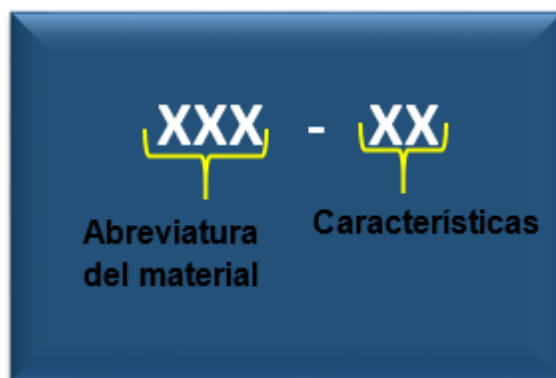
Consecutivo: 01.

3.9 CODIFICACIÓN DE MATERIALES

Igual que las herramientas no se cuenta con una codificación establecida para los materiales, se establece un modelo para la codificación de los materiales como se muestra en la figura 13. El código está compuesto por:

- **Abreviatura del material:** Corresponde a las tres primeras letras del nombre del material. En el caso que coincida dos materiales con las tres primeras letras se tomará la siguiente letra para uno de los materiales.
- **Característica:** Es el distintivo principal del material, corresponde a una abreviatura de la propiedad ya sea en letras o números.

FIGURA 13. Codificación de materiales.



Ejemplo:

Código del material: LIJ-60.

Material: Lija.

Característica: 60.

Con el sistema de codificación ya establecida se elabora un formato etiqueta de identificación el cual es el mismo para equipos y herramientas, esto se realiza con el fin de lograr una relación entre los equipos presentes en el área de producción y el sistema de información. En el formato de identificación de equipo se especifica su nombre, código de inventario, marca, modelo, por sugerencia del jefe de taller se registra el tipo de riesgo que presenta el equipo para el operador y voltaje de operación.

FIGURA 14. Formato de codificación de equipos.

		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	
		TORNO PARALELO	
Código de inventario		MEC-TP-02	
Marca	ZMM	Modelo	C8CM
Voltaje	220	Riesgo	MEDIO

3.10 ANÁLISIS DE CRITICIDAD

El análisis de criticidad es una herramienta que permite identificar y establecer jerarquías y facilitar la toma de decisiones efectivas sobre las instalaciones, sistemas, equipos y elementos de un equipo, de acuerdo a su importancia ya los que es beneficioso dirigir recursos mejorando la confiabilidad operacional. Esta clasificación se da de acuerdo al impacto ya la consecuencia de las fallas de los sistemas de producción.

3.10.1 Descripción de la Metodología de análisis de criticidad. La criticidad de un equipo se puede determinar mediante la utilización de una matriz de frecuencia por consecuencia de falla. Un eje representa la frecuencia de fallas y el otro las consecuencias, ver tabla 7. El resultado de este análisis da una lista ponderada de los equipos o elementos desde el más crítico al menos crítico de la totalidad analizada, y clasificando por tres zonas alta, media y baja criticidad,

facilitando el diseño de estrategias que brinden el mejoramiento de la confiabilidad operacional.

Tabla 8. Matriz de criticidad.

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
CONSECUENCIA						

Niveles de criticidad.

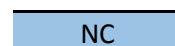
Criticidad alta



Criticidad media



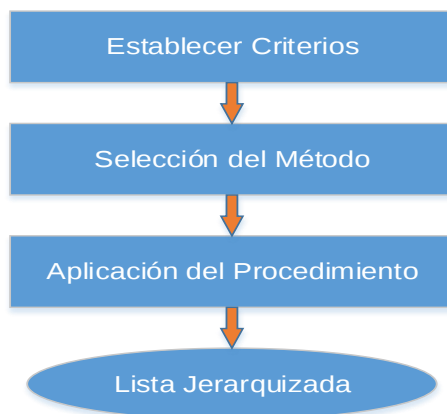
Criticidad baja



Los colores permiten identificar el nivel de riesgo.

Un modelo para realizar el análisis de criticidad se puede basar en el mostrado en la figura 15.

FIGURA 15. Modelo de análisis de criticidad.



Fuente: Curso Confiabilidad operacional disponible en <<http://www.mailxmail.com/curso-confiabilidad-operacional/analisis-criticidad-introduccion>>

El objetivo del análisis de criticidad es determinar la jerarquía a partir de un conjunto de criterios evaluados. Desde este punto de vista existe una gran diversidad de criterios que varían dependiendo de los elementos que se están clasificando, también varían según las necesidades y oportunidades de la organización. Algunos de los criterios comunes usados en el proceso de jerarquización se presentan a continuación:

- Costos de parada y de mantenimiento.
- Frecuencia de fallas.
- Condiciones de operación.
- Flexibilidad operacional.
- Efecto en la calidad del producto.
- Efecto en la seguridad, ambiente e higiene.
- Facilidad de inspección y mantenimiento.
- Disponibilidad de repuestos.

Un método de análisis de criticidad debe ayudar a determinar la jerarquía de los procesos, sistemas y equipos. La criticidad se puede expresar como:

$$\textit{Criticidad} = \textit{Frecuencia} * \textit{Consecuencia}$$

Donde la frecuencia está directamente relacionado con la cantidad de fallas o sucesos presentes en el sistema evaluado. La consecuencia está relacionada con el impacto y la flexibilidad operacional, los costos de mantenimiento y la seguridad.

La selección de los factores es adaptable a cada organización y se realiza con las personas involucradas en los procesos operacionales, de mantenimiento, seguridad y ambiente.

Tabla 9. Criterios para calcular la criticidad.

Frecuencia de falla:		Costo de mantenimiento:	
Pobre: mayor a dos fallas/año	4	Mayor o igual a \$200000	2
Promedio: 1-2 fallas /año	3		
Buena: 0.5-1 fallas/año	2	Inferior a \$200000	1
Excelente: menos de 0.5 fallas/año	1		
Impacto operacional:		Impacto en seguridad ambiental higiene (SAH):	
Perdida de todo el despacho	10	Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización	8
Parada del sistema o subsistema y tiene reparación en otros sistemas	7		
Impacta en niveles de inventario o calidad	4	Afecta ambiente/instalaciones	7
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1	Afecta instalaciones causando daños severos	5
		Provoca daños menores (ambiente y seguridad)	3
Flexibilidad operacional:		No provoca ningún tipo de daño personas instalaciones o ambiente	1
No existe opción de producción y no hay función de repuestos	4		
Hay opción de repuesto compartido/ almacén	2		
Función de repuesto disponible	1		

Fuente: Modelo de criticidad de factores ponderados basados en el concepto de riesgo PDVSA E&P Occidente 2002, Adaptado por los autores.

3.10.2 Aplicación del método

La obtención de un valor cuantitativo de criticidad total se realiza mediante las siguientes ecuaciones:

$$Críticidad = Frecuencia * Consecuencia \quad (1)$$

$$Frecuencia = \text{Rango de fallas en un tiempo determinado} \left(\frac{\text{fallas}}{\text{año}} \right) \quad (2)$$

$$\begin{aligned} Consecuencia = & [Impacto * Flexibilidad] + [Costos de mantenimiento] \\ & + [Impacto de seguridad] \quad (3) \end{aligned}$$

Para realizar el análisis de criticidad de los equipos de RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS fue necesaria la colaboración y orientación de los operarios de las y el Jefe de taller, al ser ellos los encargados de realizar las labores de mantenimiento. Como ejemplo a continuación se muestra el análisis de criticidad de la Prensa Embombadora. El resultado del análisis de las demás máquinas se puede ver en la tabla 10.

FIGURA 16. Prensa Embombadora



Tabla 10. Ponderación de factores.

Código	MEC-PE-01
FACTORES EVALUADOS	Valor
FRECUENCIA DE FALLAS	3
IMPACTO OPERACIONAL	10
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	4
COSTO DE MANTENIMIENTO	2
IMPACTO SAH	8

Frecuencia = 3

Consecuencia = [10 X 4] + 2 + 8 = 50

Criticidad total= 150

Matriz de criticidad MEC-PE-01

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	MEC-PE-01
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
CONSECUENCIA						

Nivel de criticidad = CRITICO

Con base en la matriz de criticidad, se establecen tres grupos de criticidad, dependiendo de la ponderación de la frecuencia y consecuencia de falla de cada máquina y equipo.

a. **Equipos críticos:** Es aquel que cuando falla, produce una parada total o suspensión drástica de la producción afectando significativamente los resultados de la empresa, el rango de criticidad se encuentra si la frecuencia de falla esta entre (1 - 4) y la consecuencia de la falla esta entre (30 - 50), además debe caer en la sección de color rojo.

b. **Equipo semicrítico:** Es aquel que cuando presenta una falla, afecta parcialmente el funcionamiento del sistema productivo, pero no causa una parada total, el rango de criticidad se encuentra si la frecuencia de falla esta entre (1 - 4) y la consecuencia de la falla esta entre (10 - 40), además debe caer en la sección de color amarilla.

c. **Equipo no crítico:** Es aquel cuya falla no afecta el sistema productivo. El rango de criticidad se encuentra si la frecuencia de falla esta entre (1 - 2) y la consecuencia de la falla esta entre (10 - 20), además debe caer en la sección de color blanca.

Debido que el proceso de establecer el índice de criticidad de los equipos es repetitivo se opta por simplificar el procedimiento que se muestra en la tabla 10. En la que se muestra la lista con la jerarquización de los equipos con la identificación de los factores evaluados.

Los factores presentes en la tabla 10 se identifican de la siguiente manera:

- FF= Frecuencia de fallas.
- CO= Costo de mantenimiento.
- IO= Impacto operacional.
- SAH= Impacto SAH.
- FO= Flexibilidad operacional.

Tabla 11. Lista jerarquizada de los equipos de la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS

CÓDIGO	EQUIPO	FF	IO	FO	CO	SAH	CRIT. TOTAL	NIVEL DE CRITICIDAD
MEC-PE-01	Prensa embombadora	3	10	4	2	8	150	CRITICO
MEC-CH-01	Cortadora hidráulica	2	10	4	2	8	100	CRITICO
MEC-TP-01	Torno paralelo	4	7	4	2	8	152	CRITICO
MEC-SS-01	Sierra sinfín	3	10	4	1	7	144	CRITICO
MEC-RL-01	Roladora	4	7	4	1	7	144	CRITICO
MEC-DBH-01	Dobladora hidráulica	2	7	4	1	5	68	MEDIANAMENTE CRITICO
MEC-TA-02	Taladro de árbol	3	7	2	1	7	66	MEDIANAMENTE CRITICO
MEC-FR-01	Fresadora SÚPER	3	4	4	2	5	69	MEDIANAMENTE CRITICO
MEC-CP-01	Cortador de plasma	2	7	4	2	8	76	MEDIANAMENTE CRITICO

MEC-CP-02	Cortador de plasma	2	7	4	2	8	76	MEDIANAMENTE CRITICO
MEC-CP-03	Cortador de plasma	4	1	2	2	5	33	MEDIANAMENTE CRITICO
MEC-CP-04	Cortador de plasma pantógrafo	4	1	2	2	5	36	MEDIANAMENTE CRITICO
ENS-SL-01	Soldador multiprocesos	2	7	4	1	7	72	MEDIANAMENTE CRITICO
ENS-SL-02	Soldador multiprocesos	2	7	4	1	5	68	MEDIANAMENTE CRITICO
ENS-MS-02	Moto soldador	3	4	4	1	5	30	MEDIANAMENTE CRITICO
ENS-SL-01	Soldador multiprocesos	2	7	4	1	7	72	MEDIANAMENTE CRITICO
ENS-SL-02	Soldador multiprocesos	2	7	4	1	5	68	MEDIANAMENTE CRITICO
ENS-MG-01	Soldador MIG	2	7	4	2	5	70	MEDIANAMENTE CRITICO
ENS-MG-02	Soldador MIG	2	7	4	1	5	68	MEDIANAMENTE CRITICO
ENS-MG-03	Soldador MIG	2	7	4	1	5	68	MEDIANAMENTE CRITICO
ENS-SG-01	Soldador autógeno	3	4	2	1	5	42	MEDIANAMENTE CRITICO
ENS-SG-02	Soldador autógeno	3	4	2	1	5	42	MEDIANAMENTE CRITICO
MEC-TP-02	Torno paralelo	1	7	2	2	8	24	NO CRITICO
MEC-TA-01	Taladro de árbol	2	4	2	1	7	32	NO CRITICO
PIN-CA-01	Compresor	1	4	1	1	3	8	NO CRITICO
PIN-CA-02	Compresor	1	4	1	1	3	8	NO CRITICO
ENS-MS-01	Moto soldador	2	4	1	1	5	20	NO CRITICO
ENS-MG-01	Soldador MIG	1	4	1	1	3	8	NO CRITICO
ENS-MS-01	Moto soldador	2	4	1	1	5	20	NO CRITICO
ENS-SA-01	Soldador arco eléctrico	1	4	2	1	5	14	NO CRITICO
ENS-SA-02	Soldador arco eléctrico	1	4	2	1	5	14	NO CRITICO
ENS-SA-03	Soldador arco eléctrico	1	4	2	1	5	14	NO CRITICO
ENS-SA-04	Soldador arco eléctrico	1	4	2	1	5	14	NO CRITICO
ENS-SA-05	Soldador arco eléctrico	1	4	2	1	5	14	NO CRITICO
ENS-SA-06	Soldador arco eléctrico	1	4	2	1	5	14	NO CRITICO

ENS-SA-07	Soldador arco eléctrico	1	4	2	1	5	14	NO CRITICO
ENS-SA-08	Soldador arco eléctrico	1	4	2	1	5	14	NO CRITICO
ENS-SA-09	Soldador arco eléctrico	1	4	2	1	5	14	NO CRITICO
ENS-SA-10	Soldador arco eléctrico	1	4	2	1	5	14	NO CRITICO
ENS-SA-11	Soldador arco eléctrico	1	4	2	1	5	14	NO CRITICO
ENS-SA-12	Soldador arco eléctrico	1	4	2	1	5	14	NO CRITICO
ENS-SA-13	Soldador arco eléctrico	1	4	2	1	5	14	NO CRITICO
ENS-SA-14	Soldador arco eléctrico	1	4	2	1	5	14	NO CRITICO
ENS-SA-15	Soldador arco eléctrico	1	4	2	1	5	14	NO CRITICO
ENS-SA-16	Soldador arco eléctrico	1	4	2	1	5	14	NO CRITICO
ENS-SA-17	Soldador arco eléctrico	1	4	2	1	5	14	NO CRITICO
ENS-SA-18	Soldador arco eléctrico	1	4	2	1	5	14	NO CRITICO
ENS-SA-19	Soldador arco eléctrico	1	4	2	1	5	14	NO CRITICO
ENS-SA-20	Soldador arco eléctrico	1	4	2	1	5	14	NO CRITICO
ENS-SA-21	Soldador arco eléctrico	1	4	2	1	5	14	NO CRITICO
ENS-SA-22	Soldador arco eléctrico	1	4	2	1	5	14	NO CRITICO
PPT-MB-01	Motobomba	1	1	1	1	1	3	NO CRITICO
MEC-PH-01	Prensa hidráulica	2	3	2	2	2	20	NO CRITICO
MEC-CM-01	Cortadora manual	1	2	1	1	2	5	NO CRITICO
MEC-DBM-01	Dobladora manual	1	2	1	1	2	5	NO CRITICO

4. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

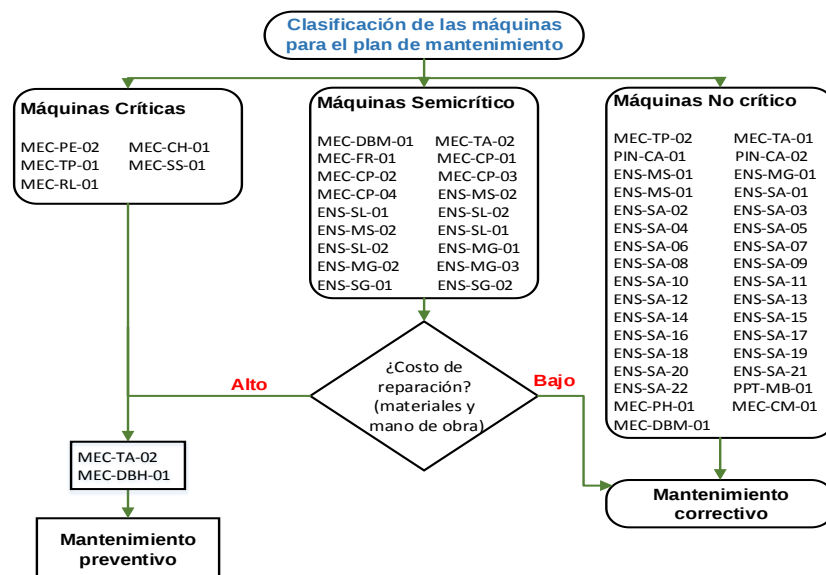
Se elaboró el programa de mantenimiento preventivo por equipo, con base a la experiencia recogida por parte de los operarios y el estudio realizado por la literatura correspondiente al mantenimiento de equipos.

El programa de mantenimiento preventivo está enfocado en un mantenimiento autónomo, las actividades como inspección visual, lubricación, detección de fallas y aseó. Las ejecutará el operario de cada equipo, ya que no fue una opción viable contratar personas que se encarguen exclusivamente a las labores de mantenimiento.

4.1 RUTINAS DE MANTENIMIENTO

Las inspecciones periódicas programadas se ejecutan en las máquinas y equipos críticos y algunos semicrítico que por su importancia y su alto valor de reparación también se les realiza un mantenimiento preventivo. Esto se puede ver en la lista jerarquizada como resultado del análisis de criticidad ver Figura 17.

FIGURA 17. Clasificación de las máquinas



- **Formato para las rutinas de mantenimiento preventivo**

Se muestra en la figura 18 el formato de las inspecciones periódicas a las máquinas que se clasifican en el tipo de mantenimiento preventivo según la figura 17. Las rutinas se basan en realizar labores de inspección visual, revisión eléctrica, lubricación y limpieza. Las rutinas de mantenimiento se apoyan en los manuales de los fabricantes y en la experiencia de los operarios, se trata de que la información sea precisa, para que el operario pueda atender la actividad de mantenimiento en tiempo corto sin que interfiera con sus obligaciones laborales, evitando así emplear a los técnicos especializados en estas labores.

FIGURA 18. Formato rutinas de mantenimiento.

	RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
	Equipo :				Codigo:	
DESCRIPCION DE LA RUTINA	DIARIA	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMETRAL	ANUAL	

En el anexo B se encuentran las rutinas mantenimiento de los equipos que muestra como críticos la figura 17.

4.2 ELABORACIÓN DE MANUALES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Los manuales de mantenimiento preventivo se basan en la información obtenida a través del diagnóstico, la documentación técnica de la maquinaria, y con la

participación y asesoría de los operarios que cuentan con la experiencia en el mantenimiento de las máquinas. Como resultado se tiene un manual de mantenimiento preventivo para las máquinas críticas de la empresa.

El manual está estructurado de la siguiente manera:

- Descripción del proceso en el que está involucrado el equipo.
- Breve descripción del equipo, función y uso.
- Mantenimiento de la máquina que es realizado por el operario, que involucra rutinas de limpieza, lubricación y engrase general de la máquina.
- Mantenimiento técnico que involucra el mantenimiento correctivo general.
- Mantenimiento especializado. Este depende de la complejidad de la falla y es ejecutado por técnicos especialistas externos a la empresa.
- Cronograma de actividades de mantenimiento anual.
- Planos básicos de la máquina.

En total se elaboraron dos manuales de mantenimiento correspondientes a las máquinas críticas, Roladora y Prensa Embombadora, que se encuentran en el anexo D; se elaboraron 4 planos básicos con las medidas básicas, partes, y plano de explosión para cada una de las máquinas.

5. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

La empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS tiene como meta optimizar al máximo todos sus recursos con el fin de producir bienes y servicios que permitan dar continuidad y expansión a su empresa. Los objetivos básicos del mantenimiento se logra aplicando estrategias concretas para la optimización de la gestión, como son el mantenimiento sistemático, la investigación, la programación y la capacitación del personal. Estas estrategias deben ser coordinadas y controladas por medio de una eficiente gestión administrativa, estructurada con base en los procesos del mantenimiento y apoyada por el sistema de información para la gestión de mantenimiento, que le permita conocer al Jefe de taller, en forma veraz y oportuna, la respuesta a sus requerimientos.

El flujo informativo para una eficiente función administrativa es canalizado a través del sistema de información para la gestión de mantenimiento, la cual se alimenta de dos grupos básicos de información:

- Reporte de las labores ejecutadas (contenido en las órdenes de trabajo).
- Conocimiento de los recursos que llegan al sistema (orden de entrada, datos del personal, máquinas, materiales, etc.)

El software para la gestión de mantenimiento de la empresa fue mejorado por Jorge Andrés Díaz Rodríguez y Oscar Fernando Sanabria Ortiz como proyecto de grado, cumpliendo con las necesidades actuales para la gestión de mantenimiento en la empresa.

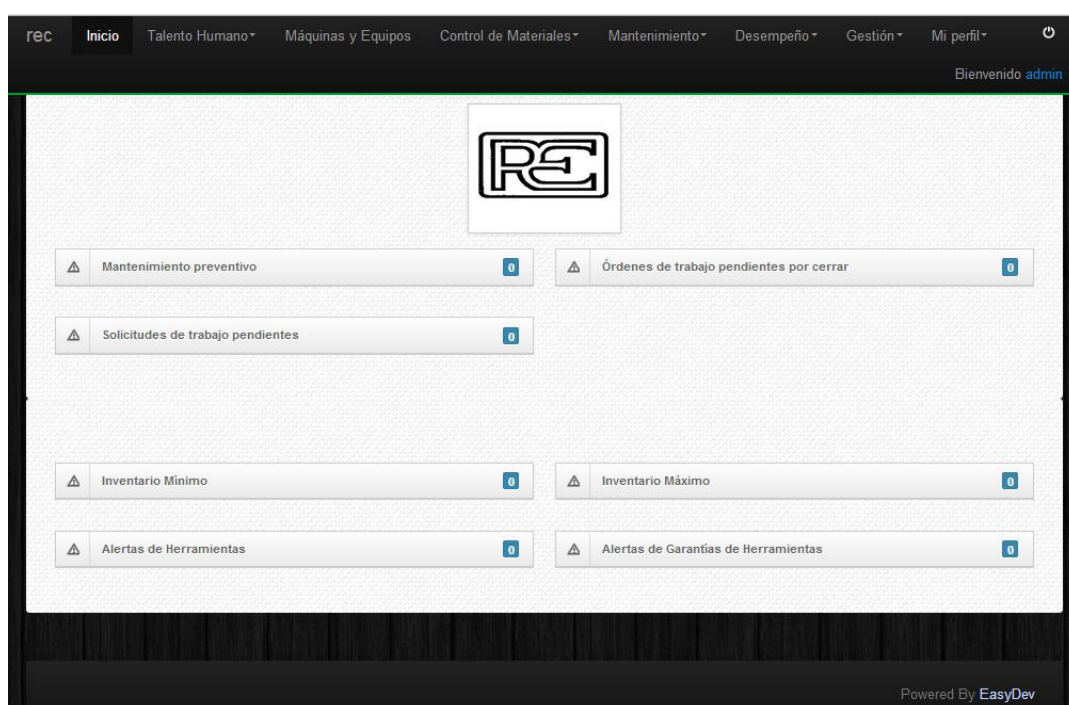
5.1 PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN EN LA EMPRESA

Dentro de la de implementación del plan de mantenimiento se encuentra la etapa cuatro que hace referencia a la implementación de un sistema de información,

permitiendo a la empresa desarrollar una actuación en el área de mantenimiento eficaz y eficiente.

Al ingresar al sistema de información se observa que este cuenta con seis módulos, en los que registran la información de empleados, máquinas, herramientas, materiales y módulos para la gestión de los indicadores de mantenimiento. En esta pantalla también se muestran las alarmas de las tareas pendientes a realizar, alarmas de inventario y alerta de herramientas.

FIGURA 19. Pantalla de inicio del sistema de información.



5.1.1 Implementación del módulo 1: Talento Humano

En este módulo se registra la totalidad de los empleados con el fin de obtener en forma rápida la información básica del empleado y adicionalmente tener disponible la información para establecer responsabilidades ya sea en la asignación de máquinas, equipos, herramientas, materiales y ejecución o generación de órdenes de trabajo.

En total se ingresaron 20 empleados entre administrativos y operarios, a cada uno de ellos se registró en el sistema de información, datos de identificación, fotografía e información general para el manejo interno de la empresa como el departamento del área producción y el cargo correspondiente. En la figura 26 se muestra el listado de los empleados ingresados en el sistema.

FIGURA 20. Lista de Empleados

Rol	Nombres	Apellidos	Usuario	Documento	Departamento	Cargo	Teléfonos	Acciones
Invitado	CARLOS	CALDERON CUADROS	CARLOSCALDERON	5615028	Mecanizado	Soldador	6652180	[icon]
Invitado	ELIBERTO	JAIME PEÑA	ELIBERTOJAIME	13837580	Mecanizado	Coordinador Operativo	6531185	[icon]
Invitado	VICTOR JULIO	ARCINIEGAS NIÑO	VICTORARCINIEGAS	91320759	Mecanizado	Soldador	6533420	[icon]
Invitado	DANIS MANUEL	ARRIETA ARRIETA	DANISARRIETA	78759179	Mecanizado	Soldador	0	[icon]
Invitado	SANDRA MILENA	ARANGUE ANAYA	SANDRAARANGUE	37751968	Administración	Auxiliar administrativo	6909831	[icon]
Invitado	LILIANA ANDREA	MARTINEZ FLOREZ	LILIANAMARTINEZ	1095935222	Administración	Secretaria	6841649	[icon]
Invitado	ELIANA ALEJANDRA	RUALES GELVES	ELIANARUALES	1098722373	Administración	Secretaria	0	[icon]
Invitado	GIOVANNI	CONTREERAS	GIOVANNICONTREERAS	88274727	Pintura y acabado	Pintor	0	[icon]
Invitado	JORGE ELIECER	DAVILA BASTIDAS	JBASTIDAS	1095929336	Ensamble y montaje	Obrero de ensamble	0	[icon]
Invitado	JOSE MARIA	QUINTRO DIAZ	JQUINTERO	5645433	Ensamble y montaje	Obrero de ensamble	0	[icon]
Invitado	JERSON ORLANDO	SOTO ORTIZ	JSOTO	77191764	Ensamble y montaje	Obrero de ensamble	0	[icon]
Invitado	MARLON JAVIER	CONDE	MCONDE	1098644339	Pintura y acabado	Aux. Pintura	2147483	[icon]
Invitado	ERIK JAIME	SIABATO	ESIABATO	91516829	Mecanizado	Soldador	6469327	[icon]
Invitado	OSCAR GERARDO	HERNANDEZ ORDUZ	OHERNANDEZ	91535346	Administración	Auxiliar administrativo	6469327	[icon]
Invitado	DAVID ALEJANDRO	PRADA	DPRADA	1095931716	Ensamble y montaje	Obrero de ensamble	6469327	[icon]
Invitado	JEISSON	TELLEZ	JTELLEZ	1095937394	Mecanizado	Soldador	6652180	[icon]
Invitado	ALVARO CARLOS	CHAVEZ	ACHAVEZ	1098618759	Pintura y acabado	Aux. Pintura	6531185	[icon]
Administrador	Administrador	General	admin	0	Administración	Administrador	6469327	[icon]
Administrador	JAVIER ENRIQUE	ESCOBAR NIÑO	JAVIERESCOBAR	91182220	Mecanizado	Coordinador de producción	6469327	[icon]
Administrador	OMAR FABIAN	BLANCO PATIÑO	OMARBLANCO	109593239	Almacén	Almacénista	6465861	[icon]
Administrador	JENNEHY ISABEL	ESCOBAR NIÑO	JEESCOBAR	6353284	Administración	Coor. Administrativa	0	[icon]

5.1.2 Implementación del módulo 2: Máquinas y equipos

Este módulo es parte primordial del sistema de información, debido a que las máquinas son el eje central para realizar labores de mantenimiento. El proceso de registro de las máquinas en el sistema de información es el paso más tedioso por la gran cantidad de información correspondiente a las máquinas, que involucra: especificaciones técnicas, partes, sistemas de la máquina, rutinas de inspección, rutinas de lubricación, planos, catálogos del fabricante, manuales de operación entre otros.

En total se ingresaron 49 máquinas y equipos que pertenecen a la planta de producción de la empresa Rafael Escobar Contreras. A estas 49 máquinas se adjunta: imagen, localización del equipo dentro de la planta, catálogos, planos, manual del fabricante o de operación, puntos de lubricación, puntos de inspección y rutinas de mantenimiento. El listado de las máquinas y equipos registrados en el sistema de información se muestra en la figura 27.

FIGURA 21. Máquinas y equipos.

Código	Máquina	Marca	Fabricante	Modelo	Departamento	Proveedor	Última actualización	Acciones
PIN-CA-01	Compresor	CAMPBELL		CI 15K3120H	Pintura y acabado		2014-06-21	[Edit] [View] [Delete]
PIN-CA-02	Compresor	HANSHIN			Pintura y acabado		2014-06-21	[Edit] [View] [Delete]
MEC-CP-01	Cortador de plasma	MILLER	Miller Electric	SPECTRUM 875	Mecanizado		2014-06-23	[Edit] [View] [Delete]
MEC-CP-02	Cortador de plasma	MILLER	Miller Electric	SPECTRUM 875	Mecanizado		2014-06-23	[Edit] [View] [Delete]
MEC-CP-03	Cortador de plasma	HYPERTHERM	Hypertherm	POWERM4X45	Mecanizado	Pendiente	2014-07-23	[Edit] [View] [Delete]
MEC-CP-04	Cortador de plasma pantógrafo				Mecanizado		2014-06-22	[Edit] [View] [Delete]
MEC-CH-01	Cortadora Hidráulica	STROJARNE	STROJARNE	CNTA3150	Mecanizado	Pendiente	2014-07-20	[Edit] [View] [Delete]
MEC-DBH-01	Dobladora hidráulica	Hermanos Franco	Hermanos Franco	FH-260-4	Mecanizado		2014-07-15	[Edit] [View] [Delete]
MEC-DBM-01	Dobladora manual	NIAGRA	Niagra		Mecanizado	Pendiente	2014-06-17	[Edit] [View] [Delete]
MEC-FR-01	Fresadora	SUPERDRILL			Mecanizado		2014-06-21	[Edit] [View] [Delete]

En la siguiente tabla se muestra el total de las partes ,rutinas de mantenimiento, puntos de inspección, puntos de lubricación, Planes ymanuales delas máquinas y equipos ingresados hasta el momento en el sistema de información.

Tabla 12. Recopilación de información

Item	Cantidad
Rutinas de mantenimiento	107
Partes	192
Puntos de inspección	116
Puntos de lubricación	42
Planos	24
Manuales	23

Como ejemplo de la información ingresada al software para la gestión de mantenimiento se toma la Roladora mecánica, hace parte del proceso de producción en la etapa de cilindrado de las láminas. Las partes agregadas se pueden observar en las siguientes figuras. Partes en la figura 28, puntos de lubricación figura 29, puntos de inspección figura 30 y las rutinas de mantenimiento figura 31.

FIGURA 22. Lista de partes

Código	Nombre	Proveedor	Sistema	Especificaciones de operación	Fabricante	Acciones
MEC-RL-01-COR-01	Correa	CADENAS Y BANDAS LTDA	Mecánico			[Icons]
MEC-RL-01-BAS-1	Bastidor	Pendiente	Mecánico			[Icons]
MEC-RL-01-TBE-1	Tablero Eléctrico	Pendiente				[Icons]
MEC-RL-01-TOR-1	Tomillos de ajuste	Pendiente	Mecánico	3 tornillos de ajuste de operación		[Icons]
MEC-RL-01-BUJ-1	Bujes	Industrias Aceros	Mecánico	Cantidad 8	REC	[Icons]
MEC-RL-01-POL-2	Polea conducida	Pendiente	Mecánico			[Icons]
MEC-RL-01-POL-1	Polea conductora	Pendiente	Mecánico			[Icons]
MEC-RL-01-MOT-01	Motor eléctrico	Pendiente	Eléctrico			[Icons]
MEC-RL-01-ROL-3	Rodillo inferior 2	Pendiente	Mecánico			[Icons]
MEC-RL-01-ROL-2	Rodillo inferior 1	Pendiente	Mecánico			[Icons]

FIGURA 23. Puntos de lubricación.

# PI	Parte	Lubricante	Cantidad	Acciones
3	MEC-RL-01-BUJ-1 Bujes	Grasa		[Icons]
2	MEC-RL-01-BUJ-1 Bujes	Grasa		[Icons]
1	MEC-RL-01-TOR-1 Tornillos de ajuste	Grasa		[Icons]

FIGURA 24. Puntos de inspección



FIGURA 25. Rutinas de mantenimiento

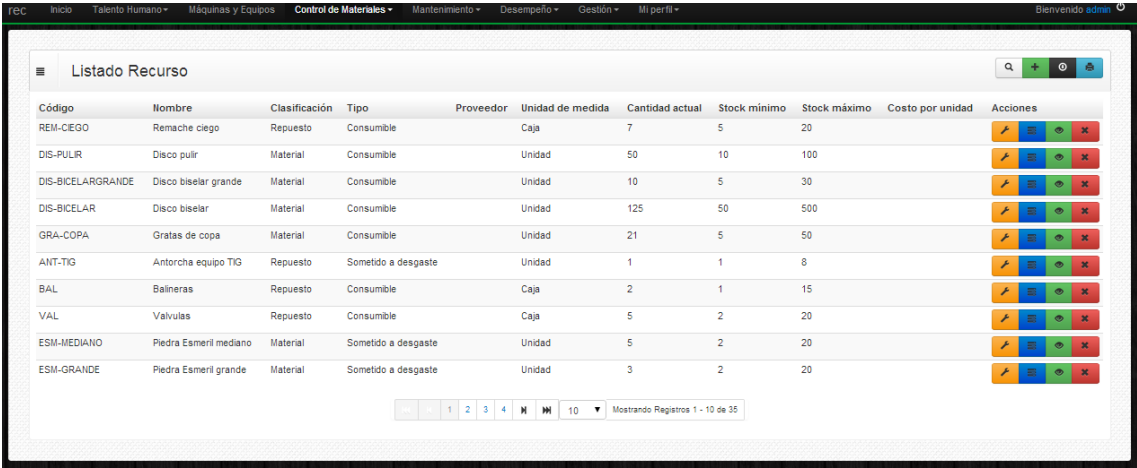
Roladora MEC-RL-01						
Listado de Rutinas Mantenimiento						
Máquina - equipo	Periodicidad	Actividad	Margen Aviso	Nombre de la tarea	Acciones	
Roladora MEC-RL-01	Trimestral	Revisar	3	Inspección eléctrica	[Iconos de acción]	
Roladora MEC-RL-01	Mensual	Lubricación	3	Lubricar bujes	[Iconos de acción]	
Roladora MEC-RL-01	Trimestral	Lubricación	3	Lubricar tornillos de ajuste	[Iconos de acción]	
Roladora MEC-RL-01	Revisar		3	Inspección de correas	[Iconos de acción]	
Roladora MEC-RL-01	Semestral	Limpieza del motor	3	limpia	[Iconos de acción]	
Roladora MEC-RL-01	Anual	Cambio de buje	2	Cambiar bujes	[Iconos de acción]	
Roladora MEC-RL-01	Anual	Cambio de correa	2	Cambio de correa	[Iconos de acción]	
Roladora MEC-RL-01	Trimestral	Inspección	2	Inspección de los bujes de apoyo de los rodillos	[Iconos de acción]	
Roladora MEC-RL-01	Diana	Limpieza del equipo	2	limpieza del equipo	[Iconos de acción]	

5.1.3 Implementación del módulo 3: Control de Materiales

Este módulo permite llevar un control en tiempo real de materiales y herramientas, indicando mediante una alarma el estado del inventario cuando este llega a los niveles mínimos requeridos. La alarma es mostrada en la pantalla inicial.

Al momento de registrar los materiales para ingresarlos al software, se estaba acondicionando la bodega y se tiene registro parcial de 35 materiales. Los materiales ingresados en el sistema de información se muestran a continuación.

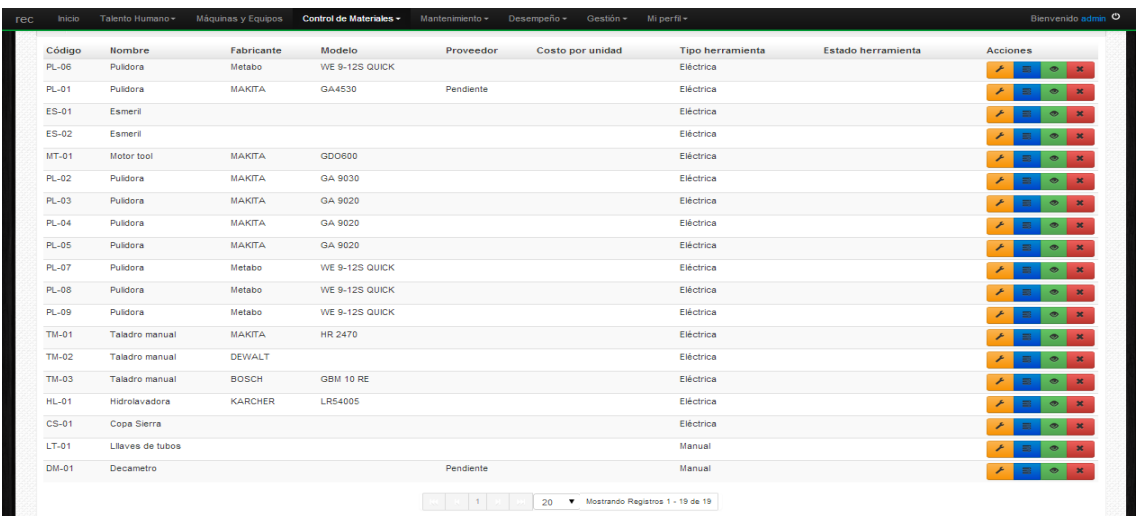
FIGURA 26. Lista de materiales.



Código	Nombre	Clasificación	Tipo	Proveedor	Unidad de medida	Cantidad actual	Stock mínimo	Stock máximo	Costo por unidad	Acciones
REM-CEGO	Remache ciego	Repuesto	Consumible		Caja	7	5	20		   
DIS-PULR	Disco pulir	Material	Consumible		Unidad	50	10	100		   
DIS-BICELARGRADE	Disco biselar grande	Material	Consumible		Unidad	10	5	30		   
DIS-BICELAR	Disco biselar	Material	Consumible		Unidad	125	50	500		   
GRA-COPA	Gratas de copa	Material	Consumible		Unidad	21	5	50		   
ANT-TIG	Antorcha equipo TIG	Repuesto	Sometido a desgaste		Unidad	1	1	8		   
BAL	Balneras	Repuesto	Consumible		Caja	2	1	15		   
VAL	Valvulas	Repuesto	Consumible		Caja	5	2	20		   
ESM-MEDIANO	Piedra Esmeril mediano	Material	Sometido a desgaste		Unidad	5	2	20		   
ESM-GRANDE	Piedra Esmeril grande	Material	Sometido a desgaste		Unidad	3	2	20		   

El proceso de llenado del submódulo de herramientas en el sistema de información, similar al de las máquinas y equipos, con la posibilidad de crear alarmas para algunas herramientas que están sujetas a revisiones periódicas. En el submódulo se registraron 19 herramientas que se muestran continuación:

FIGURA 27. Lista de herramientas.



Código	Nombre	Fabricante	Modelo	Proveedor	Costo por unidad	Tipo herramienta	Estado herramienta	Acciones
PL-06	Pulidora	Metabo	WE 9-12S QUICK			Eléctrica		   
PL-01	Pulidora	MAKITA	GA4530	Pendiente		Eléctrica		   
ES-01	Esmeril					Eléctrica		   
ES-02	Esmeril					Eléctrica		   
IMT-01	Motor tool	MAKITA	GDD600			Eléctrica		   
PL-02	Pulidora	MAKITA	GA 9030			Eléctrica		   
PL-03	Pulidora	MAKITA	GA 9020			Eléctrica		   
PL-04	Pulidora	MAKITA	GA 9020			Eléctrica		   
PL-05	Pulidora	MAKITA	GA 9020			Eléctrica		   
PL-07	Pulidora	Metabo	WE 9-12S QUICK			Eléctrica		   
PL-08	Pulidora	Metabo	WE 9-12S QUICK			Eléctrica		   
PL-09	Pulidora	Metabo	WE 9-12S QUICK			Eléctrica		   
TM-01	Taladro manual	MAKITA	HR 2470			Eléctrica		   
TM-02	Taladro manual	DEWALT				Eléctrica		   
TM-03	Taladro manual	BOSCH	GBM 10 RE			Eléctrica		   
HL-01	Hidrolavadora	KARCHER	LR54005			Eléctrica		   
CS-01	Copa Sierra					Eléctrica		   
LT-01	Llaves de tubos					Manual		   
DM-01	Decametro			Pendiente		Manual		   

5.2 MODIFICACIONES AL SISTEMA DE INFORMACIÓN

5.2.1 Localización de las máquinas

En el proceso de implementación del software para la gestión de mantenimiento fue necesario realizar modificaciones que permitan una mejor adaptación a los requerimientos de la empresa. La modificación que se realizó corresponde a la inclusión de una imagen donde se muestra la ubicación de las máquinas dentro de planta de producción en el formato de hoja de vida de la maquinaria del sistema de información.

FIGURA 28. Formato de hoja de vida de la maquinaria sin modificar.

		HOJA DE VIDA DE LA MAQUINARIA	
		RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS	
Máquina:	Cortadora Hidráulica	Código:	MEC-CH-01
Marca:	STROJARNE	Modelo:	CNTA3150
Número de serie:		Fecha recepción:	2002-10-09
Valor (pesos):	0	Fecha Instalación:	2002-10-17
Fabricante:	STROJARNE	Prioridad:	Alta
CAP trabajo (hora):	0	Activo:	Si
Ubicación:		Departamento:	Mecanizado
Proveedor:		Dimensiones:	
		Peso (Kg):	0
Imagen			
			
Catálogo:	Descargar	Planos:	Descargar
Manual del Fabricante:	Descargar		

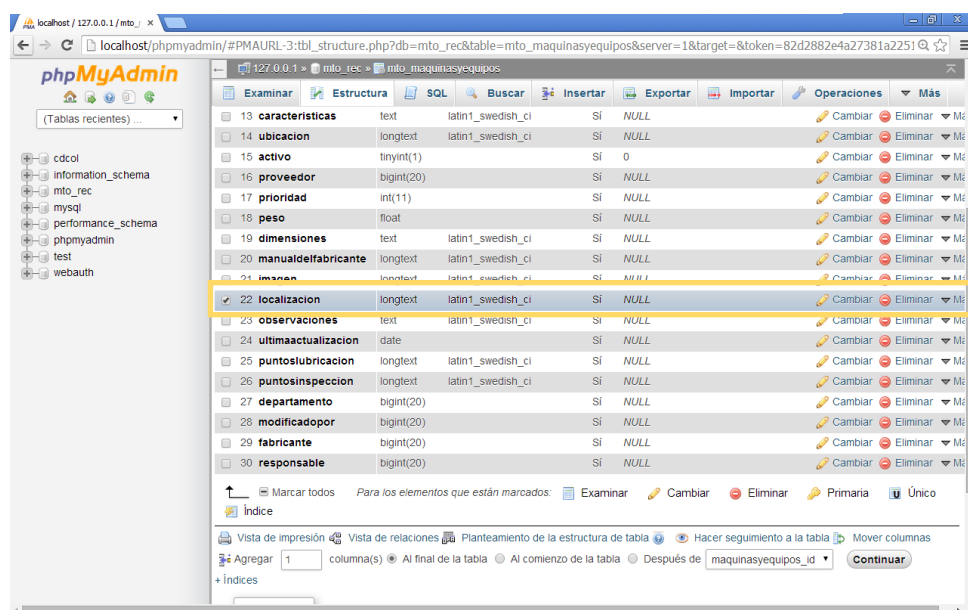
Para realizar este cambio primero se ingresará un nuevo campo en la tabla de máquinas y herramientas para ello se accede a la base de datos que se gestiona mediante phpMyAdmin se puede acceder mediante el enlace <http://localhost/phpmyadmin>, en el equipo donde está instalada la base de datos.

Se ingresa a la base de datos de la empresa seleccionando en la lista de las bases de datos la que corresponde al nombre *mta_rec* y se despliega la lista de tablas de la base de datos del sistema de información.

La modificación del software se realiza al módulo de máquina y equipos, la tabla denominada *mto_máquinasyequipos*. Esta modificación pretende incluir una imagen, debido a esto es necesario agregar un nuevo elemento a la tabla de máquinas y equipos. Para dar continuidad a la estructura del sistema de información se selecciona ingresar el nuevo elemento después del elemento imagen. Ya que la variable *ubicación* no está disponible se utiliza la variable *localización*

Al finalizar este proceso se muestra la inclusión del elemento, este elemento aparece en la lista de elementos de la tabla como se puede ver en la siguiente figura.

.FIGURA 29. Elemento agregado a la base de datos.



5.2.2 Modificación de los códigos PHP y HTML

La modificación se realizó con la ayuda del programa Notepad ++. Este editor de código soporta varios lenguajes de programación. La última versión está disponible gratuitamente en <http://notepad-plus-plus.org/download/v6.6.8.html> y se distribuye bajo la licencia pública general de GNU.

- **Modificación del Código Máquinasyequipos.php**

El primer archivo modificado es el archivo *Máquinasyequipos.php* se encuentra en la carpeta */models* al que se accede mediante la ruta *C:\xampp\htdocs\recl\application\modules\maquinasyequipos\models*, este archivo contiene la clase que representa los atributos dentro del código y en la que se crean los objetos. En este archivo se agrega una variable llamada *\$_localizacion* a la que se le asigna el valor especial NULL, que representa una variable sin valor.

Es necesario agregar las funciones *public function setlocalizacion(\$localizacion)* que permite establecer o cargar los datos que sirve como parámetro, y la función *public function getlocalizacion (\$localizacion)*, que obtiene el contenido de la variable localización.

En la modificación de este archivo se agregaron en total seis (6) líneas de código.

- **Modificación del código MaquinasyequiposMapper.php**

En la carpeta */models* se encuentra otro archivo denominado *MaquinasyequiposMapper.php* que contiene la clase *mapper* o de *mapeo*, en esta se define las relaciones y operaciones que entrelaza el código con la base de datos.

En la función *public function UpdateData (\$data)* que actualiza los datos en la base datos, se inserta una nueva instrucción condicional que busca la variable *localización* en la base de datos.

El siguiente paso es ingresar el registro en la función *public function _populate (\$data)* que se encarga de buscar y asignar a los como objetos los las variables de la de la base de datos del sistema de información.

En la función *public function _depopulate (\$object)* se convierten los objetos establecidos en el paso anterior en un arreglo de atributos. También se ingresa el registro para la variable localización.

En total se agregaron 5 líneas de código.

- **Modificación del código *Maquinasyequipos.php*.**

La carpeta */forms* a la que se accede mediante la ruta *C:\xampp\htdocs\rec\application\modules\maquinasyequipos\forms*, contiene los archivos con las clases con de los formulario de la entidades, de estos archivos de modifica el archivo llamado *Maquinasyequipos.php*.

La inclusión del formulario localización, requiere la definición de las variables para los campos destino, atributos, el nombre del rotulo y definición del elemento para el framework zend, También se ingresa la variable en el arreglo para su visualización.

Al incluir la imagen, se necesita un lugar donde se pueda depositar y disponer al momento de ser consultada por el sistema de información. Se crea una carpeta llamada *maquinasyequiposlocalizacion* en el siguiente directorio *C:\xampp\htdocs\rec\public\Files*, el nombre de la carpeta debe ser igual al suministrado en los campos ingresados anteriormente.

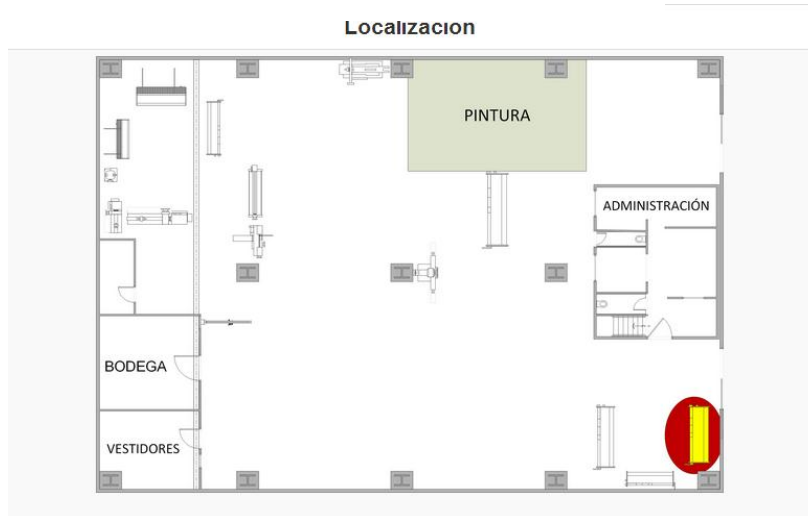
En total se ingresaron 8 líneas de código.

- **Modificación del archivo *detail.phtml***

Por último se requiere modificar el archivo *detail.phtml* que se encarga de la visualización. El acceso a este archivo se mediante la siguiente ruta: *C:\xampp\htdocs\rec\application\modules\maquinasyequipos\views\scripts\maquinasyequipos*.

La ubicación de los comandos dentro del código modifica la ubicación de la imagen en la pantalla que se muestra. Se decidió ubicar la imagen de la localización después de la imagen de la máquina. En el código que se ingresa se da a la imagen el rotulo *localización* además de la ubicación en la pantalla y el tamaño de la imagen a mostrar. El resultado final se puede ver a continuación:

FIGURA 30. Localizacion de la máquina.



Los resultados de la modificación requieren reiniciar los servicios de apache y MySQL, desde el panel de control de XAMPP

Para visualizar la localización de la máquina se selecciona la imagen en el menú de agregado de máquinas y equipos, como se puede observar en la figura 31, se puede acceder a este menú a través de la siguiente dirección: <http://localhost/rec/public/máquinasyequipos/maquinasyequipos#newmaquinasyequipos>.

FIGURA 31. Menú agregado de máquinas

Agregando Máquinas y Equipos

Prioridad:

Descripción

* Máquina:

Marcas:

Modelo:

* Código:

* Fecha recepción:

Fecha instalación:

Número de serie:

CAP trabajo (hora):

Catálogo: Ningún archivo seleccionado

Planos: Ningún archivo seleccionado

Valor (pesos):

Características del equipo:

Fabricante:

General

* Departamento:

Peso (Kg):

Dimensiones:

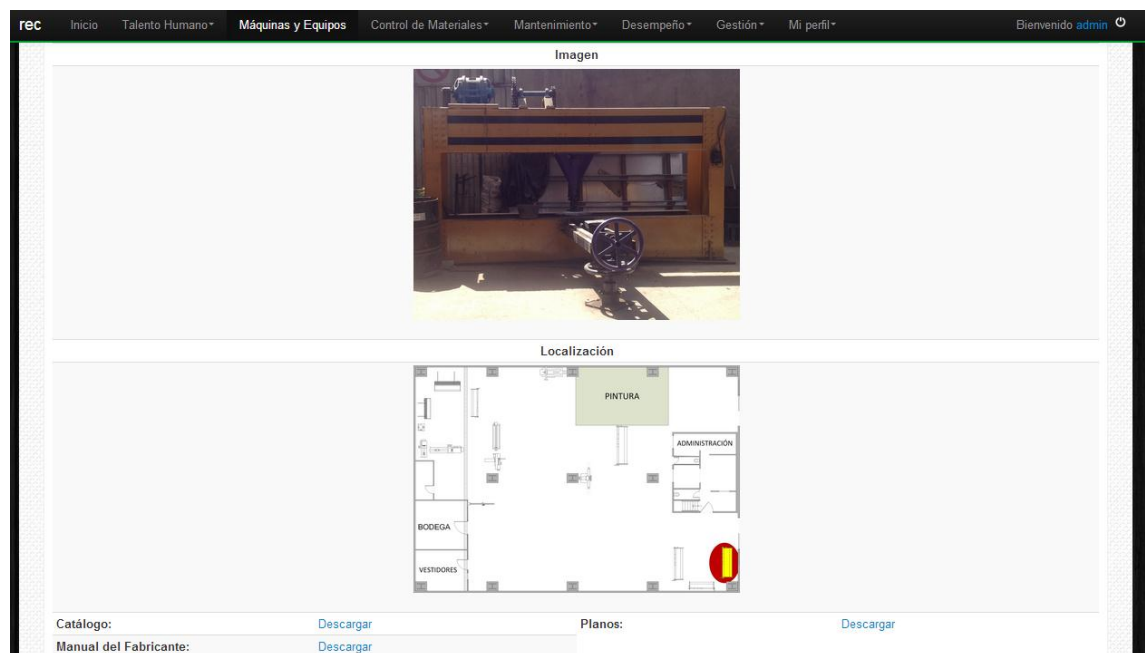
Manual del fabricante: Ningún archivo seleccionado

Imagen: Ningún archivo seleccionado

Localización: Ningún archivo seleccionado

Luego de guardar, la imagen se puede ver en el formato de hoja de vida de la maquinaria, al que se accede dando clic en el botón *detalle* correspondiente a la máquina en el módulo de máquinas y equipos. El resultado final de la modificación se ve a continuación.

FIGURA 32. Muestra final de la modificación.



5.2.3

5.2.4 Aumento del tamaño de los archivos subidos a la base de datos

Un inconveniente que se presentó al momento de implementar el sistema de información, está relacionado con el tamaño de los archivos que se pueden subir a la base de datos. El tamaño estaba predeterminado a 6 Megabytes para los archivos y de 2 Megabytes para las imágenes

Para aumentar el tamaño de los archivos que se pueden subir a la base de datos se modifica el archivo `php.ini` que se encuentra en la dentro de la carpeta `php` ubicada en la dentro de la carpeta de instalación del servidor XAMPP, o se puede acceder a esta carpeta por la ruta `C:\xampp\php`.

En el archivo `php.ini` se modifican las siguientes líneas:

- `upload_max_filesize=29M`

A esta línea de código se coloca un valor menor al tamaño máximo de los archivos que se desea subir a la base de datos

- `post_max_size = 40M`

En esta línea de código se modifica el tamaño máximo de los archivos que se suben a la base de datos. Su valor debe ser mayor al asignado en `upload_max_filesize`. Por limitaciones del servidor y facilidad del manejo de la base de datos no se aceptan archivos con tamaños superiores a 50 Megabytes.

- `max_execution_time = 600`

A la vez se debe modificar el `max_execution_time` (tiempo máximo en segundos que el servidor esperará al script para que termine su ejecución, en este caso, la carga de archivos), es recomendable modificarlo a un valor de 600.

6. CONCLUSIONES

Se ejecutó un diagnóstico a las labores de mantenimiento, con el fin de determinar el estado de la gestión de mantenimiento en la planta de producción y se encontró que en general las máquinas están en buen estado y el personal de la empresa se encuentra calificado para realizar labores de mantenimiento básicas.

Se propuso una estructura organizacional para el departamento de mantenimiento definiendo los objetivos, los alcances y las funciones que debe cumplir el personal encargado de mantenimiento; el nuevo organigrama de este departamento busca mejorar la distribución del personal, con el fin de mejorar el desempeño en las actividades de mantenimiento y la eficiencia en la producción.

Se realizó un análisis de criticidad de las máquinas y equipos de la empresa, que dio como resultado 5 máquinas críticas, 17 semicríticas y 27 no críticas, ayudando a priorizar las actividades de mantenimiento y facilitando la toma de decisiones.

Se diseñó un plan de mantenimiento para las máquinas críticas, semicríticas y no críticas, que contiene las rutinas de inspección, rutinas de lubricación y procedimientos de mantenimiento técnico, basados en recomendaciones de los fabricantes y el personal operativo de la empresa, logrando mantenerlas operativas y aprovechar al máximo la vida útil de la misma.

Se elaboraron los planos y manuales de mantenimiento básicos de dos máquinas del proceso de producción hechas por la empresa, para completar la información técnica faltante.

Se realizó el inventario de la maquinaria y se estableció la codificación a 49 máquinas y 15 herramientas existentes en la empresa, se elaboraron las fichas técnicas de las máquinas y herramientas como medio para que los operarios y las personas que ingresen a la empresa conozcan el funcionamiento adecuado de los equipos.

Se implementó el sistema de información para la gestión de mantenimiento para la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS S.A.S que permite manejar y controlar la información a través de diferentes módulos, optimizando los recursos físicos y permitiendo llevar una buena planeación de las actividades de mantenimiento. En general el sistema se alimentó con la información de 20 empleados de la empresa, 49 máquinas y equipos con sus correspondientes puntos de lubricación e inspección y rutinas de mantenimiento, manuales de operación; 15 herramientas y el inventario de materiales. Al sistema de información se realizaron modificaciones que consisten en la inclusión de una imagen con la ubicación de la máquina dentro de la planta de producción, además se logró que el acceso al sistema de información sea posible para cualquier equipo de cómputo de la empresa.

Con La implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS S.A.S se proporciona una herramienta que provee métodos encaminados a la conservación de los equipos, en pro del progreso de la empresa, aportando conocimientos y experiencia encaminados al desarrollo personal, como profesionales de alta calidad en beneficio de la industria Colombiana.

BIBLIOGRAFÍA

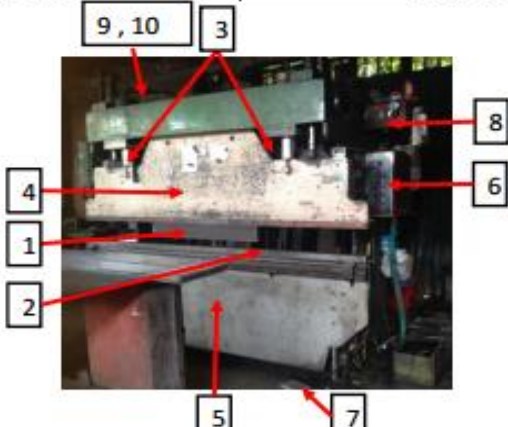
- ✓ BORRAS PINILLA, Carlos, Ingeniería de mantenimiento. Material docente, (2011: Bucaramanga). Lecturas y diapositivas de la asignatura Ingeniería de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2011.
- ✓ BUENROSTRO CARRILLO, Luis. DISEÑO Y APLICACIÓN DE SOFTWARE DE MANTENIMIENTO PARA LA INDUSTRIA NACIONAL: SOMAIN. [Base de datos en línea] México D.F, 2010
- ✓ CÁRDENAS GÓMEZ, Humberto. Mantenimiento Industrial. Universidad Industrial de Santander Bucaramanga, 1989. 123 p.
- ✓ DÍAS RODRÍGUEZ, Jorge Andrés y SANABRIA ORTIZ, Oscar Fernando. MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO SIGMERP E IMPLEMENTACIÓN EN LA EMPRESA RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS. Bucaramanga. Trabajo de investigación (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, 2013. 271p.
- ✓ DUFFA, saluh O. FAOUF A DIXON, campebell Jhon Sistemas de mantenimiento, planeación y control. Ed Limusa wiley, 2010. 419 p.

ANEXOS

Anexo A. Fichas técnicas de las máquinas.

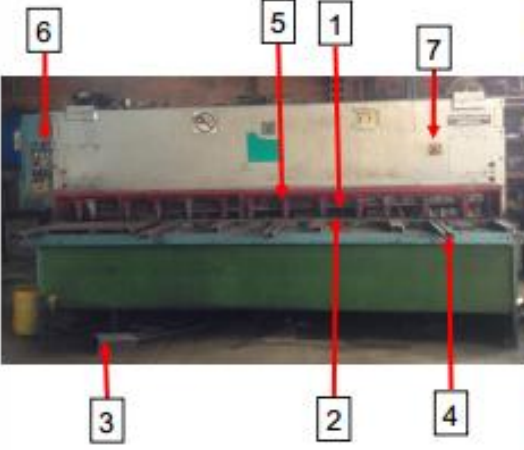
En el proceso de reconocimiento de las máquinas fue necesario realizar un formato para la ficha técnica de cada equipo, esto se realizó con la finalidad de registrar la descripción física, marca, modelo, código de inventario, especificaciones técnicas, partes del equipo, equipo de seguridad, instrucciones de uso, características de uso, función y control especial durante el manejo. Con estas especificaciones facilita el proceso de capacitación al nuevo empleado, el cual deberá leer la ficha técnica para familiarizarse con la máquina a trabajar. Se mostrara a continuación el formato diligenciado.

Ficha Técnica Dobladora Hidráulica.

	FICHA TECNICA		Código inventario	MEC-DBH-01										
	DOBLADORA HIDRAULICA		Versión	1										
			Página	1 de 2										
Elaborado por: David Alejandro Rodriguez		Aprobado por: Javier Escobar Niño												
DESCRIPCIÓN FÍSICA	Estructura de acero para dar rigidez y estabilidad, sistema de transmisión hidráulica doble cilindro, tipo de corriente trifásica, longitud de la lamina a doblar 2,90 metros y accionamiento manual.													
Marca	FRANCO HNOS.	Referencia												
Modelo	FH-260-4	Serial	103											
		Especificaciones técnicas ▶ Voltaje de operación 220 V ▶ Trifásica ▶ Capacidad de doblez 3/4 pulgada ▶ Potencia de la bomba ▶ Deposito de ▶ Frecuencia 60 Hz ▶ Dimensiones exteriores de la maquina Alto: 2,50 [m] Ancho: 1[m] Largo: 2,90[m] Partes <table border="0"> <tr> <td>1. Punzón</td> <td>6. Tablero de control</td> </tr> <tr> <td>2. Matriz</td> <td>7. Pedal</td> </tr> <tr> <td>3. Cilindros hidráulicos</td> <td>8. Manómetros de presión</td> </tr> <tr> <td>4. Mordaza superior</td> <td>9. Bomba</td> </tr> <tr> <td>5. Mordaza inferior</td> <td>10. Motor</td> </tr> </table>			1. Punzón	6. Tablero de control	2. Matriz	7. Pedal	3. Cilindros hidráulicos	8. Manómetros de presión	4. Mordaza superior	9. Bomba	5. Mordaza inferior	10. Motor
1. Punzón	6. Tablero de control													
2. Matriz	7. Pedal													
3. Cilindros hidráulicos	8. Manómetros de presión													
4. Mordaza superior	9. Bomba													
5. Mordaza inferior	10. Motor													
Equipo de seguridad 														
Instrucciones de uso 1. revisar la caja de distribución (tacos) este activado 2. girar la llave para encender la maquina 3. oprimir botón verde 4. posicionar la lamina a doblar 5. oprimir el pedal para realizar la operación de doblado 6. soltar el pedal 7. si se quiere volver a doblar la lamina se repite desde el 4   paso 4  paso 5														

 SAPTEL ESCUELA SUPERIOR DE MECÁNICA INDUSTRIAL	FICHA TECNICA	Código inventario	MEC-DBH-01
	DOBLADORA HIDRAULICA	Versión	1
		Página	2 de 2
Características de uso ▶ Facilita el doblado de la lamina ▶ Los bordes mínimos de plegado oscilan entre 6 o 8 veces su espesor. ▶ Tener en cuenta los manómetros de presión ▶ Tener en cuenta las especificaciones del Abaco de doblado para no sobre cargar la maquina			
Función: Este equipo se utiliza para doblar la lamina al ángulo que se dese y cuantas veces se requiera doblar, el plegado se realiza mediante un punzón que presiona la lamina sobre una matriz que puede tener distintas dimensiones El plegado de la lamina, ésta reposa sobre la matriz y el punzón desciende primero hasta aproximarse a una posición en la que se puede ajustar la lamina para que le doblado se realice de forma correcta, una vez ubicada la pieza acorde a las dimensiones requeridas se realiza la operación de doblado.			
Control especial durante el manejo ▶ Estar pendiente de lo que se esta haciendo ▶ No meter la mano entre punzón y matriz cuando este en proceso de plegado ▶ Sujetar el material por los extremos, nunca por la parte del plegado 			

Ficha Técnica Cortadora Hidráulica.

	FICHA TECNICA CORTADORA HIDRAULICA		Código inventario	MEC-CH-01
			Versión	1
			Página	1 de 2
Elaborado por: Diana Pardo Cely		Aprobado por: Javier Escobar Niño		
DESCRIPCIÓN FÍSICA	Estructura de acero para dar rigidez y estabilidad, sistema de transmisión hidráulica, tipo de corriente trifásica, longitud de la lamina a doblar 3 metros y accionamiento manual.			
Marca	STROJARNE	Referencia		
Modelo	CNTA3150	Serial		
		Especificaciones técnicas ▶ Voltaje de operación 220 V ▶ Trifásica ▶ Capacidad máxima: 1/2 pulgada ▶ Potencia Hp ▶ longitud útil : 3 [m] ▶ Dimensiones Alto:2[m]; Ancho:2,25[m]; Largo:3,80[m]		
		Partes 1.Cuchilla 2.Dado 3.Pedal 4.Guías 5.Sistema de prensado 6. Tablero de control 7. Botón de parada de emergencia		
Equipo de seguridad 				
Instrucciones de uso 1. Verificar en el tablero de distribución que el Taco este activado. 2. Prender la bomba de precarga 3. Colocar sobre la mesa la lamina a cortar en la posición de corte 4. Oprimir el botón de (xxx) para fijar la lamina 5. Accionamiento del pedal para realizar el corte de la lamina 6. La lamina cortada cae por la parte posterior de la maquina 7. Para un nuevo corte iniciar a partir de 4				
				

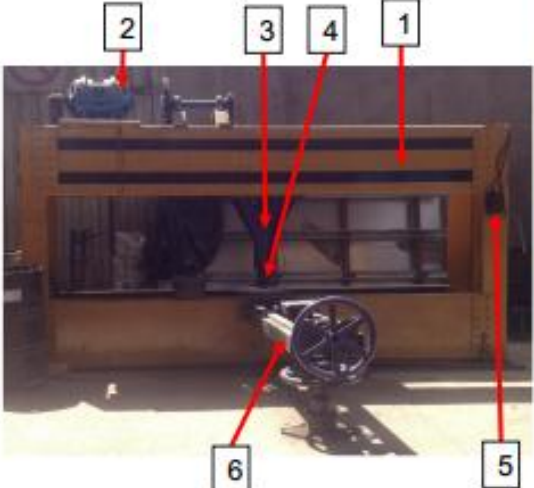
	FICHA TECNICA	Código inventario	MEC-CH-01
	CORTADORA HIDRAULICA	Versión	1
		Página	2 de 2
Características de uso ▶ Facilita el corte de la lamina ▶ Tener en cuenta los manómetros de presión ▶ Tener en cuenta el espesor de la lamina			
Función: La cortadora hidraulica tambien llamada cizalla de guillotina para metal, esta maquina es empleada para cortar metales (hierro, acero, aluminio, etc) generalmente en lamina, para espesores de 1/2 pulgada.			
Control especial durante el manejo			
 PELIGRO PERDIDA DE DEDOS 			

Ficha Técnica Dobladora Manual.

	FICHA TECNICA DOBLADORA MANUAL		Código inventario Versión Página	MEC-DBM-01 1 1 de 2								
Elaborado por: Diana Pardo Cely		Aprobado por: Javier Escobar Niño										
DESCRIPCIÓN FÍSICA	Estructura de acero para dar rigidez y estabilidad, longitud de la lamina a doblar 3 metros y accionamiento manual.											
Marca	NIAGRA	Referencia										
Modelo	250	Serial										
		Especificaciones técnicas ▶ grosor máximo a plegar: calibre 20 ▶ largo útil 4[m] ▶ Apertura máxima ▶ Dimensiones exteriores de la maquina Alto: 1,70 [m] Ancho: 0,8[m] Largo: 3,40[m] Partes <table border="0"> <tr> <td>1. Contra peso</td> <td>5. Porta muela</td> </tr> <tr> <td>2. Palanca biela</td> <td>6. Biela</td> </tr> <tr> <td>3. Tensor ajuste dental</td> <td>7. Ensamble dental</td> </tr> <tr> <td>4. Tensor ajuste base superior</td> <td></td> </tr> </table>			1. Contra peso	5. Porta muela	2. Palanca biela	6. Biela	3. Tensor ajuste dental	7. Ensamble dental	4. Tensor ajuste base superior	
1. Contra peso	5. Porta muela											
2. Palanca biela	6. Biela											
3. Tensor ajuste dental	7. Ensamble dental											
4. Tensor ajuste base superior												
Equipo de seguridad     												
Instrucciones de uso 1. Posicionar la lamina 2. Se ajusta la palanca biela para fijar la lamina 3. Se levanta el ensamble dental para realizar el doblar de la lamina												

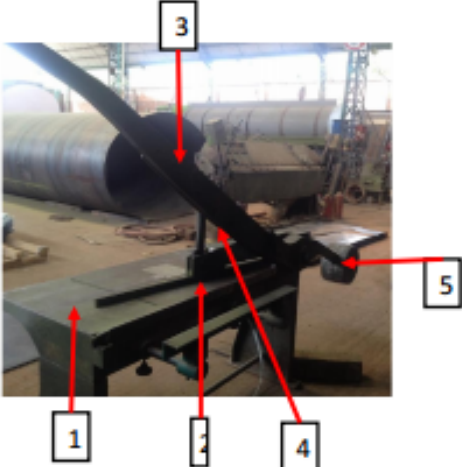
 NAFES ESCUELA COPIRENAS MECÁNICA INDUSTRIAL	FICHA TECNICA DOBLADORA MANUAL	Código inventario	MEC-DBM-01
		Versión	1
		Página	2 de 2
Características de uso ▶ Plegadora de lamina de facil manejo ▶ Equilibrado del dental mediante doble contrapeso			
Función: La prensa plegadora manual también conocida como máquina plegadora de accionamiento manual o máquina dobladora manual. Puede plegar láminas con longitud de 3 metros y doblar láminas a un grosor de calibre 20. Es utilizada para la formación de diferentes piezas y moldes de hierro, acero inoxidable, cobre, aluminio y otras clases de metal en hojas o placas.			
Control especial durante el manejo ▶ Tener cuidado de no golpearse con el contra peso. ▶ Tener precaución de no cortarse con la lamina a doblar.			

Ficha Técnica Prensa Embombadora.

	FICHA TECNICA PRENSA EMBOMBADORA	Código inventario Versión Página	MEC-PE-01 1 1 de 2			
Elaborado por: Diana Pardo Cely	Aprobado por: Javier Escobar Niño	DESCRIPCIÓN FÍSICA Estructura en lamina de acero A 36 HR, una potencia de 5 HP transmisión por cadenas, trifásica, con capacidad para embombar lamina de 1/2 pulgada.	Marca REC	Modelo PE-01	Referencia	Serial 1
	Especificaciones técnicas ▶ Voltaje de operación 220 V ▶ Trifásica ▶ Capacidad maxima 1/2 pulgada ▶ Potencia 5 Hp ▶ Frecuencia 60 hz ▶ Dimensiones Alto: 2 [m] Ancho: 0,8[m] Largo: 3,90[m] ▶ Material lamina de acero A 36 HR, calibre 3/8, anticorrosivo y acabado Partes 1. Estructura 6.Mesa guia 2.Moto transmisión 3.Guia del martillo 4. Martillo 5. Sulche encendido					
Equipo de seguridad 						
Instrucciones de uso 1. Montar lamina 2. Central la lamina 3. Encender el equipo	 paso 1 y 2	 paso 3				

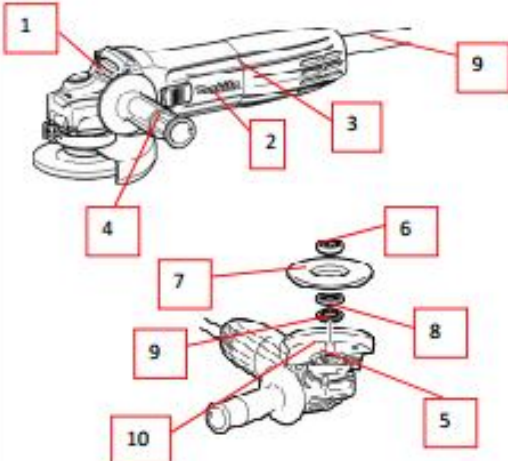
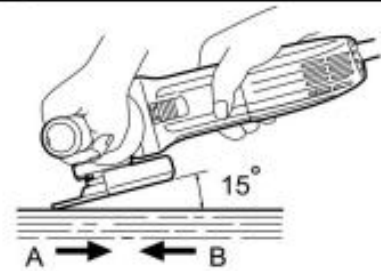
	FICHA TECNICA PRENSA EMBOMBADORA	Código inventario	MEC-PE-01
		Versión	1
		Página	2 de 2
Características de uso 1. No puede ser maniobrada por una sola persona mínimo deben ser dos.			
Función Es un equipo diseñado para dar la forma cóncava a las tapas de los tanques, esto se logra martillando la lamina y girandola tantas veces como sea necesario hasta obtener la tapa con las especificaciones requeridas.			
Control especial durante el manejo * Tener cuidado con la vibración de la lámina porque lo puede cortar *Tener cuidado de no meter la mano debajo del martillo cuando la maquina esta encendida			

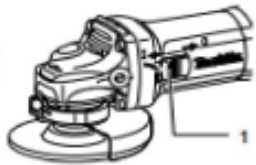
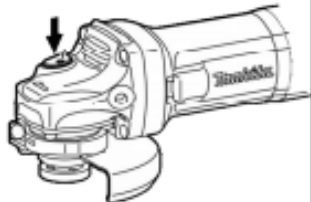
Ficha Técnica Cortadora Manual.

 JAVIER ESCOBAR CONTRERAS MECANICA INDUSTRIAL	FICHA TECNICA CORTADORA MANUAL		Código inventario	MEC-CM-01
			Versión	1
			Página	1 de 2
Elaborado por: Diana Pardo Cely		Aprobado por: Javier Escobar Niño		
DESCRIPCIÓN FÍSICA	Su diseño permite que el usuario pueda ver la línea de corte, puede cortar una amplia gama de materiales, desde hojas de papel hasta acero dulce calibre 16. La superficie de la mesa permite deslizar el material con facilidad, el pisador no permite que el material se desplace durante el corte.			
Marca	NIAGRA	Referencia		
Modelo	250	Serial		
		Especificaciones técnicas ► Capacidad de corte calibre 16 acero dulce ► Dimensiones Alto:1,20[m]; Ancho:0,80[m]; Largo:2,40[m] ► Peso neto:260 [Kg] Partes 1. Mesa 2. Pisador 3. Brazo 4. Cuchilla 5. Contra peso		
Equipo de seguridad				
				
Instrucciones de uso				
1. Montar la lamina sobre la mesa 2. Posicionar y ajustar el pisador 3. Bajar el brazo para realizar el corte de la lamina.				

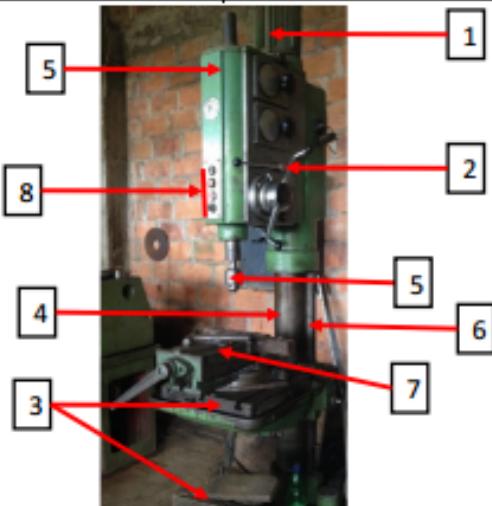
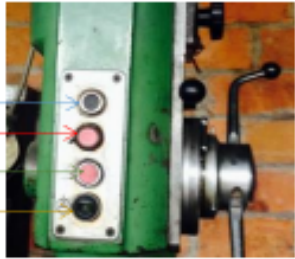
 RUMEL, ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL	FICHA TECNICA CORTADORA MANUAL	Código inventario	MEC-CM-01
		Versión	1
		Página	2 de 2
Características de uso 1. El contra peso permite que el brazo se mantenga en la posicion de arriba para facilitar el corte.			
Función: Tambien conocida con el nombre de cizalla manual tiene como funcion cortar la lamina de metal a lo largo de una linea recta entre dos bordes de corte. La presio necesaria para realizar el corte se obtiene ejerciendo fuerza a la palanca y el contra peso la regresa a el estado inicial.			
Control especial durante el manejo * Las guillotinas se utilizaran unoicamente para las tareas a las cuales esta destinada. * El personal debe contar con elementos de protección personal y la capacitación para su correcto uso *Proporcionar ropa de trabajo adecuada, nunca holgada			

Ficha Técnica Pulidora.

	FICHA TECNICA PULIDORA		Código inventario	PL- 01												
			Versión	1												
			Página	1 de 2												
Elaborado por: David Alejandro Rodríguez V			Aprobado por: Javier Escobar Niño													
DESCRIPCIÓN FÍSICA		Es una maquina electrica de trabajo pesado emplean discos abrasivos o de cote en procesos de debaste, corte, pulido y acabados en metalmeccanica.														
Marca	MAKITA	Referencia														
Modelo	GDO600	Serial														
		Especificaciones técnicas ▶ Voltaje de operación V ▶ Trifásica ▶ Capacidad maxima ▶ Potencia Hp ▶ Frecuencia 60 hz ▶ Dimensiones ▶ Material lamina HR, calibre 3/8 A 36, anticorrosivo y acabado Partes <table border="0"> <tr> <td>1. Bloqueo del eje</td> <td>6. Tuerca de apriete</td> </tr> <tr> <td>2. Gatillo interruptor</td> <td>7. Disco</td> </tr> <tr> <td>3. Mango</td> <td>8. Anillo</td> </tr> <tr> <td>4. Mango auxiliar</td> <td>9. Brida</td> </tr> <tr> <td>5. Vastago de montaje</td> <td>10. Resguardo de disco</td> </tr> <tr> <td></td> <td>11. Cable</td> </tr> </table>			1. Bloqueo del eje	6. Tuerca de apriete	2. Gatillo interruptor	7. Disco	3. Mango	8. Anillo	4. Mango auxiliar	9. Brida	5. Vastago de montaje	10. Resguardo de disco		11. Cable
1. Bloqueo del eje	6. Tuerca de apriete															
2. Gatillo interruptor	7. Disco															
3. Mango	8. Anillo															
4. Mango auxiliar	9. Brida															
5. Vastago de montaje	10. Resguardo de disco															
	11. Cable															
Equipo de seguridad 																
Instrucciones de uso Sujete SIEMPRE la herramienta firmemente con una mano en la arcasa y la otra en el mango auxiliar. Encienda la herramienta y después aplique el disco a la pieza de trabajo. En general, mantenga el borde del disco a un ángulo de unos 15 grados con la superficie de la pieza de trabajo. Durante el periodo de uso inicial de un disco nuevo, no trabaje con la esmeriladora en la dirección B porque tenderá a cortar la pieza de trabajo. Una vez que el borde del disco se haya redondeado con el uso, se podrá trabajar con el disco en ambas direcciones A y B.																
																

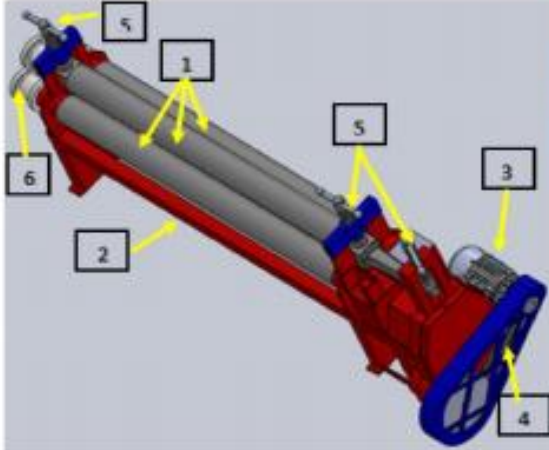
 RAPIEL GEORGAS CENTROS DE MECÁNICA INDUSTRIAL	FICHA TECNICA PULIDORA	Código inventario Versión Página	PL- 01 1 2 de 2
Características de uso Asegúrese siempre de que la herramienta esté apagada y desconectada antes de ajustar o comprobar cualquier función en la misma. Para iniciar la herramienta, deslice la palanca interruptora hacia la posición de encendido "I (ON)". Para una operación continua, presione el la parte delantera de la palanca interruptora para trabarla. Para inactivar la herramienta, presione la parte trasera del interruptor deslizable, y luego deslice a la posición de 1. Gatillo del interruptor apagado "O (OFF)".			
			
Función: Mediante el giro de ujn disco abrasivo, permermite redondear aristas, pulir cordones de soldadura, entre otros para obtener superficies lisas			
Control especial durante el manejo No accione nunca el bloqueo del eje cuando éste se esté moviendo. Podría dañarse la herramienta. Presione el bloqueo del eje para impedir que este gire cuando vaya a instalar o desmontar accesorios. Asegúrese siempre de que la herramienta esté apagada y desconectada antes de realizar cualquier trabajo en la misma. Antes de realizar una operación, asegúrese siempre de que la empuñadura lateral esté instalada firmemente. Después de la operación, apague siempre la herramienta y espere hasta que el disco se haya parado completamente antes de dejar la herramienta.			
			

Ficha Técnica Taladro de Árbol.

 JAVIER ESCOBAR GONZALEZ MECANICA INDUSTRIAL	FICHA TECNICA TALADRO DE ÁRBOL		Código inventario Versión Página	MEC-TA-01 1 1 de 2								
Elaborado por: Diana Pardo Cely		Aprobado por: Javier Escobar Niño										
DESCRIPCIÓN FÍSICA	La maquina cuenta con bastidor con la base y la columna, la mesa y el cabezal fijo conforman el cuerpo básico de la maquina. El movimiento de giro y movimiento de cortes se consigue por motor eléctrico acoplado a través de un mecanismo, para conseguir distintas velocidades en el giro de la broca											
Marca	SOFIA		Referencia									
Modelo			Serial									
		Especificaciones técnicas ▶ Voltaje de operación 220 V ▶ Trifásica ▶ Capacidad máxima ▶ Potencia Hp ▶ Dimensiones Alto:2,45[m]; Ancho:0,60[m]; Largo:0,90[m] Partes <table border="0"> <tr> <td>1. Motor del cabezal</td> <td>5. Mandril o porta brocas</td> </tr> <tr> <td>2.Volante de avance</td> <td>6. Cremallera</td> </tr> <tr> <td>3. Mesa</td> <td>7. Mordaza</td> </tr> <tr> <td>4. Columna de soporte</td> <td>8. Botones de control</td> </tr> </table>			1. Motor del cabezal	5. Mandril o porta brocas	2.Volante de avance	6. Cremallera	3. Mesa	7. Mordaza	4. Columna de soporte	8. Botones de control
1. Motor del cabezal	5. Mandril o porta brocas											
2.Volante de avance	6. Cremallera											
3. Mesa	7. Mordaza											
4. Columna de soporte	8. Botones de control											
Equipo de seguridad     												
Instrucciones de uso 1. Posicionar la pieza 2. Encender el talado boton 2 3.Seleccionar el metodo de trabajo (manual o automatico) 4. Accionar el volante de avence 5. Accionar el boton 4 para encender la bomba de la taladrina 6. Apagar la maquina boton 1 7. El botón 3 es para poner en reversa la broca. 												

	FICHA TECNICA TALADRO DE ÁRBOL	Código inventario	MEC-TA-01
		Versión	1
		Página	2 de 2
Características de uso ▶ Asegurarse de que la pieza esté en adecuada posición y debidamente sujeta. ▶ La broca, convenientemente elegida, esté debidamente afilada y asimismo, bien colocada y sujeta ▶ Poner toda la atención en la operación para percibir las reacciones de la .broca, si atraviesa una parte dura o con poros, en cuyo caso habría que disminuir el avance. ▶ Nunca se retirarán las virutas producidas, con los dedos ni soplando, sino con una escobilla o brocha adecuada o con un gancho			
Función: Las maquina taladradora de árbol se caracterizan por el medio de rotación de la herramienta de corte y el avance de la misma a lo largo de su propio eje, dentro de una pieza estacionaria, para producir un agujero de aproximadamente el mismo tamaño que el de la herramienta de corte.			
Control especial durante el manejo ▶ Evitar usar guantes y prendas de vestir flojas(mangas holgadas, corbatas y guantes de talla mayores), para evitar atrapamiento y enrollamiento ▶ Cuidar, antes de poner la máquina en movimiento, que no haya ninguna herramienta, pieza o parte suelta que pueda proyectarse y herimos o herir a algún compañero que trabaje en las proximidades. ▶ Si usted usa el pelo largo, cubralo bajo un gorro o prenda similar, cuando este trabajando en el taladro. ▶ Antes de prender la máquina quítese anillos, manillas y reloj			

Ficha Técnica Roladora Mecánica.

 REC NATURAL ESCOBAR GUTIERREZ MECÁNICA INDUSTRIAL	FICHA TECNICA ROLADORA MECANICA		Código inventario MEC-RL-01 Versión 1 Página 1 de 2								
Elaborado por: Diana Pardo Cely		Aprobado por: Javier Escobar Niño									
DESCRIPCIÓN FÍSICA	La fuerza rotacional de rolado se transmite por medio de un motor eléctrico trifásico acoplado a un sistema de transmisión por cadenas										
Marca	REC	Referencia									
Modelo	R01	Serial	1								
		Especificaciones técnicas ▶ Voltaje de operación 220 V ▶ Trifásica ▶ Potencia 3Hp ▶ Dimensiones Alto: 1,5 [m]; Ancho:0,9 [m]; Largo:3 [m] Partes <table border="0"> <tr> <td>1. Rodillos</td> <td>5. Soportes rodillo superior</td> </tr> <tr> <td>2. Mesa de soporte</td> <td>6. Matriz dobladora de tubos.</td> </tr> <tr> <td>3. Motor eléctrico</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4. Correas</td> <td></td> </tr> </table>		1. Rodillos	5. Soportes rodillo superior	2. Mesa de soporte	6. Matriz dobladora de tubos.	3. Motor eléctrico		4. Correas	
1. Rodillos	5. Soportes rodillo superior										
2. Mesa de soporte	6. Matriz dobladora de tubos.										
3. Motor eléctrico											
4. Correas											
Equipo de seguridad     											
Instrucciones de uso 1. Posicionar la lamina entre el rodillo superior y los rodillos inferiores. 2. Encender la maquina subiendo la palanca para un sentido de giro 3. Cuando la lamina llegue al final se baja la palanca para el otro sentido de giro 4. Para aumentar la presion entre rodillos es necesario girar el tornillo con la palanca de los soportes rodillo superior. (cuantas veces sea necesario hasta lograr la curvatura deseada) 											

	FICHA TECNICA ROLADORA MECANICA	Código inventario	MEC-RL-01
		Versión	1
		Página	2 de 2
Características de uso Facilita el curvado de la placa de lamina y tubos			
Función: La roladora mecánica cumple la función de darle una forma curvada a las lamina y a los perfiles. El movimiento de giro o de arrastre es generado por medio de un motor acoplado a un sistema de trasmision, para curvar laminas de espesor (calibre 18-10). La roladora dentro de la empresa tiene como fin darle forma de cilindro o cono a la placa de metal y también doblar perfiles y tubos.			
Control especial durante el manejo • Las máquinas de rodillos motorizados son muy peligrosos, debe tener cuidado porque pueden aplastar los dedos, manos, etc			

Anexo B. Rutinas de mantenimiento preventivo para los equipos críticos de la planta de producción

	RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
	Equipo : SIERRA SIN FIN			Código: MEC-SS-01	
DESCRIPCIÓN DE LA RUTINA	DIARIA	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMETRAL	ANUAL
Revisar nivel de taladrina	X				
Limpieza de los residuos del maquinado	X				
Cambio de liquido refrigerante		X			
Inspección de la bomba de liquido refrigerante		X			
Revisión del estado de la hoja de corte			X		
Revisar del sistema eléctrico			X		
Limpieza del motor					X

	RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
	Equipo : TORNO PARALELO			Código: MEC-TP-02	
DESCRIPCIÓN DE LA RUTINA	DIARIA	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMETRAL	ANUAL
Lubricar guías en bancada y porta herramientas	X				
Lubricar bujes de bronce del contrapunto		X			
Lubricación de rodamientos del contrapunto y el cabezal			X		
Revisar del sistema eléctrico			X		
Revisión de la tensión de las correas			X		
Revisión de la caja de engranajes del cabezal					X
Revisión de la caja de engranajes par los avances					X
Revisar eje del contra punto					X
Revisar eje del cabezal					X

	RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
	Equipo : DOBLADORA HIDRÁULICA			Código: MEC-DBH-01	
DESCRIPCIÓN DE LA RUTINA	DIARIA	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL
Revisar que el equipo se encuentra en perfecto estado	X				
Revisar el estado del panel de mando (inspeccionar que los botones estén en buen estado)			X		
Limpieza del equipo	X				
Realizar un chequeo visual a la unión entre la mordaza superior y los cilindros hidráulicos			X		
Revisión del nivel de aceite tanque		X			
revisar los pernos de la mordaza		X			
Lubricar la cadena de la mordaza				X	
Revisión del estado del pedal					
Revisión y limpieza de los filtros			X		
Revisión de las mangueras del circuito hidráulico			X		
Chequear que los manómetros de presión estén funcionando	X				

	RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
	Equipo : ROLADORA			Código: MEC-RL-01	
DESCRIPCIÓN DE LA RUTINA	DIARIA	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL
Revisar que el equipo se encuentra en perfecto estado	X				
Limpieza del equipo	X				
Medición de los niveles de aceite		X			
Engrasado de los bujes		X			
Engrase de la matriz para tubería		X			
Inspección de los bujes de los rodillos			X		
Revisar del sistema eléctrico			X		
Revisión de la tensión de las correas			X		
Lubricación de los tornillos de ajuste			X		
Revisar el estado de las correas				X	
Limpieza del motor				X	
Revisión del estado del motor				X	
Comprobar la calidad del aceite					X

	RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
	Equipo : PRENSA HIDRÁULICA			Código: MEC-PH-01	
DESCRIPCIÓN DE LA RUTINA	DIARIA	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL
Revisar que el equipo se encuentra en perfecto estado	X				
Limpieza del equipo	X				
Inspección de fugas de aceite por el cilindro principal, mangueras y sellos	X				
Inspección del nivel de aceite			X		
Revisión de los cables de elevación de la mesa de ajuste			X		
Limpieza del motor			X		
Inspección de las conexiones eléctricas				X	

	RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
	Equipo : CORTADORA HIDRÁULICA			Código: MEC-CH-01	
DESCRIPCIÓN DE LA RUTINA	DIARIA	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL
Revisar que el equipo se encuentra en perfecto estado	X				
Limpieza del equipo	X				
cuenta el manómetro que se encuentra en la parte posterior)	X				
Revisión del nivel de aceite tanque 1		X			
Revisión del nivel de aceite tanque 2		X			
Inspección de niveles de fuga de aceite		X			
Inspección de los sensores finales de carrera		X			
Revisión del estado del panel de mando (inspeccionar que los botones estén en buen estado)			X		
Revisan del sistema eléctrico			X		
Revisión del estado del pedal			X		
Revisión y limpieza de los filtros			X		
Revisión de las mangueras del circuito			X		
Revisión de Iluminación				X	

	RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
	Equipo : TALADRO DE ÁRBOL			Código: MEC-TA-01	
DESCRIPCIÓN DE LA RUTINA	DIARIA	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL
Revisar que el equipo se encuentra en perfecto estado	X				
Limpieza del equipo	X				
Inspección del nivel de líquido refrigerante	X				
Lubricación de el mecanismo de elevación de la mesa y la columna		X			
Inspección del nivel de aceite		X			
Inspección del estado de los botones de mando		X			
Inspección del estado de la bomba de refrigerante			X		
Limpieza del motor			X		
Revisión del ajuste del mandril				X	
Revisión de los tornillos de anclaje				X	
Inspección de los mangos de operación					X

Anexo C. Mantenimiento técnico de los equipos críticos



Máquina : Prensa Embombadora		Código: MEC-PE-02
Actividad	Procedimiento	
Engrase de cadenas	1. Desconectar y apagar el equipo. 2. Aplicar grasa a la cadena.	
Lubricar mesa de ajuste	1. Aplicar aceite sobre la superficie sobre los tornillos de potencia sin generar goteras.	
Limpieza del motor	1. Desconectar y apagar el equipo. 2. Elimine depósitos de polvo, aceite y suciedad en la tapa del ventilador para mantener una buena ventilación y permitir un correcto enfriamiento del motor.	
Cambio de correa	1. Desconectar y apagar el equipo. 2. Soltar las correas de la polea.	

	3. Girar la ruda hasta que la correa se suelte de la garganta de la polea. 4. Retirar la correa 5. Con ayuda de una palanca instale la nueva correa. 6. Girar la polea para verificar que la correa quedo bien instalada. 7. Encender el equipo y verificar que el sistema de transmisión funcione correctamente.
--	---



Máquina : Cortadora Hidráulica		Código: MEC-CH-01
Actividad	Procedimiento	
Revisar niveles de aceite	1. Observar que el nivel de aceite hidráulico no esté muy debajo (tener en cuenta que la maquina cuenta con dos depósitos).	
Inspeccionar el estado de las	1. Verificar la condición de las líneas y mangueras, reparar o cambiar según sea el caso.	

conexiones hidráulicas	- Después de cada intervención se debe purgar el aire del sistema hidráulico. - Limpiar y revisar el paquete de válvulas en busca de fugas y daños.
Afilar cuchilla de corte	- Desconectar y apagar el equipo. - Desmontar la cuchilla. - Enviarla a un lugar especializado para la afilada de la cuchilla.
Cambio de aceite	- Limpiar por completo el tanque y los filtros (a la entrada de la bomba, y filtro de alta presión a la salida de la bomba). - Verificar que exista una presión máxima en las válvulas de alivio, bajo ninguna condición debe exceder la especificada por el fabricante.



Máquina : Roladora	Código: MEC-RL-01
Actividad	Procedimiento

Limpieza del equipo	1. Apagar y desconectar el equipo. 2. Realizar limpieza de los rodillos y el área que rodea a la máquina. 3. Remover exceso de grasa aplicada en los rodillos de ajuste y a los bujes.
Inspección de los bujes de apoyo de los rodillos	1. Observar el estado de los bujes. 2. Con el equipo en marcha verificar que no haya ningún ruido fuera de lo normal.
Cambio de correas	1. Apagar y desconectar el equipo. 2. Utilizar una palanca para soltar las correas de la polea. 3. Girar la rueda hasta que la correa salga de la garganta de la polea. 4. Retirar las correas. 5. Con ayuda de la palanca instalar las nuevas correas. 6. Girar la polea para evitar que la correa quedaron bien instaladas. 7. Encender el equipo y verificar que el sistema de transmisión funcione correctamente.
Cambio de Bujes	1. Apagar y desconectar el equipo. 2. Extraer la base donde esta los bujes 3. Con ayuda de la prensa hidráulica se extraen los bujes 4. Con la ayuda de la prensa se instalan los nuevos bujes.



Máquina : Taladro de árbol		Código: MEC-TA-01	
Actividad		Procedimiento	
Revisar nivel de aceite		1. El nivel de aceite deberá estar un poco por encima de la línea central del visor. Un exceso de aceite ocasionara un derrame del mismo. (Las piezas y rodamientos en el interior del cabezal son lubricados automáticamente).	
Revisar nivel de taladrina		1. Una bomba de taladrina suministrará lubricación a la herramienta y a la pieza durante el mecanizado. 2. El líquido refrigerante se almacena en un compartimento situado en la parte trasera de la base de la máquina.	
Engrase de la bancada		1. Engrasar rieles de la mesa de trabajo	



Máquina : Torno Paralelo		Código: MEC-TP-01	
Actividad		Procedimiento	
Limpieza		Limpiar la viruta o residuos del maquinado, depositarlos en el depósito de chatarra.	
lubricación		Ubicar los engrasadores de bola ubicados en el volante del carro, volante del charriot, soportes del husillo, y los ejes ajustables. Empuje la bola con la punta del engrasador y derramar una pequeña cantidad de aceite. Para evitar el ingreso de contaminantes limpiar antes y después del proceso también lubricar las quías de bancada, el delantal, y los portes del husillo del carro transversal	
Cambio de líquido refrigerante		1. Vaciar el depósito de taladrina 2. Depositar la nueva taladrina	

Limpieza del motor	Elimine depósitos de polvo, aceite y suciedad en la tapa del ventilador para mantener una buena ventilación y permitir un correcto enfriamiento del motor.
Comprobación de las correas	1. Desenchufe la alimentación eléctrica 2. Abrir la caja de transmisión 3. Verificar las condiciones de las correas, que no estén agrietadas o deshilachadas de ser así deben reemplazarse
Cambio de aceite de transmisión	1. Desenchufe la alimentación eléctrica 2. Abrir la caja de transmisión 3. Extraer el aceite antiguo 4. Realizar el cambio de aceite 5. Tener cuidado de no dejar caer aceite sobre las correas durante la tarea de cambio de aceite o lubricación.



Máquina : Sierra sin fin	Código: MEC-SS-01
--------------------------	-------------------

Actividad	Procedimiento
Limpieza	1. Desconectar de la corriente eléctrica 2. Limpiar la viruta o residuos del maquinado, depositarlos en el depósito de chatarra. limpiar con estopa o con solventes refinados (gasolina blanca)
Cambio de líquido refrigerante	1. Vaciar el depósito de refrigerante 2. Depositar el nuevo refrigerante
Limpieza del motor	Elimine depósitos de polvo, aceite y suciedad en la tapa del ventilador para mantener una buena ventilación y permitir un correcto enfriamiento del motor.
Comprobación de cinta de corte	1. Desconectar de la corriente eléctrica 2. Observar que no presente grietas que 3. Observar que no presente torsión

Anexo D. Manuales de mantenimiento

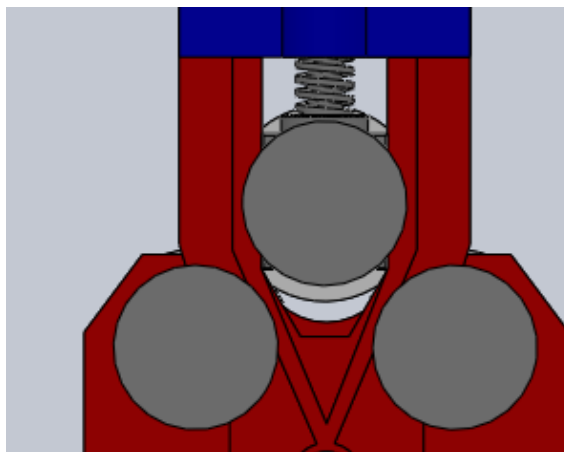
Manual de mantenimiento preventivo Roladora



Descripción del equipo

Es una máquina que permite curvar planchas de lámina y perfiles dándole una forma cóncava. La posición geométrica de los tres rodillos forma un triángulo, el rodillo superior está en una posición fija, los dos rodillos inferiores se mueven a la misma velocidad de rotación obligando el desplazamiento de la lámina este procedimiento se debe hacer varias veces aumentando cada vez la presión de los laterales del cilindro superior, disminuyendo así la distancia entre radios hasta conseguir el radio requerido.

FIGURA 1. Posición triangular de los rodillos.



Las piezas que genera la Roladora es parte importante del proceso de producción por eso es importante mantenerla en buen estado de funcionamiento. Una de las piezas para la línea de producción se muestra a continuación.

FIGURA 2. Pieza generada por la Roladora.



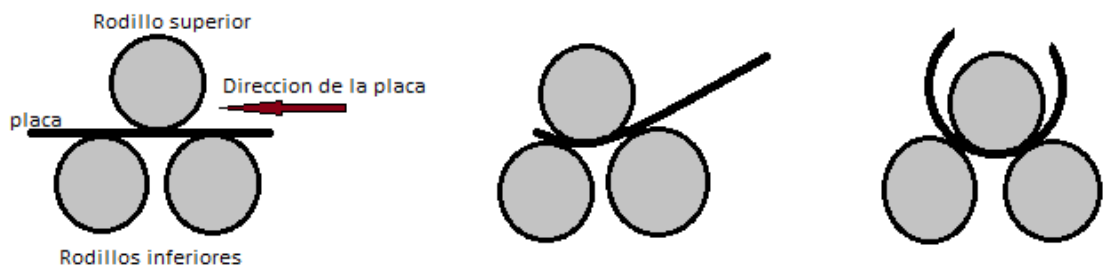
Especificaciones técnicas

- Voltaje de operación 220 V.
- Potencia 3 Hp.
- Dimensiones: Alto: 1,5 [m]; Ancho: 0,9 [m]; Largo: 3 [m]

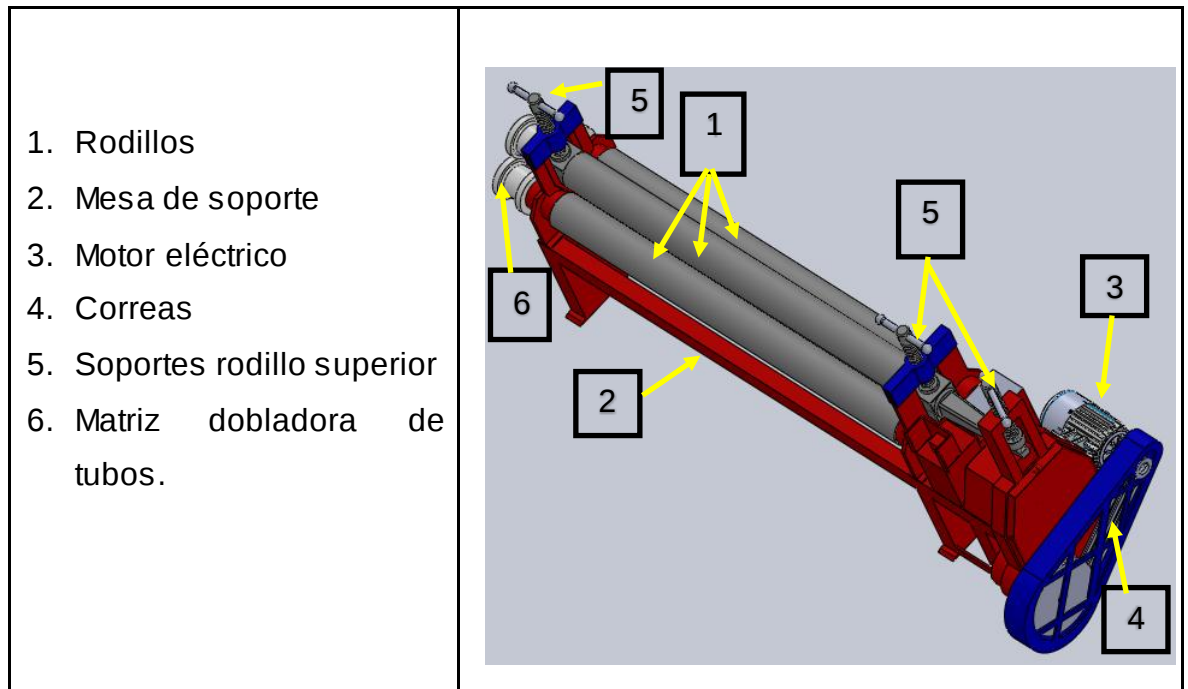
Uso

La roladora dentro de la empresa tiene como fin darle forma de cilindro o cono a la placa de metal y también doblar perfiles y tubos. El proceso de doblado se muestra a continuación.

FIGURA 3. Proceso de doblado de una placa de metal.

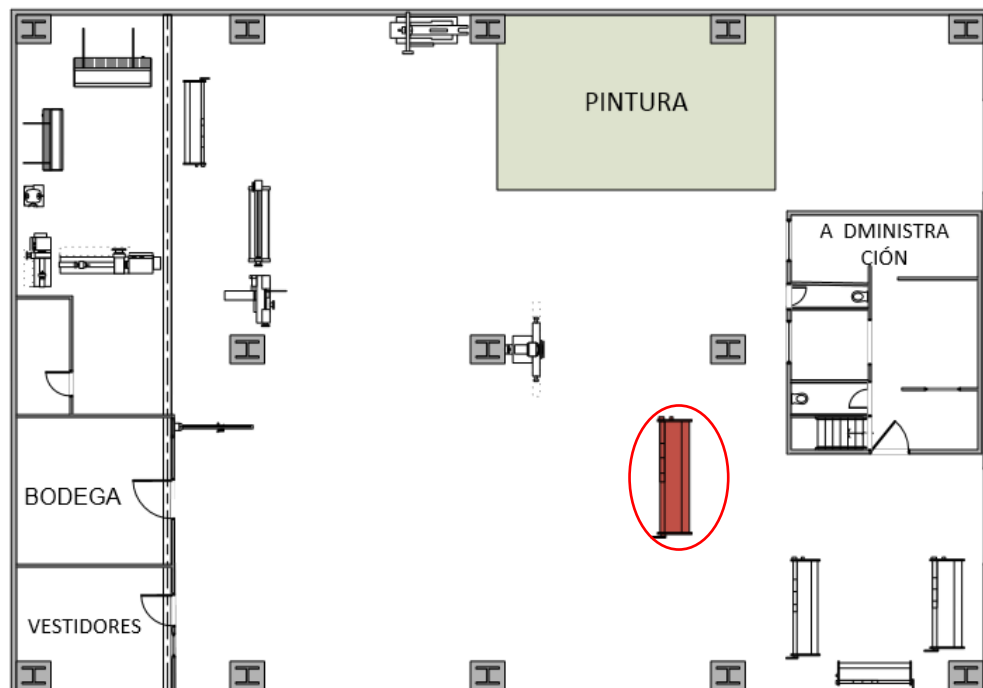


Partes



Ubicación

Figura x. Ubicación en la planta



Rutinas de mantenimiento

Mantenimiento rutinario

Actividad	Responsable	Periodo
• Limpieza de superficie	• Operario	• Diaria
• Lubricación de cadenas y rodamientos	• Operario	• Mensual
• Inspección de los puntos críticos	• Operario	• Frecuencia estimada

Mantenimiento técnico

Actividad

- Cambio de Bujes

Procedimiento

- 1 Desconectar y apagar el equipo.
- 2 Extraer la base donde esta los bujes .
- 3 Con ayuda de la prensa hidráulica se extraen los bujes .
- 4 Con la ayuda de la prensa se instalan los nuevos bujes.

Responsable

Personal de Mantenimiento de RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS

Mantenimiento especializado

Actividad

Revisión del motor Eléctrico

Procedimiento

1. Limpieza interior
2. Comprobar conexiones y devanados
3. Examinar la existencia de humedad o grasa en el devanado
4. Probar la resistencia en aislamiento y conexión a tierra
5. Comprobar el estado de los rodamientos
6. Comprobar carga de arranque
7. Comprobar el estado de la carcasa , amares, conexiones, ventilación, tornillos

Responsable

Personal de Mantenimiento de RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS

Control especial durante el manejo de la maquina

- Las máquinas de rodillos motorizados son muy peligrosos, debe tener cuidado porque pueden aplastar los dedos, manos, etc.

Planos

Los planos básicos de la roladora se encuentran en el anexo E

Manual de mantenimiento preventivo Prensa embombadora

Figura 1. Prensa Embombadora.



- **Proceso**

En los procesos de construcción de los tanques para el transporte de combustibles están involucrados diversos procesos y máquinas. La prensa embombadora es la encargada de fabricar las tapas de lámina hasta un calibre de $\frac{1}{2}$ in, ya sea tanques cilíndricos o elípticos, ver figura 2.

Figura 2. Tanque elíptico.



El producto del proceso realizado en la prensa embombadora es el que se presenta a continuación:

Figura 3. Producto terminado.



- **Descripción del equipo**

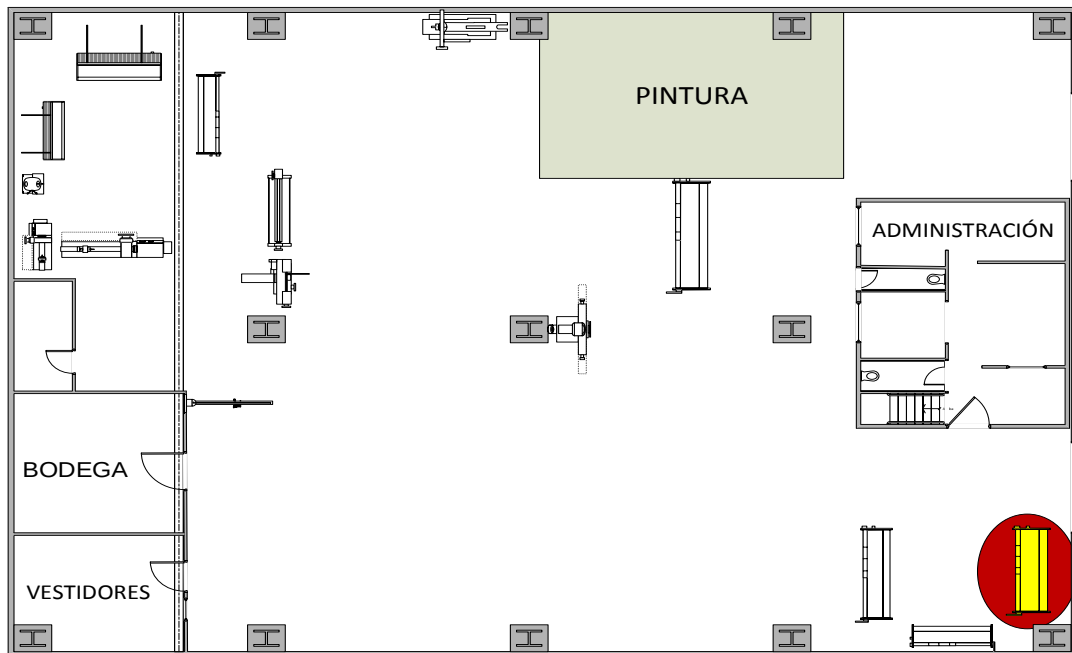
La prensa embombadora es un equipo electromecánico, cuenta con un sistema de transmisión de potencia por correas y cadenas de tres etapas y el accionamiento del martillo mediante una leva que genera un ciclo continuo para el proceso de prensado.

- **Especificaciones técnicas**

- Voltaje de operación 220 V.
- Frecuencia 60 Hz.
- Capacidad máxima 1/2 pulgada.
- Potencia 5 Hp.
- Dimensiones: Alto: 2 [m] Ancho: 0,8[m] Largo: 3,90[m].
- Material lamina de acero A36 HR, calibre 3/8, anticorrosivo y acabado.

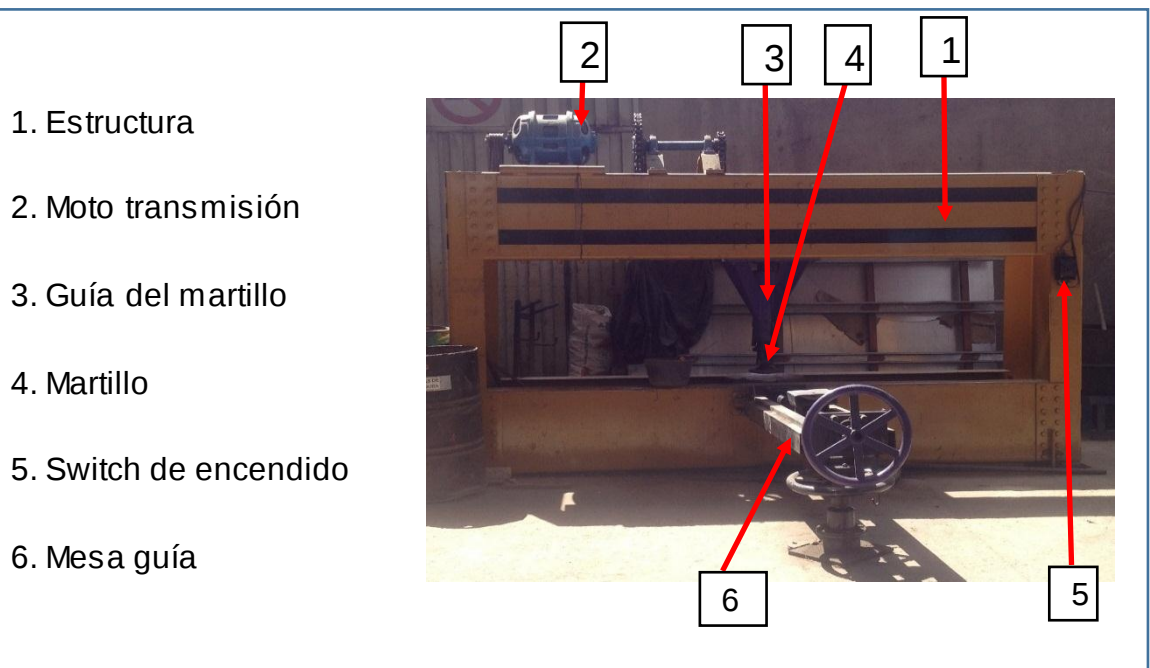
- Ubicación

Figura 4 Ubicación en la planta



Partes

Figura 5. Partes de la máquina.



- **Uso**

Para el uso de la máquina es necesario fijar la lámina a la mesa mediante un tornillo que permite girar la mina para facilitar la operación. Para generar la pieza con su concavidad final, se modifica la altura y la posición de la mesa ajustando los volantes de acuerdo a los requerimientos ver figura 5. Una vez activado el motor y durante la operación es indispensable tener un especial cuidado al maniobrar la pieza, ya que el impacto sobre la lámina produce una vibración en la lámina de trabajo que puede ocasionar un accidente.

Antes de iniciar las operaciones de mantenimiento el personal de mantenimiento dispondrá de una orden de trabajo, en la que de manera clara se informa de la revisión o reparación a realizar.

Figura 6. Operación de la máquina.



- **Rutinas de mantenimiento**

Rutinas de mantenimiento prensa embombadora.

 RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
Equipo : PRENSA EMBOMBADORA				Código: MEC-PE-02		
DESCRIPCIÓN DE LA RUTINA	DIARIA	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	
Revisar que el equipo se encuentra en perfecto estado	X					
Limpieza del equipo	X					
Lubricación del martillo		X				
Lubricación de las cadenas		X				
Lubricación de los Rodamientos		X				
Lubricación de la mesa de ajuste		X				
Lubricación de la Leva del martillo		X				
Inspección de los Rodamientos			X			
Revisan del sistema eléctrico			X			
Revisión el estado de las Cadenas			X			
Revisión de la tensión de las correas			X			
Lubricación de los tornillos de ajuste			X			
Revisar el estado de las correas				X		
Limpieza del motor				X		
Revisión del desgaste del martillo					X	

- **Mantenimiento técnico.**

Actividad.

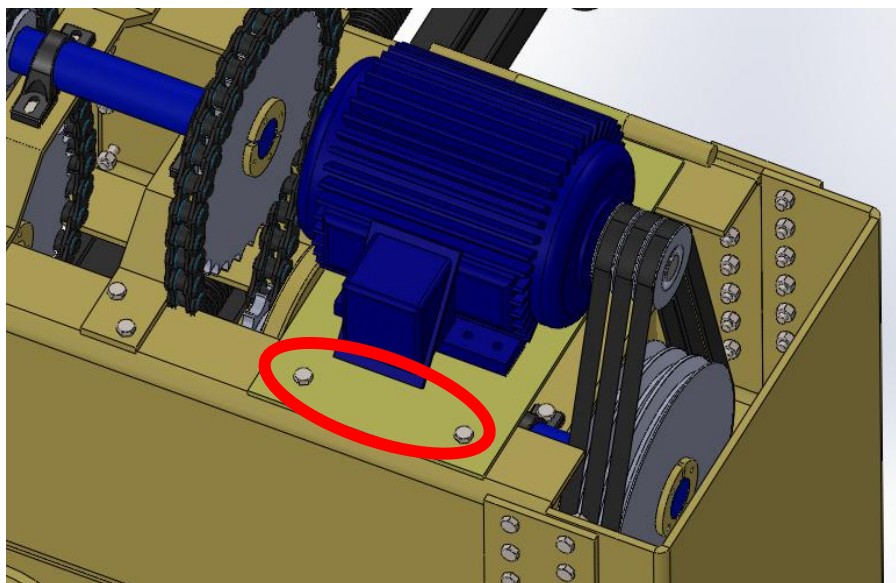
- Cambio de correa.

Procedimiento.

- 1 Desconectar y apagar el equipo.
- 2 Soltar las correas de la polea.

Para soltar las correas es necesario desajustar los tornillos de la base donde está situado el motor, ver figura 24.

Figura 7. Ajuste de las correas.



- 3 Retirar la correa.
- 4 Con ayuda de una palanca instale la nueva correa.
- 5 Girar la polea para verificar que la correa quedo bien instalada.
- 6 Encender el equipo y verificar que el sistema de transmisión funcione correctamente.

Responsable.

Personal de Mantenimiento de RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS.

- **Mantenimiento especializado.**

Actividad.

Revisión del motor Eléctrico.

Procedimiento.

- Limpieza interior.
- Comprobar conexiones y devanados.

- Examinar la existencia de humedad o grasa en el devanado.
- Probar la resistencia en aislamiento y conexión a tierra.
- Comprobar el estado de los rodamientos.
- Comprobar carga de arranque.
- Comprobar el estado de la carcasa, amares, conexiones, ventilación, tornillos.

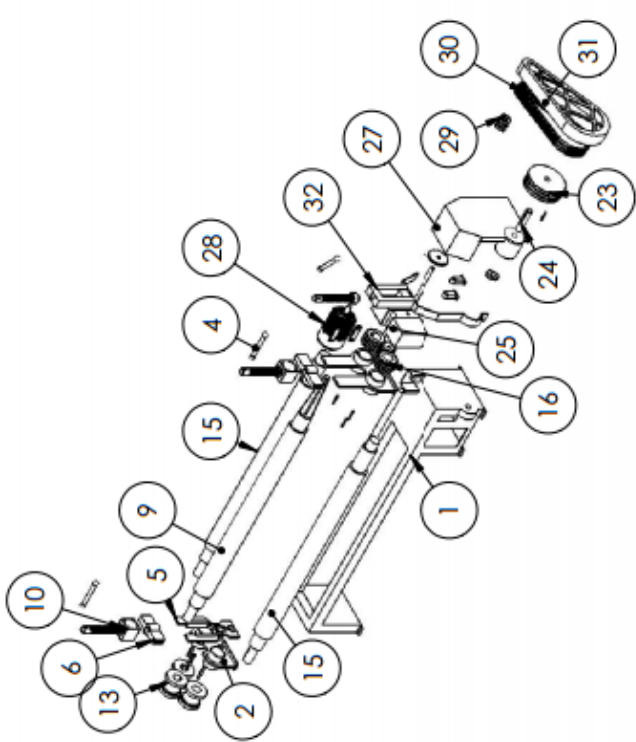
Responsable.

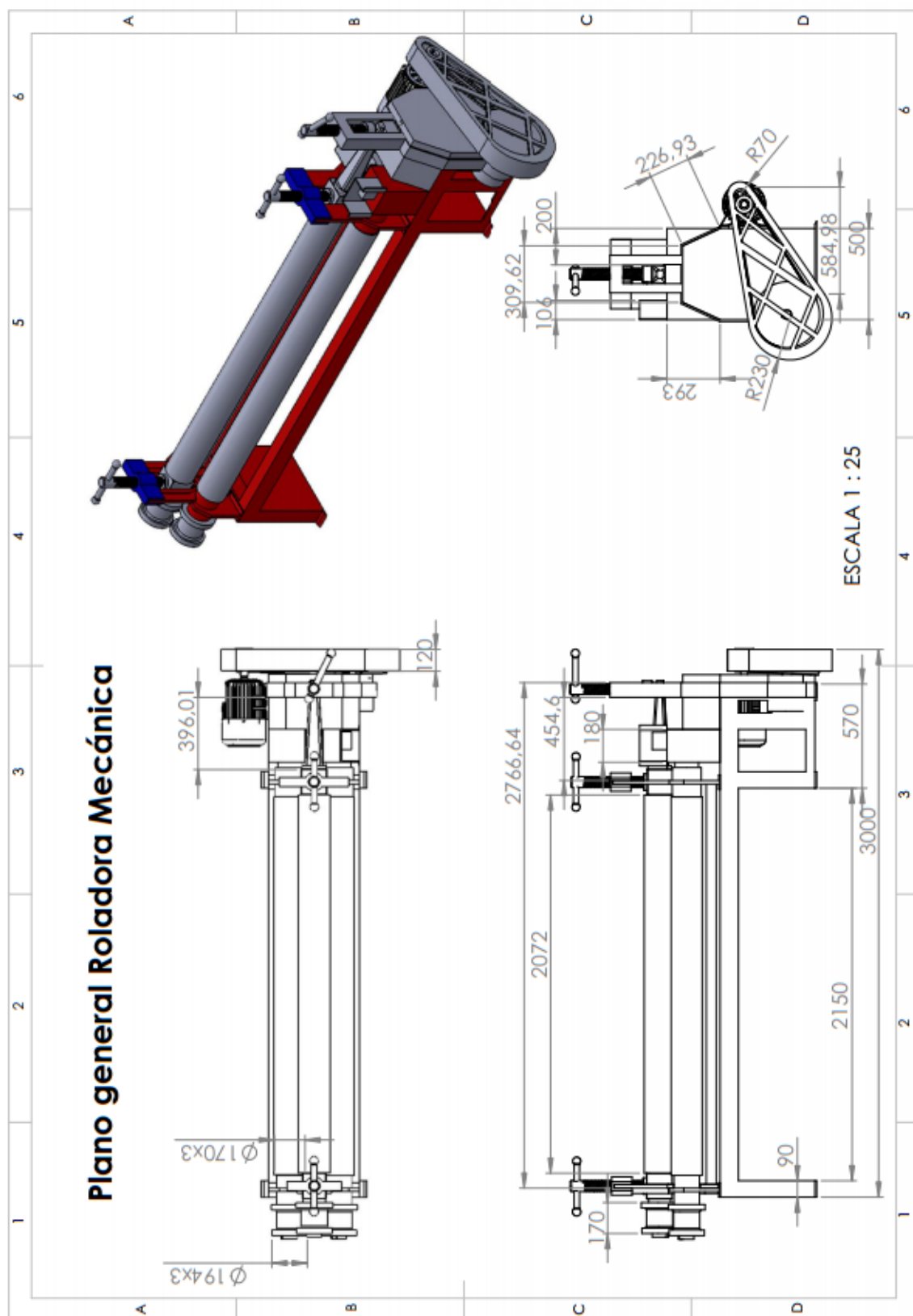
Personal de Mantenimiento de RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS

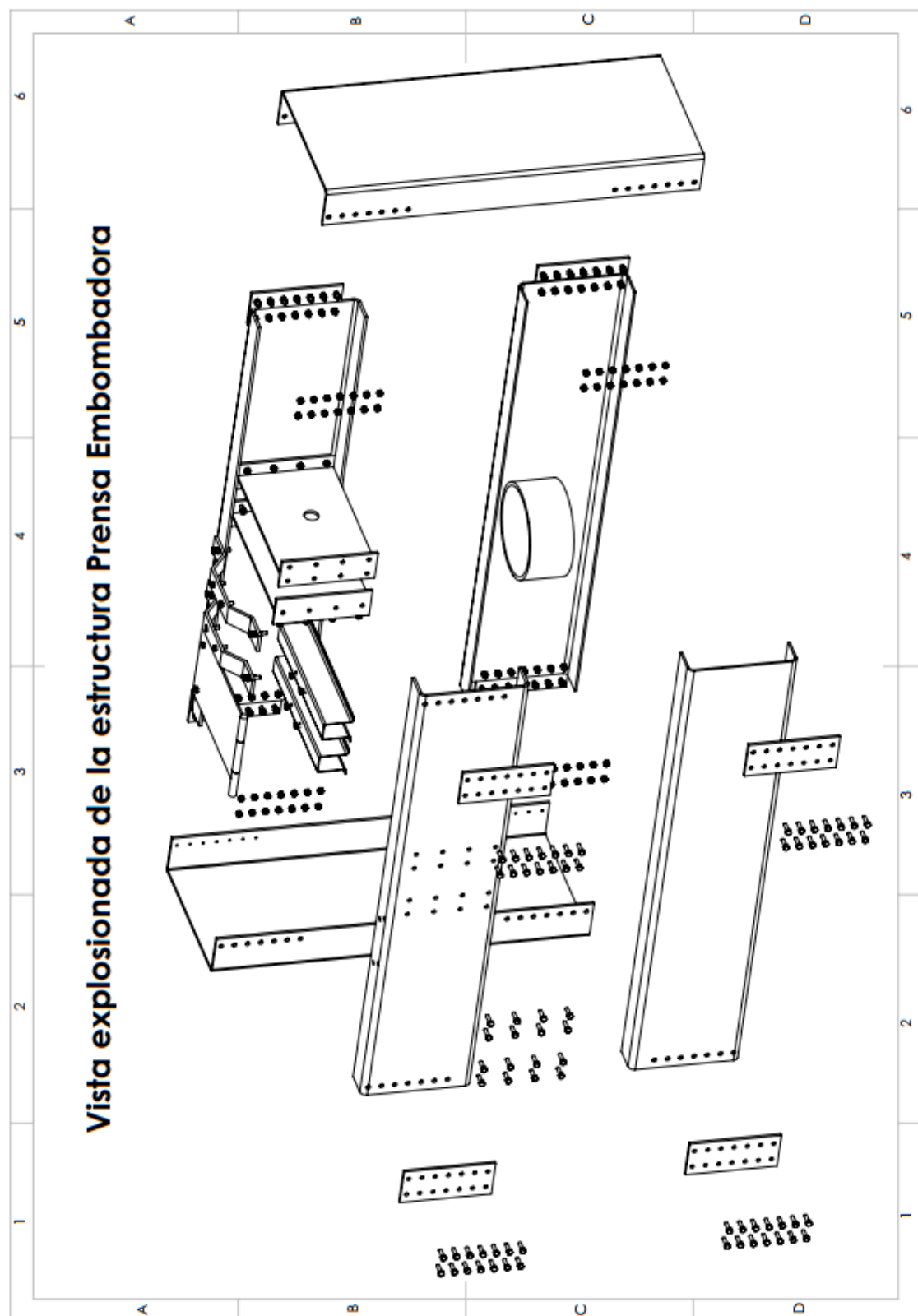
- **Planos**

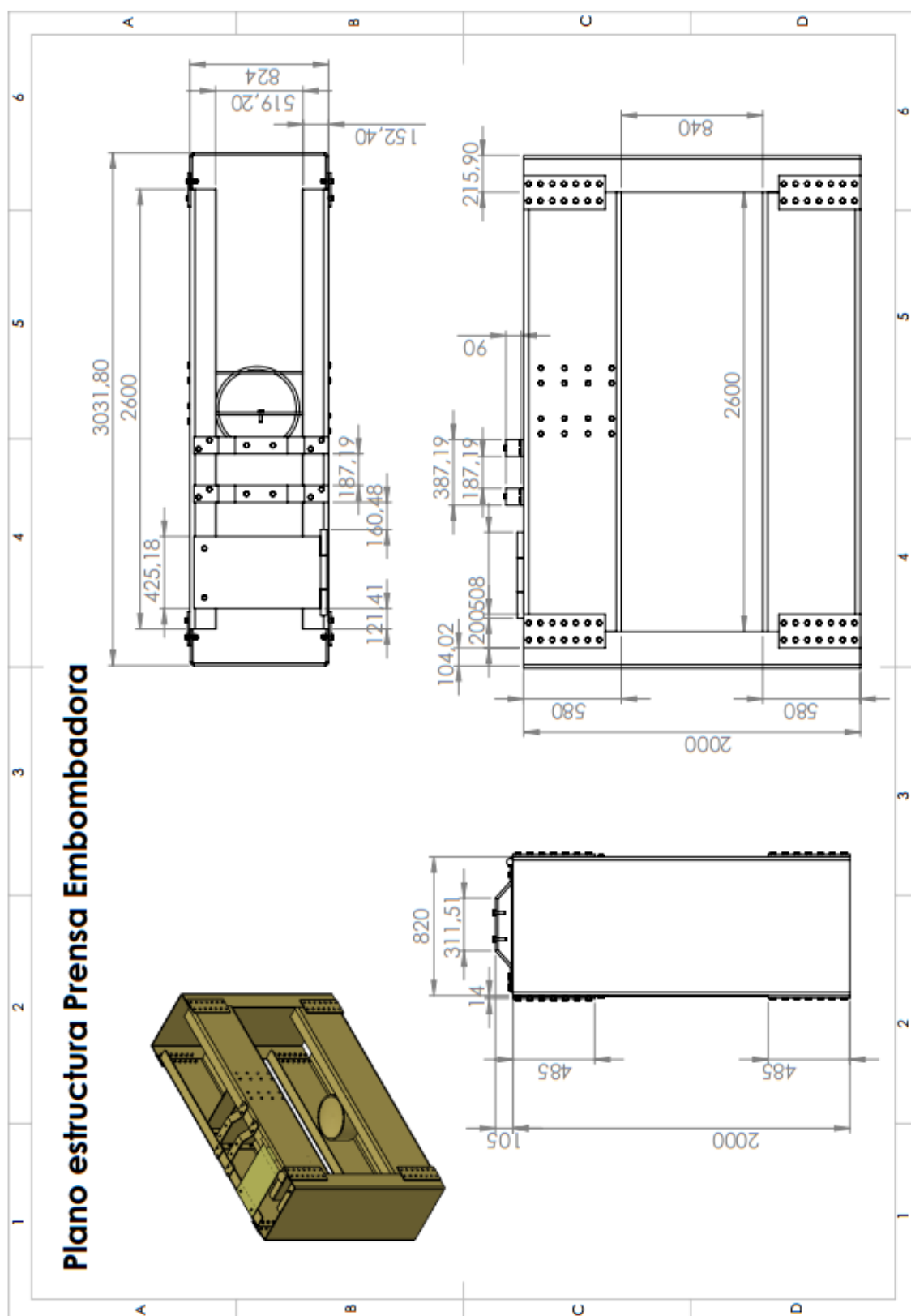
Los planos Básicos de la Prensa Embombadora se encuentran en el anexo E.

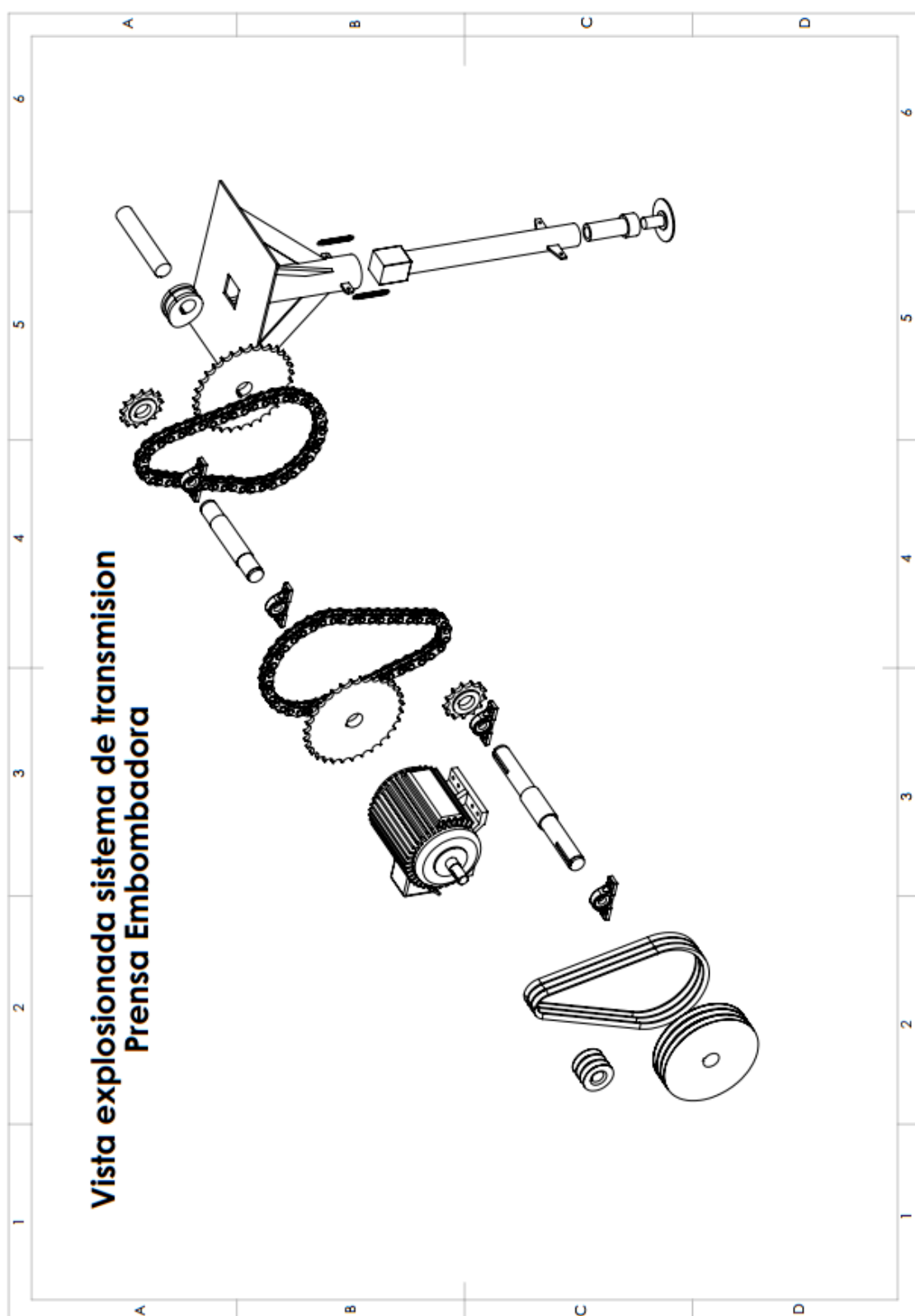
Anexo E. Planos básicos de la maquinaria.

Vista esplosionada Roladora Mecánica					
					
N.º DE ELEMENTO		N.º DE PIEZA		CANTIDAD	
1		Mesa		1	
2		Soporte izquierda inf		1	
3		Soporte derecho		1	
4		Palanca		3	
5		Soporte izquierda		1	
6		Base tornillo de ajuste izqui		1	
8		Radillo de riuerzo		1	
9		Radillo superior		1	
10		Tornillo de ajuste		1	
12		chaveta		3	
13		matriz dobladora de tubos		3	
14		Engranaje conductor		1	
15		Radillos inferiores		2	
16		Engranaje conducido		2	
18		Eje conductor		1	
19		Chumacera		2	
20		Piñon conducido		1	
22		Piñon conductor		1	
23		Polea conducida		1	
24		Eje conductor 2		1	
26		Caja liquido lubricante		1	
27		Caja de seguridad		1	
28		motor electrico		1	
29		Polea conductora		1	
30		Correa V		1	
31		Pieza de seguridad		1	
32		Soporte izquierdo 2		1	









Anexo F. Acceso remoto al sistema de información

Dentro de la implementación del sistema de información para la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS se requiere que el sistema sea accesible desde los computadores presentes en la empresa. Para ello comúnmente se requiere de un servidor local que se almacena la base de datos y el sistema de información.

Para la empresa no es indispensable la adquisición de un servidor local, en este caso durante la instalación del sistema de información se realiza la instalación del simulador de servidor XAMPP, que contiene la base de datos, el servidor web y los interpretes del lenguaje PHP, en los que se basa la arquitectura del sistema de información para la gestión del mantenimiento de la empresa RAFAEL ESCOBAR CONTRERAS. Este servidor permite el ingreso remoto.

Para acceder remotamente al sistema de información es necesario instalarlo en un equipo al cual se le realiza la configuración para que se pueda acceder a este. Para poder ingresar al sistema de información es necesario que los equipos estén conectados a la misma red local.

Configuración del equipo para acceder al sistema de información

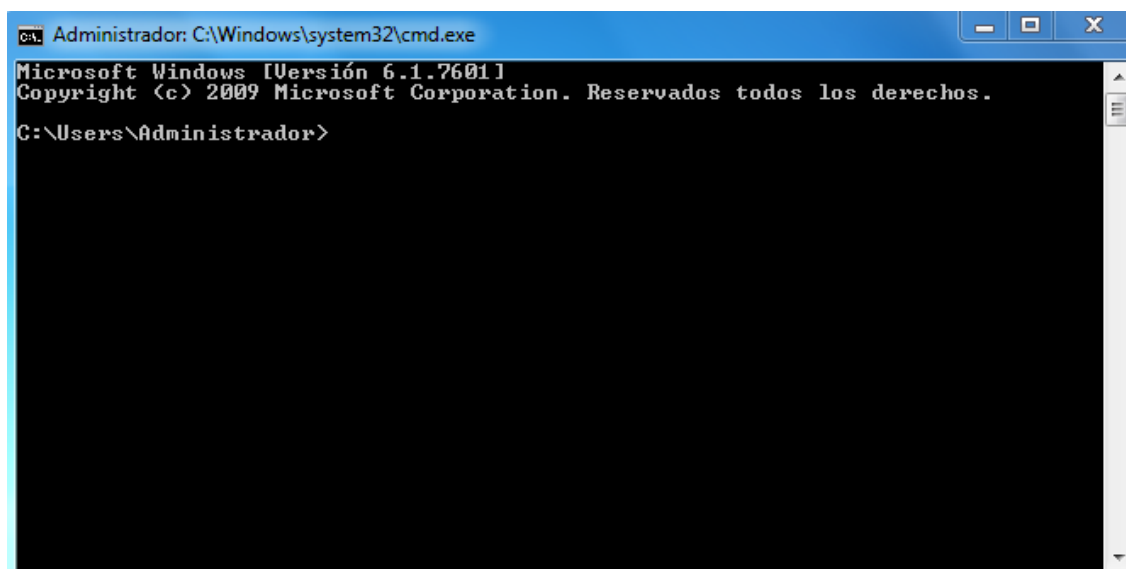
Para poder ingresar al sistema de información de manera remota es necesario que los equipos estén conectados a la misma red local. Una vez conectados a la misma red, en el equipo donde esté instalado el sistema de información se necesita establecer una configuración de dirección IP⁹ fija para que los demás computadores puedan acceder a él.

Para configurar la IP fija en computadores con sistema operativo Windows conectados a una red local, hay que ir a la ventana de comandos ver figura (1) a

⁹ Una dirección IP es un número que identifica de manera lógica y jerárquicamente un dispositivo dentro de una red

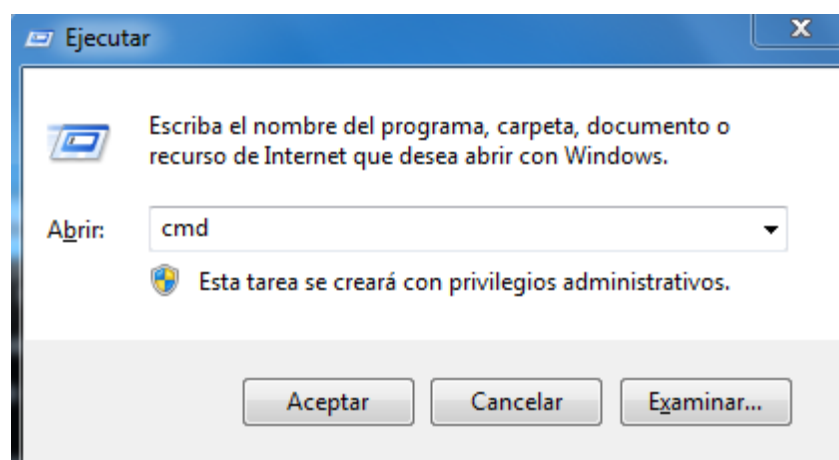
la que se puede acceder mediante la ruta: Inicio/Todos los programas/Accesorios/Símbolo del sistema.

Figura (1) Ventana de comandos de Microsoft Windows



Otro método de acceder a la ventana de comandos es oprimir las teclas Windows+R, acción que abre la ventana Ejecutar que se ver en la figura 2, y en la que se escribe CMD¹⁰ luego se da clic en el botón aceptar y abre la ventana de comandos.

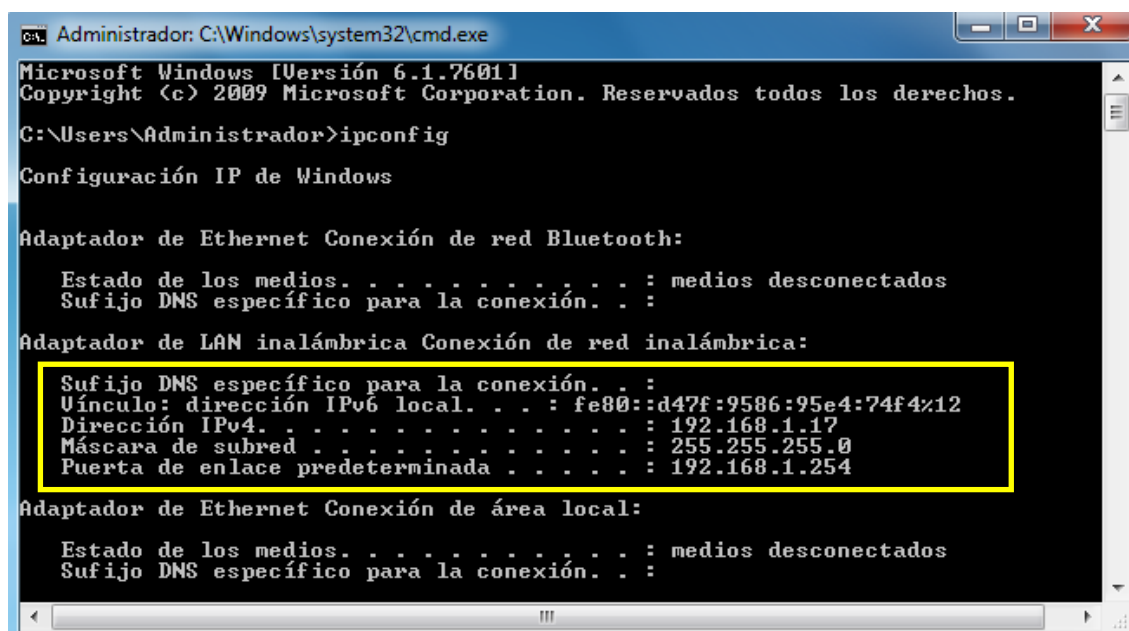
Figura 2. Ventana Ejecutar.



¹⁰ CMD es el intérprete de comandos en OS/2 y sistemas basados en Windows NT (incluyendo Windows 2000, Windows XP, Windows Server 2003, Windows Vista y Windows 7)

En la Ventana de comandos ingresamos el comando ipconfig¹¹, luego se oprime la tecla Enter y aparece la siguiente información:

Figura 3. Ventana de Comandos



```
C:\Users\Administrador>ipconfig

Configuración IP de Windows

Adaptador de Ethernet Conexión de red Bluetooth:

    Estado de los medios. . . . . : medios desconectados
    Sufijo DNS específico para la conexión. . :

Adaptador de LAN inalámbrica Conexión de red inalámbrica:

    Sufijo DNS específico para la conexión. . :
    Vínculo: dirección IPv6 local. . . : fe80::d47f:9586:95e4:74f4%12
    Dirección IPv4. . . . . : 192.168.1.17
    Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.0
    Puerta de enlace predeterminada . . . . . : 192.168.1.254

Adaptador de Ethernet Conexión de área local:

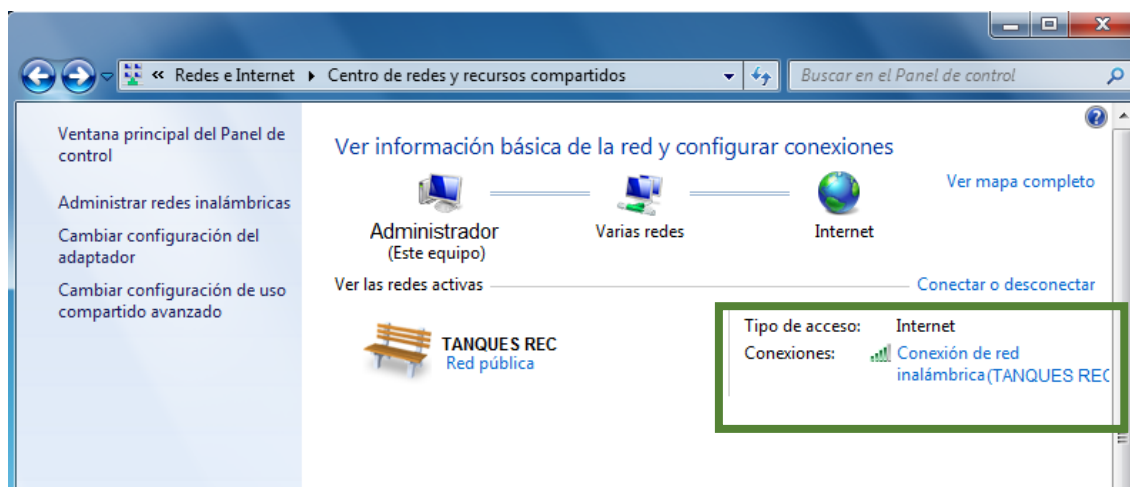
    Estado de los medios. . . . . : medios desconectados
    Sufijo DNS específico para la conexión. . :
```

De la información que se muestra, se toman los valores de Dirección IPv4, Mascara de subred y puerta de enlace

El siguiente paso es asignar la IP fija al Computador para esto en el panel de control buscar el centro de redes y recursos compartidos y luego dar clic en conexión a red inalámbrica, si está conectado a través de una red cableada aparece conexión de área local. Esta acción abre el centro de redes y recursos compartidos

¹¹ Aplicación de la ventana de comandos que muestra los valores de configuración de red.

Figura 4. Centro de redes y recursos compartidos.



Si está conectado a través de una red cableada aparece conexión de área local. Esta acción abre la ventana de estado de la conexión de red que se muestra a continuación, en esta ventana se da clic en propiedades y abre la ventana de propiedades de red ver figura 5.

Figura 5. Estado de conexión a red

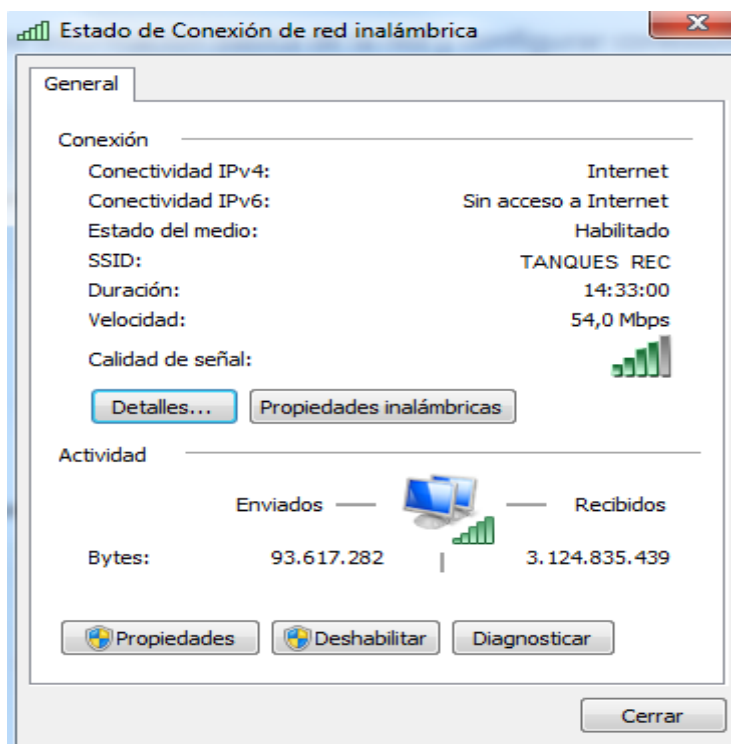
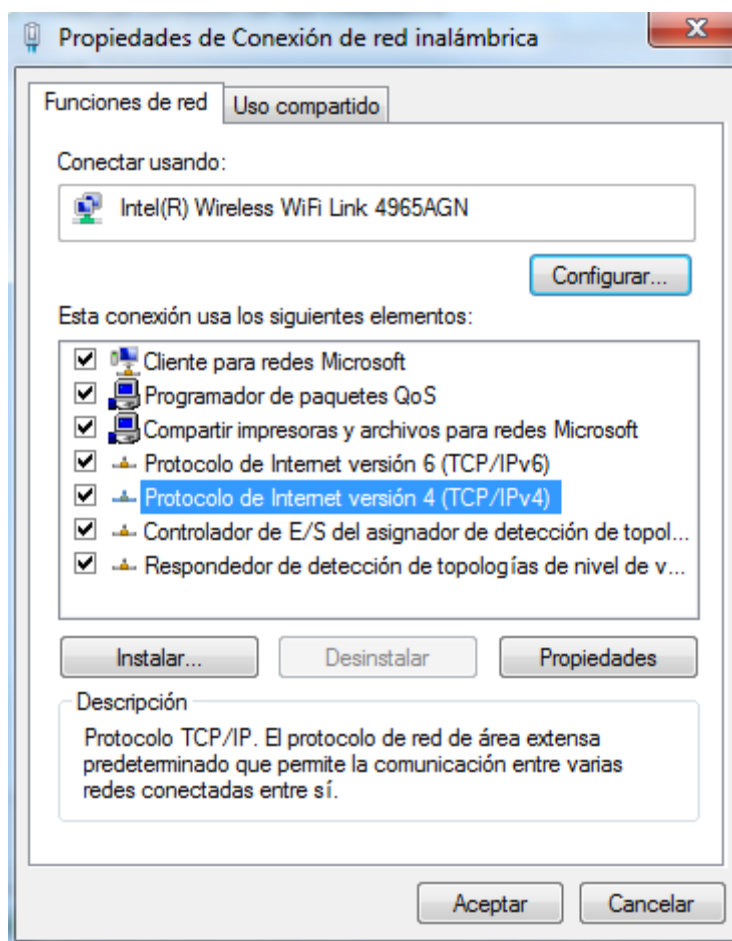


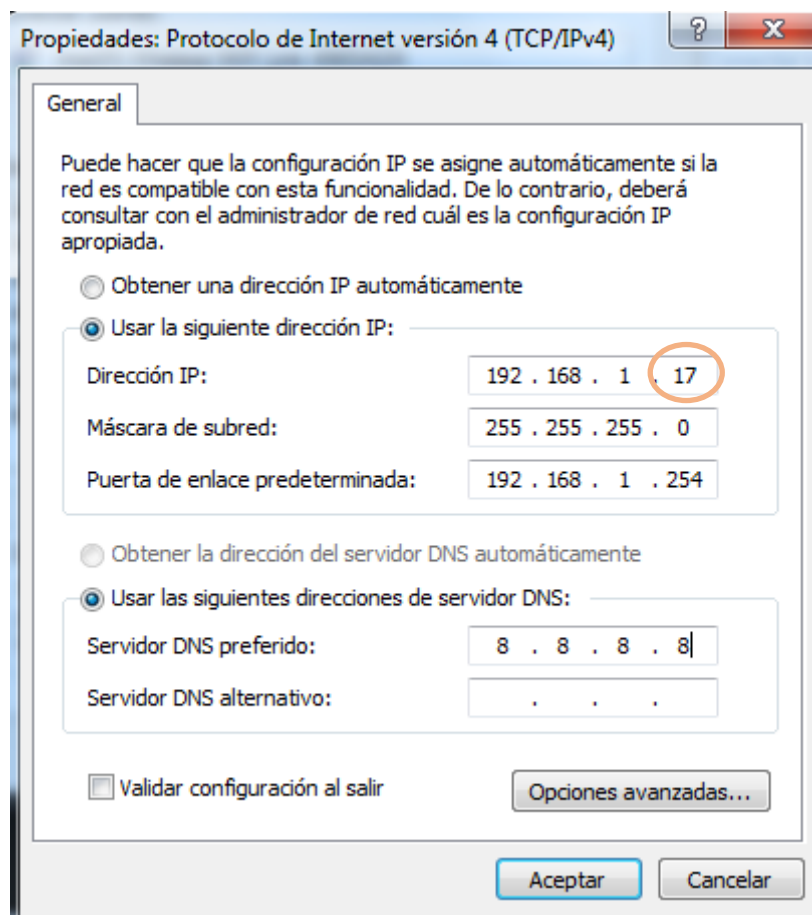
Figura 6. Propiedades de conexión de red



En la lista de elementos de conexión que aparece se da doble clic a Protocolo de Internet versión 4(TCP/IPv4) y abre la ventana de propiedades de protocolo. Ver figura 6.

Y allí se insertan los datos que se obtuvieron de la ventana de comandos, es importante guardar el número de la Dirección IP, que va a ser el número que representa la dirección que permite acceder remotamente al sistema de información. El número final de la dirección IP puede ser cambiado a conveniencia, no debe ser precisamente el número suministrado por la ventana de comandos; es posible que al cambiar este número se presente un conflicto con la dirección IP si se asume un número igual al de otro equipo conectado a la red, de presentarse este error, la solución es asumir un nuevo número.

Figura 7. Propiedades de protocolo de internet

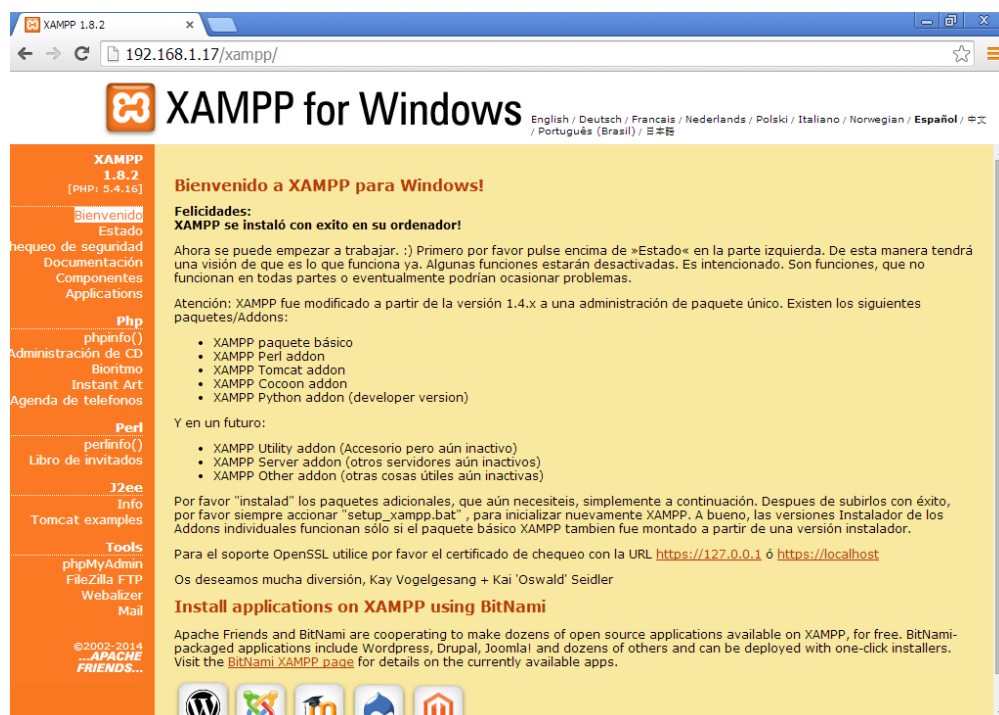


Para terminar este proceso se da clic en aceptar en esta ventana y en la ventana de propiedades.

Ingreso al sistema de información remotamente

El ingreso al sistema de información desde un computador conectado a la red se realiza mediante cualquier explorador de internet, digitando la dirección url: 192.168.1.17, o el número de IP fijado en el equipo. Si la configuración se realizó con éxito aparece en la página de inicio del servidor XAMPP que se ve a continuación

Figura 8. Pantalla de inicio del servidor XAMPP



Ahora es posible realizar la conexión a la base de datos a la que se ingresa añadiendo la extensión /rec a la dirección IP Ejemplo: 192.168.1.17/rec

Figura 9. Acceso remoto al sistema de información

