

**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS  
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DE PERFORACION DE LA EMPRESA  
GENERAL RIGS SERVICES S.A.**

**HUMBERTO ALEJANDRO ROMERO BALLESTAS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA MECÁNICA  
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DEL MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA  
2012**

**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS  
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DE PERFORACION DE LA EMPRESA  
GENERAL RIGS SERVICES S.A.**

**HUMBERTO ALEJANDRO ROMERO BALLESTAS**

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de  
Especialista en Gerencia de Mantenimiento**

**Director:  
Jaime Ramírez Guzmán  
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA MECÁNICA  
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DEL MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA  
2012**

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCION	13
1. OBJETIVOS	14
1.1 OBJETIVO GENERAL	14
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	14
2. JUSTIFICACION	15
3. GENERAL RIGS SERVICES S.A	16
3.1 RESEÑA HISTÓRICA	16
3.2 ORGANIZACIÓN	16
3.2.1 Misión.	17
3.2.2 Visión.	17
3.2.3 Parámetros de Gestión.	17
3.2.4 Perfil Interno del Producto.	17
3.2.5 Perfil Externo del Producto.	17
3.2.6 Estrategia de la compañía.	17
3.2.7 Descripción Planta Física.	18
3.3 PREVENTORAS	19

3.3.1 Preventora de Ariete (RAM BOP).	20
3.3.2 Preventora Anular (Anular BOP).	23
3.3.3 Función del departamento de mantenimiento.	25
3.3.3.1 Descripción general del mantenimiento.	25
3.3.3.2 Equipos.	26
4. CONCEPTOS DEL MANTENIMIENTO	27
4.1 El Mantenimiento	27
4.2 Importancia	27
4.2.1 Ventajas de un buen mantenimiento.	27
4.2.2 Desventajas por ausencia de un plan de mantenimiento	28
4.2.3 Clasificación del Mantenimiento	28
4.2.3.1 Mantenimiento correctivo	30
4.2.3.2 Mantenimiento preventivo	30
4.2.4 Lubricación	32
4.2.4.1 Principios básicos de lubricación	32
4.2.4.2 Ventajas de una lubricación adecuada en los equipos	33
4.2.5 Gestión de la información	33
4.3 Pasos del Mantenimiento	35
4.3.1 Planeación y Programación	35
4.3.2 Administración de los recursos	36

4.3.3 Ejecución	36
4.3.4 Control	37
4.3.5 Evaluación	37
5. SITUACION ACTUAL DEL MANTENIMIENTO EN GENERAL RIGS SERVICES S.A	38
5.1 Mantenimiento Correctivo	38
5.2 Mantenimiento Preventivo	39
5.3 Indicadores de Mantenimiento	39
5.4 Diagnostico	39
5.4.1 Diagnostico de la documentación técnica	39
5.4.2 Diagnostico del estado de mantenimiento de los equipos.	40
5.4.3 Diagnostico de gestión del área de mantenimiento.	41
5.4.4 Diagnostico de gestión de repuestos.	42
6. DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DE PERFORACION DE LA EMPRESA GENERAL RIGS SERVICES S.A.	43
6.1 Reconocimiento de los equipos	43
6.2 Aplicación del criterio de criticidad	44
6.3 Sistema de Información	45
6.3.1 Codificación de los equipos	45

6.3.2 Ficha técnica para los equipos	47
6.3.3 Hoja de vida de equipos	47
6.3.4 Ingreso de los equipos a las instalaciones	48
6.3.5 Orden de trabajo	48
6.3.6 Rutina de Mantenimiento Preventivo	48
CONCLUSIONES	54
BIBLIOGRAFIA	55
ANEXOS	56

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Organigrama	16
Figura 2. Estrategia de la organización	18
Figura 3. Anular	19
Figura 4. Ariete	19
Figura 5. Preventora en corte	21
Figura 6. Tipos de ariete	22
Figura 7. Funcionamiento preventora anular	24
Figura 8. Preventora anular en corte	25
Figura 9. Ficha Técnica	49
Figura 10. Hoja de Vida	51
Figura 11. Ingreso del equipo a reparación	52
Figura 12. Orden de Trabajo	53
Figura 13. Despiece Preventora Ariete	58
Figura 14. Listado componentes preventora ariete.	59

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Cantidad de equipos propios	26
Tabla 2. Criterio clasificación equipos	41
Tabla 3. Inventario equipos y estado	41
Tabla 4. Reconocimiento equipos	43
Tabla 5. Codificación equipos (preventoras)	46
Tabla 6. Codificación equipos (anulares)	46
Tabla 7. Matriz criticidad de equipos	60

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo A. Perfil interno del servicio	56
Anexo B. Perfil Externo del servicio	57
Anexo C. Despiece preventora de aceites	58
Anexo D. Listado componentes preventora ariete	59
Anexo E. Criticidad Equipos	60

## RESUMEN

**TITULO\*:** DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DE PERFORACION DE LA EMPRESA GENERAL RIGS SERVICES S.A.

**AUTOR:** HUMBERTO ALEJANDRO ROMERO BALLESTAS\*\*

**PALABRAS CLE:** MANTENIMIENTO, EQUIPOS, CORRECTIVO, PREVENTIVO, FICHA TECNICA, HOJA DE VIDA. PREVENTORAS.

**DESCRIPCION O CONTENIDO:** La presente monografía se enfoca en el desarrollo del área de mantenimiento de una compañía que presta sus servicios a la industria del petróleo y gas, en especial el servicio de reparación a equipos de seguridad en el proceso de perforación.

El objetivo de este proyecto es dotar a la organización de un instrumento que permita mejorar la prestación del servicio de reparación en preventoras. El plan de mantenimiento preventivo permitirá manejar toda la información pertinente para la ejecución de las tareas de mantenimiento con una correcta y oportuna planificación del mismo y la evaluación de su gestión.

La recopilación de la información de mantenimiento permite identificar, clasificar y recopilar la información técnica relativa a los equipos y herramientas disponibles en la compañía, establecer una estructura organizacional y definir las funciones del personal mantenimiento.

Con los datos capturados se crearon los formatos para la gestión de la información del mantenimiento, se desarrolló un análisis de criticidad para los equipos y herramientas de la organización donde las más críticas fueron analizadas para realizar el plan de mantenimiento.

La implementación del plan de mantenimiento preventivo en la organización permitirá conocer los movimientos de los equipos que más se rotan en el mercado, controlando y mejorando los aspectos técnicos y económicos del servicio que se ofrece

---

\*Proyecto de Grado

\*\*Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: Ing. Jaime Guzmán Ramírez

## SUMMARY

TITLE\*: DESIGN OF A PREVENTIVE MAINTENANCE PLAN TO THE DRILLING EQUIPMENT AND TOOLS OF GENERAL RIGS SERVICES COMPANY.

AUTHOR: HUMBERTO ROMERO ALEJANDRO BALLESTAS\*\*

KEY WORDS: Maintenance, Equipment, Corrective, Preventive, fact sheets, resume. Preventer.

DESCRIPTION OR CONTENT: To ensure success of the maintenance organization is necessary design a maintenance strategy capable of directing adequately the resources within the area, always following business in technical, economic, environmental and safety requirements.

This paper focuses on the development of the maintenance area of a company that provides services to oil and gas industry, especially the service and repair of safety equipment in the drilling process.

The objective of this project is to give the organization a tool to improve the service repair preventers. The preventive maintenance plan will handle all the information relevant to the execution of maintenance tasks with a correct and timely planning and evaluation of the same management.

The collection of maintenance information allow to identify, classify and collect technical information on equipment and tools available on the company, establish an organizational structure and define the duties of maintenance personnel.

With the captured data formats were created to manage maintenance information, we developed a criticality analysis for equipment and tools of the organization where the most critical were analyzed for the maintenance plan.

The implementation of preventive maintenance plan in the organization will reveal the movements of most rotating equipment in the market, controlling and improving the technical and economic aspects of the service offered

---

\*Monograph

\*\*School of Mechanical Engineering. Maintenance Management Specialization Director: Eng. Jaime Guzmán Ramírez

## **INTRODUCCION**

General Rigs Services es una compañía que presta sus servicios a la industria del petróleo y gas, buscando estrategias para mejorar el desempeño de cada una de las dependencias de la organización, donde mantenimiento tiene un rol de importancia mayor pues es un servicio que se presta a equipos propios y externos, caracterizándose principalmente por la ejecución de mantenimiento correctivo y en algunos casos mantenimiento preventivo. Esta práctica genera gastos excesivos debidos a la calidad mediana en la prestación del servicio, la depreciación de los equipos y las herramientas, la reducción del ciclo de vida útil de los mismos, los cuales son consecuencia de la ausencia de planes, estrategias y objetivos claros y precisos para el área de mantenimiento.

Así surge la necesidad de poseer un control constante de los equipos y herramientas, de las acciones de mantenimiento necesarias para garantizar su disponibilidad y confiabilidad a la hora de ser ofertados a las empresas que necesiten del servicio.

Por esto, se hace la propuesta de diseñar un plan de mantenimiento preventivo que se ajuste a las necesidades de la compañía, basándose en la misión y la visión de la misma, en sus objetivos y políticas de calidad, para lograr una reducción de los costos de mantenimiento y aumentar la satisfacción de los clientes.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos y herramientas de perforación de la compañía General Rigs Services S.A.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar, clasificar y recopilar la información técnica relativa a los equipos y herramientas disponibles en la compañía.
- Establecer la estructura organizacional y las funciones del personal asignado a mantenimiento.
- Elaborar fichas técnicas a equipos y herramientas, formatos para la gestión de información del mantenimiento.
- Desarrollar un análisis de criticidad seleccionando los equipos y herramientas críticas para su incorporación en el plan de mantenimiento.
- Diseñar el plan de mantenimiento para cada uno de los equipos y/o herramientas críticas.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

La globalización de la economía en el mundo y la alta competencia en los mercados, ha obligado a las compañías del país, a revisar sus modelos administrativos, financieros y de prestación de servicios, con el objetivo de incrementar sus estándares de calidad, rendimiento y servicio, satisfacer las necesidades de sus clientes, disminuir los costos y permanecer en el mercado satisfaciendo la demanda y mejorando la oferta. El mantenimiento no está al margen de dicha situación por lo cual se hace necesario redefinir su función y alcance, hacerlo más efectivo y confiable, con una reducción manejable en los costos, que se verá reflejada en las ganancias de la compañía.

Acorde a lo anterior, es necesario tener o diseñar un modelo de gestión de mantenimiento que se ajuste al tipo y tamaño de la compañía, permitiendo la organización del mantenimiento (fichas técnicas, hoja de vida, personal asignado, costos, indicadores, ordenes de trabajo, rutinas de actividades) y la toma de decisiones basándose en índices de disponibilidad y costos, para posteriormente mostrarlos a la alta dirección de la empresa.

### 3. GENERAL RIGS SERVICES S.A

#### 3.1 RESEÑA HISTÓRICA

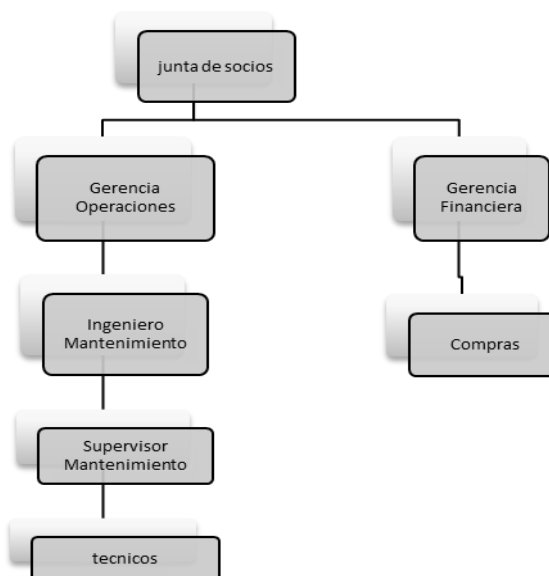
General Rigs Services S.A es una compañía colombiana constituida en Septiembre 26 del 2006 creada con el fin de satisfacer las necesidades de la Industria Petrolera en áreas de alquiler, mantenimiento, suministro y servicios especiales como perforación y mantenimiento de pozos de hidrocarburos o agua.

La organización se centra principalmente en alquilar equipos para prevención en boca de pozos de perforación denominados BOP (Blow Out Preventor) en sus dos presentaciones más comunes: anular y preventora.

#### 3.2. ORGANIZACIÓN

General Rigs Services S.A es una compañía estructurada en forma escalonada tal como se describe en la Figura 1.

Figura 1. Organigrama



Fuente: Autor

### **3.2.1 Misión**

Proveer BOP con altos niveles de confiabilidad y operación.

### **3.2.2 Visión**

Ser la compañía líder en alquiler y servicio de BOP al sector energético

### **3.2.3 Parámetros de Gestión**

- Ofrecer la mejor combinación entre desempeño y precio.
- Entregar los equipos en mantenimiento conformes y a tiempo.
- Optimizar la rentabilidad del alquiler de los equipos.
- Mantener un continuo crecimiento en la venta de los servicios.

### **3.2.4 Perfil Interno del Producto**

El estudio de las fortalezas, debilidades e impacto del servicio que presta la organización General Rigs Services S.A a sus clientes se describe en el Anexo A.

### **3.2.5 Perfil Externo del Producto**

El estudio de las oportunidades, amenazas e impacto en el servicio que presta la organización General Rigs Services S.A se describe en el Anexo B.

### **3.2.6 Estrategia de la compañía**

La conducta estratégica de General Rigs Services S.A se resume en el diagrama presentado a continuación. (Figura 2)

Figura 2. Estrategia de la organización



Fuente: El Autor

El mantenimiento de la compañía se encuentra en todos los puntos de la estrategia de la organización pues un precio competitivo implica bajos costos logísticos, de repuestos y mano de obra; el cliente encontrará su satisfacción en la medida que el trabajo se haga y entregue justo a tiempo; la aplicación de los estándares de mantenimiento aplicados por la empresa hará que haya motivación y reconocimiento general debido a la ejecución de los trabajos con calidad.

### **3.2.7 Descripción Planta Física**

Las oficinas están la calle 93b 12-408 oficina 307, en la ciudad de Bogotá; el patio de mantenimiento se encuentra sobre el km 20 Autopista Norte costado occidental. Esta última instalación tiene un área aproximada de 2 hectáreas y es donde se desarrollan los trabajos de mantenimiento de los equipos.

### 3.3 PREVENTORAS

Las Blow Out Preventor (BOP) son equipos periféricos en los taladros de perforación de la industria del petróleo que se utilizan para el control y la prevención de reventones en la salida de los pozos de hidrocarburos; sus presentaciones más comunes son anular y ariete. (Figuras 3 y 4).

Figura 3. Anular



Fuente: Autor

Figura 4. Ariete



Fuente: Autor

Se desarrollaron para hacer frente a presiones externas erráticas y sin control que se producen en las reservas de hidrocarburos durante la perforación. Estas presiones pueden desencadenar en un evento altamente peligroso denominado en la jerga de la perforación como reventón (blowout). Entre las funciones de las preventoras están controlar la presión del pozo como tal, la presión y caudal del hidrocarburo que se extrae, la tubería por donde el producto transita a la superficie las herramientas y el fluido de perforación.

El buen funcionamiento de las preventoras es crítico pues de ellas depende la seguridad del personal de perforación, del taladro y del medio ambiente, por lo que estos equipos deben ser dispositivos a prueba de fallas.

### **3.3.1 Preventora de Ariete (RAM BOP).**

Fue inventada en 1922 y colocada en el mercado en 1924. Su operación es similar a la válvula de compuerta, pero utiliza un par de pistones de acero opuestos entre sí, denominados arietes (rams). Los arietes se desplazan hacia fuera o hacia dentro respecto a la boca del pozo para restringir o liberar el flujo; las caras interior y superior de los arietes están recubiertas con empaques que presionan uno contra otro, contra el pozo y alrededor de la tubería que llega al pozo; en el cuerpo de la preventora se encuentran aberturas que son usadas para la conexión de válvulas y líneas de seguridad. (Figura 5)

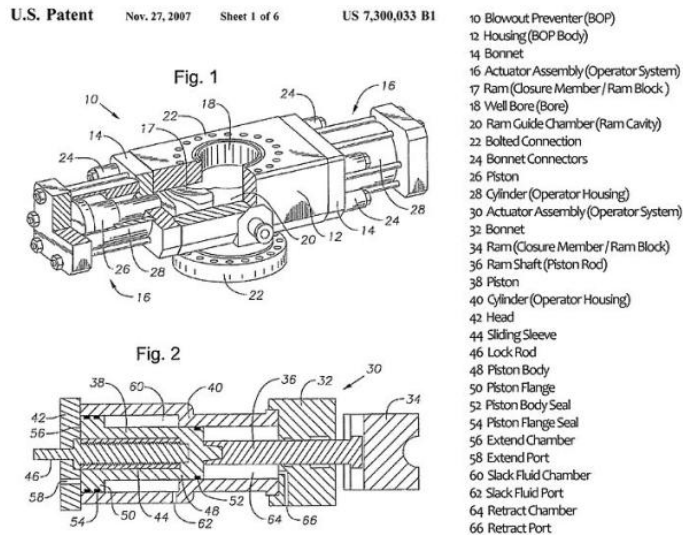
Hay cuatro tipos de preventoras de ariete: tubos (pipe), ciegos (blind), corte (shear) y corte ciego (blind shear).

Las preventoras con arietes para tubo se cierran alrededor de la tubería de perforación, restringiendo el flujo en el anillo formado entre la tubería de revestimiento y la tubería de producción, pero sin sellar esta última.

Las preventoras con arietes ciegos, o arietes de sellado no poseen abertura para tubo y se utilizan cuando el tubo no contiene una sarta de perforación u otro tubo, y debe ser sellado permanentemente.

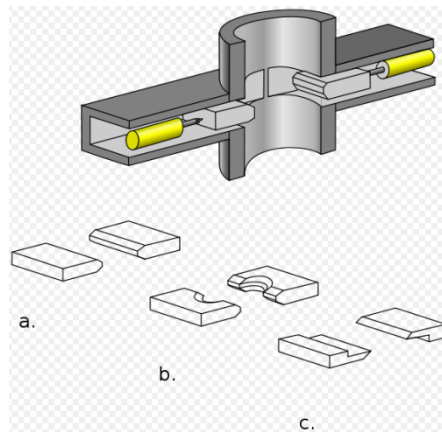
Las preventoras con arietes de corte cizallan la sarta de perforación o la tubería de revestimiento; los arietes ciegos de corte se utilizan para sellar el pozo, aun cuando haya sarta de perforación, quedando la parte superior sujeta por la preventora y luego liberada para recuperar la parte inferior con métodos de pesca. (Figura 6)

Figura 5. Preventora en Corte



Fuente: Catálogo Cameron Iron Works

Figura 6. Tipos de ariete



a. blind ram, b. pipe ram, c. share ram

Fuente: Catálogo Cameron Iron Works

La preventora de ariete, original de 1920, era un dispositivo manual, simple y robusto, con un mínimo de piezas. El cuerpo tenía una cavidad vertical y una horizontal que actuaba como guía del ariete propiamente dicho. Los arietes estaban opuestos en dicha guía y eran accionados manualmente a través de ejes roscados, transformándose el movimiento circular en lineal, permitiendo abrir y cerrar la entrada al pozo, controlando las presiones del fondo.

Hacia 1940 se utilizaban ya los arietes accionados hidráulicamente, que podían ser controlados al mismo tiempo y de manera más segura al tener mando remoto, ventaja considerable pues las preventoras deben ser dispositivos a prueba de falla.

Hoy en día se trata de simplificar el montaje de las preventoras mediante el uso de pernos de anclaje que al ser removidos, facilitan el mantenimiento y el cambio de los arietes según sea la necesidad de la operación.

Las preventoras tipo ariete están diseñadas de manera que permanezcan en posición normalmente cerrada, utilizándose para ello una acanaladura en la parte

posterior del ariete que limita el empuje necesario para superar la presión del pozo.

Las presentaciones más comunes de las preventoras de ariete son de un juego de arietes (Single BOP) y de dos juegos (Double BOP). Estas denominaciones corresponden la cantidad de cavidades para los arietes que figuran en la unidad, donde una preventora doble es más compacta y ligera que una combinación de dos preventoras individuales, proporcionando las mismas utilidades y aplicaciones.

El desarrollo tecnológico de las preventoras de ariete se ha dirigido a controlar pozos de mayor profundidad, dar mayor seguridad a la operación, tener menos mantenimiento, componentes de fácil reemplazo, reducción en el consumo de fluido hidráulico para operar y de los elementos de recambio tales como sellos, empaques, seguros y arietes, así como disminución en el peso del componente.

### **3.3.2 Preventora Anular (Annular BOP)**

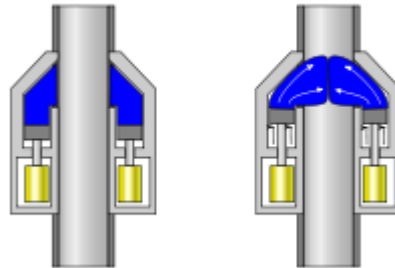
Fue inventado en 1946 y generalmente se denomina HYDRIL debido al nombre de uno de los fabricantes. Este tipo de preventora se puede cerrar en torno a la sarta de perforación, tubería o elementos no cilíndricos; actividades como extracción de tubería de perforación, uniones roscadas, herramientas, pueden ser ejecutadas de manera segura a través del anular, controlando la presión de cierre en el dispositivo.

En la figura 7 se muestra un diagrama de la preventora anular en posición abierta y cerrada totalmente. La contracción del anillo sobre la tubería se logra por la aplicación de una fuerza mecánica (hidráulica) transmitida por dos pistones.

Las preventoras de tipo anular se utilizan también en el mantenimiento de la tubería de perforación pues permiten sellar el espacio entre la pared del orificio y el tubo, incluso a medida que rota durante la perforación. Así mismo las regulaciones operativas requieren que esta clase de preventora sea capaz de

cerrar el pozo totalmente, pero su eficacia es reducida cuando se trata de realizar un mantenimiento o cierre de un agujero.

Figura 7. Funcionamiento Preventora Anular



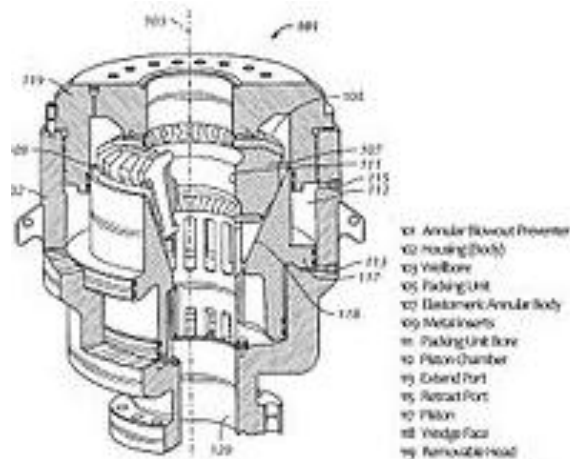
Fuente: Catálogo Cameron Iron Works

La disposición normal de las preventoras anulares es encima de una o dos preventoras de tipo ariete , y su funcionamiento utiliza el principio de cerrar la brecha que se hizo al perforar el pozo.

En su interior se encuentra un sello en forma toroidal , conocido como el "packing unit" , compuesto por una mezcla de elastómero y nervios de acero, que se aloja entre la tapa y el pistón hidráulico. Cuando el pistón se acciona , la fuerza ascendente hace que el "packing unit", se contraiga y selle el pozo abierto. El tipo original de preventora anular utiliza una cuña conica en la corona del pistón, donde a medida que el piston sube, el movimiento vertical del "packing unit" es limitado por la corona y la cara inclinada del piston comprime al "packing unit" hacia el centro.

Las preventoras anulares tienen solo dos partes móviles, el pistón y el "packing unit", por lo que su mantenimiento es más fácil y simple en relación con las preventoras de ariete; en la figura 8 se muestra un típico de preventora anular

Figura 8. Preventora Anular en corte



Fuente: Catálogo Cameron Iron Works

### 3.3.3 Función del departamento de mantenimiento.

#### 3.3.3.1 Descripción general del mantenimiento.

El servicio de mantenimiento de los equipos propios y externos en General Rigs Services está caracterizado por la reparación de los mismos cuando estos presentan falla en la operación, siendo enviados a mantenimiento correctivo inmediato, y por la falta de organización en la realización de los trabajos, presentándose entregas fuera de tiempo a los clientes.

Por el tamaño de la organización, el área de mantenimiento depende de la gerencia de operaciones, quien hace las solicitudes de trabajos dependiendo de los requerimientos debidos a alquiler y/o servicios de mantenimiento a terceros. El jefe de base es quien recibe la orden verbal del trabajo, programa el trabajo,

solicita los repuestos y ejecuta la actividad dependiendo de la disponibilidad del personal y de los recursos económicos que se tengan en el momento; la documentación referente a la ejecución de los trabajos y su trazabilidad reposan en la oficina principal, pues allí es donde realizan la facturación y se realizan los cobros.

No obstante, el mantenimiento ejecutado por la compañía maneja criterios de seguridad (manejo adecuado de altas presiones), productividad (entrega a tiempo cuando se dispone de repuestos) y calidad (norma API 16a).

### **3.3.3.2 Equipos**

La compañía posee en la actualidad 26 preventoras, de los tipos ariete y anular, cuya descripción se muestra a continuación. (Tabla 1).

Tabla 1. Cantidad de Equipos Propios

TIPO PREVENTOR	MARCA	CANTIDAD
Anular	Hydrill	9
Ariete	Cameron	17

Fuente: El Autor.

## **4. CONCEPTOS DEL MANTENIMIENTO.**

### **4.1 El Mantenimiento**

Se entiende por mantenimiento "a la función empresarial a la que se encomienda el control constante de las instalaciones, así como el conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento y el buen estado de conservación de las instalaciones"<sup>1</sup>; mantener es organizar, planear y efectuar operaciones de lubricación, limpieza, inspección, reparación y mejoras destinadas al aumento de la confiabilidad y disponibilidad de los equipos, asegurando de esta manera la continuidad y calidad de la producción y/o prestación del servicio.

### **4.2. Importancia**

El mantenimiento es algo inherente a la industria, ligado a la existencia de las máquinas; la vida de éstas implica la necesidad del mantenimiento, que se justifica en la medida que mantenga los equipos con alta disponibilidad, sostenga o eleve la productividad y sea activo en los programas de calidad.

Ser una organización altamente productiva y eficiente es el objetivo principal de la alta dirección, por lo cual ve en el mantenimiento un aliado fundamental para obtener beneficios a favor de los costos y la producción.

#### **4.2.1 Ventajas de un buen mantenimiento**

El diseñar un plan adecuado de acciones de mantenimiento que se deben ejecutar, se reflejará en que los equipos tengan alta disponibilidad, alto rendimiento en las tareas de mantenimiento, optimización de los costos de mantenimiento, protección

---

<sup>1</sup> BALDIN, Asturio. y FURLANETTO, Luciano. Manual de Mantenimiento de Instalaciones Industriales. Barcelona: Gustavo Gili, S.A. 1982. p. 19

y prolongación de la vida útil de los activos, defensa del capital económico y la garantía de la sostenibilidad en la producción y/o prestación del servicio.

#### **4.2.2 Desventajas por ausencia de un plan de mantenimiento**

Los inconvenientes en el área de mantenimiento de una compañía se presentan debido a la desorganización del mismo, teniendo consecuencias económicas tales como destrucción de equipos e instalaciones, interrupciones en el proceso de producción, desgaste de las máquinas, pago de salarios por mano de obra inactiva, costos de capital por equipos improductivos, pérdida de clientes y desprestigio, generando un aumento significativo en los costos de la organización y por tanto una disminución de los márgenes de utilidad.

#### **4.2.3 Clasificación del Mantenimiento**

En la práctica real del mantenimiento industrial solo existen dos tipos o formas fundamentales de hacer mantenimiento:

- Mantenimiento Reactivo
- Mantenimiento Proactivo

El Mantenimiento Reactivo es el conjunto de actividades desarrolladas en los equipos, máquinas, instalaciones o edificios, cuando se presenta una falla, para recuperar su función principal. Como su nombre lo indica, las acciones de mantenimiento reaccionan a las fallas y se ejecutan para corregirlas.

Existen varias formas comunes de realizar Mantenimiento Reactivo:

- Mantenimiento Reparativo
- Mantenimiento de Emergencia
- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Reconstructivo

El Mantenimiento Proactivo se caracteriza por realizar la prevención de las fallas a través de inspecciones y acciones preventivas y/o predictivas, por tanto el objetivo es anticiparse a la probabilidad de ocurrencia de las fallas.

También existen varias clases de Mantenimiento Proactivo:

- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Predictivo
- Mantenimiento Detectivo <sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> BORRAS PINILLA, Carlos. Principios de Mantenimiento, Bucaramanga Universidad Industrial de Santander. 2010 p.20

#### **4.2.3.1 Mantenimiento correctivo**

Su finalidad es “corregir los daños que se presentan en los equipos mediante la eliminación de las causas que los producen una vez se realiza el análisis y la investigación de los problemas”<sup>3</sup>.

Este tipo de mantenimiento solo es justificable cuando existe conveniencia económica, es decir, cuando hayan bajos costos indirectos de la falla, se aplica una política de renovación frecuente de los equipos ó cuando los eventuales paros no son críticos para la producción; se caracteriza por la carga de trabajo irregular del personal, trabajo bajo presión después de la falla y la demora en la consecución de repuestos. Adicionalmente, el realizar operaciones de tipo correctivo implica desventajas tales como:

- Grandes pérdidas por paradas imprevistas.
- Deterioro de los componentes aledaños al que presenta la falla.
- Genera riesgos innecesarios en la seguridad industrial.
- Requiere personal técnico permanente para reparación.
- Está sujeto a reparaciones defectuosas propias de la emergencia.
- Altera la vida útil de los equipos.

#### **4.2.3.2 Mantenimiento preventivo**

Este tipo de mantenimiento se puede definir como “la conservación planeada de fabrica y equipos, producto de inspecciones periódicas que descubren condiciones defectuosas. Su finalidad es reducir al mínimo las interrupciones y una

---

<sup>3</sup> RUEDA GOMEZ, Gustavo. El Mantenimiento Industrial. Op. Cit. p. 37.

depreciación excesiva resultante de negligencias. No debería permitirse que ninguna máquina ó instalación llegase hasta el punto de ruptura<sup>4</sup> .

Su principal característica es que las acciones de mantenimiento son previstas, preparadas, programadas y debidamente organizadas, representando una herramienta valiosa en la disminución de los costos.

Las ventajas del mantenimiento preventivo son muchas y pueden ser observadas de distintas formas:

- Menor tiempo perdido como resultado de menos paros de maquinaria.
- Mejor conservación y duración de los equipos, por no haber necesidad de reponer equipo antes de tiempo.
- Menor costo por concepto de horas extraordinarias de trabajo y una utilización más económica de los trabajadores de mantenimiento, como resultado de laborar con un programa preestablecido, en lugar de hacerlo inapropiadamente para descomponer desarreglos.
- Menos reparaciones en gran escala, pues son prevenidas mediante reparaciones oportunas y de rutina.
- Menor costo por concepto de composturas, cuando una parte falla en servicio, suele echar a perder otras partes y con ello aumenta todavía más el costo de reparación; Una atención antes que se presenten las averías reducirá los costos.
- Menor ocurrencia de productos rechazados, repeticiones y desperdicios, como producto de una mejor condición general del equipo.
- Identificación del equipo con gastos de mantenimiento exagerados, pudiéndose señalar la necesidad de un trabajo de mantenimiento correctivo para el mismo, un mejor adiestramiento del operador, o bien, el

---

<sup>4</sup> NEWBROUGH, E.T. Administración de Mantenimiento Industrial. México: Editorial DIANA. 1979. p. 69.

reemplazo maquinas anticuadas.

- Mejores condiciones de seguridad.<sup>5</sup>

#### **4.2.4 Lubricación**

La lubricación es parte del mantenimiento preventivo, tiene como objetivo principal el disminuir la fricción, el desgaste y el calentamiento entre dos superficies en contacto con movimiento relativo entre sí y aunque es un aspecto de gran importancia muchas veces se caracteriza por negligencia en su aplicación.

A todo plan de mantenimiento preventivo de una empresa se debe integrar en particular el programa de lubricación, con el propósito de proteger la vida útil de los equipos, dado que un adecuada lubricación permite minimizar el desgaste, refrigerar los componentes, permitiendo el buen funcionamiento de la maquinaria, lo cual lo convierte en aspecto fundamental en el programa de mantenimiento.

##### **4.2.4.1 Principios básicos de lubricación**

- Cada equipo requiere una lubricación acorde con las condiciones en que va a operar
- Aunque en un equipo existen muchas piezas semejantes, su lubricación puede ser diferente debido a las diferentes condiciones de trabajo.
- Como el lubricante opera en condiciones variables, debe reunir las características que le permitan actuar sin dañar los equipos que debe proteger.

---

<sup>5</sup> Ibid. p. 71.

#### **4.2.4.2 Ventajas de una lubricación adecuada en los equipos**

- Disminución en el desgaste de la máquina, prolongando su vida útil, teniéndose menores costos de mantenimiento.
- Se evita la mala utilización de los lubricantes, pues se siguen lineamientos técnicos que indican cuál de ellos se precisa en cada caso; seguir estas indicaciones representa menos consumo de estos.
- Protección a las máquinas contra el desgaste y fallas de sus componentes, asegurándose la operación continua, lo que se traduce en una producción constante
- Reducción al mínimo de la resistencia al movimiento permitiendo mejor operación al mecanismo, que equivale a menor consumo de energía.

#### **4.2.5 Gestión de la información**

El departamento de mantenimiento genera y necesita bastante información, por lo que se hace necesario prestar atención a la forma en la cual esta se recopila. La administración del mantenimiento necesita contar con medios claros y precisos para solicitar, autorizar y ejecutar trabajos; computar tiempo, materiales y costos; saber qué acciones son necesarias para reducir al mínimo el tiempo de paro y finalmente evaluar los resultados comparándolos con lo planeado, estimado y programado. Los procedimientos deben ser analizados, valorados y cambiados si se hace necesario, para que puedan alcanzarse los objetivos de un tiempo óptimo de aprovechamiento en la producción y un costo adecuado para el mantenimiento.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> NEWBROUGH, E.T. Administración de Mantenimiento Industrial. Edit. Diana. México. 1974. p 49.

La documentación básica para diseñar el plan de mantenimiento preventivo es:

- Ficha Técnica: Allí se consigna información tal como marca, modelo, tipo, serie y demás datos que puedan ser de utilidad para reparar el equipo en caso de falla. También se encuentra un listado de componentes que permite el control de repuestos y elementos a sustituir.
- Hoja de Vida: Permite seguir la trazabilidad del equipo, es decir, que mantenimientos le han sido efectuados, que repuestos utilizados, personal que ha realizado los trabajos, tiempos de ejecución, observaciones.
- Solicitud del servicio: Todo trabajo de mantenimiento debe originarse en un documento, que informe sobre los daños, con el fin de evitar la realización de labores sin importancia, innecesarias o no autorizadas, y para contar con un registro de la tarea efectuada en el equipo. La solicitud de servicio puede provenir de las áreas de producción o de mantenimiento, siendo este último caso el resultado de inspecciones de carácter preventivo ó de problemas encontrados por un trabajador de mantenimiento.
- Orden de trabajo: documentos que describen una lista de servicios a realizar por el área de mantenimiento, establecen la información para ejecutar un trabajo, proporcionan los datos sobre los cuales se preparan las solicitudes de materiales y/o repuestos, dan instrucciones de trabajo individual y se hacen asignaciones de tareas al personal y al equipo. Cuando el trabajo ha sido terminado y se han hecho todas las anotaciones, estos documentos sirven al área de mantenimiento en sus actividades de control de labores y de costos.

- Solicitud de Materiales y/o Repuestos: Este documento es el pilar del control de los repuestos que hay en el almacén; es realizada por el personal del área de mantenimiento cada vez que se ejecute una tarea que necesite de algún elemento de reemplazo.

### **4.3 Pasos del Mantenimiento**

La ejecución de las tareas de mantenimiento se desarrolla a través de una secuencia de cinco actividades que son: planeación y programación, administración de recursos, ejecución, control y evaluación.

#### **4.3.1 Planeación y Programación**

La planeación es determinar que se va a hacer, incluyendo el establecimiento de políticas, objetivos, programas, métodos específicos, procedimientos y equipos de trabajo, identificando acciones a través de una secuencia sistemática de toma de decisiones.

Su aplicación al mantenimiento es definir la forma en se realizará una actividad determinada y preparando todos los elementos requeridos para efectuar la tarea antes de iniciar el trabajo, definiendo su alcance para corregir la causa. La planeación debe responder las preguntas típicas Qué hacer, Cómo hacerlo, Cuando hacerlo, Con qué hacerlo, Para qué hacerlo.

La programación es el proceso en el cual los trabajos engranan con los recursos asignados de tal manera que haya lo necesario en el momento adecuado y listo para su aplicación.

Los criterios que generalmente se siguen en el proceso de programación de las órdenes de trabajo de mantenimiento son, según orden de importancia:

- Riesgos a la seguridad humana
- Reparaciones que al ser omitidas afectan la seguridad de los trabajadores.
- Reparaciones que afectan la operación de los equipos y la productividad.
- Actividades de mantenimiento preventivo
- Tareas involucradas con nuevos proyectos

Asimismo, existen obstáculos a salvar por parte de programación, pues se debe evitar que la realización de una tarea de mantenimiento sea una pérdida de tiempo y recursos sin lograr la meta trazada, siendo los más relevantes:

- Disponibilidad del tiempo necesario para realizar la actividad de mantenimiento programado.
- Emergencia en la ejecución de la orden
- Disponibilidad del equipo a intervenir
- Habilidades específicas del personal que ejecutará el trabajo
- Disponibilidad de los repuestos
- Herramientas o equipos especiales

#### **4.3.2 Administración de los recursos**

Los recursos son los medios que posee una organización para ejecutar sus actividades, siendo los más comunes: mano de obra, materiales, maquinaria y equipo.

#### **4.3.3 Ejecución**

En esta fase se realizan las actividades planeadas con la asignación de grupos de trabajo y su desarrollo es óptimo en la medida que se valoren todos los factores que intervienen en la tarea.

#### **4.3.4 Control**

Es la valoración de lo programado versus lo ejecutado mediante la inspección, comprobación y registro, que son la comprobación del cumplimiento de los objetivos propuestos. Esta fase del mantenimiento permite observar el desarrollo adecuado de las actividades, detectar errores, desviaciones o baja calidad, de manera que se puedan corregir sea el caso.

El proceso de control tiene sus pilares en la medición de los resultados mediante indicadores, por lo que en la etapa de planeación se debe determinar como se evaluarán las actividades; la calidad de los trabajos, su correcta ejecución, oportuna realización, el tiempo empleado y los recursos utilizados es lo que se busca controlar.

#### **4.3.5 Evaluación**

Es apreciar, calcular o estimar el rendimiento del plan ejecutado. La evaluación de las tareas de mantenimiento permite actualizar procedimientos y modificarlos si es necesario para mejorar el desempeño.

## **5. SITUACION ACTUAL DEL MANTENIMIENTO EN GENERAL RIGS SERVICES S.A**

General Rigs Services S.A tiene como objeto, además de prestar un servicio de excelente calidad, el lucro de sus socios y actualmente no cuenta con un mantenimiento de tipo preventivo en los equipos que alquila.

Aunque se realiza el servicio de mantenimiento a equipos propios y externos, no se cuenta con documentos tales como fichas técnicas, hojas de vida, ordenes de trabajo, existiendo casos aislados como manuales de operación y catálogos de los equipos.

El servicio de mantenimiento que presta GRS S.A es totalmente correctivo, por lo cual no se realizan análisis referidos a costos, criticidad e impacto de los equipos en las finanzas de la empresa. Por tanto es una necesidad diseñar, para el área de mantenimiento de la organización, un sistema básico de información que apoye la gestión de mantenimiento y permita realizar una adecuada supervisión y control de las tareas, una asignación de personal idóneo para las tareas a ejecutar, y un manejo correcto de la información que surge de las actividades a ser consignada en hojas de vida, inventario de repuestos, ordenes de trabajo. Así mismo, el sistema debe hacerle seguimiento al cumplimiento de los trabajos.

### **5.1 Mantenimiento Correctivo**

Es el más utilizado en la empresa pues busca arreglar los equipos cuando estos han presentado falla, siendo este tipo de mantenimiento perjudicial para la organización, pues los fallos ocurren cuando los equipos están alquilados para su operación.

A continuación se describe el proceso de servicio de un equipo en alquiler:

- El operador informa del mal funcionamiento del equipo
- El ingeniero de pozo informa a la sede central de la falla y solicita servicio inmediato o cambio del equipo mientras se repara el dañado.
- El gerente de operaciones decide si envía una cuadrilla a reparar el equipo en sitio o si cambia el equipo dañado
- En las dos alternativas se deben efectuar desplazamientos de personal y equipos, generándose un costo adicional

## **5.2 Mantenimiento Preventivo**

Esta clase de mantenimiento está limitado a equipos nuevos bajo garantía y recomendaciones del proveedor.

## **5.3 Indicadores de Mantenimiento**

Es una cifra que representa el estado del mantenimiento en una organización; brinda información sobre factores críticos identificados tales como calidad, costo y tiempo.

Constituyen una herramienta básica para mejorar la productividad, reconocer los puntos débiles y analizar la eficiencia y rentabilidad de las actividades de mantenimiento.

## **5.4 Diagnóstico**

### **5.4.1 Diagnóstico del estado actual de la documentación técnica**

Para realizar el diagnóstico del estado actual de la documentación técnica de la organización, se efectuó un inventario de manuales, catálogos y demás información suministrada por los proveedores y/o fabricantes del equipo, encontrándose que solo el 5% de los equipos posee algún tipo de información relacionada con operación, mantenimiento y partes; el resto no posee datos.

La ausencia de esta información es debida a perdida de la misma y que no hubo precaución en la recepción y/o consecución de la misma.

Respecto a documentación correspondiente a ficha técnica, hoja de vida y órdenes de trabajo se observó que no existen documentos de este tipo.

También se identificaron inconvenientes en la recopilación de la información pues no existen los formatos correspondientes, ocasionando perdida de datos; no existe un sistema que recopile, organice y analice la información con el fin de obtener periódicamente índices sobre el desempeño del mantenimiento.

La inexistencia del formato de ficha técnica no permite conocer datos fundamentales sobre el equipo como son numero serie, modelo, marca, costo del equipo, parámetros o servicios para su funcionamiento, componentes, planos y manuales.

El formato de hoja de vida no está creado por lo cual no se tienen datos sobre costos de mantenimiento, ordenes de trabajo asociadas al equipo y responsable de las actividades.

Tampoco existe el documento para la Orden de Trabajo que permite reseñar información para evaluar el desempeño de la actividades de mantenimiento tales como costos, herramientas, repuestos y materiales utilizados, tipo de mantenimiento.

#### **5.4.2 Diagnóstico del estado de mantenimiento de los equipos.**

Se realizó mediante la inspección visual del estado de los componentes internos y móviles de los equipos, ciclos de trabajo y tiempo promedio de duración de los componentes; la información fue suministrada por el supervisor de mantenimiento y el ayudante.

El criterio utilizado para calificar los equipos se muestra a continuación.

Tabla 2. Criterio Calificación Equipos

<b>ESTADO</b>	<b>CALIFICACION</b>
OPERATIVO	Funcional 100%
ACEPTABLE	Funcional 50%
NO OPERATIVO	Reparación o cambio componente 0%

Fuente: El Autor

Tabla 3. Inventario Equipos y Estado

<b>EQUIPO</b>	<b>ESTADO OPERATIVO</b>	<b>ESTADO ACEPTABLE</b>	<b>ESTADO NO OPERATIVO</b>
ANULAR	5	3	1
ARIETE	14	0	3

Fuente: El Autor

#### **5.4.3 Diagnostico de gestión del área de mantenimiento.**

- No existe un registro de control de costos de mantenimiento, por tanto, no se puede realizar una evaluación desde el punto de vista económico del desempeño del área de mantenimiento.
- La información histórica de los equipos no es llevada correctamente, es insuficiente y no ha sido sometida a análisis, con el objetivo de conocer el funcionamiento de los equipos, la vida útil de sus componentes vitales y la eficacia de las tareas de mantenimiento ejecutadas en los mismos.
- Se observo la falta de procedimientos básicos de mantenimiento para los equipos, tales como revisión, ajuste, lubricación, limpieza y almacenamiento de componentes.

- No existe un registro de las fallas de operación más comunes, sus causas, caracterización y clasificación de las mismas, siendo mantenimiento la principal fuente de información.

#### **5.4.4. Diagnostico de gestión de repuestos**

- La empresa no posee un archivo de proveedores
- No se conocen los niveles de repuestos en almacén ni la disponibilidad de los mismos.
- No existe inventario sobre materiales consumibles.
- No se conocen los costos de inventarios de repuestos, materiales y suministros; no hay control sobre las compras y se desconoce el valor real de mantener inventario.

## **6. DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DE PERFORACION DE LA EMPRESA GENERAL RIGS SERVICES S.A.**

Para poder diseñar un plan de mantenimiento preventivo es indispensable conocer las características básicas de los equipos, clase, descripción, fabricante, fecha de fabricación, tamaño, capacidad, parámetros de operación etc, para obtener un conocimiento profundo de las maquinas y/o equipos.

Esto con el fin de que las tareas del área de mantenimiento se realicen de la forma más técnica, eficiente y económica, identificando aspectos a mejorar y ofreciendo soluciones a los problemas encontrados en el diagnostico realizado.

### **6.1 Reconocimiento de Equipos**

La tabla 4 muestra el listado de los equipos que la organización alquila con gran frecuencia

Tabla 4 Reconocimiento de Equipos

<b>EQUIPO</b>	<b>DIAS ALQUILADO POR AÑO</b>
ANULAR	150
ARIETE 13 5/8 3000 psi	200

Fuente: El Autor

A estos equipos se les realiza un análisis de criticidad para:

- Priorizar ordenes de trabajo
- Diseñar políticas de mantenimiento
- Seleccionar modelo para el manejo de repuestos y materiales

## 6.2 Aplicación del Criterio de criticidad

El Análisis de Criticidad aplica en cualquier conjunto de procesos, plantas, sistemas, equipos y/o componentes que requieran ser jerarquizados en función de su impacto en el proceso o negocio donde formen parte. Sus áreas comunes de aplicación se orientan a establecer programas de implantación y prioridades en los siguientes campos: mantenimiento, inspección, materiales, disponibilidad de planta y personal. <sup>7</sup>

La formula de criticidad es

CRITICIDAD: frecuencia de falla x consecuencia

Siendo consecuencia= a+b

a= costo reparación + impacto seguridad personal+ impacto ambiental+ impacto satisfacción cliente

b= impacto en el servicio x Tiempo promedio reparación

Se aplica el criterio a las dos clases de equipo que la empresa posee, anulares y arietes, obteniéndose que los equipos más críticos para la organización son los anulares debido al tiempo que requieren para su desarmado, la consecución del "packing unit" y la prueba final a presión de operación. Los resultados de la matriz de criticidad se muestran en el anexo D.

---

<sup>7</sup> GARCIA PALENCIA Oliverio Ing. MSc Estrategias de Mantenimiento Basadas en Confiabilidad. Primer Congreso Internacional de Ingeniería Electromecánica Villa del Rosario de Cúcuta 2004.

### **6.3. Sistema de Información**

Con el fin de mejorar el manejo de la información dentro de la organización se realizaron actividades como codificación de equipos, procedimientos, documentación técnica de los equipos, repuestos, materiales y herramientas, diseño de los formatos correspondientes a Hoja de Vida, Ficha técnica, Orden de trabajo, entre otras.

#### **6.3.1 Codificación de los equipos**

Para determinar la codificación de los equipos se utilizan los siguientes datos:

- Clase de equipo
- Marca
- Tamaño
- Presión de trabajo
- Consecutivo

La clase de equipo se refiere al tipo de aplicación de las preventoras; en el consecutivo se describe la cantidad de equipos de una misma clase que posee o ha tenido la empresa; teniendo en cuenta los criterios anteriores la codificación final sugerida se da en las tablas 6 y 7.

Tabla 5. Codificación Equipos

<b>NOMBRE</b>	<b>TYPE</b>	<b>SIZE</b>	<b>S/N</b>	<b>codificación</b>	<b>ESTADO</b>
BLOWOUT PREVENTER	QRC "CAMERON"	7 1/16" - 3000 LBS R-45 (RAM BLIND)	C-2125	GRS 73-09	OK
BLOWOUT PREVENTER	QRC "CAMERON"	7 1/16" - 3000 LBS R-45(RAM 2-7/8")	C-19	GRS 73-10	OK
BLOWOUT PREVENTER	QRC "CAMERON (6" SER 1500)	7 1/16" - 5000 LBS R-46	C-6	75-03	MAQUINAR
BLOWOUT PREVENTER	QRC "CAMERON (6" SER 1500)	7 1/16" - 5000 LBS R-46(RAM 3-1/2")	C-5	75-04	OK
BLOWOUT PREVENTER	QRC "CAMERON"	11" - 3M LBS R-53(RAM 3-1/2")	75-60	GRS 113-01	OK
BLOWOUT PREVENTER	QRC "CAMERON"	11" - 3M LBS R-53(RAM BLIND)	75-63	GRS 113-02	OK
BLOWOUT PREVENTER	QRC "CAMERON"	13 5/8" - 3M LBS R- 57 (RAM 3-1/2")	P-344	GRS 133-05	OK
BLOWOUT PREVENTER	QRC "CAMERON"	13 5/8" - 3M R-57 (RAM 5")	2126	GRS 133-06	OK
BLOWOUT PREVENTER	QRC "CAMERON"	13 5/8" - 3M LBS (RAM 4-1/2")	P-575	GRS 133-07	OK
BLOWOUT PREVENTER	QRC "CAMERON"	13 5/8" - 3M LBS R- 57	21-36	GRS 133-08	PPR

Fuente: El Autor

Tabla 6. Codificación Equipos

<b>NOMBRE</b>	<b>TYPE</b>	<b>SIZE</b>	<b>S/N</b>	<b>ESTADO</b>	<b>CODIFICACION</b>
ANNULAR HYDRILL	"GK"	7 1/16" - 5000 LBS X 9" - 2000LBS	MS 39051-1-10	PPR	DA08
ANNULAR HYDRILL	"GK"	7 1/16" - 5000 LBS	1002021	OK	DA10
ANNULAR HYDRILL	"GK"	7 1/16" - 5.000 LBS	3066L	OK	DA0163
ANNULAR HYDRILL	"GK"	13 5/8" - 10.000 X 13 5/8" 5.000	DA-05	OK	DA05
ANNULAR HYDRILL	"GK"	13 5/8" 5.000 X 5M	5211- (DA-07)	OK	DA07
ANNULAR HYDRILL	"GK "	11" - 5.000 LBS	7Z415	OK	DA-06
ANNULAR HYDRILL	"GK"	11" - 5.000 LBS	(3045)-31400L	OK	DA09

Fuente: El Autor.

### **6.3.2 Ficha técnica para los equipos**

Es donde se consignan los datos más importantes del equipo como:

- Marca
- Modelo
- Tipo
- Serie
- Repuestos más utilizados
- Dimensiones
- Lubricantes utilizados

Estos datos aquí colocados son de uso continuo por parte del operador en campo y los encargados del mantenimiento de la maquina.

Las fichas técnicas se utilizan dado que es más fácil manejar un solo elemento que contenga toda la información que utilizar toda la documentación referente, su lenguaje es entendible Ver figura 9.

### **6.3.3 Hoja de vida de equipos**

Es el documento donde se consignan todos los trabajos que se le han realizado a un equipo en orden cronológico, de manera tal que se accede a esta información sin necesidad de revisar órdenes de trabajo específicas o formatos individuales de cada actividad. Allí se le hace seguimiento a los tipos de mantenimiento y a los resultados arrojados por las diferentes reparaciones, los repuestos utilizados y el costo de los mismos, el personal asignado a las tareas y el tiempo de ejecución de las mismas.

Finalmente, la hoja de vida es una referencia de acceso fácil y rápido a información que está registrada en otro tipo de formatos como reportes diarios y soportes de reparación en taller. Ver Figura 10.

#### **6.3.4 Ingreso del equipo a las instalaciones**

Es la hoja donde se consignan las entradas y salidas del equipo, daños que presenta y lo que el cliente desea que se ejecute en el equipo. Ver figura 11

#### **6.3.5 Orden de Trabajo**

Es el documento donde se registran las tareas a ejecutar en el equipo, que tipo de mantenimiento se realizará, etc. Ver figura 12.

#### **6.3.6 Mantenimiento Preventivo**

Es el conjunto de tareas que se ejecutaran en el equipo antes, durante y después de que este haya sido intervenido. Las tareas más comunes son:

- Desarme
- Limpieza
- Inspección
- Lavado
- Engrasado
- Armado
- Prueba
- Pintura

Figura 9. Ficha Técnica

		<h2 style="text-align: center;">FICHA TECNICA</h2>	
<b>CODIGO</b>	<b>NOMBRE DEL EQUIPO</b>		
	<b>BLOW OUT PREVENTOR " BOP"</b>		
<b>DATOS DE IDENTIFICACION DEL EQUIPO</b>			
<b>MARCA</b>	<b>MODELO</b>	<b>N° DE IDENTIFICACION</b>	<b>FECHA DE COMPRA</b>
CAMERON	QRC	GRS 73-09	
<b>CARACTERISTICAS DEL EQUIPO</b>			
SIZE	7 1/16"		
PRESSURE	3000 psi		
r45			


Fuente El Autor.







Figura 12. Orden de Trabajo

ORDEN DE TRABAJO						
		<b>CODIGO EQUIPO</b> 		<b>EQUIPO</b> BLOW OUT PREVENTOR 9X3000		<b>OT No</b> 001
<b>FECHA EMISION</b>	<b>CENTRO DE COSTO</b>	<b>COD. IMPORTANCIA</b>	<b>COD. TRABAJO</b>	<b>PRIORIDAD</b>	<b>SIN PARADA</b>	
15/10/2009	TOCANCIPA			ALTA	CON PARADA	X
<b>TRABAJO A EJECUTAR</b> Desarme, limpieza, inspección visual, lavado, engrasado, armado, prueba, pintura			<b>TRABAJO EJECUTADO</b> Desarme                      Engrasado Limpieza                      Armado Inspección                      Prueba Lavado                          Pintura			
<b>MATERIALES Y HERRAMIENTAS</b>			<b>MATERIALES Y HTAS ADICIONALES</b>			
<b>REPUESTOS</b>			<b>REPUESTOS ADICIONALES</b>			
<b>CONSIGNAS SEGURIDAD</b> Elementos protección personal			<b>TRABAJOS PENDIENTES</b>			
<b>PERSONAL PREVISTO</b>	<b>TIEMPO PREVISTO</b>	<b>HORAS HOMBRE PREVISTAS</b>	<b>CORRECTIVO</b>	<b>PREVENTIVO</b>		<b>TIEMPO PARA PRODUCCION</b>
1	8 hrs	8 hrs				
<b>PERSONAL EMPLEADO</b>	<b>TIEMPO EMPLEADO</b>	<b>HORAS HOMBRE EMPLEADAS</b>	<b>REPETITIVA SI NO</b>	<b>COSTO H-H</b>		
				<b>COSTO RPTOS</b>		
				<b>COSTO MATERIALES</b>		
<b>OBSERVACIONES</b>						

Fuente: El Autor.

## **CONCLUSIONES**

- Se identificó, clasificó y recopiló la información técnica relativa a los equipos y herramientas disponibles en la organización.
- Se estableció una estructura organizacional y se definieron las funciones del personal mantenimiento.
- Se crearon los formatos para la gestión de la información del mantenimiento.
- Se desarrolló un análisis de criticidad para los equipos y herramientas de la organización.
- Los equipos y herramientas críticas fueron analizadas para realizar el plan de mantenimiento.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. ALBARRACIN AGUILLON, Pedro Ramón. Tribología y Lubricación. Bucaramanga: Litochoa, 1993. 980 p.
2. AVILA E, Rubén. Fundamentos de Mantenimiento. Guías económicas, técnicas y administrativas. Limusa Noriega Editores. México, 1995.
3. BALDIN, Asturio. y FURLANETTO, Luciano. Manual de Mantenimiento de Instalaciones Industriales. Barcelona: Gustavo Gili, S.A. 1982.
4. DUFFUAA Salih O., RAOUF A. y DIXON Campbell Jhon. Sistemas de Mantenimiento, Planeación y Control, Limus Wiley S.A, 1ª ed, México 2000.
5. GONZÁLEZ JAIMES. Isnardo. Seminario I: La Investigación Científica, Bucaramanga Universidad Industrial de Santander. 2010
6. GONZÁLEZ JAIMES. Isnardo. Seminario II: Monografía de Especialización, Bucaramanga Universidad Industrial de Santander. 2011
7. NEWBROUGH, E.T. Administración de Mantenimiento Industrial. México: Editorial DIANA. 1979. p. 69.
8. PALOMINO VELANDIA, Esmeralda; RAMIREZ, Carlos y GUERRA, Ricardo. Diseño de un Modelo de Gestión de Mantenimiento bajo Norma ISO 9000 Versión 2000, Bucaramanga, 2003, 123p. Monografía (Especialización Gerencia de Mantenimiento) Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingeniería Físico-Mecánicas.
9. PRANDO, Raúl R. Manual de Gestión de Mantenimiento a la Medida. 1 Ed. Guatemala: Editorial Piedra Santa S.A 1996.
10. TAMAYO DOMINGUEZ, Carlos Mario. Organización del Mantenimiento. Bogotá: Universidad Industrial de Santander, 2010.

## ANEXOS

### Anexo A. Perfil Interno del Servicio.

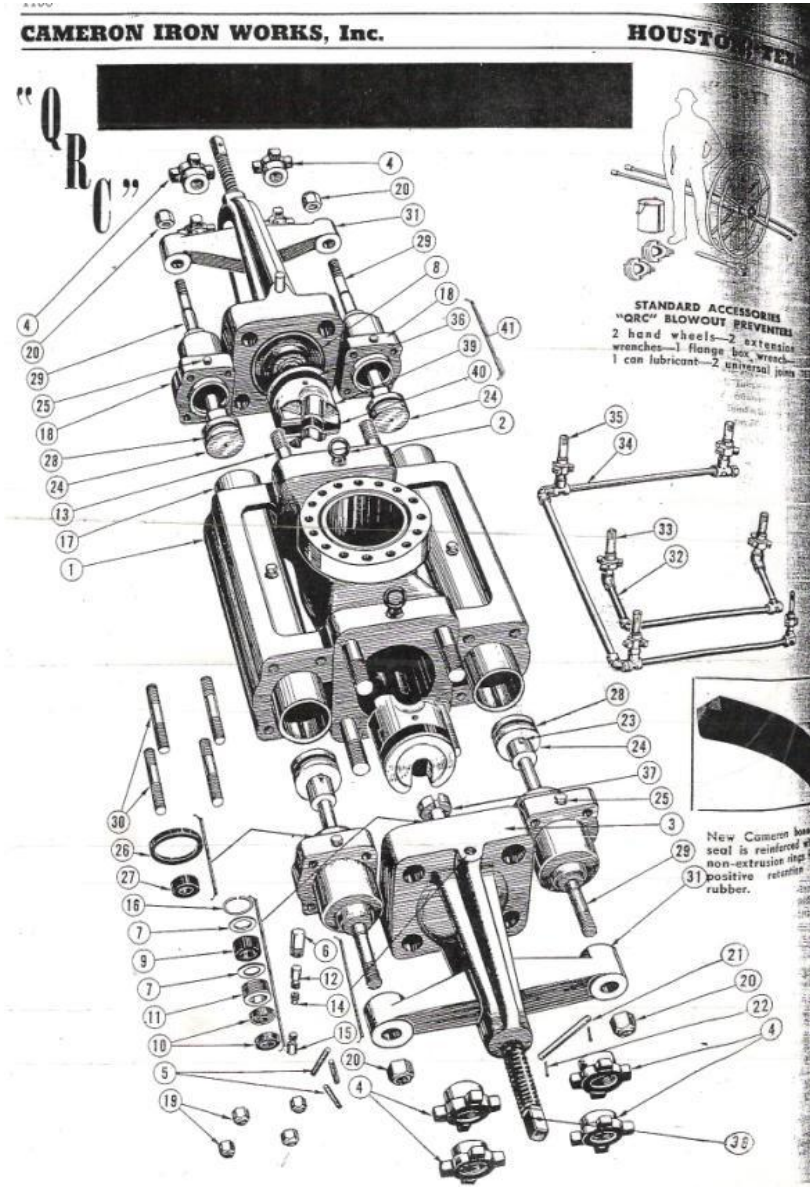
	FORTALEZAS			DEBILIDADES			IMPACTO		
	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO
Imagen del servicio	X						X		
Valor agregado				x			X		
Intensidad Mano de Obra	X						X		
Aplicación Tecnología Computadores				x				X	
Nivel de Coordinación e Integración con otras áreas					x			X	
Fuerza Servicio, Calidad, Exclusividad	X						X		
Participación en el mercado por parte del servicio					X		X		
Barreras entrada servicio			X				X		
Fortaleza proveedores	X						X		
Disponibilidad Insumos	X						X		
Competencia en precio	X							X	
Inversión Capital		x							X
Costo Servicio	X						X		
Experiencia Técnica	X						X		

Anexo B. Perfil Externo del Servicio.

	OPORTUNIDAD			AMENAZA			IMPACTO		
	ALT O	MEDI O	BAJ O	ALT O	MEDI O	BAJ O	ALT O	MEDI O	BAJ O
<b>Factores Económicos</b>									
Inflación					X			X	
Desempleo				X			X		
Devaluación				X				X	
<b>Factores Tecnológicos</b>									
Maquinas		X							
Herramientas		X							
Repuestos		X							
Insumos		x							
<b>Factores Competencia</b>									
Producto						X			
Mercado		x			x				
Competencia									
Calidad	x								

Anexo C Despiece Preventora de Arietes.

Figura 13. Despiece preventora ariete.



Fuente: Catalogo Iron Works.

Anexo D Listado componentes preventora ariete.

Figura 14: Listado componentes preventora ariete.

CAMERON IRON WORKS, Inc.		HOUSTON, TEXAS												
COMPLETE ASSEMBLIES AND PARTS LIST FOR "QRC" BLOWOUT PREVENTERS														
Ref. No.	DESCRIPTION	No. Req'd.	W.P. #											
			4"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"	22"	24"	
	Complete Assembly	1	14255*	14259*	14263*	14267*	14271*	14275*	14279*	14283*	14287*	14291*	14295*	14299*
	Body—Double Flanged	1	11859	11863	11867	11871	11875	11879	11883	11887	11891	11895	11899	11903
	Eye—Body Lifting	2	11860	11864	11868	11872	11876	11880	11884	11888	11892	11896	11900	11904
	Bracket	2	12520	12524	12528	12532	12536	12540	12544	12548	12552	12556	12560	12564
	Nut—Bracket Lock	2	11752-4	11756-4	11760-4	11764-4	11768-4	11772-4	11776-4	11780-4	11784-4	11788-4	11792-4	11796-4
	Packing—Plastic (Stick)	as needed	7650-8	7650-8	7650-8	7650-8	7650-8	7650-8	7650-8	7650-8	7650-8	7650-8	7650-8	7650-8
	Protector—Packing Screw	2	6994-13	6994-13	6994-13	6994-13	6994-13	6994-13	6994-13	6994-13	6994-13	6994-13	6994-13	6994-13
	Retainer—Connecting Rod Seal Ring	4	21815-6	21815-6	21815-6	21815-6	21815-6	21815-6	21815-6	21815-6	21815-6	21815-6	21815-6	21815-6
	Ring—Connecting Rod Seal	4	19001-1	19001-1	19001-1	19001-1	19001-1	19001-1	19001-1	19001-1	19001-1	19001-1	19001-1	19001-1
	Ring—Plastic Packing Retainer	4	11745-1	11746-1	11746-1	11746-1	11746-1	11746-1	11746-1	11746-1	11746-1	11746-1	11746-1	11746-1
	Ring—Threaded Packing Retainer	2	6104-6	6104-6	6104-6	6104-6	6104-6	6104-6	6104-6	6104-6	6104-6	6104-6	6104-6	6104-6
	Screw—Plastic Packing	2	11747	11747	11747	11747	11747	11747	11747	11747	11747	11747	11747	11747
	Seal—Retainer	2	11748-1	11748-1	11748-1	11748-1	11748-1	11748-1	11748-1	11748-1	11748-1	11748-1	11748-1	11748-1
	Valve—Packing Check	2	8724	8724	8724	8724	8724	8724	8724	8724	8724	8724	8724	8724
	Valve—Release Packing Regulating	2	12216-3	12216-3	12216-3	12216-3	12216-3	12216-3	12216-3	12216-3	12216-3	12216-3	12216-3	12216-3
	Wire Retainer Ring (for No. 7)	2	6225-21	6225-21	6225-21	6225-21	6225-21	6225-21	6225-21	6225-21	6225-21	6225-21	6225-21	6225-21
	Cylinder—Operating	2	11903-1	11903-1	11903-1	11903-1	11903-1	11903-1	11903-1	11903-1	11903-1	11903-1	11903-1	11903-1
	Head—Operating Cylinder	2	11904-1	11904-1	11904-1	11904-1	11904-1	11904-1	11904-1	11904-1	11904-1	11904-1	11904-1	11904-1
	Nut—Elastic Stop (for No. 18)	20	6952-5	6952-5	6952-5	6952-5	6952-5	6952-5	6952-5	6952-5	6952-5	6952-5	6952-5	6952-5
	Nut—Platen Rod (Elastic Stop)	4	6952-6	6952-6	6952-6	6952-6	6952-6	6952-6	6952-6	6952-6	6952-6	6952-6	6952-6	6952-6
	Pin—Connecting Rod (to Yoke)	2	6272-7	6272-7	6272-7	6272-7	6272-7	6272-7	6272-7	6272-7	6272-7	6272-7	6272-7	6272-7
	Pin—Cotter (for No. 21)	2	6272-8	6272-8	6272-8	6272-8	6272-8	6272-8	6272-8	6272-8	6272-8	6272-8	6272-8	6272-8
	Pin—Cotter (Plates to Platen Rod)	4	6272-9	6272-9	6272-9	6272-9	6272-9	6272-9	6272-9	6272-9	6272-9	6272-9	6272-9	6272-9
	Platen	4	14117-1	14117-1	14117-1	14117-1	14117-1	14117-1	14117-1	14117-1	14117-1	14117-1	14117-1	14117-1
	Plug—Washer	6	6200-5	6200-5	6200-5	6200-5	6200-5	6200-5	6200-5	6200-5	6200-5	6200-5	6200-5	6200-5
	Ring—Operating Cylinder Head Seal	4	11743-7	11743-7	11743-7	11743-7	11743-7	11743-7	11743-7	11743-7	11743-7	11743-7	11743-7	11743-7
	Ring—Platen Rod Seal	4	11743-4	11743-4	11743-4	11743-4	11743-4	11743-4	11743-4	11743-4	11743-4	11743-4	11743-4	11743-4
	Ring—Platen	4	11911-1	11911-1	11911-1	11911-1	11911-1	11911-1	11911-1	11911-1	11911-1	11911-1	11911-1	11911-1
	Ring—Platen	4	11911-1	11911-1	11911-1	11911-1	11911-1	11911-1	11911-1	11911-1	11911-1	11911-1	11911-1	11911-1
	Ring—Operating Cylinder Head	16	6018-24	6018-24	6018-24	6018-24	6018-24	6018-24	6018-24	6018-24	6018-24	6018-24	6018-24	6018-24
	Yoke	2	11702-1	11702-1	11702-1	11702-1	11702-1	11702-1	11702-1	11702-1	11702-1	11702-1	11702-1	11702-1
	Manifold—Opening (Unlined)	2	11905-1	11905-1	11905-1	11905-1	11905-1	11905-1	11905-1	11905-1	11905-1	11905-1	11905-1	11905-1
	Manifold—Closing (Unlined)	2	11905-2	11905-2	11905-2	11905-2	11905-2	11905-2	11905-2	11905-2	11905-2	11905-2	11905-2	11905-2
	Manifold—Closing (Unlined)	2	11905-3	11905-3	11905-3	11905-3	11905-3	11905-3	11905-3	11905-3	11905-3	11905-3	11905-3	11905-3
	Manifold—Manifold to Cylinder	4	11905-4	11905-4	11905-4	11905-4	11905-4	11905-4	11905-4	11905-4	11905-4	11905-4	11905-4	11905-4
	Ring—Front Ram Seal	2	11702-1	11702-1	11702-1	11702-1	11702-1	11702-1	11702-1	11702-1	11702-1	11702-1	11702-1	11702-1
	Ram—Ram Connecting	2	11740-1	11740-1	11740-1	11740-1	11740-1	11740-1	11740-1	11740-1	11740-1	11740-1	11740-1	11740-1
	Screw—Ram Locking	2	11740-2	11740-2	11740-2	11740-2	11740-2	11740-2	11740-2	11740-2	11740-2	11740-2	11740-2	11740-2

\*Specify Ram Desired. \*\*20"-3000# W.P. Flanges. †Complete Assembly Includes Standard Accessories.  
 W.P.#, Offset, or Dist here same for dual completion in any size can be furnished.

- 20: RAM ONLY (2 required—see chart below for part numbers)
- 40: RAM FRONT and Side Packing Only (2 required—see chart below for part numbers)
- 60: RAM ASSEMBLY COMPLETE (2 required) including:
  - Ram Front and Side Packing
  - Ram Rear Seal Ring [See Item 35 Above for Part Numbers]

Q.C. Page	4"-3000 # - 5000 # W.P.		6"-3600 # - 5895 # W.P.		8"-3600 # - 5000 # W.P.		12"-3600 # W.P.		16" & 18"-2000 # W.P.					
	39 Ram	40 Ram Front and Side Packing	39 Ram	40 Ram Front and Side Packing	39 Ram	40 Ram Front and Side Packing	39 Ram	40 Ram Front and Side Packing	39 Ram	40 Ram Front and Side Packing				
11729-1	5660-11	12745-1	12034-1	6207-13	12747-1	18021	5871-24	12748-1	12770	6200-1	12748-1	12465-1	7007-1	12730-1
11729-2	5660-12	12745-2				11331-14	5871-19	12748-18						
11729-3	5660-13	12745-3												
11729-4	5660-14	12745-4												
11729-5	5660-15	12745-5	12054-2	6207-1	12747-2		11731-5	5871-1	12748-2	11733-5	6205-2	12748-2	12465-2	7007-2
11729-6	5660-16	12745-6												
11729-7	5660-17	12745-7	12054-3	6207-2	12747-3		11731-6	5871-2	12748-3	11733-6	6205-3	12748-3	12465-3	7007-3
11729-8	5660-18	12745-8												
11729-9	5660-19	12745-9												
11729-10	5660-20	12745-10	12054-4	6207-3	12747-4		11731-7	5871-3	12748-4	11733-7	6205-4	12748-4	12465-4	7007-4
11729-11	5660-21	12745-11												
11729-12	5660-22	12745-12												
11729-13	5660-23	12745-13												
11729-14	5660-24	12745-14												
11729-15	5660-25	12745-15												
11729-16	5660-26	12745-16												
11729-17	5660-27	12745-17												
11729-18	5660-28	12745-18												
11729-19	5660-29	12745-19												
11729-20	5660-30	12745-20												
11729-21	5660-31	12745-21												
11729-22	5660-32	12745-22												
11729-23	5660-33	12745-23												
11729-24	5660-34	12745-24												
11729-25	5660-35	12745-25												
11729-26	5660-36	12745-26												
11729-27	5660-37	12745-27												
11729-28	5660-38	12745-28												
11729-29	5660-39	12745-29												
11729-30	5660-40	12745-30												
11729-31	5660-41	12745-31												
11729-32	5660-42	12745-32												
11729-33	5660-43	12745-33												
11729-34	5660-44	12745-34												
11729-35	5660-45	12745-35												
11729-36	5660-46	12745-36												
11729-37	5660-47	12745-37												
11729-38	5660-48	12745-38												
11729-39	5660-49	12745-39												
11729-40	5660-50	12745-40		</										

ANEXO E

Tabla 7. Criticidad Equipos

	<b>a</b>				<b>b</b>		Consecuencia= a+b			Frecuencia falla (veces x año)
<i>EQUIPO</i>	<i>Costo reparación</i>	<i>Impacto seguridad personal</i>	<i>Impacto ambiental</i>	<i>Impacto satisfacción cliente</i>	<i>Impacto en el servicio</i>	<i>Tiempo promedio reparación</i>	<i>Total a</i>	<i>Total b</i>	<i>TOTAL</i>	<i>TOTAL</i>
ANULAR	5	5	3	5	5	5	18	10	28	10
ARIETE	4	3	3	5	4	3	15	7	22	7

CRITICIDAD ANULAR:           28X10= 280

CRITICIDAD ARIETE:           22X 7= 154