

**DISEÑO Y DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
DE LOS EQUIPOS CRÍTICOS DE LA DIVISIÓN DE MECÁNICA DE  
COTECMAR PLANTA MAMONAL**



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
FACULTAD DE INGENIERÍAS MECANICA Y MECATRONICA  
MINOR DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL  
CARTAGENA DE INDIAS D. T. Y C.**

**2006**

**DISEÑO Y DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
DE LOS EQUIPOS CRÍTICOS DE LA DIVISIÓN DE MECÁNICA DE  
COTECMAR PLANTA MAMONAL**

**JERRY JAVIER CUESTA LORA**

**ANTONIO GOMEZ GONZALEZ**

Monografía como requisito para optar el título de Ingeniero Mecánico

**Director**

**Juan Fajardo**

Msc©. Ingeniero Mecánico

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
FACULTAD DE INGENIERÍAS MECANICA Y MECATRONICA  
MINOR DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL  
CARTAGENA DE INDIAS D. T. Y C.**

**2006**

Cartagena De Indias D.T. y C., Noviembre de 2.006

Señores:

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR**

Programa de Ingeniería Mecánica  
Comité de Evaluación de Proyectos  
Ciudad

Apreciados Señores:

Muy comedidamente nos dirigimos a ustedes para presentar a su consideración, estudio y aprobación del trabajo de grado titulado “**DISEÑO Y DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS CRÍTICOS DE LA DIVISIÓN DE MECÁNICA DE COTECMAR PLANTA MAMONAL**” como requisito para optar el título de Ingeniero Mecánico.

Atentamente,

---

**JERRY CUESTA LORA**

---

**ANTONIO GOMEZ GONZALEZ**

Cartagena De Indias D.T. y C., Noviembre de 2.006

Señores:

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR**

Programa de Ingeniería Mecánica  
Comité de Evaluación de Proyectos  
Ciudad

Apreciados Señores:

Por medio de la presente que el trabajo de grado titulado **“DISEÑO Y DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS CRÍTICOS DE LA DIVISIÓN DE MECÁNICA DE COTECMAR PLANTA MAMONAL”** como requisito para optar el título de Ingeniero Mecánico ha sido desarrollada con los objetivos establecidos.

Como director del proyecto considero que el trabajo es satisfactorio y amerita ser presentado para su evaluación.

Atentamente,

---

**ING. JUAN FAJARDO**

## **AUTORIZACION**

**Cartagena De Indias D.T. y C., Noviembre 3 de 2.006**

Yo JERRY JAVIER CUESTA LORA identificado con cedula de ciudadanía 73.202.039 de la ciudad de Cartagena, autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar para hacer uso de mi trabajo de grado y publicarlo en el catalogo Online de la biblioteca.

---

**JERRY CUESTA LORA**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

**FIRMA DEL PRESIDENTE DEL JURADO**

---

**FIRMA DEL JURADO**

---

**FIRMA DEL JURADO**

*A Dios por haberme brindado el don de desarrollar todas mis habilidades plenamente para el desarrollo integral de mi vida, a mis padres y a mi hermana que han sido siempre el apoyo incondicional de mi vida y haberme dado la oportunidad de poder cumplir con todas mis metas.*

**JERRY**

*Gracias a mi padre celestial por haberme mostrado el camino a seguir en mi vida para poder alcanzar todos mis objetivos y metas, a mis padres, hermanos y amigos por darme el apoyo incondicional que toda persona necesita para seguir adelante.*

**ANTONIO**



## CONTENIDO

	<b>PÁG.</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>15</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>16</b>
<b>1. OBJETIVOS</b>	<b>17</b>
<b>1.1 OBJETIVO GENERAL</b>	<b>17</b>
<b>1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>17</b>
<b>2. PRESENTACION DE LA EMPRESA COTECMAR</b>	<b>18</b>
<b>2.1 ¿QUIENES SOMOS?</b>	<b>18</b>
<b>2.2 LOCALIZACION GEOGRAFICA DE COTECMAR</b>	<b>18</b>
<b>2.3 RESEÑA HISTÓRICA</b>	<b>19</b>
<b>2.4 MISIÓN</b>	<b>23</b>
<b>2.5 VISIÓN</b>	<b>23</b>
<b>2.6 POLÍTICA DE CALIDAD DE COTECMAR PLANTA         MAMONAL</b>	<b>24</b>
<b>2.7 ORGANIZACIÓN</b>	<b>24</b>
<b>2.8 OBJETIVOS DE CALIDAD DE COTECMAR PLANTA         MAMONAL</b>	<b>25</b>
<b>2.9 ALCANCE DE COTECMAR PLANTA MAMONAL</b>	<b>26</b>

## CONTENIDO

	PAG.
<b>3. IDENTIFICACION Y CRITICIDAD DE LA</b>	
<b>MAQUINARIA Y EQUIPOS</b>	<b>27</b>
<b>MAQUINARIA Y EQUIPOS</b>	<b>27</b>
<b>DESCRIPCION Y ESTADO DE LOS EQUIPOS Y</b>	<b>27</b>
<b>MAQUINARIA</b>	
<b>CRITICIDAD POR PROCESOS DE LOS EQUIPOS</b>	<b>46</b>
<b>CRITICIDAD GENERAL DE LOS EQUIPOS</b>	<b>51</b>
<b>EQUIPOS CRITICOS DE LA DIVISON DE MECANICA</b>	<b>52</b>
<b>4. CAPACIDAD OPERATIVA DE LOS EQUIPOS</b>	<b>53</b>
<b>4.1 CAPACIDAD NOMINAL DE LOS EQUIPOS</b>	<b>53</b>
<b>4.2 PRUEBA DE CAPACIDAD OPERATIVA DE LOS EQUIPOS</b>	<b>56</b>
<b>5. PLAN DE MANTENIMIENTO</b>	<b>67</b>
<b>5.1 FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO</b>	<b>67</b>
<b>6. CONCLUSIONES</b>	<b>88</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>90</b>

**CONTENIDO**

**PAG.**

**BIBLIOGRAFIA**

**91**

## LISTA DE TABLAS

	PAG
TABLA 1. CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS POR PROCESOS	48
TABLA 2. CAPACIDAD DE DISEÑO DE LOS TORNOS	54
TABLA 3. CAPACIDAD DE DISEÑO DEL TALADRO RADIAL	54
TABLA 4. CAPACIDAD DE DISEÑO DEL PUENTE GRUA	55
TABLA 5. FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE GRUA BIRRIEL	68
TABLA 6. FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO DEL TALADRO RADIAL	70
TABLA 7. FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO DEL TORNO TRIDENT DE 12m	73
TABLA 8. FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO DEL TORNO POREBA	76
TABLA 9. FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO DEL TORNO IMOTURN	79
TABLA 10. FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO DE LA AFILADORA UNIVERSAL HERRAMIENTAS DE CORTE	82
TABLA 11. FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO DE LA BALANCEADORA ESTATICA	84

## LISTA DE FIGURAS

	PAG
FIGURA 1. REACTIVACION DEL ASTILLERO	21
FIGURA 2. ALESADORA	28
FIGURA 3. ROSACDORA	29
FIGURA 4. PUENTE GRUA BIRRIEL	30
FIGURA 5. TALADRO DE BANCO BICKFORD	31
FIGURA 6. TALADRO DE BANCO SOLID	32
FIGURA 7. TALDRO RADIAL	33
FIGURA 8. TORNO TRIDENT DE 12m	34
FIGURA 9. TORNO POREBA	35
FIGURA 10. TORNO MONARCH	36
FIGURA 11. TORNO IMOTURN	37
FIGURA 12. TORNO TRIDENT DE 6m	38
FIGURA 13. SIERRA MEANICA SIN FIN	39
FIGURA 14. SIERRA MECANICA ALTERNANTE	40
FIGURA 15. CEPILLADORA	41
FIGURA 16. BALANCEADORA ESTATICA	42
FIGURA 17. AFILADORA UNIVERSAL DE HERRAMIENTAS DE CORTE	43
FIGURA 18. COMPRESORES INGERSOLL RAND	44

## **LISTA DE FIGURAS**

	<b>PAG</b>
<b>FIGURA 19. FORMATO DE SOLICITUD DE MANTENIMIENTO</b>	<b>85</b>
<b>FIGURA 20. FORMATO DE SOLICITUD DE MANTENIMIENTO</b>	<b>86</b>

## INTRODUCCION

Hoy en día los astilleros se encuentran en un mundo de competitividad, lo que conlleva a este tipo de organización a ofrecer mejores servicios con alta calidad y por ende, optimizar todos los procesos productivos de la empresa, trabajando así en con una política de mejora continua para poder mantenerse competitivos en el mercado y no quedar obsoletos.

El mantenimiento de una empresa adopta un nivel muy importante en cuanto a la optimización de procesos productivos en una empresa, esto contribuye a la confiabilidad de los equipos, disminuyendo las paradas de los mismos, lo cual ayuda a minimizar costos y aumentar la productividad, mejorando así la calidad de sus servicios.

Debido a la mejora de los procesos, las empresas se han visto en la necesidad de desarrollar planes de mantenimiento preventivo con tal de alcanzar un desarrollo integral y aumento de la confiabilidad y competitividad de sus equipos, con el objetivo de dejar atrás el obsoleto y tradicional plan de mantenimiento correctivo, envolviendo a este último dentro del alcance del plan de mantenimiento preventivo, todo esto con el fin de controlar y evaluar la gestión de mantenimiento de los equipos y establecer un plan de acción para el incremento de la productividad basado en la confiabilidad de la maquinaria y equipos.

## RESUMEN

<b>AUTORES</b>	JERRY CUESTA LORA ANTONIO GOMEZ GONZALEZ
<b>TEMA</b>	DISEÑO Y DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS CRÍTICOS DE LA DIVISIÓN DE MECÁNICA DE COTECMAR PLANTA MAMONAL
<b>FECHA</b>	3 DE NOVIEMBRE DE 2006
<b>FACULTAD</b>	INGENIERÍA
<b>PROGRAMA</b>	INGENIERÍA MECANICA
<b>DIRECTOR DE MONOGRAFÍA</b>	INGENIERO MECÁNICO MSC© JUAN FAJARDO.
<b>ASESOR DE MONOGRAFÍA</b>	INGENIERO MECÁNICO MSC© JUAN FAJARDO.
<b>NÚMERO DE PÁGINAS</b>	87



## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar y desarrollar del plan de mantenimiento preventivo de los equipos críticos de la división de mecánica de COTECMAR planta mamonal, para así mejorar la confiabilidad y efectividad de los equipos en los procesos productivos.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Determinar la criticidad de los equipos y maquinaria del taller de Mecánica.
- Especificar los sistemas y componentes que conforman los equipos del taller.
- Establecer políticas de mantenimiento para los equipos y maquinarias críticas del Taller de Mecánica.
- Proponer nuevas tareas de mantenimiento para los equipos y maquinaria, en función de los requerimientos operacionales.

## **2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA<sup>1</sup>**

### **2.1 ¿QUIÉNES SOMOS?**

COTECMAR es una empresa que tiene por objeto proporcionar soluciones avanzadas a la industria Naval, Marítima y Fluvial y cuya actividad comercial se encuentra en las áreas de diseño, construcción, reparación, y mantenimiento de motonaves y artefactos marítimos y fluviales, para lo cual cuenta con tres unidades de negocios así: dos plantas astilleras, una en Cartagena, a 180 millas del canal de Panamá ubicadas en el sector industrial de Mamonal y otra en Bocagrande. La tercera unidad de negocios tiene sede en Cartagena y se centra en la reparación y mantenimiento de motores *diesel* hasta 5000 HP, Instalaciones eléctricas marinas e industriales, reparación de motores eléctricos, montaje de sistemas eléctricos y de control automático.

### **2.2 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE COTECMAR**

COTECMAR PLANTA MAMONAL, se encuentra Ubicada en la Bahía de Cartagena, Colombia, Mar Caribe a 180 millas del Canal de Panamá, la cual funcionará en Zona Franca y cuenta con 17 hectáreas. La Planta Mamonal utiliza un Sincroelevador como sistema de levante y cuenta con la disponibilidad de siete posiciones de varada y sus correspondientes talleres de

---

<sup>1</sup> Información suministrada por la empresa COTECMAR.

apoyo en las áreas de Mecánica, Pintura, Palería y Soldadura. Con la operación de COTECMAR PLANTA MAMONAL se genera una cantidad importante de empleos directos e indirectos que benefician a la fuerza laboral disponible en Cartagena y su área metropolitana, trayendo consigo un impacto social positivo.

### **2.3 RESEÑA HISTÓRICA**

Por medio del decreto No. 1834 del 21 de Septiembre de 1.934, se reorganiza el Departamento de Marina, bajo la dependencia directa del Ministerio de Guerra. Entre 1.951 y 1.954 los Ingenieros Reynaldo Paschke y Rodrigo Puentes construyen la Dársena del Astillero Naval, en predios de la Base Naval ARC “Bolívar” con capacidad de 1.200 toneladas de levante mediante un tipo “*Slip*”. El 9 de mayo de 1956 mediante Decreto 1065, se crea la Empresa de Astilleros y Servicios Navales de Colombia EDANSCO, Empresa Industrial y Comercial del estado, vinculada al Ministerio de Defensa Nacional, para imprimirle mayor auge a la Industria Naval, la Empresa funciona en la Base Naval “ARC” Bolívar con las instalaciones, maquinaria y personal de la Armada Nacional, bajo control de ésta. En el año de 1.969 se crea “CONASTIL” (50% IFI Y 50% Fondo Rotatorio de la Armada Nacional). En 1.977 se traslada CONASTIL de la Base Naval a Mamonal, con un Sincroelevador de 3.600 toneladas de levante y queda fuera de servicio el dique flotante ARC

“Rodríguez Zamora”. En 1980 la Armada Nacional reactiva el Astillero Naval de la Base Naval (Bocagrande).

SCHRADER & CAMARGO en el año de 1.992 adquiere el 80% de CONASTIL y la Armada Nacional retiene el 20%. La participación de la Armada Nacional solo se limitó a un funcionario en la Junta Directiva del Astillero. En 1.994 CONASTIL suspende sus operaciones definitivamente por medio de una asamblea concordataria y se entregan los activos a FIDUANGLO para la venta y pago de sus obligaciones pendientes. En 1.997 FIDUANGLO entrega los predios al IFI en “Dación en pago”, después de vender la maquinaria, equipos y otros activos. Tanto la Armada Nacional como las compañías navieras y pesqueras de alto bordo se vieron obligadas a efectuar los trabajos de dique en el exterior, con las siguientes desventajas principales.

- Mayores precios.
- Dependencia de la tecnología y disponibilidad de astilleros extranjeros.
- Fuga de divisas.
- Estancamiento del sector de la industria naval, así como industrias y comercio relacionados.

## TABLA 1. REACTIVACION DEL ASTILLERO



En Diciembre de 1.997 el Fondo Rotatorio de la Armada Nacional canjea los terrenos con el IFI y adquiere propiedad y la Armada Nacional inicia la reconstrucción y reactivación del Astillero con aportes del Gobierno Nacional. En Julio de 1.998 el Astillero Naval de la Base Naval ARC “Bolívar” sube al ARC “Antioquia” e inicia los trabajos de dique en Mamonal. Después de 40 años, sin el esperado progreso y desarrollo de la industria naval del país, la Armada Nacional recupera autonomía en mantenimiento de dique a sus buques de guerra capitales.

El 21 de julio de 2.000 se crea COTECMAR, en la ciudad de Cartagena y se protocolizó mediante escritura pública No. 0616 de la misma fecha con el socio principal Ministerio de Defensa Nacional – Armada Nacional y socios tecnológicos de las Universidades Nacional de Colombia y la Universidad Tecnológica de Bolívar, y el 01 de enero de 2.001 inicia operaciones. En el

mes de Diciembre de 2.004 se desvincula de la Corporación, la Escuela Colombiana de Ingeniería. En el mes de Diciembre de 2.005 se vincula, la Universidad del Norte.



La Armada Nacional de Colombia, desde el año 1.996, inició un proceso de reactivación de la industria naval, orientado a la construcción de una serie de buques Nodrizas para la Brigada Fluvial de La Infantería de Marina; primero en su Astillero Naval ubicado en la Base Naval ARC BOLÍVAR en Cartagena y ahora en la planta de Mamonal de COTECMAR. Posteriormente, desarrolló el proyecto de diseño y construcción del Buque Balizador o Boyero para la Dirección General Marítima, en el año 2.000 diseñó y construyó una estación flotante de bombeo de agua para la refinería de ECOPETROL en Barrancabermeja, proyecto que culminó en el año 2001. Para la ejecución de estos proyectos se creó la infraestructura necesaria en el antiguo Departamento Técnico de la Base Naval ARC Bolívar y es así como la División de Ingeniería desde entonces es la antecesora de la Dirección de Investigación, Desarrollo e innovación de COTECMAR. De hecho muchos de los funcionarios Directivos, analistas y dibujantes provienen de esa

dependencia y participaron en los proyectos de diseño y construcción que allí se desarrollaron.

## **2.4 MISIÓN**

COTECMAR es una corporación de ciencia y tecnología líder en el diseño, construcción y mantenimiento de buques y en la prestación de servicios técnicos industriales especializados del sector naval, marítimo y fluvial.

COTECMAR tiene como prioridad la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías, productos, materiales y procesos, para de esta manera, satisfacer las necesidades del mercado internacional, del país, del sector y de sus empresas y así contribuir con su desarrollo tecnológico, social y económico.

COTECMAR propicia el desarrollo personal y profesional de sus integrantes, comprometida con una cultura de calidad y respeto al medio ambiente. Sus socios y aliados son el respaldo y la seguridad en la excelencia del servicio.

## **2.5 VISIÓN**

Ser la organización líder en la investigación e innovación tecnológica para el desarrollo del Poder, Marítimo Nacional, en el campo de la industria naval, marítima y fluvial, con proyección internacional.

## **2.6 POLÍTICA DE CALIDAD DE COTECMAR PLANTA MAMONAL**

Suministramos servicios de Construcción, Reparación y Mantenimiento de buques y artefactos navales, en el tiempo y precio convenidos, mejorando continuamente, apoyados en el talento humano calificado y comprometido con la calidad y el desarrollo de la industria naval, para lograr satisfacer los requerimientos de nuestros clientes.

## **2.7 ORGANIZACIÓN**

En COTECMAR trabajan personas comprometidas con el desarrollo de nuestro país y de su industria naval, marítima y fluvial. El talento humano está conformado por funcionarios del Ministerio de la Defensa – Armada Nacional, en comisión de servicios, quienes son responsables del direccionamiento estratégico de la Corporación, así como de las actividades técnicas y asistenciales en las diferentes orgánicas.

El talento humano responsable de las labores de apoyo a nivel técnico, profesional y asistencial, ha constituido Precooperativas de trabajo Asociado, las cuales tienen como entidad promotora a COTECMAR. Adicionalmente, para el desarrollo de proyectos de reparación y construcción naval,



COTECMAR cuenta con los servicios de empleados en misión pertenecientes a las diferentes regiones donde tiene sede la Corporación.

Conciente de la necesidad de garantizar condiciones de trabajo adecuadas para todo el talento humano, COTECMAR ha implementado el esquema de trabajo Asociado al interior de la organización. El modelo busca convertir empleados en empresarios, generando con esto altos niveles de compromiso y satisfacción laboral. Actualmente se han conformado en COTECMAR 4 Precooperativas de trabajo Asociado, que agrupan a la fecha un número superior a los doscientos trabajadores.

## **2.8 OBJETIVOS DE CALIDAD DE COTECMAR PLANTA MAMONAL**

- Alcanzar a través de la optimización de los procesos el máximo nivel de cumplimiento de lo pactado con el cliente.
- Minimizar los reclamos de garantía aceptados con relación a la totalidad de los proyectos ejecutados en el año.
- Desarrollar la competencia del talento humano con nuevos conocimientos y tecnologías existentes en el medio, de acuerdo con el plan de capacitación.

- Mejorar el nivel de satisfacción del cliente, tomado de la encuesta de evaluación que para ese factor se tiene.

## **2.9 ALCANCE DE COTECMAR PLANTA MAMONAL**

Reparación y mantenimiento de buques y artefactos navales en dique con capacidad de levante en el Sincroelevador hasta de 3.600 Ton. Y 5.4 metros de calado. Reparación y mantenimiento de buques y artefactos navales a flote. Construcción de buques, artefactos y estructuras navales en acero. Construcción de embarcaciones deportivas y de trabajo en materiales compuestos, hasta de 20 metros de eslora.

### **3. IDENTIFICACION Y CRITICIDAD DE LA MAQUINARIA Y EQUIPOS**

#### **3.1 MAQUINARIA Y EQUIPOS**

A continuación se mostrara las maquinas o equipos existentes en el taller de mecánica.

- ALESADORA
- TALADROS DE BANCO
- TALADRO RADIAL
- TORNOS
- SIERRAS MECANICAS
- SIERRA ALTERNANTE
- PRENSAS HIDRAULICAS
- COMPRESORES
- BALANCEADORA ESTATATICA
- ROSCADORA
- CEPILLADORA
- AFILADORA
- PUENTE GRUA BIRRIEL

#### **3.2 DESCRIPCION Y ESTADO DE LOS EQUIPOS Y MAQUINARIA.**

Para la verificación de la maquinaria y equipos se hizo un análisis de la maquinaria existente en taller.

➤ **ALESADORA**

**FIGURA 2. ALESADORA**



**ESTADO Y DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO**

El equipo esta conformado de una base con capacidad de trabajo tridimensional y herramientas que le permiten suplir trabajos de diferentes maquinas como son el torno, la fresadora, el taladro entre otros, además puede hacer diferentes funciones que son propias del equipo. El equipo en este momento no se encuentra en funcionando por problemas eléctricos para el desplazamiento de la mesa rotativa e hidráulicos por parte de las válvulas que no tienen repuestos aun, y la bomba del sistema hidráulico trabaja a un 70% de su capacidad limitando el desplazamiento de la alesadora.

Todos estos repuestos y reparaciones no han sido presupuestados para el mantenimiento del equipo como tal.

## TIPOS DE TRABAJO

Mecanizado, fresado, Alesado.

### ➤ ROSCADORA

FIGURA 3. ROSCADORA



### ESTADO Y DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

El equipo esta conformado de un sistema de roscado NPT el cual es un roscado estándar para tubo tanto externa como internamente, el equipo soporta el roscado de materiales de dureza máxima que pueden ser llevados al taller, en cuanto al estado del equipo, éste se encuentra en óptimas condiciones y cumple con todos los parámetros y capacidades de diseño.

### TIPOS DE TRABAJO

Elaborar roscas internas – externas y cortar tubos.

## ➤ PUENTE GRUA BIRRIEL

FIGURA 4. PUENTE GRUA BIRRIEL



### ESTADO Y DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

El puente grúa birriel es un equipo crítico dentro del taller de mecánica, ya que su capacidad operativa es importante para el transporte de elementos pesado y de difícil desplazamiento dentro del taller, el puente grúa cuenta con un sistema birriel que le permite el desplazamiento a través del taller de mecánica, el sistema de izaje esta compuesto de un motor y cables que son los encargados de levantar y bajar partes o piezas, en cuanto a su estado, el puente grúa se encuentra en buenas condiciones, el único problema que presenta son las bases de desplazamientos que se encuentran ya desgastados por el tiempo y crean un desnivel del equipo.

### TIPO DE TRABAJO

Transporte de elementos pesados.

## ➤ TALADRO DE BANCO BICKFORD

FIGURA 5. TALADRO DE BANCO BICKFORD



### ESTADO Y DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Este equipo tiene la capacidad de trabajar la mayor parte de las actividades de agujeros y rimado, obteniendo así una categorización de equipo muy importante, por su capacidad y velocidad de trabajo, en cuanto a su estado, se encuentra en buenas condiciones, el problema que presenta el equipo es la mesa de trabajo, que está agujereada por el mal uso del equipo, ya que al taladrar siempre pasaban la broca de nivel y además no colocaban elementos de soporte como maderos que sirven como elementos de seguridad para la máquina.

### TIPOS DE TRABAJO

Realizar agujeros, roscar internamente y rimado.

## ➤ TALADRO DE BANCO SOLID

FIGURA 6. TALADRO DE BANCO SOLID



### ESTADO Y DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Este taladro tiene la particularidad de ser soporte del taladro CINCINNATI BICKFORD, por esta razón su utilización no sube del 30%, lo que lo mantiene en un estado operacional bueno, ya que su poco uso le permite conservar sus piezas o partes en buenas condiciones, disminuyendo así el desgaste de las mismas y manteniéndose en un estado bueno para cualquier trabajo que se requiera en el equipo.

### TIPOS DE TRABAJO

Realizar agujeros, roscar internamente y rimado.



## ➤ TALADRO RADIAL

FIGURA 7. TALADRO RADIAL



### **ESTADO Y DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO**

Este taladro cuenta con una capacidad de trabajo diametral mayor que el de los otros taladros dentro del taller, su capacidad de desplazamiento radial lo convierte en un equipo crítico dentro de la división, ya que en el se pueden hacer trabajos que en otros taladros serían de alta dificultad, además su capacidad dimensional y de desplazamiento es superior a los demás. En cuanto a su estado, se encuentra en un buen estado de trabajo, el único problema que posee es un daño en el sistema de embrague, lo que retrasa de una manera leve su velocidad de trabajo, ya que es necesario detener la máquina para poder embragarla y seguir trabajando.

### **TIPOS DE TRABAJO**

Realizar agujeros, roscar internamente y rimado.

➤ **TORNO TRIDENT (12m)**

**FIGURA 8. TORNO TRIDENT 12m**



**ESTADO Y DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO**

Este torno posee una gran bancada que le permite hacer trabajos a una gran cantidad de elementos de gran longitud, lo que lo convierte en un equipo crítico dentro de la división, en este equipo se puede hacer varios tipos de trabajos, como son, el mecanizado, rectificado, roscado entre otros. El estado del equipo es regular, ya que el reglaje del torno está descuadrado y fracturado, el control de velocidad está completamente dañado, solo gira hacia un lado, su precisión es regular, lo que incide en la creación de conicidad en las piezas, la bomba de aceite está trabajando a un nivel muy bajo y las balineras de la máquina presentan problemas.

**TIPO DE TRABAJO**

Mecanizar piezas (cilindrado, roscado, refrentar, rectificado).

## ➤ TORNO POREBA

FIGURA 9. TORNO POREBA



### ESTADO Y DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Este torno es uno de los mas utilizados en el taller de mecánica, ya que tiene una precisión buena y todos sus partes se encuentran en buenas condiciones, al ser muy utilizado en el taller esto aumenta su criticidad en la división y lo hace un equipo imprescindible para los trabajos realizados en la división, su estado operativo es muy bueno, pero el problema que presenta son conicidades, esto se debe a un problema leve en el reglaje y falta de alineación entre la bancada y el cabezal fijo.

### TIPO DE TRABAJO

Mecanizar piezas (cilindrado, roscado, refrentar, mandrilar, rectificado).

## ➤ TORNO MONARCH

FIGURA 10. TORNO MONARCH



### ESTADO Y DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Este torno es el menos utilizado en el taller gracias a sus grandes limitaciones en cuanto a su capacidad operativa, esto se debe su pésimo estado, ya que presenta grandes conicidades en los trabajos por causa de su bancada y platos (desgastes entre los tornillos y elementos de calibración) desgastados, además sistema de lubricación no funciona correctamente y la precisión de sus trabajos es pésima.

### TIPO DE TRABAJO

Mecanizar piezas (cilindrado, roscado, refrentar, rectificado).

## ➤ TORNO IMOTURN

FIGURA 11. TORNO IMOTURN



### **ESTADO Y DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO**

El torno imoturn es uno de los tornos mas utilizados en la división de mecánica gracias a su gran potencia y capacidad de trabajo para piezas pequeñas, lo que lo hace un equipo muy importante a la hora de hacer trabajos de mecanizados, roscado, entre otros, de piezas de poca longitud dimensional. En cuanto su estado, se puede decir que esta en un optimo.

### **TIPO DE TRABAJO**

Mecanizar piezas (cilindrado, roscado, refrentar, rectificado).

➤ **TORNO TRIDENT (6m)**

**FIGURA 12. TORNO TRIDENT 6m**



**ESTADO Y DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO**

Este torno es de utilización media en el taller de mecánica, sus limitantes de trabajo lo hacen un equipo de criticidad media, ya los tipos de trabajos que se pueden hacer en el equipo están limitados por la falta de un tornillo de las mordazas y el tornillo del contrapunto, el reglaje y el control de velocidad están averiados y las balineras presentan problemas, todo esto incurre en el retraso de trabajos, que además crean grandes conicidades en los elementos que son trabajados en el equipo.

**TIPO DE TRABAJO**

Mecanizar piezas (cilindrado, roscado, refrentar, rectificado).

## ➤ SIERRAS MECÁNICAS SIN FIN

**FIGURA 13. SIERRAS MECANICAS SIN FIN**



### **ESTADO Y DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO**

Estas maquinas de corte de elementos son muy utilizadas en la división, su capacidad de corte es buena y su sistema esta apoyado por dos de estas, una de las cuales se encuentra en buenas condiciones y la otra se encuentra fuera de servicio por problemas en la bomba de refrigeración y en el gato que regula su desplazamiento vertical en el proceso de corte.

### **TIPO DE TRABAJO**

Corte de piezas metálicas.

## ➤ SIERRA MECÁNICA ALTERNANTE

**FIGURA 14. SIERRA MECANICA ALTERNANTE**



### **ESTADO Y DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO**

Este equipo de corte tiene una capacidad de corte muy buena aunque, es limitada si utilización ya que, las otras herramientas de corte (sierra mecánica sin fin) poseen una mayor capacidad operativa que esta. En cuanto a su estado el equipo se encuentra en buenas condiciones, el único problema que tenía era el de la falta de un repuesto o pieza que tenía que ser fabricada en fundición gris y la mantenía fuera de servicio, a cambio se realizó otra pieza en otro tipo de material y se hizo un nuevo diseño de “reingeniería”.

### **TIPO DE TRABAJO**

Corte de piezas metálicas.



➤ **CEPILLADORA**

**FIGURA 15. CEPILLADORA**



**ESTADO Y DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO**

Este equipo de corte es muy importante para la realización de cuñeros tanto externos como internos, además puede cortar tubos o ejes de longitud diametral baja, lo que lo convierte en un equipo de criticidad alta a la hora de hacer trabajos de cuñeros y cortes. En cuanto a su estado, el equipo se encuentra en buenas condiciones y el único problema que posee, es un problema en el Carter que produce fugas de aceite.

**TIPO DE TRABAJO**

Hacer cuñeros externos – internos y cortar piezas.

## ➤ **BALANCEADORA ESTÁTICA**

**FIGURA 16. BALANCEADORA ESTÁTICA**



### **ESTADO Y DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO**

La balanceadora estática es un equipo muy utilizado en el taller de mecánica, gracias a su habilidad de hacer balances de las hélices de embarcaciones y artefactos navales, al ser la única en el taller se convierte en un equipo de alta criticidad. En cuanto a su estado, este equipo se encuentra en muy buenas condiciones, ya que al ser una estructura es menos propensa a sufrir daños, el único requerimiento de esta maquina es anticorrosivo y pintura, lo que la hace una equipo muy económico para mantener.

### **TIPO DE TRABAJO**

Balancear hélices.

➤ **AFILADORA UNIVERSAL DE HERRAMIENTAS DE CORTE**

**FIGURA 17. AFILADORA UNIVERSAL DE HERRAMIENTAS DE CORTE**



**ESTADO Y DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO**

Esta máquina es muy utilizada, ya que su uso para afilar herramientas de corte que los operarios manejan en todas las máquinas y equipos del taller de mecánica. En cuanto a su estado, gracias a su utilización y mantenimiento se encuentra en óptimas condiciones de trabajo.

**TIPO DE TRABAJO**

Afilar herramientas de corte (Buriles).

## ➤ COMPRESORES INGERSOLL RAND

FIGURA 18. COMPRESORES INGERSOLL RAND



### ESTADO Y DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Estos compresores son comúnmente utilizados en la división de mecánica para hacer trabajos de arqueado y en ocasiones son prestados a la división de pinturas para aplicar pinturas por aspersion, a parte de que cumple múltiples funciones solo son utilizados para las dos funciones anteriores. En cuanto a su estado, su capacidad operativa se encuentra en muy buenas condiciones ya que su presión e instrumentos de trabajo esta de acuerdo a los parámetros de fabricación.

### TIPO DE TRABAJO

Comprimir el aire para diferentes propósitos.

➤ **COMPRESOR CAMPBELL HAUSFELD**

**ESTADO Y DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO**

Este compresor es comúnmente utilizado en la división de mecánica para hacer trabajos de arqueado y soplado. En cuanto a su estado, su capacidad operativa se encuentra en muy buenas condiciones ya que su presión e instrumentos de trabajo esta de acuerdo a los parámetros de fabricación.

**TIPO DE TRABAJO**

Comprimir el aire para diferentes propósitos.

### **3.3 CRITICIDAD POR PROCESOS DE LOS EQUIPOS**

En la siguiente tabla, se mide el nivel de importancia, criticidad de los equipos o maquinas en los diferentes procesos, la capacidad operativa y tipo de procesos en que interactúan. También se presentara los trabajos que son subcontratados por la división de mecánica, ya sea por falta de tiempo, pero contando con la maquinaria necesaria para realizar el trabajo ó por falta de maquinaria para ejecutar un trabajo en especial.

#### **MATRIZ DEL NIVEL DE IMPORTANCIA DE LAS MÁQUINAS O EQUIPOS EN LOS DIFERENTES PROCESOS EN LA DIVISIÓN DE MECÁNICA**

A continuación se mostrara una matriz para medir el nivel de importancia de las máquinas o equipos en los procesos realizados en la división de mecánica. Este nivel de importancia se medirá de 5 a 1. Dentro de la matriz se clasificara las máquinas y equipos con las siguientes nomenclaturas:

##### *Nivel de importancia*

- ✓ Nivel 1: importante para el proceso y no tiene plan de contingencia.
- ✓ Nivel 2: aquellos que paran el proceso y tiene un plan de contingencia que se demora mas de 8 horas en darse.

- ✓ Nivel 3: son aquellos que disminuye la productividad del proceso en un 50% o más y tiene un plan de contingencia óptimo.
- ✓ Nivel 4: son aquellos que disminuye la productividad en menos de un 50
- ✓ Nivel 5: equipos de apoyo cuyo servicio puede ser fácilmente reemplazado.

*Mn = maquinaria o equipo*

- M1= torno
- M2 = Grúas
- M3 = Diferenciales
- M4 = Grillo
- M5 = Cepilladora
- M6 = Roscadora
- M7 = Puente grúa
- M8 = Taladro
- M9 = Sierra
- M10 = Prensa hidráulica
- M11 = Gato hidráulico
- M12 = Bomba hidráulica
- M13 = Cilindro hidráulica
- M14 = Balanceadora estática.

**TABLA 1. CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS POR PROCESOS**

MATRIZ: NIVEL DE IMPORTANCIA DE LAS MÁQUINAS O EQUIPOS EN LOS DIFERENTES PROCESOS DE LA DIVISIÓN DE MECÁNICA														
MÁQUINAS	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14
PROCESOS														
Desmonte, Reparación y Montaje de la línea de ejes y hélices	3	5	3	5	3	3	3	N/A	N/A	N/A	3	3	N/A	2
Desmonte, Reparación y Montaje del timón	3	5	3	5	3	N/A	3	3	N/A	N/A	3	3	N/A	N/A
Toma de luces para bujes en línea de ejes y timones	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Desmonte, Reparación y Montaje de válvulas	3	5	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	N/A	N/A
Verificación de deflexión y enderezamiento de ejes	3	N/A	3	5	N/A	N/A	3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3	N/A
Calibración de cadena	N/A	5	N/A	5	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Prueba de Asentamiento	3	N/A	3	5	N/A	N/A	3	N/A	N/A	N/A	3	3	N/A	N/A
Desmonte y montaje de rejillas y cajas de mar	N/A	5	3	5	N/A	N/A	N/A	3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Medición de la deflexión del Cigüeñal	N/A	N/A	3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Desmonte, Reparación y Montaje del Bowthruster	N/A	5	3	5	N/A	N/A	3	3	N/A	N/A	3	3	N/A	2
Desmonte, Reparación y Montaje de las Pastecas	3	5	3	5	3	N/A	3	3	3	3	3	3	N/A	N/A
Desmonte, Reparación y Montaje de Tapas	N/A	5	3	5	N/A	N/A	3	3	N/A	N/A	3	3	N/A	N/A
Fabricación de piezas	3	N/A	N/A	N/A	3	3	N/A	3	3	3	3	3	N/A	N/A

Nota: para el uso de los tornos y los taladros dependerá del tamaño de la pieza y la capacidad del equipo como tal.

**Maquinaria o equipo (Mn)**

M1= torno

M2 = Grúas

M3 = Diferenciales

M4 = Grillo

M5 = Cepilladora

M6 = Roscadora

M7 = Puente grúa

M8 = Taladro

M9 = Sierra

M10 = Prensa hidráulica

M11 = Gato hidráulico

M12 = Bomba hidráulica

M13 = Cilindro hidráulico

M14 = Balanceadora estática.

**Nivel de importancia**

Nivel 1: Importante para el proceso y no tiene plan de contingencia.

Nivel 2: aquellos que paran el proceso y tiene un plan de contingencia que se demora más de 8 horas en darse.

Nivel 3: son aquellos que disminuye la productividad del proceso en un 50% o más, y tiene un plan de contingencia óptimo.

Nivel 4: son aquellos que disminuye la productividad en menos de un 50%.

Nivel 5: equipos de apoyo cuyo servicio puede ser fácilmente reemplazado.



Para la base de la calificación del nivel de importancia se tomo la experiencia de los supervisores y operarios, quienes suministraron información con la mayor criticidad posible.

Una de las máquinas que no se incluyó en la matriz fue la Alesadora, ya que ésta se encuentra fuera de servicio. Esta máquina sería el equipo critico de la división de mecánica, por que es la única Alesadora existente en el ámbito local. Algunos de los trabajos que esta máquina ejecuta pueden ser reemplazados por otras máquinas o equipos existentes en el taller, pero no se van a ejecutar con la misma eficiencia.

En caso de que no haya disponibilidad de grúas o grillos para apoyar una maniobra correspondiente a la división de mecánica, la única acción que se toma es la de esperar a que se desocupe el equipo rodante solicitado. En el caso de la maquinaria utilizada en el taller se dañe o no halla capacidad en cuanto a tiempo se procede a realizar un outsourcing del trabajo a ejecutar, si el daño es muy leve se procede a reparar la máquina o a ser reemplazada por otra existente en el taller.

En la matriz del nivel de importancia de las máquinas o equipos en los diferentes procesos de la división de mecánica, se puede concluir que no se presenta una máquina o equipo crítico, ya que éstos pueden ser reemplazados fácilmente por otros iguales o que cumplan con la misma función. Además, se

encontró que la balanceadora estática es la única que fue calificada con un nivel 2, esto hace referencia a, aquellos equipos o máquinas que paran el proceso y tiene un plan de contingencia que se demora mas de 8 horas en llevarse a cabo; debido a que dentro del taller no hay máquina o equipo que cumpla con la misma función. Para poder realizar el trabajo que ejecuta esta máquina en caso de que no pueda ser utilizado, se debe recurrir a la balanceadora dinámica en COTECMAR (Bocagrande).

Una de las máquinas que no se incluyó en la matriz fue la Alesadora, ya que ésta se encuentra fuera de servicio. Uno de las razones por los cuales la Alesadora es un equipo critico, es la de cumplir la función de Fresadora y tener la capacidad de trabajar tridimensionalmente, y en el taller no se encuentra máquina o equipo que realice trabajos de Fresado o en tres dimensiones.

### **3.4 CRITICIDAD GENERAL DE LOS EQUIPOS**

En el caso de la criticidad general de los equipos los equipos fueron seleccionados dependiendo de su función o características especiales que le dan al equipo un nivel de importancia en el taller para la mayoría de los procesos y su buen desempeño dentro del mismo, todo esto esta evaluado gracias a la experiencia del personal que trabaja estos equipos conjunto a los supervisores y demás personas que trabajan en el taller, ya con la información suministrada por el personal se puede sacar una tabla de criticidad general de los equipos de acuerdo a sus características únicas.

En la realidad no hay una forma exacta para establecer la criticidad de los equipos, es por esta razón que los equipos se ven en la tarea de evaluarse según su utilización en cada uno de los procesos productivos de la División de Mecánica, para esto se creó una tabla en la cual están establecidos la criticidad de los equipos de 1 a 5 según su característica y funcionalidad. Para esto se le dio al puente grúa birriel la calificación de 5 y de 4 a los tornos Trident, Imoturn y Poreba, también se le dio la calificación de 4 a la balanceadora estática y a el taladro radial, y de 3.5 a la afiladora universal.

### **3.5 EQUIPOS CRITICOS DE LA DIVISION DE MECANICA**

Los equipos crítico de la división de Mecánica de COTECMAR planta Mamonal fueron los equipos que mas participaban en los procesos en general y que eran indispensables para el buen funcionamiento de los procesos productivos de el taller de Mecánica.

Con el estudio de criticidad general y criticidad por procesos productivos se pudo concluir que los equipos críticos son los que se presentaran a continuación.

- PUENTE GRUA BIRRIEL
- TALADRO RADIAL
- TORNO TRIDENT DE 12 m
- TORNO POREBA DE 8 m
- TORNO IMOTURN
- AFILADORA UNIVERSAL
- BALANCEADORA ESTÁTICA

## **4 CAPACIDAD OPERATIVA DE LOS EQUIPOS**

### **4.1 CAPACIDAD NOMINAL DE LOS EQUIPOS**

Para establecer la capacidad nominal de los equipos hay una serie de tablas que se mostraran a continuación y las cuales permiten saber la capacidad de funcionamiento de fabricación de la maquinaria y equipos del taller de Mecánica. En las siguientes tablas estarán especificadas las capacidades nominales de los equipos que son considerados los más críticos dentro de la división de mecánica.

**TABLA 2. CAPACIDAD DE DISEÑO DE LOS TORNOS**

<b>TORNOS</b>							
Equipos	VELOCIDAD MIN Y MAX DE GIRO	LONGITUD DE BANCADA Y LONG. MAX. MECANIZABLE	VOLTEO SOBRE BANCADA	PRECISION	TIPO DE TORNO	VEL. AVANCE mm/Rev	MAXIMO DIAMETRO INT Y EXT DE TRABAJO
Trident	2-650 RPM	12 / 12 MTS	1 MTS	MALA	PARALELO	0,13-1,75	0,7 / 1 MTS
Poreba	16-800 RPM	8 / 8 MTS	0,9 MTS	BUENA	PARALELO	0,1-12,8	0,75 / 0,9 MTS
Imoturn	9-1600 RPM	2,4 / 2 MTS	0,6 MTS	OPTIMA	PARALELO	0,028-2,52	0,5 / 0,6 MTS

54

**TABLA 3. CAPACIDAD DE DISEÑO DEL TALADRO RADIAL**

<b>TALADRO</b>							
EQUIPO	TAMAÑO DE MESA	DIAMETRO DE BROCA MAX.	DIAMETRO DE BROCA MIN.	MOVIMIENTO VERTICAL DE LA HTAS	ALCANCE RADIAL	RECORRIDO VERTICAL-DEL CABEZAL	BOMBA DE LUBRICACIÓN
RADIAL	0,4 x 1,5 MTS	3"	1/2"	0,2 MTS	0,25 - 1,5 MTS	1,2 MTS	SI

**TABLA 4. CAPACIDAD DE DISEÑO DEL PUENTE GRUA BIRRIEL**

<b>PUENTE GRUA</b>									
<b>N°</b>	<b>CAPACIDAD DE DISEÑO</b>	<b>CAPACIDAD DE OPERACIÓN</b>	<b>ALTURA DE ELEVACIÓN</b>	<b>VELOCIDADES DE IZAJE.</b>	<b>POTENCIAS DEL MOTOR DE IZAJE</b>	<b>VELOCIDADES DEL TROLLEY</b>	<b>POTENCIAS DEL MOTOR TROLLEY</b>	<b>VELOCIDAD DEL PUENTE</b>	<b>POTENCIAS CARROS TESTEROS</b>
1	16 TON	11,36 TON	8,5 MTS	3,7 / 0,6 M/MIN	11,4 / 1,8 KW	6,3 / 2,5 M/MIN	1,5 / 0,36 KW	6,3 / 2,5 M/MIN	2x1,5 / 2x0,36 KW

## **4.2 PRUEBA DE CAPACIDAD OPERATIVA DE LOS EQUIPOS**

Las pruebas de capacidad operativa son establecidas para saber el rango real de lo que el equipo en realidad puede hacer, estableciendo así una capacidad real de los mismos, y por supuesto dando las características exactas del equipo.

A continuación se harán cada una de las pruebas que tienen que pasar estos equipos para establecer su capacidad real, estableciendo como parámetros la capacidad nominal de éstos.



➤ **PUENTE GRUA BIRRIEL**

**PRUEBA DE CAPACIDAD OPERATIVA**

1. Prueba de capacidad máxima de carga.

Parámetro: 11.25 Ton

2. Prueba de capacidad máxima dimensional de piezas.

3. Prueba de desplazamiento vertical máximo.

Parámetro: Altura Taller: 6 m; Altura max: 8.5 m.

4. Prueba de velocidades de izaje.

Parámetros: Vmin: 0.6 m/min; Vmax: 3.7 m/min.

5. Prueba de velocidades del trolley.

Parámetros: Vmin: 2.5 m/min; Vmax: 6.3 m/min.

*Nota: Para las pruebas de capacidad operativa del equipo se recomienda hablar con IMOCOM, ya que ellos fueron los que vendieron y realizaron el montaje de los puentes grúa.*

➤ **TALADRO RADIAL**

**PRUEBA DE CAPACIDAD OPERATIVA**

1. Prueba de precisión de herramientas.

Se mide si las brocas cumplen con el diámetro mínimo y máximo establecido.

2. Prueba de capacidad máxima de carga de la mesa de trabajo.

Se probara un peso igual al de la pieza más pesada que haya sido llevada al taller para ser taladrada.

3. Prueba de capacidad máxima dimensional de piezas.

Se mide con un metro cada uno de los extremos de la máquina desde el centro y se determina con su posición y las longitudes que tiene libres a su alrededor, para determinar el máximo tamaño de la pieza.

4. Prueba de diámetro mínimo y máximo de broca.

Parámetros: Dmin: 1/16 “; Dmax: 2 5/8 “.

Se probara el roscado con piezas que tengan el Dmin y Dmax establecido.

5. Prueba de recorrido máximo de la mesa.

Parámetro: 1.1 m.

Se mide el recorrido máximo de trabajo de la mesa con un metro.

6. Prueba de movimiento vertical de HTAS.

Parámetro: 0.24 m.

Se mide con un metro el desplazamiento vertical permisible por la máquina.

➤ **TORNO TRIDENT DE 12 m**

**PRUEBA DE CAPACIDAD OPERATIVA**

1. Prueba de precisión de herramientas.

Se medirá con un comparador de carátula cada 10 cm. para verificar si hay conicidad o descentralización.

2. Prueba de capacidad máxima de carga.

Se probara un peso igual al de la pieza más pesada que haya sido llevada al taller para ser reparada.

3. Prueba de capacidad máxima dimensional de piezas.

Parámetros: Volteo: 1 m; Bancada: 12.0 m

Se mide con un metro cada uno de los extremos de la máquina desde el centro y se determina con su posición y las longitudes que tiene libres a su alrededor, para determinar el máximo tamaño de la pieza.

4. Prueba de velocidad mínima y máxima de avance (AUTOMATICO).

Parámetros: Vmin: 0.13 ; Vmax: 1.75 mm/Rev

Se mide la velocidad del carro de mecanizado a sus velocidades mínimas y máximas con un metro (longitud) y un cronometro (tiempo).

5. Prueba de Diámetros internos y externos Máximos de trabajo.

Parámetros: Dint: 0.7 m; Dext: 1 m.

Se probara el mecanizado u otras actividades con piezas que tengan el diámetro mínimo y máximo establecido por los parámetros.

6. Prueba de profundidad máxima de corte.

Se medirá la profundidad máxima de corte del buril con el material menos duro y el más duro que hayan sido llevados al taller de mecánica para determinar su profundidad máxima de corte.

7. Prueba de desplazamientos horizontales y transversales del carro de mecanizado.

Se mide con un metro el desplazamiento máximo longitudinal y transversal del carro de mecanizado para determinar sus desplazamientos máximos.

8. Prueba de desplazamientos horizontales y transversales del carro de soporte.

Se mide con un metro el desplazamiento máximo longitudinal y transversal del carro de mecanizado para determinar sus desplazamientos máximos.

➤ **TORNO POREBA**

**PRUEBAS DE CAPACIDAD OPERATIVA**

1. Prueba de precisión de herramientas.

Se medirá con un comparador de carátula cada 10 cm. para verificar si hay conicidad o descentralización.

2. Prueba de capacidad máxima de carga.

Se probará un peso igual al de la pieza más pesada que haya sido llevada al taller para ser reparada.

3. Prueba de capacidad máxima dimensional de piezas.

Parámetros: Volteo: 0.9 m; Bancada: 8.0 m

Se mide con un metro cada uno de los extremos de la máquina desde el centro y se determina con su posición y las longitudes que tiene libres a su alrededor, para determinar el máximo tamaño de la pieza.

4. Prueba de velocidad mínima y máxima de avance (AUTOMATICO).

Parámetros:  $V_{min}$ : 0.1 ;  $V_{max}$ : 12.8

Se mide la velocidad del carro de mecanizado a sus velocidades mínimas y máximas con un metro (longitud) y un cronometro (tiempo).

5. Prueba de Diámetros internos y externos Máximos de trabajo.

Parámetros:  $D_{int}$ : 0.75 m;  $D_{ext}$ : 0.9 m.

Se probará el mecanizado u otras actividades con piezas que tengan el diámetro mínimo y máximo establecido por los parámetros.

6. Prueba de profundidad máxima de corte.

Se medirá la profundidad máxima de corte del buril con el material menos duro y el más duro que hayan sido llevados al taller de mecánica para determinar su profundidad máxima de corte.

7. Prueba de desplazamientos horizontales y transversales del carro de Mecanizado.

Se mide con un metro el desplazamiento máximo longitudinal y transversal del carro de mecanizado para determinar sus desplazamientos máximos.

8. Prueba de desplazamientos horizontales y transversales del carro de Soporte.

Se mide con un metro el desplazamiento máximo longitudinal y transversal del carro de mecanizado para determinar sus desplazamientos máximos.

➤ **TORNO IMOTURN**

**PRUEBA DE CAPACIDAD OPERATIVA**

1. Prueba de precisión de herramientas.

Se medirá con un comparador de carátula cada 10 cm. para verificar si hay conicidad o descentralización.

2. Prueba de capacidad máxima de carga.

Se probará un peso igual al de la pieza más pesada que haya sido llevada al taller para ser reparada.

3. Prueba de capacidad máxima dimensional de piezas.

Parámetros: Volteo: 0.6 m; Bancada: 2.4 m

Se mide con un metro cada uno de los extremos de la máquina desde el centro y se determina con su posición y las longitudes que tiene libres a su alrededor, para determinar el máximo tamaño de la pieza.

4. Prueba de velocidad mínima y máxima de avance (AUTOMATICO).

Parámetros:  $V_{min}$ : 0.028 ;  $V_{max}$ : 0.252

Se mide la velocidad del carro de mecanizado a sus velocidades mínimas y máximas con un metro (longitud) y un cronometro (tiempo).

5. Prueba de Diámetros internos y externos Máximos de trabajo.

Parámetros:  $D_{int}$ : 0.5 m;  $D_{ext}$ : 0.6 m.

Se probará el mecanizado u otras actividades con piezas que tengan el diámetro mínimo y máximo establecido por los parámetros.

6. Prueba de profundidad máxima de corte.

Se medirá la profundidad máxima de corte del buril con el material menos duro y el más duro que hayan sido llevados al taller de mecánica para determinar su profundidad máxima de corte.

7. Prueba de desplazamientos horizontales y transversales del carro de Mecanizado.

Se mide con un metro el desplazamiento máximo longitudinal y transversal del carro de mecanizado para determinar sus desplazamientos máximos.

8. Prueba de desplazamientos horizontales y transversales del carro de Soporte.

Se mide con un metro el desplazamiento máximo longitudinal y transversal del carro de mecanizado para determinar sus desplazamientos máximos.



➤ **AFILADORA UNIVERSAL**

**PRUEBAS DE CAPACIDAD OPERATIVA**

1. Prueba de capacidad máxima de carga.

Se probará un peso igual al de la pieza más pesada que haya sido llevada al taller para ser reparada.

2. Prueba de capacidad máxima dimensional de piezas.

Se mide con un metro cada uno de los extremos de la máquina desde el centro y se determina con su posición y las longitudes que tiene libres a su alrededor, para determinar el máximo tamaño de la pieza.

3. Prueba de perfiles de acabado de filo.

Se prueba con buriles los diferentes perfiles de filos deseados según especificaciones de la actividad.

4. Prueba de velocidad máxima de afilamiento.

Parámetro: 3450 rpm.

Se mide la velocidad de giro del afilador para determinar su velocidad real.

➤ **BALANCEADORA ESTÁTICA**

**PRUEBA DE CAPACIDAD OPERATIVA**

1. Prueba de capacidad máxima de carga.

Se probará un peso igual al de la pieza más pesada que haya sido llevada al taller para ser reparada.

2. Prueba de capacidad máxima dimensional de piezas.

Se mide con un metro cada uno de los extremos de la máquina desde el centro y se determina con su posición y las longitudes que tiene libres a su alrededor, para determinar el máximo tamaño y diámetro de hélice máximo permisible de la pieza.

## **5 PLAN DE MANTENIMIENTO**

### **5.1 FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO**

Para establecer un plan de mantenimiento hay que hacer un estudio basado en frecuencias de mantenimiento de los equipos, es así como los equipos por sus características tiene diferentes tipos de mantenimientos y frecuencias distintas según sus componentes, dichos componentes pueden ser estáticos, rotativos, eléctricos, entre otros tipos de elementos que tiene propiedades diferentes a la hora de ser mantenidos.

Para mantener los equipos críticos de la División de Mecánica en un óptimo funcionamiento y con una disponibilidad alta, a la hora de realizar un proceso productivo, es necesario establecer un plan de acción que les permita a los equipos trabajar correctamente y sin ningún inconveniente.

A continuación se mostrarán las frecuencias de mantenimiento establecidas para los equipos críticos de la División de Mecánica:

**TABLA 5. FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE GRUA BIRRIEL**

No	PARTE	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	MATERIALES, HTAS Y EQUIPOS	REC HUM (C/NC)	TIEMPO	FREC	OBSERVACIONES
1	FRENOS	COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DE LOS FRENOS VERIFICANDO SI LA DISTANCIA DE FRENADO ESTA DENTRO DEL MARGEN DE TOLERANCIA		1C	15'	M1	VER MANUAL DE INSTRUCCIONES DE FUNCIONAMIENTO (TABLA PAG. 47). TAMBIEN SE DEBE COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DE LOS FRENOS EN CASO DE UN CAMBIO DE OPERARIO DURANTE EL TURNO DE TRABAJO
2	CABLE	CONTROLAR EL CABLE POR SI PRESENTA DAÑOS Y ROTURAS DE ALAMBRES		1C	10'	D1	
3	ACCIONAMIENTOS	TOMAR LECTURA DE AISLAMIENTO DE LOS MOTORES	1 MEGUER	1C	15'	A1	
4	POLIPASTO	COMPROBAR LA ESTANQUEIDAD DEL ENGRANAJE DEL POLIPASTO		1C	15'	A2	
5	ACEITE POLIPASTO	CONTROLAR EL NIVEL DE ACEITE DEL ENGRANAJE DE POLIPASTO. EN CASO NECESARIO RELLENAR		1C	15'	S1	
6	TOPES	VERIFICAR EL ESTADO DE TODOS LOS TOPES PARA VER SI SE PRESENTAN GRIETAS O DEFORMACIONES PERMANENTES QUE INDIQUEN QUE NO SON APTOS PARA EL USO		1C	45'	S2	LA GRUA DEBE LLEVARSE HASTA LOS TOPES CON VELOCIDAD REDUCIDA

**TABLA 5. FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO DEL PUEBTE GRUA BIRRIEL**

No	PARTE	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	MATERIALES, HTAS Y EQUIPOS	REC HUM	TIEMP	FREC	OBSERVACIONES
7	ESTRUCTURA	VERIFICAR UNIONES ATORNILLADAS Y SOLDADURAS. TAMBIEN INSPECCIONAR LA PINTURA DE LA ETSRUCTURA. EN CASO NECESARIO RETOCAR		1C	2'	S3	
8	SISTEMA ELECTRICO	VERIFICAR ALIMENTACIONES DE CORRIENTE, ESPECIALMENTE TOMAS DE CORRIENTE PARA VER SI LAS RONDANAS Y LOS CONTACTOS DESLIZANTES PRESENTAN DESGASTE. VERIFICAR LOS DISPOSITIVOS DE CONEXIÓN ELECTRICA Y LA INSTALACIÓN		1C	2'	A3	
9	GANCHOS DE CARGA	COMPROBAR SI LOS GANCHOS DE LA GRUA PRESENTAN FISURAS INICIALES Y/O DEFORMACIONES EN FRIO		1C	15'	T1	
10	ROLDANAS	COMPROBAR ROLDANAS DE LOS CARROS DE LA GRÚA (ESPECIALMENTE ESTADO DE LAS PESTAÑAS DE RUEDA; NO DEBE HABER DEFORMACIONES PLASTICAS)		1C	15'	T2	
		Asegurarse que el equipo no este energizado.		Colocar letrero de no energizar.			
		NC: Personal del taller (operarios y ayudantes).	C: Personal que maneja el equipo		CE: Personal calificado en electricidad.		
		CMA: Personal calificado en mecánica automotriz.	CMI: Técnico en mantenimiento industrial				

**TABLA 6. FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO DEL TALADRO RADIAL**

No	PARTE	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	MATERIALES, HTAS Y EQUIPOS	REC HUM	TIEMPO	FREC	OBSERVACIONES
1	MESA DE TRABAJO	EFECTUAR LIMPIEZA DE LA MESA Y VERIFICAR MOVIMIENTOS	WAIBE, BROCHA	1NC	5'	D1	
2	HUSILLO DE CARRO LONGITUDINAL Y CABEAL	LIMPIAR, LUBRICAR NUEVAMENTE Y HACER PRUEBA DE DESPLAZAMIENTO VERTICAL Y HORIZONTAL	ACEITE ISO VG 68/SAE 80 (ESSO FEBIS K68, SHELL TONNA TX 68, MOBI VACTRA OIL N°2 )	1C	5'	D2	UTILIZAR UN SOLO TIPO DE ACEITE. <b>NO COMBINAR</b>
3	INTERRUPTORES DE MARCHA Y DE PARADA DE EMERGENCIA	VERIFICAR FUNCIONAMIENTO DE LOS INTERRUPTORES		1C	5'	D3	
4	ACEITE DEL CABEZAL	VERIFICAR QUE SE ENCUENTRE EN EL CORRECTO NIVEL. EN CASO NECESARIO RELLENAR		1NC	5'	D4	UTILIZAR UN SOLO TIPO DE ACEITE. <b>NO COMBINAR</b>
5	CILINDRO DE GIRO (GUIA VERTICAL) Y GUIAS	LIMPIAR Y LIBRICAR NUEVAMENTE	ACEITERA, ACEITE MAQ. . HTA. ISO VG 68 (ESSO FEBIS K68, SHELL TONNA TX 68, MOBI VACTRA OIL N° )	1NC/C	10'	D5	UTILIZAR UN SOLO TIPO DE GRASA <b>NO COMBINAR</b>
6	GUIAS (CREMALLERAS)	LIMPIAR Y VOLVER A ENGRASAR LAS CREMALLERAS DEL CARRO	WAIBE, GRASA MULTIPROPOSITO NLGI 2,3 (SHELL AVANIA R2, MOBIL VALINA EP-2, ESSO BEACON EP-2)	1C	5'	T1	UTILIZAR UN SOLO TIPO DE GRASA <b>NO COMBINAR</b>

**TABLA 6. FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO DEL TALADRO RADIAL**

No	PARTE	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	MATERIALES, HTAS Y EQUIPOS	REC HUM	TIEM PO	FRE C	OBSERVACIONES
7	TORNILLOS GUIAS MOVIMIENTO VERTICAL	LIMPIAR Y ENGRASAR NUEVAMENTE	WAPE, GRASA MULTIPROPOSITO NLGI 2,3 (SHELL AVANIA R2, MOBIL VALINA EP-2, ESSO BEACON EP-2)	1C	5'	T2	UTILIZAR UN SOLO TIPO DE GRASA <b>NO COMBINAR</b>
8	PALANCA HUSILLOS IZQUIERDO, PALANCAS PARA SUBIR, BAJAR Y GIRAR EL PUENTE Y VOLANTA DE ACCIONAMIENTO DEL CARRO	EFFECTUAR LIMPIEZA Y LUBRICAR NUEVAMENTE SUS PARTES	WAPE ACEITE MAQ. . HTA. ISO VG 68 (ESSO FEBIS K68, SHELL TONNA TX 68, MOBI VACTRA OIL N°2 )	1C/1C MI	15'	T3	UTILIZAR UN SOLO TIPO DE ACEITE. <b>NO COMBINAR</b>
9	ACEITE CAJAS DE TRANSMICION	VERIFICAR EL CORRECTO NIVEL DE LAS CAJAS DE TRANSMICION. EN CASO NECESARIO RELLENAR	CAJA DE HERRAMIENTAS. ACEITE PARA ENGRANAJES ISO VG 68-150/SAE 90 (MOBILUBE HD 90, MOBILGEAR 600, ESSO FEBIS K150 SHELL ITREA 150	1C/1C MI	10'	S1	UTILIZAR UN SOLO TIPO DE ACEITE. <b>NO COMBINAR</b>
10	EMBOBINADO	QUITAR LA TAPA DE LA BORNERA Y TOMAR LECTURA DE AISLAMIENTO ENTRE FASE Y TIERRA. REGISTRAR EL DATO LEIDO	1 MEGUER	1CE	3'	A1	

**TABLA 6. FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO DEL TALADRO RADIAL**

11	CAJAS DEL CABEZAL Y DE TRANSMISION	DRENAR Y LIMPIAR LAS CAJAS DEL CABEZAL Y LAS DE REDUCCION DE LA MAQUINA. VERIFICAR QUE EL ACEITE NON CONTENGA PARTICULAS METALICAS, PIQUETEADURAS Y/O DIENTES QUEBRADOS. LIMPIAR Y REVISAR LAS CUNAS DE LOS COJINETES. POR ULTIMO RELLENAR NUEVAMENTE CON ACEITE HASTA EL NIVEL	CAJA DE HERRAMIENTAS. ACPM, WAIBE, ACEITE PARA ENGRANAJES ISO VG 68-150/SAE 90 (MOBILUBE HD 90, MOBILGEAR 600, ESSO FEBIS K150 SHELL ITREA 150	2CMI/1 NC	4'	2A1	
12	MOTOR	VERIFICAR EL AISLAMIENTO CON UN MEGUER, VERIFICAR RODAMIENTOS Y CUNAS, EN CASO NECESARIO CAMBIAR O APLICAR GRASA. LIMPIAR EL ESTATOR Y EL ROTOR CON AIRE COMPRIMIDO. LAVAR ESTATOR CON PRODUCTO ADECUADO, HORNEARLO A 110° C, APLICAR PINTURA DIELECTRICA CON EL ESTATOR CALIENTE Y SOMETERLO A PUEBAS. REVISAR RODAMIENTOS EN CASO NECESARIO CAMBIARLOS. (MOTOR Y LUNETAS)	WAIBE, COMPRESOR, LLAVES, PRODUCTO DESENGRASANTE Y DEHUMECTANTE PARA LIMPIAR EL EMBOBINADO, BARNIZ DIELECTRICO ROJO O TRANSPARENTE	2CE	12	A3	<b>NO REALIZAR EN CASO QUE LAS LECTURAS DEL AISLAMIENTO DEL EMBOBINADO NOS INDIQUE QUE ESTE EN BUEN ESTADO.</b> DESCONECTAR TOTALMENTE EL EQUIPO DESPUÉS DE HABER REVISADO EL AISLAMIENTO
		Asegurarse que el equipo no este energizado.		Colocar letrero de no energizar.			
	NC: Personal del taller (operarios y ayudantes).	C: Personal que maneja el equipo			CE: Personal calificado en electricidad.		
	CMA: Personal calificado en mecánica automotriz.	CMI: Técnico en mantenimiento industrial					



**TABLA 7. FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO DEL TORNO TRIDENT 12m**

No	PARTE	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	MATERIALES, HTAS Y EQUIPOS	REC HUM	TIEMPO	FREC	OBSERVACIONES
1	MAQUINA EN GENERAL	EFFECTUAR LIMPIEZA DE LA MESA Y VERIFICAR MOVIMIENTOS	WAIPÉ, BROCHA	1C/NC	10'	D1	TENER CUIDADO CON LA VIRUTA. NO PASARSE LAS MANOS POR LOS OJOS
2	ACEITE DE LA CAJA DE AVANCE	INSPECCIONAR LA MIRILLA DE ACEITE Y RELLENAR EL DEPOSITO DE LUBRICANTE	ACEITE PARA CAJA DE ENGRANES ISO VG 68 (ESSO NUTO 68)	1C/NC	3'	T1	UTILIZAR UN SOLO TIPO DE ACEITE. <b>NO COMBINAR</b>
3	ACEITE DEL CABEZAL FIJO	INSPECCIONAR LA MIRILLA DE ACEITE RELLENAR EL DEPOSITO DE LUBRICANTE	ACEITE PARA CAJA DE ENGRANES ISO VG 68 (ESSO NUTO 68)	1C/NC	3'	T2	UTILIZAR UN SOLO TIPO DE ACEITE. <b>NO COMBINAR</b>
4	ACEITE DEL CARRO LONGITUDINAL	INSPECCIONAR LA MIRILLA DE ACEITE Y RELLENAR EL DEPOSITO DE LUBRICANTE	ACEITE PARA CAJA DE ENGRANES ISO VG 68 (ESSO NUTO 68)	1NC	3'	T3	UTILIZAR UN SOLO TIPO DE ACEITE. <b>NO COMBINAR</b>
5	TORRETA Y PUNTA	VERIFICACIÓN Y/O ALINEACIÓN DE CABEZAL (CORRECCIÓN DE CONICIDAD)	MATERIAL DE APORTE Y HERAMIENTAS DE AJUSTES	1NC	20'	T4	

**TABLA 7. FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO DEL TORNO TRIDENT 12m**

No	PARTE	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	MATERIALES, HTAS Y EQUIPOS	REC HUM	TIEMPO	FREC	OBSERVAC
6	MAQUINA EN GENERAL	REALIZAR PRUEBAS DE AVANCE LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL		1C	5'	T5	
7	CREMALLERAS DEL CARRO LONGITUDINAL	LIMPIAR Y ENGRASAR TODOS SUS DIENTES	WAIFE, GRASA MULTIPROPOSITO NLGI 3 (SHELL AVANIA)	1C	5'	T6	
8	TORNILLOS DE CARRO SUPERIOR	EFFECTUAR LIMPIEZA Y ENGRASE DEL TORNILLO	WAIFE, GRASA MULTIPROPOSITO NLGI 3 (SHELL AVANIA)	1C/NC	3'	T7	
9	BARRA DE ROSCAR	EFFECTUAR LIMPIEZA Y ENGRASE DEL TORNILLO	WAIFE, GRASA MULTIPROPOSITO NLGI 3 (SHELL AVANIA)	1C/1CMI	10'	T8	
10	ENGRANE LATERALES (CONJUNTO DE ENGRANES DE LA LIRA)	QUITAR LA TAPA LATERAL IZQUIERDA DEL TORNO Y ENGRASAR TODOS LOS ENGRANES DE LA TRANSMICION DE LA LIRA	WAIFE, GRASA MULTIPROPOSITO NLGI 3 (SHELL AVANIA)	1C/1CMI	10'	T9	
11	ENGRANAJES	QUITAR LA TAPA LATERAL IZQUIERDA DEL TORNO Y VERIFICAR EL ESTADO GENERAL DE LOS ENGRANES VERIFICAR LA TENSION DE LAS CORREAS		1C/1CMI	3'	T10	
12	EMBOBINADO	QUITAR LA TAPA DE LA BORNERA Y TOMAR LECTURA DE AISLAMIENTO ENTRE FASE Y TIERRA DEL MOTOR PRINCIPAL Y EL DE LA BOMBA	1 MEGUER	1CE	3'	A1	

**TABLA 7. FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO DEL TORNO TRIDENT 12m**

Nº	PARTE	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	MATERIALES, HTAS Y EQUIPOS	REC HUM	TIEMP	FREC	OBSERVACIONES
13	CAJAS DEL CABEZAL FIJO (CAJA NORTON), DEL AVANCE Y DEL DELANTAL	DRENAR E INSPECCIONAR SI EL ACEITE TIENE PARTICULAS METALICAS O INSOLUBLES. LIMPIAR LOS DEPOSITOS CON ACEITE DEL MISMO TIPO Y RELLENAR NUEVAMENTE. VERIFICAR ESTADO DE LOS ENGRANES	ACEITE PARA ENGRANAJES ISO VG 68 (ESSO NUTO 68)	1CMI	45'	S1	
14	CARCAZA	EFFECTUAR MANTENIMIENTO GENERAL DE PINTURA EXTERIOR DE LA MAQUINA Y DEL MOTOR. LIMPIAR CUNAS DE COJINETES DE LAMAQUINA Y VERIFICAR SU ESTADO	PINTURA ANTIÓXIDO, PINTURA COLOR ROJO Y GRIS MAMPARO, BROCHA, TINER, LIJA, WAIFE, ACPM	1NC/ 1CMI	45'	A2	
15	MOTOR	VERIFICAR EL AISLAMIENTO CON UN MEGUER, VERIFICAR RODAMIENTOS Y CUNAS, EN CASO NECESARIO CAMBIAR O APLICAR GRASA. LIMPIAR EL ESTATOR Y EL ROTOR CON AIRE COMPRIMIDO. LAVAR ESTATOR CON PRODUCTO ADECUADO, HORNEARLO A 110° C, APLICAR PINTURA DIELECTRICA CON EL ESTATOR CALIENTE Y SOMETERLO A PUEBAS. REVISAR RODAMIENTOS EN CASO NECESARIO CAMBIARLOS. (MOTOR Y LUNETAS)	WAIFE, COMPRESOR, LLAVES, PRODUCTO DESENGRASANTE Y DEHUMECTANTE PARA LIMPIAR EL EMBOBINADO, BARNIZ DIELECTRICO ROJO O TRANSPARENTE	2CE	12	A3	DESCONECTAR TOTALMENTE EL EQUIPO DESPUÉS DE HABER REVISADO EL AISLAMIENTO
Asegurarse que el equipo no este energizado.					Colocar letrero de no energizar.		
NC: Personal del taller (operarios y ayudantes).		C: Personal que maneja el equipo			CE: Personal calificado en electricidad.		
CMA: Personal calificado en mecánica automotriz.		CMI: Técnico en mantenimiento industrial					

**TABLA 8. FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO DEL TORNO POREBA**

No	PARTE	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	MATERIALES, HTAS Y EQUIPOS	REC HUM	TIEM PO	FREC	OBSERVACIONES
1	MAQUINA EN GENERAL	EFFECTUAR LIMPIEZA DE LA MESA Y VERIFICAR MOVIMIENTOS	WAIPÉ, BROCHA	1C/NC	10'	D1	TENER CUIDADO CON LA VIRUTA. NO PASARSE LAS MANOS POR LOS OJOS
2	ACEITE DE LA CAJA DE AVANCE	INSPECCIONAR LA MIRILLA DE ACEITE Y RELLENAR EL DEPOSITO DE LUBRICANTE	ACEITE PARA CAJA DE ENGRANES ISO VG 68 (ESSO NUTO 68)	1C/NC	3'	T1	UTILIZAR UN SOLO TIPO DE ACEITE. <b>NO COMBINAR</b>
3	ACEITE DEL CABEZAL FIJO	INSPECCIONAR LA MIRILLA DE ACEITE RELLENAR EL DEPOSITO DE LUBRICANTE	ACEITE PARA CAJA DE ENGRANES ISO VG 68 (ESSO NUTO 68)	1C/NC	3'	T2	UTILIZAR UN SOLO TIPO DE ACEITE. <b>NO COMBINAR</b>
4	ACEITE DEL CARRO LONGITUDINAL	INSPECCIONAR LA MIRILLA DE ACEITE Y RELLENAR EL DEPOSITO DE LUBRICANTE	ACEITE PARA CAJA DE ENGRANES ISO VG 68 (ESSO NUTO 68)	1NC	3'	T3	UTILIZAR UN SOLO TIPO DE ACEITE. <b>NO COMBINAR</b>
5	TORRETA Y PUNTA	VERIFICACIÓN Y/O ALINEACIÓN DE CABEZAL (CORRECCIÓN DE CONICIDAD)	MATERIAL DE APORTE Y HERAMIENTAS DE AJUSTES	1C/NC	10'	T4	UTILIZAR UN SOLO TIPO DE ACEITE. <b>NO COMBINAR</b>

**TABLA 8. FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO DEL TORNO POREBA**

Nº	PARTE	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	MATERIALES, HTAS Y EQUIPOS	REC HUM	TIEMP	FREC	OBSERVACIONES
6	MAQUINA EN GENERAL	REALIZAR PRUEBAS DE AVANCE LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL		1C	5'	T5	
7	CREMALLERAS DEL CARRO LONGITUDINAL	LIMPIAR Y ENGRASAR TODOS SUS DIENTES	WAIPE, GRASA MULTIPROPOSITO NLGI 3 (SHELL AVANIA)	1C	T6	T1	
8	TORNILLOS DE CARRO SUPERIOR	EFFECTUAR LIMPIEZA Y ENGRASE DEL TORNILLO	WAIPE, GRASA MULTIPROPOSITO NLGI 3 (SHELL AVANIA)	1C/NC	T7	T2	
9	BARRA DE ROSCAR	EFFECTUAR LIMPIEZA Y ENGRASE DEL TORNILLO	WAIPE, GRASA MULTIPROPOSITO NLGI 3 (SHELL AVANIA)	1C/ 1CMI	T8	T3	
10	ENGRANE LATERALES (CONJUNTO DE ENGRANES DE LA LIRA)	QUITAR LA TAPA LATERAL IZQUIERDA DEL TORNO Y ENGRASAR TODOS LOS ENGRANES DE LA TRANSMICION DE LA LIRA	WAIPE, GRASA MULTIPROPOSITO NLGI 3 (SHELL AVANIA)	1C/ 1CMI	T9	T4	
11	ENGRANAJES	QUITAR LA TAPA LATERAL IZQUIERDA DEL TORNO Y VERIFICAR EL ESTADO GENERAL DE LOS ENGRANES		1C/ 1CMI	3'	T10	
12	EMBOBINADO	QUITAR LA TAPA DE LA BORNERA Y TOMAR LECTURA DE AISLAMIENTO ENTRE FASE Y TIERRA DEL MOTOR PRINCIPAL Y EL DE LA BOMBA	1 MEGUER	1CE	A1	A1	

**TABLA 8. FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO DEL TORNO POREBA**

Nº	PARTE	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	MATERIALES, HTAS Y EQUIPOS	REC HUM	TIEMP	FREC	OBSERVACIONES
13	CAJAS DEL CABEZAL FIJO (CAJA NORTON), DEL AVANCE Y DEL DELANTAL	DRENAR E INSPECCIONAR SI EL ACEITE TIENE PARTICULAS METALICAS O INSOLUBLES. LIMPIAR LOS DEPOSITOS CON ACEITE DEL MISMO TIPO Y RELLENAR NUEVAMENTE. VERIFICAR ESTADO DE LOS ENGRANES	ACEITE PARA ENGRANAJES ISO VG 68 (ESSO NUTO 68)	1CMI	45'	S1	
14	CARCAZA	EFFECTUAR MANTENIMIENTO GENERAL DE PINTURA EXTERIOR DE LA MAQUINA Y DEL MOTOR. LIMPIAR CUNAS DE COJINETES DE LAMAQUINA Y VERIFICAR SU ESTADO	PINTURA ANTIÓXIDO, PINTURA COLOR ROJO Y GRIS MAMPARO, BROCHA, TINER, LIJA, WAIBE, ACPM	1NC/ 1CMI	45'	A2	
15	MOTOR	VERIFICAR EL AISLAMIENTO CON UN MEGUER, VERIFICAR RODAMIENTOS Y CUNAS, EN CASO NECESARIO CAMBIAR O APLICAR GRASA. LIMPIAR EL ESTATOR Y EL ROTOR CON AIRE COMPRIMIDO. LAVAR ESTATOR CON PRODUCTO ADECUADO, HORNEARLO A 110° C, APLICAR PINTURA DIELECTRICA CON EL ESTATOR CALIENTE Y SOMETERLO A PUEBAS. REVISAR RODAMIENTOS EN CASO NECESARIO CAMBIARLOS. (MOTOR Y LUNETAS)	WAIBE, COMPRESOR, LLAVES, PRODUCTO DESENGRASANTE Y DEHUMECTANTE PARA LIMPIAR EL EMBOBINADO, BARNIZ DIELECTRICO ROJO O TRANSPARENTE	2CE	12	A3	DESCONECTAR TOTALMENTE EL EQUIPO DESPUÉS DE HABER REVISADO EL AISLAMIENTO
		<b>Asegurarse que el equipo no este energizado.</b>		<b>Colocar letrero de no energizar.</b>			
	<b>NC: Personal del taller (operarios y ayudantes).</b>		<b>C: Personal que maneja el equipo</b>		<b>CE: Personal calificado en electricidad.</b>		
	<b>CMA: Personal calificado en mecánica automotriz.</b>		<b>CMI: Técnico en mantenimiento industrial</b>				

**TABLA 9. FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO DEL TORNO IMOTURN**

No	PARTE	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	MATERIALES, HTAS Y EQUIPOS	REC HUM	TIEMPO	FREC	OBSERVACIONES
1	MAQUINA EN GENERAL	EFECTUAR LIMPIEZA DE LA MESA Y VERIFICAR MOVIMIENTOS	WAPE, BROCHA	1C/NC	10'	D1	TENER CUIDADO CON LA VIRUTA. NO PASARSE LAS MANOS POR LOS OJOS
2	ACEITE DE LA CAJA DE AVANCE	INSPECCIONAR LA MIRILLA DE ACEITE Y RELLENAR EL DEPOSITO DE LUBRICANTE	ACEITE PARA CAJA DE ENGRANES ISO VG 68 (ESSO NUTO 68)	1C/NC	3'	T1	UTILIZAR UN SOLO TIPO DE ACEITE. <b>NO COMBINAR</b>
3	ACEITE DEL CABEZAL FIJO	INSPECCIONAR LA MIRILLA DE ACEITE RELLENAR EL DEPOSITO DE LUBRICANTE	ACEITE PARA CAJA DE ENGRANES ISO VG 68 (ESSO NUTO 68)	1C/NC	3'	T2	UTILIZAR UN SOLO TIPO DE ACEITE. <b>NO COMBINAR</b>
4	ACEITE DEL CARRO LONGITUDINAL	INSPECCIONAR LA MIRILLA DE ACEITE Y RELLENAR EL DEPOSITO DE LUBRICANTE	ACEITE PARA CAJA DE ENGRANES ISO VG 68 (ESSO NUTO 68)	1NC	3'	T3	UTILIZAR UN SOLO TIPO DE ACEITE. <b>NO COMBINAR</b>
5	TORRETA Y PUNTA	VERIFICACIÓN Y/O ALINEACIÓN DE CABEZAL (CORRECCIÓN DE CONICIDAD)	MATERIAL DE APORTE Y HERAMIENTAS DE AJUSTES	1C/NC	10'	T4	UTILIZAR UN SOLO TIPO DE ACEITE. <b>NO COMBINAR</b>

**TABLA 9. FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO DEL TORNO IMOTURN**

No	PARTE	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	MATERIALES, HTAS Y EQUIPOS	REC HUM	TIEMPO	FREC	OBSERVACIONES
6	MAQUINA EN GENERAL	VERIFICAR MECANISMOS DE AVANCE LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL		1C/NC	5'	T5	
7	CREMALLERAS DEL CARRO LONGITUDINAL	LIMPIAR Y ENGRASAR TODOS SUS DIENTES	WAIPE, GRASA MULTIPROPOSITO NLGI 3 (SHELL AVANIA)	1C	5'	T1	
8	TORNILLOS DE CARRO SUPERIOR	EFFECTUAR LIMPIEZA Y ENGRASE DEL TORNILLO	WAIPE, GRASA MULTIPROPOSITO NLGI 3 (SHELL AVANIA)	1C/NC	3'	T2	
9	BARRA DE ROSCAR	EFFECTUAR LIMPIEZA Y ENGRASE DEL TORNILLO	WAIPE, GRASA MULTIPROPOSITO NLGI 3 (SHELL AVANIA)	1C/NC	10'	T3	
10	CONJUNTO DE ENGRANES DE LA LIRA	QUITAR LA TAPA LATERAL IZQUIERDA DEL TORNO Y ENGRASAR TODOS LOS ENGRANES DE LA TRANSMICION DE LA LIRA	WAIPE, GRASA MULTIPROPOSITO NLGI 3 (SHELL AVANIA)	1C/ 1CMI	10'	T4	
11	ENGRANAJES	VERIFICAR EL ESTADO DE LOS ENGRANAJES		1C/MI	3'	T10	
12	EMBOBINADO	QUITAR LA TAPA DE LA BORNERA Y TOMAR LECTURA DE AISLAMIENTO ENTRE FASE Y TIERRA DEL MOTOR PRINCIPAL Y EL DE LA BOMBA	1 MEGUER	1CE	3'	A1	



**TABLA 9. FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO DEL TORNO IMOTURN**

No	PARTE	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	MATERIALES, HTAS Y EQUIPOS	REC HUM	TIEMPO	FREC	OBSERVACIONES
13	CAJAS DEL CABEZAL FIJO (CAJA NORTON), DEL AVANCE Y DEL DELANTAL	DRENAR E INSPECCIONAR SI EL ACEITE TIENE PARTICULAS METALICAS O INSOLUBLES. LIMPIAR LOS DEPOSITOS CON ACEITE DEL MISMO TIPO Y RELLENAR NUEVAMENTE. VERIFICAR ESTADO DE LOS ENGRANES	ACEITE PARA ENGRANAJES ISO VG 68 (ESSO NUTO 68)	1CMI	45'	S1	
14	CARCAZA	EFECTUAR MANTENIMIENTO GENERAL DE PINTURA EXTERIOR DE LA MAQUINA Y DEL MOTOR. LIMPIAR CUNAS DE COJINETES DE LAMAQUINA Y VERIFICAR SU ESTADO	PINTURA ANTIÓXIDO, PINTURA COLOR ROJO Y GRIS MAMPARO, BROCHA, TNER, LIJA, WAIPE, ACPM	NC/ 1CM	45'	A2	
15	MOTOR	VERIFICAR EL AISLAMIENTO CON UN MEGUER, VERIFICAR RODAMIENTOS Y CUNAS, EN CASO NECESARIO CAMBIAR O APLICAR GRASA. LIMPIAR EL ESTATOR Y EL ROTOR CON AIRE COMPRIMIDO. LAVAR ESTATOR CON PRODUCTO ADECUADO, HORNEARLO A 110° C, APLICAR PINTURA DIELECTRICA CON EL ESTATOR CALIENTE Y SOMETERLO A PUEBAS. REVISAR RODAMIENTOS EN CASO NECESARIO CAMBIARLOS. (MOTOR Y LUNETAS)	WAIPE, COMPRESOR, LLAVES, PRODUCTO DESENGRASANTE Y DEHUMECTANTE PARA LIMPIAR EL EMBOBINADO, BARNIZ DIELECTRICO ROJO O TRANSPARENTE	2CE	12	A3	DESCONECTAR TOTALMENTE EL EQUIPO DESPUÉS DE HABER REVISADO EL AISLAMIENTO
		<b>Asegurarse que el equipo no este energizado.</b>	<b>Colocar letrero de no energizar.</b>				
	<b>NC: Personal del taller (operarios y ayudantes).</b>		<b>C: Personal que maneja el equipo</b>			<b>CE: Personal calificado en electricidad.</b>	
	<b>CMA: Personal calificado en mecánica automotriz.</b>		<b>CMI: Técnico en mantenimiento industrial</b>				

**TABLA 10. FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO DE LA AFILADORA UNIVERSAL DE HERRAMIENTAS DE CORTE**

No	PARTE	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	MATERIALES, HTAS Y EQUIPOS	REC HUM	TIEM PO	FRE C	OBSERVACIONES
1	INTERRUPTOR DE ENERGIA	VERIFICAR SU FUNCIONAMIENTO		1NC	3'	D1	
2	PIEDRA DE ESMERIL	EFECTUAR LIMPIEZA CON BROCHA. EFECTUAR CAMBIO EN CASO NECESARIO	BROCHA	1C	5'	D2	
3	COLUMNA	LIMPIAR Y LUBRICAR	WAIFE, GRASA MULTIPROPOSITO	1NC	5'	T1	
4	RODAMIENTOS	COLOCAR LUBRICANTE EN LAS BOQUILLAS DE LOS RODAMIENTOS	WAIFE, GRASA MULTIPROPOSITO NLGI 2. GRASERA	1NC	10'	S1	
5	EMBOBINADO	QUITAR LA TAPA DE LA BORNERA Y TOMAR LECTURA DE AISLAMIENTO ENTRE FASE Y TIERRA. REGISTRAR LOS DATOS LEIDOS	1 MEGUER	1CE	3'	A1	

**TABLA 10. FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO DE LA AFILADORA UNIVERSAL DE HERRAMIENTAS DE CORTE**

No	PARTE	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	MATERIALES, HTAS Y EQUIPOS	REC HUM	TIEMPO	FREC	OBSERVACIONES
6	CARCAZA	EFFECTUAR MANTENIMIENTO GENERAL DE PINTURA EXTERIOR. LIMPIAR CUNAS DE COJINETES	PINTURA ANTIÓXIDO, PINTURA GRIS MAMPARO. BROCHA, TINER. ACPM	1NC	45'	A2	
7	MOTOR	VERIFICAR EL AISLAMIENTO CON UN MEGUER, VERIFICAR RODAMIENTOS Y CUNAS, EN CASO NECESARIO CAMBIAR O APLICAR GRASA. LIMPIAR EL ESTATOR Y EL ROTOR CON AIRE COMPRIMIDO. LAVAR ESTATOR CON PRODUCTO ADECUADO, HORNEARLO A 110° C, APLICAR PINTURA DIELECTRICA CON EL ESTATOR CALIENTE Y SOMETERLO A PUEBAS. REVISAR RODAMIENTOS EN CASO NECESARIO CAMBIARLOS. (MOTOR Y LUNETAS)	WAIPE, COMPRESOR, LLAVES, PRODUCTO DESENGRASANTE Y DEHUMECTANTE PARA LIMPIAR EL EMBOBINADO, BARNIZ DIELECTRICO ROJO O TRANSPARENTE	2CE	12	2A1	<b>NO REALIZAR EN CASO QUE LAS LECTURAS TOMADAS DEL AISLAMIENTO MUESTREN UN BUEN ESTADO.</b> DESCONECTAR TOTALMENTE EL EQUIPO DESPIES DE HABER REVISADO EL AISLAMIENTO
		<b>Asegurarse que el equipo no este energizado.</b>	<b>Colocar letrero de no energizar.</b>				<b>UTILIZAR GAFAS PROTECTORAS</b>
	<b>NC: Personal del taller (operarios y ayudantes).</b>	<b>C: Personal que maneja el equipo</b>					<b>CE: Personal calificado en electricidad.</b>
	<b>CMA: Personal calificado en mecánica automotriz.</b>	<b>CMI: Técnico en mantenimiento industrial</b>					

**TABLA 11. FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO DE LA BALANCEADORA ESTÁTICA**

No	PARTE	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	MATERIALES, HTAS Y EQUIPOS	REC HUM	TIEMPO	FREC	OBSERVACIONES
1	CARCAZA	EFFECTUAR LIMPIEZA EXTERIOR	WAPE	1NC	10'	D1	
2	ESTRUCTURAS DE TRABAJO	LIMPIAR Y LUBRICAR LA ESTRUCTURA OPERACIONAL	WAPE, GRASA MULTIPROPOSITO NLGI 2,3 (SHELL AVANIA R, MOBIL VALINA EP-2, ESSO BEACON EP-2)	1NC	5'	T1	UTILIZAR UN SOLO TIPO DE GRASA <b>NO COMBINAR</b> . AUMENTAR FRECUENCIA EN CASO DE USO FRECUENTE
3	CARCAZA	EFFECTUAR MANTENIMIENTO GENERAL DE PINTURA EXTERIOR.	PINTURA ANTIÓXIDO, PINTURA DE ACABADO, BROCHA, TNER.	1NC	1'	A1	
4	LUBRICACION	EFFECTUAR CAMBIO DE LUBRICACION AL SER TRABAJADA	ACEITE ISO VG 32 (ESSO FEBIS K32, SHELL TELLUX 32, MOBI DTE 32)	1C/1MI	3'	A2	



El segundo formato se usara para hacer solicitudes de mantenimiento correctivo en el cual se archivara la información en un orden consecutivo y se recopilara los datos importantes para un control de mantenimiento correctivo de cada una de las maquinas.

**FIGURA 20. FORMATO DE SOLICITUD DE MANTENIMIENTO**

		<b>SOLICITUD DE MANTENIMIENTO</b>		<b>No.</b>
FECHA:		QUIEN SOLICITA:		
EQUIPO:				
<b>DESCRIPCIÓN DE LA POSIBLE FALLA DE LA MAQUINA:</b>				
<b>PARA USO EXCLUSIVO DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO</b>				
Fecha de Mantenimiento Programación: DD/MM/AA				
1. El mantenimiento es:		INTERNO	CONTRATADO	
2. Descripción del Mantenimiento:				
Piezas Reemplazadas				
		Realizado por:		
Aprobó:				

### **INDICADOR DE GESTION DE MANTENIMIENTO**

Se implementara un indicador para calcular y medir como se ha desarrollado el plan de mantenimiento mensualmente.

Este indicador se calculara dividiendo el numero de mantenimientos cumplidos entre el numero de mantenimientos programados mensualmente y este resultado multiplicado por cien y así obtendrá un porcentaje.

## **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EN EXCEL**

Se llevara a cabo la organización del programa de mantenimiento en una hoja de calculo (Excel), la cual dará estados del tiempo de mantenimiento de las maquinas con sus respectivos comentarios y anexos a las frecuencias de mantenimiento, históricos de mantenimiento y fichas técnicas de cada uno de los equipos críticos de la División de Mecánica de COTECMAR – planta Mamonal. También nos dará el indicador de desempeño del programa de mantenimiento mensualmente.

Este programa permitirá el fácil manejo y control del mantenimiento, el cual cubrirá el tiempo de un año de producción, ampliando así la visión y la gestión del mantenimiento preventivo de la maquinaria.

Este programa se anexara en medio magnético con la monografía y se dictara una corta capacitación para su buen uso.

## **6. CONCLUSIONES**

Este estudio del diseño y desarrollo del plan de mantenimiento preventivo del taller de Mecánica se basó en la metodología de criticidad de equipos y maquinaria para los procesos productivos más relevantes en una empresa, todo esto se hizo con el fin de crear un plan que permita el mejor desarrollo de las actividades e incremento de la productividad en La división de Mecánica planta Mamonal.

Como primer paso se estableció la criticidad de los equipos según las necesidades generales de la División de Mecánica y se determinó la criticidad por procesos de cada uno de los equipos y maquinaria del taller.

Más tarde se determinó la capacidad operativa de los equipos basándose en la capacidad nominal de los mismos, utilizando dicha capacidad nominal como parámetros en las pruebas a realizar para establecer la capacidad real de los equipos críticos dentro del taller.

Luego se revisó el plan de mantenimiento que se seguía en la División de Mecánica y se pudo constatar que no hay una persona capacitada para hacer este tipo de labores, ya que todo este trabajo lo hacen los mismos operarios de la maquinaria y equipos, haciendo de este tipo de mantenimiento algo rústico y poco efectivo a la hora de mantener estos equipos en funcionamiento óptimo.



Por ultimo se establece un plan de mantenimiento preventivo óptimo, ya que en la División de Mecánica no se tiene un plan de mantenimiento bien estructurado y programado, y por la anterior razón se estableció frecuencias de mantenimientos hechas para cada uno de los equipos críticos, que permita llevar el control de los equipos, manteniéndolos en un nivel de disponibilidad bastante alto a la hora en que se necesiten para algún procesos productivo.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar cada una de las pruebas de capacidad operacional de los equipos dentro del taller para verificar su verdadero potencial, además, se debe actualizar la ficha técnica de los equipos y tratar de estandarizar los productos como lubricantes y/o repuestos de cada una de las máquinas, para así, poder tener un stock de las piezas que se dañan con mas frecuencia, lo que permitiría desarrollar un plan de contingencia optimo para la división.

Las pruebas de capacidad operativa una vez realizadas demostraran la capacidad real de los equipos de la división de mecánica. Todo esto se hace con el fin de establecer parámetros para optimizar cada uno de los equipos y actualizar la información que pertenece a cada uno de ellos.

En cuanto al mantenimiento de los equipos se recomienda tener un supervisor de mantenimiento especializado para este tipo de trabajos que un operario normal no puede realizar con gran facilidad, esto también puede solucionarse creando una División de mantenimiento, encabezada por un Ingeniero Mecánico con énfasis al mantenimiento y acompañado de un Ingeniero Industrial encargado del presupuesto de mantenimiento.

## **BIBLIOGRAFIAS**

- Minor de Mantenimiento Industrial
  
- Monografías de la Universidad Tecnológica de Bolívar.
  
- Catálogos de maquinas convencionales.
  
- Registros suministrados por la empresa COTECMAR. (División de Mecánica – Planta Mamonal).
  
- [WWW.COTECMAR.COM.CO](http://WWW.COTECMAR.COM.CO)