

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

ELABORACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A TODOS LOS EQUIPOS DE UN TALADRO DE PERFORACIÓN

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de
Venezuela para optar al Título
de Ingeniero de Petróleo
Por la Br. Rondón, Gabriela J.

Caracas, Marzo 2003

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

ELABORACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A TODOS LOS EQUIPOS DE UN TALADRO DE PERFORACIÓN

TUTOR ACADÉMICO: Prof. Luis Norberto Bueno

TUTOR INDUSTRIAL: Ing. Pedro Castillo

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de
Venezuela para optar al Título
de Ingeniero de Petróleo
Por la Br. Rondón, Gabriela J.

Caracas, Marzo 2003

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Este trabajo y mi carrera están dedicados a Dios y a mi Abuela Chichí porque siempre iluminaron mi camino. Abuela aunque ya no estés físicamente, sé que en cualquier parte que te encuentres siempre vas a estar a mi lado.

Mamá, gracias por haberme ayudado en todo, también quisiera decirte que aunque en muchas ocasiones no te lo he demostrado...TE AMO, discúlpame todo lo malo.

Mina, gracias por SIEMPRE por sobre todas las cosas confiar en mí y por NUNCA desampararme, este logro también es tuyo.

Isaac, Xeni, Nadi, Gilmar, Rosita, Miguel, Karina, Dani, María, Memo, Carmen Milagros gracias por haberme brindado su amistad incondicional, por haberme ayudado en momentos en los que realmente los necesitaba y por sobre todas las cosas gracias por SOPORTARME, los amo mucho.

Tutores, profesor Norberto Bueno e Ingeniero Pedro Castillo, muchas gracias.

Prof. Luis Felipe Castillo, gracias por dedicar parte de su tiempo en ayudarme con las correcciones de éste informe.

Familia de Anaco, gracias por ofrecerme un hogar, techo, comida y cariño durante todo el tiempo que estuve por allá.

Y por último quiero agradecer a todas, absolutamente a todas las personas que en algún momento me brindaron alguna palabra de aliento o cariño durante mi carrera. “Gracias...totales”.

Rondón, Gabriela J.

ELABORACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A TODOS LOS EQUIPOS DE UN TALADRO DE PERFORACIÓN

Tutor Académico: Prof. Luis Norberto Bueno. Tutor Industrial: Ing. Pedro Castillo.

Tesis. Caracas. U. C. V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería.

Palabras Claves: Mantenimiento, Mantenimiento Preventivo, Taladro de Perforación

Resumen. La elevada inversión al adquirir cualquier equipo que tenga que ver con la industria petrolera, así como también los altos costos por repuestos y mano de obra, han obligado a todas las empresas de este ramo a dar un giro en lo que respecta al mantenimiento de sus equipos. Uno de los objetivos principales de este trabajo especial de grado consiste en suministrar información sobre el mantenimiento de equipos de perforación de pozos petroleros. Esta información ha sido preparada con el propósito de brindar datos concisos y exactos para llevar a cabo un programa de mantenimiento preventivo de todos los equipos de un taladro de perforación.

Se presentó la visión general de los sistemas que conforman un equipo de perforación de pozos; se definieron los tipos de mantenimiento que existen; se comentó acerca del mantenimiento de las partes generales encontradas en un taladro de perforación.

Tomando en consideración la información encontrada durante el desarrollo del trabajo especial de grado, se diseñaron formatos de mantenimiento para cada uno de los equipos, los cuales permitieron especificar los equipos y las partes que se debían inspeccionar, así como también se señaló la frecuencia de inspección.

Se elaboró la base de datos que permite almacenar toda la información del mantenimiento preventivo.

Se logró realizar un programa general de mantenimiento preventivo que garantiza condiciones óptimas para los equipos de un taladro de perforación.

No se intentó por este medio, ni sería posible en un espacio tan limitado, cubrir toda posible condición o situación con la que se pudiera tropezar, se trató de dar la información esencial sobre los daños más comunes que se presentan, posibles causas y sus soluciones.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
MARCO TEÓRICO	2
1.- GENERALIDADES	2
MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	2
OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO.....	2
NECESIDAD DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	2
VENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	3
GUÍA PARA LOCALIZAR Y SOLUCIONAR PROBLEMAS	3
MANTENIMIENTO GENERAL DEL EQUIPO DE PERFORACIÓN.....	3
PROGRAMA DE INSPECCIÓN	4
2.- EQUIPOS UTILIZADOS EN EL MÉTODO DE PERFORACIÓN ROTATORIA	5
3.-DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS DE PERFORACIÓN	10
3.1.- SISTEMA Y TRANSMISIÓN DE POTENCIA	10
3.2.- SISTEMA DE LEVANTAMIENTO	11
3.2.1.- APAREJO DE POLEAS	12
3.2.2.- TORRE.....	12
3.2.3.- MALACATE.....	14
3.2.4.- EQUIPO DE ELEVACIÓN MISCELÁNEOS.....	14
3.3.- SISTEMA DE ROTACIÓN	15
3.3.1.- MESA ROTATORIA	15
3.3.2.- UNIÓN GIRATORIA	15
3.3.3.- VÁSTAGOS DE TRANSMISIÓN (KELLY).....	16
3.3.4.- TUBERÍA DE PERFORACIÓN.....	16
3.3.5.- PORTAMECHAS	17
3.3.6.- MECHAS	17
3.4.- SISTEMA DE CIRCULACIÓN	17
3.5.- SISTEMA DE CONTROL DE POZO	20
3.5.1.- NIPLE CAMPANA (BELL NIPPLE).....	21
3.5.2.- PREVENTOR DE TUBERÍA	21
3.5.3.- PREVENTOR DE CIZALLAS	21
3.5.4.- PREVENTOR CIEGO (BLIND RAMS)	22
3.5.5.- PREVENTOR FIJO (PIPE RAM).....	22
3.5.6.- CARRETO DE PERFORACIÓN.....	22
3.5.7.- VÁLVULAS DEL ESTRANGULADOR	22
3.5.8.- LÍNEA DE MATAR	22
3.5.9.- ACUMULADOR	23

3.6.- SISTEMA DE MONITOREO DEL POZO	23
4.- MANTENIMIENTO	25
4.1.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO	25
4.2.- MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	25
4.3.- MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....	26
5.- MANTENIMIENTO DE PARTES GENERALES DE LOS EQUIPOS	28
5.1.- LUBRICACIÓN.....	28
5.1.1.- FUNCIONES DE LOS LUBRICANTES.....	28
5.1.2.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS LUBRICANTES.....	29
5.1.3.- GRASAS	31
5.1.3.1.- CARACTERÍSTICAS	32
5.1.4.-ANÁLISIS DE LOS LUBRICANTES UTILIZADOS, COMO HERRAMIENTA EN LA INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO	33
5.1.4.1.- OBJETIVOS DEL ANÁLISIS DEL ACEITE USADO	33
5.1.4.2.- PROBLEMAS QUE SE PRESENTAN EN UN LUBRICANTE	33
5.1.5.- PUNTOS DE LAS MÁQUINAS QUE REQUIEREN LUBRICACIÓN	34
5.2.- RODAMIENTOS	34
5.2.1.- MANTENIMIENTO DE LOS RODAMIENTOS.....	34
5.2.1.1.- ALMACENAMIENTO DE LOS RODAMIENTOS DE REPUESTO	34
5.2.1.2.- MANEJO CORRECTO DE LOS RODAMIENTOS.....	35
5.2.1.3.- LIMPIEZA DE LOS RODAMIENTOS	35
5.2.1.4.- LUBRICACIÓN CORRECTA DE LOS RODAMIENTOS.....	35
5.2.1.5.- INSPECCIÓN	36
5.3.- CADENAS DE TRANSMISIÓN.....	38
5.3.1.- TÉCNICA APLICACIONAL DE TRANSMISIÓN	39
5.3.2.- INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	40
5.4.- ENGRANAJES Y REDUCTORES DE VELOCIDAD	44
5.4.1.- LUBRICACIÓN DE ENGRANAJES.....	44
5.4.2.- TIPOS DE ENGRANAJES.....	44
5.4.3.- FACTORES DE DISEÑO.....	45
5.4.3.1.- FORMA DEL DIENTE	45
5.4.3.2.- ENGRANAJE DE LOS DIENTES.....	45
5.4.3.3.- MATERIALES	46
5.4.3.4.- ACABADO SUPERFICIAL.....	47
5.4.4.- CONDICIONES AMBIENTALES	47
5.4.5.- VARIABLES QUE DETERMINAN LOS REQUERIMIENTOS DE LUBRICACIÓN	48
5.4.5.1.- TIPOS DE LUBRICANTES PARA ENGRANAJES	48
5.4.5.2.- SISTEMAS DE LUBRICACIÓN PARA ENGRANAJES	49
5.4.5.3.- SELECCIÓN DEL LUBRICANTE Y DEL MÉTODO DE LUBRICACIÓN	49

5.4.5.4.- FALLAS EN LOS ENGRANAJES POR DEFECTOS EN LA LUBRICACIÓN	51
5.5.- MANTENIMIENTO DE CORREAS.....	54
6.- MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DEL EQUIPO	58
6.1.- SISTEMA DE POTENCIA	58
6.1.1.-INSTRUCCIONES PARA OPERACIÓN	58
6.1.1.1.- PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	59
6.1.1.2.- LUBRICACIÓN	60
6.1.2.- MOTORES ELÉCTRICOS.....	61
6.1.2.1.- ALMACENAMIENTO.....	61
6.1.2.2.- INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN	63
6.1.2.3.-MANTENIMIENTO.....	64
6.1.2.4.- LOCALIZACIÓN DE FALLAS.....	65
6.2.- SISTEMA DE LEVANTAMIENTO	65
6.2.1.- APAREJO DE POLEAS	65
6.2.1.2.- MANTENIMIENTO DEL BLOQUE VIAJERO.....	65
6.2.1.3.- LUBRICACIÓN DE CABLES.....	66
6.2.2.- CABRIAS Y MÁSTILES	73
6.2.3.- MALACATE.....	76
6.2.4.- EQUIPO DE ELEVACIÓN MISCELÁNEO.....	79
6.2.4.1.- GANCHO	79
6.2.4.2.- ELEVADORES	80
6.2.4.3.- ESLABONES.....	81
6.3.- SISTEMA DE ROTACIÓN	81
6.3.1.- MESA ROTATORIA.....	81
6.3.1.1.- LUBRICACIÓN	81
6.3.1.2.- MANTENIMIENTO.....	83
6.3.1.3.- ACCESORIOS DE LA MESA ROTATORIA.....	84
6.3.2.- UNIÓN GIRATORIA (SWIVEL).....	87
6.3.2.1.- INSTALACIÓN.....	87
6.3.2.2.- LUBRICACIÓN	87
6.3.3.- MANTENIMIENTO DE LOS VÁSTAGOS DE TRANSMISIÓN (KELLY).....	90
6.3.4.- TUBERÍA DE PERFORACIÓN.....	91
6.3.4.1.- UNIONES.....	91
6.3.4.2.- DAÑOS, FALLAS-CAUSAS Y PREVENCIÓN	91
6.3.4.3.- MANTENIMIENTO.....	95
6.3.5.- PORTAMECHAS	96
6.3.5.1.- CUIDADOS Y MANTENIMIENTO.....	96
6.4.- SISTEMA DE CIRCULACIÓN	97
6.4.1.- BOMBAS DE LODO.....	97

6.4.1.1.- OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVOS DE LAS BOMBAS DE LODO	97
6.4.2.- BOMBAS CENTRÍFUGAS	102
6.4.2.1.- INSPECCIÓN	102
6.4.2.2.- MANTENIMIENTO	103
6.4.3.- MANGUERAS DE PERFORACIÓN	107
6.4.3.1.- CARACTERÍSTICAS DE LAS MANGUERAS	107
6.4.3.2.- SELECCIÓN DE LA LONGITUD DE LA MANGUERA	107
6.4.3.3.- CONEXIONES DE LA MANGUERA	108
6.4.3.4.- CARACTERÍSTICAS DE COMPORTAMIENTO DE LAS MANGUERAS	109
6.4.3.5.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO	111
6.5.- SISTEMA DE CONTROL DE POZO	117
6.5.1.- PREVENTORES	117
6.5.2.- ACUMULADOR	118
6.6.- SISTEMA DE MONITOREO	119
6.6.1.- INDICADOR DE PESO	119
6.6.1.1.- MANTENIMIENTO	119
6.6.2.- MEDIDOR DE LA PRESIÓN DE LA BOMBA DE LODO	121
6.6.3.- UNIDAD DE LA LLAVE DE TORQUE	121
6.6.4.- TOTALIZADOR DE VOLUMEN DE LODO	121
6.6.5.- MEDIDOR DEL CAUDAL DE LODO RETORNANTE	122
6.6.6.- SISTEMA AUTOMÁTICO PARA CONTROL DE PERFORACIÓN	122
6.6.7.- REGISTRADOR HEET-RITE	123
6.6.8.- MEDIDOR DEL TORQUE DE LA ROTATORIA	124
6.7.- SISTEMA DE TOP DRIVE	124
6.7.1.- INSPECCIÓN PARA COLOCAR EN FUNCIONAMIENTO EL TOP DRIVE SISTEM (TDS)	124
-	125
6.7.2.- LUBRICACIÓN	126
6.7.2.1.- MOTOR/SOPORTE DEL MOTOR	126
6.7.3.- MANTENIMIENTO	128
7.- PASOS PARA APLICAR UN PLAN DE MANTENIMIENTO ÓPTIMO	131
METODOLOGÍA	138
RESULTADOS	140
ANÁLISIS DE RESULTADOS	151
CONCLUSIONES	154
RECOMENDACIONES	155
BIBLIOGRAFÍA	156
GLOSARIO	158
ANEXOS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.- FUNCIONES DE LOS LUBRICANTES.....	29
TABLA 2.- CARACTERÍSTICAS DE LAS GRASAS LUBRICANTES DE ACUERDO CON EL TIPO DE ESPESANTE	32
TABLA 3.- FALLAS DE LOS RODAMIENTOS.....	38
TABLA 4.- PROBLEMAS QUE OCURREN CON MAYOR FRECUENCIA EN LAS CADENAS DE RODILLOS.	42
TABLA 5.- PROPIEDADES REQUERIDAS EN LOS MATERIALES PARA ENGRANAJES.	47
TABLA 6.- RELACIÓN DE TIPOS DE FALLAS IMPUTABLES AL LUBRICANTE	53
TABLA 7.- RELACIÓN DE TIPOS DE FALLAS NO IMPUTABLES AL LUBRICANTE.	53
TABLA 8.- PROBLEMAS EN EL CABLE DE PERFORACIÓN.....	73
TABLA 9.- PROBLEMAS FRECUENTES DE LA MESA ROTATORIA	84
TABLA 10.- OPERACIÓN DEFECTUOSA DE LAS UNIONES GIRATORIAS	89
TABLA 11.- MANTENIMIENTO PARA MANGUERAS	113
TABLA 12.- AVERÍAS EN EL LOCALIZADOR DE PESO.....	120
TABLA 13.- FALLAS EN EL TOTALIZADOR DEL VOLUMEN DE LODO.....	121
TABLA 14.- FALLAS DEL SISTEMA AUTOMÁTICO PARA CONTROL DE PERFORACIÓN ...	122
TABLA 15.- FALLAS EN EL MEDIDOR HEET-RITE	123
TABLA 16.- FALLAS EN EL SISTEMA DE CONTRABALANCEO	128
TABLA 17.- FALLAS DE LA ALINEACIÓN DEL CILINDRO MOTRIZ.....	129
TABLA 18.- FALLAS DEL FRENO DE AIRE DEL MOTOR.....	129
TABLA 19.- FALLAS EN LA TRANSMISIÓN	130

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- MANUAL DE MANTENIMIENTO DE UN MALACATE	142
Figura 2.- MANUAL DE MANTENIMIENTO DE UN MALACATE	143
Figura 3.- MANUAL DE MANTENIMIENTO DE UN MALACATE	144
Figura 4.- MANUAL DE MANTENIMIENTO DE UN FRENO ELÉCTRICO AUXILIAR	145
Figura 5.- MANUAL DE MANTENIMIENTO DE UN FRENO ELÉCTRICO AUXILIAR	146
Figura 6.- MANUAL DE MANTENIMIENTO DE UN BLOQUE CORONA	147
Figura 7.- MANUAL DE MANTENIMIENTO DE UN BLOQUE CORONA	148
Figura 8.- REPORTE DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE UN BLOQUE VIAJERO	149
Figura 9.- PROGRAMA DE INSPECCIÓN ANUAL DE TODOS LOS EQUIPOS.....	150

INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de este trabajo de grado consistió en elaborar un programa de mantenimiento preventivo a todos los equipos de un taladro perforación, de tal manera que el operador posea una herramienta que emplee de guía al ejecutar su labor.

La elevada inversión al adquirir cualquier parte de un equipo de perforación y los altos costos de mantenimiento por repuestos y mano de obra, han obligado al personal de mantenimiento de las diferentes empresas de perforación a énfasis al mantenimiento de sus equipos. La necesidad de poseer buenas condiciones en el taladro y en todos sus componentes reviste una gran importancia, ya que el cuidado del equipo ayudará a las diferentes compañías a conservarse activas en la industria, pudiendo enfrentarse a la competencia y ofreciendo trabajo continuo a su personal.

Los hombres trabajan más seguros y con mayor satisfacción cuando disponen de buenas herramientas y procedimientos correctos de mantenimiento. Esta práctica además de predecir fallas, le permite al usuario prolongar la vida de los equipos; efectuar mejoras, optimizar la calidad de los repuestos, realizar ajustes y tolerancias reales y finalmente aumentar el tiempo medio entre fallas de los equipos rotativos.

Finalmente el deseo principal es compartir este estudio, no sólo con la compañía que me brindó su apoyo, sino con todas las personas que de una u otra forma se interesen en este tema.

MARCO TEÓRICO

1.- GENERALIDADES

MANTENIMIENTO PREVENTIVO: Es una de las herramientas más poderosas para impedir interrupciones en la operación de máquinas y equipos.

Se lleva a cabo cuando una máquina o partes de una máquina, son revisadas de modo general sin prestar atención al estado de las partes. Aún siendo mejor que el mantenimiento correctivo es costoso por el excesivo tiempo de parada requerido para las revisiones y por el costo de sustituir piezas en buenas condiciones junto con piezas ya desgastadas.

OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO: Mantener los equipos e instalaciones operando en un porcentaje óptimo de tiempo y confiabilidad.

Preservar las instalaciones o equipos con el propósito de que trabajen dentro de los límites del diseño, con el menor número de fallas posibles.

NECESIDAD DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO:

- Un programa bien diseñado, produce beneficios, que justifican el costo invertido en éste, aún cuando es difícil evaluar tales beneficios, motivado a las diferentes condiciones de las distintas instalaciones.
-
- El mantenimiento preventivo no es suficiente para disminuir los costos de mantenimiento, sino que existen otras funciones mayores que se deben tener en cuenta para aportar un eficiente programa, tales como un sistema administrativo (formas, records, informes, etc.), planificación y programación de los trabajos, adiestramientos, evaluación del trabajo, informes de control, etc.

VENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO:

- Menos mano de obra y menos partes o repuestos utilizados en estas operaciones, que en las de emergencia.
- Menos reparaciones mayores.
- Bajos costos por reparaciones sencillas realizadas antes de que se presente la emergencia.
- Eliminación de reemplazos prematuros de equipos.
- Menos equipos de emergencia instalados.
- Disminución de los costos de mantenimiento.
- Con las investigaciones se pueden corregir las causas de uso indebido, mala operación o un equipo obsoleto.
- Cambio de mantenimiento ineficiente, a un mantenimiento programado menos costoso y a un mejor control de trabajo.
- Mejor control de los repuestos, que conllevan a un inventario mínimo.
- Mayor seguridad para los operarios.

GUÍA PARA LOCALIZAR Y SOLUCIONAR PROBLEMAS:

- Identificar y describir la causa.
- Analizar los síntomas que se observen y registrarlos.
- Listar las causas probables y sus soluciones.
- Evaluar la lista completa de causas probables y sus soluciones.
- Actuar de acuerdo a las necesidades para la corrección de los problemas.

MANTENIMIENTO GENERAL DEL EQUIPO DE PERFORACIÓN:

- Todas las herramientas deben colocarse en lugares propios.
- La locación debe mantenerse limpia todo el tiempo.
- Los jefes de equipo y supervisores deben vigilar que el taladro se mantenga limpio.
- El buen cuidado de un taladro es responsabilidad de cada miembro de la cuadrilla.
-

PROGRAMA DE INSPECCIÓN: Un buen programa de mantenimiento debe incluir la mayor parte de las propiedades físicas del equipo.

2.- EQUIPOS UTILIZADOS EN EL MÉTODO DE PERFORACIÓN ROTATORIA

Los componentes del equipo de perforación rotatoria son: máquina o planta motriz, torre o cabria de perforación, mesa rotatoria, mecanismos de transmisión de potencia, bombas y sistemas de lodo, malacate, bloque corona y bloque viajero.

El equipo de perforación se diseña para que cada uno de sus componentes funcionen de acuerdo al tipo de trabajo que se espera lleven a cabo. Debe existir compatibilidad entre los distintos componentes. Sus capacidades deben ser equivalentes, es decir, que por ejemplo, la planta motriz es capaz de producir la potencia requerida para perforar un pozo de determinada profundidad, la cabria o torre tiene que estar diseñada para manejar el peso y la longitud de la tubería de perforación que se necesita para perforar dicho pozo.

Otro factor importante en el diseño moderno de los equipos de perforación es la portabilidad. La tendencia actual es armar el equipo en varias secciones que faciliten su traslado, instalación y desmantelamiento. La cantidad de secciones se mantiene al mínimo, dependiendo de los requerimientos de peso y espacio, también tomando en consideración el hecho de que estas secciones, en la mayoría de los casos, deben transportarse por carreteras de servicio público en donde restricciones de tamaño y peso.

Para seleccionar adecuadamente las distintas partes del equipo de perforación, se debe conocer de forma íntegra los requerimientos de energía para elevación, rotación y circulación. Se debe también calcular el tamaño adecuado de todo el equipo principal y auxiliar, como la torre, bombas de lodo, mesas rotatorias, sistema de transmisión, bloque corona y bloque viajero, ganchos, plantas eléctricas, etc. Al seleccionar el tamaño conveniente de la planta motriz para ejecutar un tipo de trabajo específico de perforación debe referirse a determinadas unidades de potencia.

Los principales sistemas de funcionamiento del equipo de perforación son:

- Sistema de Potencia.
- Sistema de Levantamiento.

- Sistema de Rotación.
- Sistema de Circulación.
- Sistema de Seguridad.

Ahora se procederá a la descripción de cada uno de ellos:

Sistema de Potencia: Es el que genera la fuerza primaria requerida para operar la mayoría de los componentes del taladro de perforación. Soporta todas las operaciones de los sistemas de perforación rotatoria, generando la energía requerida en el sitio para la cual utiliza grandes motores de combustión interna y luego, dependiendo del tipo de motor utilizado, transmite o distribuye la energía de manera mecánica o eléctrica a todos los sistemas y componentes del taladro que necesiten energía para realizar sus respectivas funciones.

Existen dos tipos de transmisión de potencia:

- Mecánica.
- Eléctrica.

Transmisión de potencia mecánica: Es un proceso en el cual se obtiene la potencia del motor primario, al mismo tiempo debe conectarse con otros motores para liberar la cantidad de energía adecuada y así llegar al acoplamiento hidráulico (convertidores de torque).

Transmisión de potencia eléctrica: Es un proceso en el cual se obtiene la potencia del generador eléctrico colocándolo al frente del bloque, desde allí transmite la potencia por medio de cables adicionales a motores eléctricos directamente conectados a los equipos del sistema.

El Sistema de Potencia consta de:

- Equipos Superiores de Energía.
- Unidad de Motores.
- Motores de combustión interna.
- Motores Diesel de Compresión.
- Motores a Gas (de ignición).

Sistema de Levantamiento: Está constituido por la estructura de la torre de perforación y sus accesorios. La función del sistema de levantamiento es la de soportar a todo el sistema de rotación mediante la utilización de equipos apropiados capaces de levantar, bajar y suspender los pesos requeridos por él.

Este sistema está conformado por dos estructuras, una de soporte y otra de levantamiento.

La estructura de soporte esta conformada por:

- Torre o Cabria de Perforación.
- Corona.
- Encuelladero.
- Plataforma o piso del Taladro.
- Sub-estructura.
- Consola del Perforador.

El equipo de levantamiento está conformado por:

- Malacate.
- Bloque Corona y Bloque Viajero.
- Gancho.
- Cable de Perforación.
- Cuñas.
- Llaves de Potencia.
- “Top Drive”- Perforador con paradas de tubos.

Sistema de Rotación: Es aquel que permite girar la sarta de perforación que le concede la cualidad a la mecha de perforar un hoyo desde la superficie hasta la profundidad programada. Está ubicado en el área central del sistema de perforación y es uno de los componentes más importantes de un taladro.

El sistema de rotación posee:

- Sarta de perforación.

- Barrenas o Mechas.
- Lastrabarrenas o Portamechas.
- Tubería de Perforación.
- Cuadrante o Junta “Kelly”.
- Unión Giratoria “Swivel”.
- Mesa Rotatoria o Rotaria.
- Buje del Cuadrante “Kelly Bushing”.

Sistema de Circulación: Está formado por una serie de equipos y accesorios que permiten el movimiento continuo del eje principal en el fluido o lodo de perforación. Sus principios básicos son:

- Adecuada capacidad de los tanques de reserva.
- Además de la bomba principal debe disponerse del equipo auxiliar para mantener la circulación cuando aquella está fuera de uso.
- La bomba auxiliar debe estar conectada en forma tal que pueda usarse para mezclar el lodo mientras la bomba principal trabaja en la perforación.
- En ciertas zonas debe proveerse tanques para sedimentación de arena. Este sistema evita la acumulación de este material abrasivo en los tanques de succión. El uso de mecha a chorro exige que el lodo esté prácticamente exento de impurezas de manera que es necesario prever este tanque y más aún dispositivos desarenadores.

El sistema de circulación esta compuesto por:

- Circuito o Ciclo de Lodo.
- Equipos de Circulación.
- Área de Acondicionamiento.

Sistema de Seguridad: Constituye uno de los principales componentes de un taladro y está formado por las válvulas ”Impide-Reventones” BOP (Blow Out Preventor)

cuya función principal es controlar mecánicamente una arremetida que si no se controla a tiempo puede transformarse en un reventón. Sus funciones primordiales son:

- Cerrar y asegurar el pozo.
- Controlar la salida de fluidos.
- Permitir bombear fluidos dentro del pozo.
- Permitir el movimiento de la tubería.

El sistema de seguridad está conformado por:

- Preventor Anular.
- Preventor de Ariete.
- Carreto de Perforación.
- Cabezal de Revestimiento.
- Acumulador.
- Múltiple Estrangulador.
- Línea de Matar el Pozo.
- Tanque de Viaje.
- Preventor de Tubería.

3.-DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS DE PERFORACIÓN

3.1.- SISTEMA Y TRANSMISIÓN DE POTENCIA

En la actualidad, la energía para operar los equipos de perforación la producen motores diesel y eléctricos. La energía producida por la planta motriz se usa básicamente para tres operaciones: rotación, elevación (con malacate) y circulación de fluidos en el pozo. Además de estas funciones, los motores de perforación pueden proporcionar energía para muchas otras funciones adicionales. El principal requisito de una planta motriz es la flexibilidad. La planta debe diseñarse para cuando se requiera alguna de las operaciones principales, pueda recibir toda la potencia neta útil que ésta sea capaz de proporcionar. La fuerza para una torre de perforación es suministrada por varias máquinas de combustión interna, electricidad o con una combinación de estas plantas.

Los requerimientos de potencia total para la mayoría de los equipos son de 1000 a 3000 HP. La mayoría de equipos usados en este medio son accionados por máquinas de combustión interna las cuales obtienen su energía de la combustión de una mezcla de combustible y aire, con los productos de la combustión se suministra la fuerza motriz haciendo trabajo sobre pistones desplazables. La energía producida por la máquina de combustión interna es utilizada por medio de eslabones de conexión con los pistones móviles.

La energía eléctrica puede proyectarse para ofrecer la flexibilidad requerida en las operaciones de perforación. Para adaptarse a estos, la energía eléctrica debe garantizar:

- Una fuente de energía segura.
- Una variedad muy amplia de características de velocidad-momento de torsión.
- Una fuente de energía que esté en condiciones de competir, con otras energías disponibles.
-

La fuerza eléctrica es producida por un generador que mueve motores eléctricos, que a su vez dan la fuerza para operar las bombas de lodo, malacate, mesa rotatoria y equipo auxiliar. Debe contarse con una fuerza para mover el generador, normalmente es

suministrada por un motor diesel, o en ocasiones por energía eléctrica comprada. Así, una torre eléctrica diesel eléctrica es aquella que se mueve por motores eléctricos accionados por un generador, que es movido por una máquina diesel. Los equipos diesel eléctricos son aquellos en los cuales las máquinas del equipo principal son usadas para generar electricidad. La potencia eléctrica es transmitida fácilmente a varios equipos de los sistemas, donde el trabajo requerido es cumplido por el uso de motores eléctricos. Motores de corriente eléctrica pueden ser escogidos dando un amplio rango de características de velocidad y torque que son ajustadas al pozo para las operaciones de elevación y circulación. Los componentes del equipo pueden ser empacados como unidades portátiles que son conectadas con tapones en conectores de cable eléctrico. Hay buena flexibilidad de colocamiento de equipos, dando mejor uso al espacio y una mejor distribución del peso. Además, la potencia eléctrica permite el uso de un sistema de control. El perforador puede aplicar potencia a varios componentes de los equipos reduciendo así problemas de golpes y vibración.

3.2.- SISTEMA DE LEVANTAMIENTO

La función de éste sistema consiste en bajar, levantar y sostener los accesorios necesarios al pozo tan rápida y económicamente como sea posible. Las principales piezas del equipo que se bajarán al pozo son la sarta de perforación, tubería de revestimiento e instrumentos misceláneos para reconocimiento de pozos como los de registros y verificación de desvíos y de producción. Dos rutinas en operaciones de perforación son ejecutadas con este sistema, las cuales son denominadas: hacer una conexión y hacer un viaje. La primera se refiere al proceso periódico de adherir una nueva junta de tubería de perforación. Sacar la tubería de perforación con el objeto de reponer una mecha gastada es lo que se denomina hacer un viaje. El diseño de las torres de perforación está muy influido por los gastos que se cargan a la sacada de la tubería del pozo.

Los principales componentes de un sistema de elevación son:

- Sistema de aparejo de poleas
- Torre
- Malacate

- Equipo de elevación miscelánea (gancho, elevadores e indicador de peso).

3.2.1.- APAREJO DE POLEAS

El sistema de aparejo de poleas está compuesto de: Bloque corona, bloque viajero y el cable de perforación. La principal función de este aparejo de poleas es suministrar el medio para sacar o meter el equipo al pozo. El sistema de aparejo de poleas desarrolla una ventaja mecánica, dando manejo de cargas más grandes. La ubicación del equipo de perforación en el pozo es función del sistema de aparejo de poleas, así como el suministro de un medio de bajar gradualmente la sarta de perforación en el pozo a medida que se va bajando con la mecha.

El sistema de aparejo de poleas tiene dos ventajas principales en las operaciones de elevación:

- 1.- Los caballos de fuerza necesarios pueden ser menos porque se reduce la velocidad de hacer el trabajo.
- 2.- Los requerimientos de momento de torsión de la máquina serán mucho menores dependiendo del número y del arreglo de cables en el sistema de aparejo de poleas.

El número de poleas y el arreglo del cable de perforación a través de ellas, se considera importante dependiendo de las cargas a manejar.

3.2.2.- TORRE

Las torres convencionales son unas pirámides de cuatro lados truncadas, construidas con acero estructural, aunque para ciertas partes de la torre se usa a veces acero tubular. Las torres pueden ser portátiles o fijas, llamándose comúnmente mástil a la torre portátil. La torre fija se arma por lo general remachando unos a otros los miembros de la estructura.

Entre los componentes de la torre se encuentran:

- Portapoleas o bloque corona en el extremo superior.
- Plataforma superior o encuelladero.
- Travesaños.

- Ángulos.
- Contravientos y escaleras.
- Plataforma inferior o mesa de trabajo.

La función de la torre es proporcionar una estructura para insertar y retirar el equipo de trabajo del pozo y también para colocar convenientemente las herramientas de perforación sobre el pozo.

Las principales consideraciones que se deben tomar en cuenta para el diseño de la una torre son las siguientes:

La torre debe diseñarse para soportar con seguridad todas las cargas que se vayan a usar en los pozos sobre los cuales se coloca. Esta es la resistencia al colapso causado por las cargas verticales, o sea la capacidad de carga muerta de la torre. Normalmente la carga muerta más grande que soporte una torre será la tubería de revestimiento. Sin embargo, la torre puede ser expuesta a un esfuerzo mayor, como halar un equipo que se ha atascado, por eso se debe diseñar con una carga adicional.

Por otro lado la torre también debe ser diseñada para soportar el empuje máximo del viento al cual será expuesta.

El desarrollo de la torre portátil o mástil, ha dado como resultado una disminución sustancial en los costos de perforación, principalmente por el tiempo utilizado en instalar y desarmar las mismas.

Para suministrar un lugar amplio para trabajar, la torre se coloca sobre una subestructura quedando arriba del nivel del suelo. La subestructura generalmente se hace de acero estructural y las cargas que deben soportar son superiores a las que soporta la torre con su carga, debido a que también debe sostener la mesa rotatoria y el malacate.

3.2.3.- MALACATE

Es el centro de control de fuerza del equipo. Las partes principales de un malacate son: el tambor, el aparejo de gatos, los frenos y los embragues. La planta de fuerza del equipo suministra fuerza motriz al tambor permitiendo enrollar o desenrollar el cable de perforación del tambor de elevación. La fuerza para el tambor viene de la planta motriz por medio de transmisiones adecuadas, ya sea mecánica, hidráulica o eléctrica.

Hay otros componentes auxiliares del malacate tales como pequeños carretos, que pueden usarse con varios propósitos incluyendo operaciones de movimiento y elevación menores y dar tirones a las cadenas para el enrosque final o desenroscamiento inicial de las uniones de la tubería de perforación cuando se conectan o desenroscan.

Los frenos son unidades importantes del conjunto del malacate ya que de ellos depende parar el movimiento de cargas con mucho peso que se bajan al pozo. Cuando se hace un viaje redondo, los frenos están casi constantemente en uso. Por ello, deben tener una larga vida y deben diseñarse de modo que el calor generado al frenar, se disipe rápidamente. Los frenos auxiliares son usados para ayudar a disipar la gran cantidad de calor generado durante el frenado. Dos tipos de frenos auxiliares, comúnmente usados son: tipo hidráulico y tipo electromagnético.

El embrague del malacate se usa para acoplar el tambor elevador con la fuerza transmitida. En la actualidad se usa el embrague neumático.

3.2.4.- EQUIPO DE ELEVACIÓN MISCELÁNEOS

Además de la polea viajera, se necesitan otras piezas de equipo para el manejo adecuado de la tubería de perforación y otras partes del equipo que puedan usarse en el pozo. Otros cuatro elementos importantes son el gancho, eslabones, unión giratoria y elevadores. El gancho es una conexión entre la polea viajera y la unión giratoria. Esta es un dispositivo que permite que la tubería de perforación gire sin hacer girar la polea viajera y los cables. El gancho y los elevadores se usan para sacar o introducir la tubería de perforación al pozo. El gancho ordinario puede sustituirse por una conexión giratoria.

3.3.- SISTEMA DE ROTACIÓN

Incluye todos los equipos utilizados para dar rotación a la mecha. Las partes principales de este sistema son:

- Mesa rotatoria.
- Unión giratoria.
- “Kelly”.
- Tubería de perforación.
- Portamechas.
- Mecha.
-

3.3.1.- MESA ROTATORIA

Su función principal es impartir el movimiento giratorio a la sarta de perforación y sostener la sarta cuando se realizan las conexiones. La parte superior de la cubierta de la mesa rotatoria por lo general forma una porción del piso de la torre. La mesa rotatoria es fundida en aleación de acero y ajustada por debajo con un anillo de engrane que se contrae contra la mesa propiamente dicha. La mesa está sostenida por rodamientos de rodillos o de bolas, capaces de soportar el peso muerto de la sarta de perforación o de la tubería de revestimiento que pudiera bajarse al pozo. Con frecuencia la fuerza para mover la mesa rotatoria se toma del malacate y se le transmite con una cadena para engranaje y rueda dentada. Las mesas rotatorias se clasifican de acuerdo con el tamaño del agujero de la misma y su capacidad de carga muerta.

3.3.2.- UNIÓN GIRATORIA

Desempeñan tres funciones:

- 1.- Sujetar el “Kelly” y la tubería de perforación.
- 2.- Permitir la rotación libre del “Kelly” y de la tubería de perforación.

3.- Suministrar una conexión para la manguera reforzada de circulación que se conecta para inyectar el lodo a la sarta de perforación, por medio de un acoplamiento giratorio por el que circula a través de la tubería de perforación hasta el fondo del pozo. La unión giratoria está suspendida de su asa del gancho del bloque viajero. La entrada del fluido en la parte superior de la unión es un tubo suavemente curvado, al cual se le llama cuello de ganso, este proporciona una conexión dirigida hacia abajo para la manguera. La unión giratoria está clasificada de acuerdo a su capacidad de carga.

3.3.3.- VÁSTAGOS DE TRANSMISIÓN (KELLY)

El “Kelly” es la primera sección de tubería bajo la unión rotatoria y es hueco. La sección transversal exterior del “Kelly” es cuadrada o hexagonal para permitir la transmisión del momento de torsión de la mesa rotatoria a la tubería de perforación. La rosca de acoplamiento del extremo inferior del “Kelly” es derecho (similar a las roscas de los tubos de perforación) y la rosca en la parte superior es izquierda de modo que la rotación normal hacia la derecha tenderá a apretar todos los acoples.

3.3.4.- TUBERÍA DE PERFORACIÓN

La mayor parte de la sarta de perforación, la constituye la propia tubería. El extremo superior de la tubería de perforación está soportado por el “Kelly” durante la perforación.

La tubería de perforación gira con el “Kelly” y el fluido de perforación es conducido hacia abajo simultáneamente por el interior de la tubería y luego regresa a la superficie por el espacio anular. La tubería de perforación en uso común está laminada en caliente, taladrada sin costura. El API ha desarrollado especificaciones para la tubería de perforación y están regidas por su diámetro externo, su peso por pie, grado del acero y rango de longitud. La porción hembra de la junta es denominada la caja y la parte macho es denominada pin. La porción del tubo que tiene la unión tiene paredes de más espesor que el resto del tubo para dar más resistencia a la junta.

3.3.5.- PORTAMECHAS

La sección inferior de la sarta de perforación está compuesta por los portamechas. Su objeto es suministrar peso a la mecha. Los portamechas se fabrican esencialmente con diámetros uniformes.

3.3.6.- MECHAS

En el sistema rotatorio de perforación, el agujero se hace bajando la columna de la tubería de perforación y los portamechas hasta que la mecha toca o se acerca al fondo del agujero. Se establece la circulación del fluido de perforación por el interior de la tubería y el fluido es descargado a través de ductos o boquillas en la mecha de modo que ésta y el fondo del hoyo se mantengan limpios. Se establece la rotación de la tubería por medio de la mesa rotatoria. La parte superior de la columna baja entonces lentamente por medio del malacate hasta que el peso apropiado para la perforación, se aplica a la mecha. El tipo de mecha a usarse en cualquier momento se rige por las características de la roca que se va a perforar y las condiciones bajo las cuales esto debe hacerse.

Las diferentes consideraciones económicas que se toman en cuenta exigen que el pozo se perfora al costo mínimo posible por metro. El costo total por metro es función de la velocidad promedio de perforación y el total de metros perforados por la mecha. El total de metros perforados aumenta en importancia a mayores profundidades pues se necesita más tiempo del equipo para un viaje de ida y vuelta para reponer la mecha gastada.

3.4.- SISTEMA DE CIRCULACIÓN

Su función más importante es remover los cortes de roca del pozo cuando la perforación progresa. El fluido de perforación se conoce también como lodo de perforación y el más común es una suspensión de arcilla y otros materiales en agua. El lodo de perforación circula de los tanques de acero a las bombas de lodo, luego a través de las conexiones de superficie de alta presión para continuar a la sarta de perforación; y posteriormente continua hacia la mecha y a través de las boquillas de ésta sube por el espacio anular (superficie entre la sarta de perforación y el hoyo) hasta finalizar en la superficie y por medio del equipo de remoción de sólidos regresa a los tanques de succión.

Los principales componentes del sistema de circulación son: bombas de lodo, tanques de lodo, equipo de mezcla de lodo y equipo de remoción de contaminantes.

Con excepción de diversos tipos experimentales, las bombas de lodo siempre han utilizado reciprocantes de pistones de desplazamiento positivo. Las bombas de dos pistones (Duplex) y de tres pistones (Triplex) son las más utilizadas. Las bombas duplex bombean lodo por los dos lados del pistón. Las bombas triplex son de acción simple, es decir, bombean por un sólo lado del pistón y son más ligeras, más compactas y más económicas de operar que las bombas dobles.

Las ventajas de las bombas de desplazamiento positivo son:

- Habilidad para mover alto contenido de sólidos en el fluido.
- Habilidad para bombear partículas grandes.
- Fácil operación y mantenimiento.
- Confiabilidad.
- Habilidad para operar sobre un amplio rango de presiones y tasas de flujo debido al cambio de los diámetros de las camisas de la bomba y de los pistones.
-

Generalmente, dos o más bombas de circulación son instaladas en el equipo. Para pozos muy grandes, en la porción poco profunda, dos bombas pueden ser operadas en paralelo, para entregar las grandes tasas de flujo requeridas. En las porciones más profundas, se utiliza únicamente una bomba, y la segunda sirve para mantenerla lista cuando se requiera el mantenimiento de la primera. El desplazamiento teórico de una bomba de doble acción es función del diámetro de la barra del pistón, el diámetro de la camisa y la longitud de la embolada.

Las bombas son clasificadas por:

- Potencia hidráulica.
- Máxima presión.
- Máxima tasa de flujo.

Si la presión de entrada de la bomba es la presión atmosférica, el incremento en la presión del movimiento de fluido a través de la bomba es aproximadamente igual a la presión de descarga. La potencia hidráulica de salida de la bomba es igual a la presión de descarga por la tasa de flujo. Para un nivel de potencia hidráulica dado, la máxima presión de descarga y tasa de flujo pueden ser variados por el cambio en la velocidad de las emboladas y el tamaño de las camisas. Una camisa más pequeña permitirá al operador obtener una presión más alta, pero a una tasa más baja. Dados los problemas de mantenimiento, las presiones arriba de 3500 psig son poco usadas.

Los conductores de flujo conectan las bombas de lodo a la sarta de perforación incluyendo:

- Amortiguadores de pulsaciones.
- 4 o 6 pulgadas de tubería de pared gruesa, conectando la bomba a una bomba del múltiple localizado en el piso del equipo.
- Tubo alimentador de lodo (stand pipe) y manguera rotatoria.
- “Swivel”.
- “Kelly”.

El amortiguador contiene gas en la parte superior, el cual es separado del fluido de perforación por un diagrama flexible. La cámara amortigua gran parte de las presiones de choque generadas por la bomba. La línea de descarga también contiene una válvula de alivio para prevenir la ruptura de la línea en caso que la bomba sea arrancada cerca de una válvula cerrada. La tubería vertical y la manguera rotatoria dan conexión flexible que permite el movimiento vertical de la sarta de perforación. El Swivel contiene cojinetes de rodillos para soportar la carga rotatoria de la sarta y un sello de presión que da al fluido circulación a través del Swivel.

Los tanques requeridos para guardar un exceso en volumen de lodo en la superficie. Este volumen da un tiempo para el asentamiento de los cortes de roca más finos no separados mecánicamente y para liberar las burbujas de gas contenidas. También en el momento en el que este lodo es perdido en las formaciones, esta pérdida de fluido es

reemplazada por lodo de los tanques de superficie. Las piscinas de asentamiento y de succión algunas veces son excavadas pero más comúnmente son hechas de acero. Una gran piscina de reserva en la tierra está provista para el fluido de perforación contaminado o descargado y para los cortes de roca. Esta piscina también es usada para contener cualquier fluido de perforación producido durante las operaciones y pruebas de pozo. Las piscinas de reserva en la tierra deben ser de determinadas características a fin de evitar la contaminación ambiental.

El equipo de remoción de contaminantes incluye mecanismos para desechar los sólidos y gases del lodo. Los cortes de roca gruesa son removidos en la rumbera o zaranda vibradora. La rumbera está compuesta de una o más mallas vibratorias sobre las que el lodo pasa cuando retorna del pozo. La separación adicional de sólidos y gases del lodo ocurre en la piscina o tanque de asentamiento. Cuando la cantidad de sólidos muy finos en el lodo llega a ser muy grande, ellos pueden ser removidos por hidrociclones y centrifugas de decantación. Un hidrociclón es una carcaza en forma de cono que imparte un movimiento giratorio al fluido, muy parecido a un tornado. Los sólidos más pesados en el lodo son arrojados de la carcaza del hidrociclón y bajan del tope al fondo. Los líquidos y las partículas más livianas salen a través del vórtice situado en el tope. La centrifuga de decantación consiste en un tambor rotatorio que tiene un tornillo transportador unido a su interior. La rotación del cono crea una fuerza centrífuga que arroja las partículas más pesadas a la carcaza más externa. El tornillo transportador mueve las partículas separadas a la descarga.

3.5.- SISTEMA DE CONTROL DE POZO

Su principal objetivo es controlar los posibles reventones originados por el aumento de presión del fluido de formación, especialmente si se trata de gas el cual puede causar explosión. Generalmente el lodo controla el flujo de fluidos de la formación. Se presentan fracturas, cuando la mecha penetra una formación permeable que tiene una presión de fluido mayor a la presión hidrostática de la sarta de perforación, los fluidos de formación comenzarán a desplazar el fluido de perforación del pozo.

Los reventones pueden causar pérdidas de vidas del equipo, gran cantidad de reserva de aceite y gas del yacimiento, y la contaminación del medio ambiente cercano al pozo. Es por esto que el sistema de control del pozo es uno de los más importantes.

El flujo de fluidos del pozo puede controlarse utilizando el sistema de preventores múltiples usados en serie o colectivamente, se conocen como grupo de preventores y deben ser capaces de:

- Detectar arremetidas o kicks.
- Cerrar el pozo en superficie.
- Circular el pozo bajo presión para remover los fluidos de formación e incrementar la densidad del lodo.
- Mover la sarta de perforación bajo presión.
- Desviar el flujo lejos del personal y del equipo del taladro.
-

3.5.1.- NIPLE CAMPANA (BELL NIPPLE)

Es la sección colocada debajo de la mesa rotatoria y apiñada a la primera válvula de seguridad por donde pasa la sarta, de la cual se desprenden la línea de retorno, que llega a la rumba.

3.5.2.- PREVENTOR DE TUBERÍA

Es usado para cerrar el pozo en el caso que se presente una sobrepresión. Tiene una goma sellante que al ser activado aprisiona a la tubería, la parte de la sarta que se encuentra en el pozo, permitiéndole un desplazamiento vertical.

3.5.3.- PREVENTOR DE CIZALLAS

Son preventores tipo cuchillas. Las cuchillas son fácilmente reemplazables, pueden resbalar horizontalmente sobre el eje hasta la posición de cerrado.

3.5.4.- PREVENTOR CIEGO (BLIND RAMS)

La función de éste es sellar el pozo cerrando las cuchillas sin importar que se encuentre algún tipo de tubería de allí. Se accionan cuando las otras preventores han fallado. Los preventores ciegos aplastarán la tubería de perforación si el pozo es cerrado con la sarta adentro.

3.5.5.- PREVENTOR FIJO (PIPE RAM)

Consta de unas válvulas de acero con elementos sellantes (las rams o cuchillas). El preventor fijo cierra el tubo impidiéndole cualquier clase de movimiento. Se encuentra entre el mud cross y el preventor ciego. Cierra las cuchillas sin cortar la tubería. Los pipe rams tienen una abertura semicircular la cual se ajusta al diámetro de las tuberías para el cual ella está diseñada.

3.5.6.- CARRETO DE PERFORACIÓN

Se encuentra entre la cabeza del pozo y los preventores, de éste se desprenden la línea de válvulas del estrangulador y la línea de matar el pozo. Estas líneas también pueden ser colocadas en los preventores cuando no se utiliza el carrito de perforación.

3.5.7.- VÁLVULAS DEL ESTRANGULADOR

Son tres, la primera es operada manualmente, la segunda es operada hidráulica desde el panel de control y la tercera es hidráulica y neumática siendo manejada desde el swaco. La válvula dos es conocida como H. C. R. permanece cerrada y es abierta en caso de que ocurra un reventón. La válvula número tres se encuentra en un punto intermedio de apertura, es la encargada de controlar el desplazamiento de fluido causante de la sobrepresión hacia afuera del pozo. La válvula número uno es de seguridad y se encuentra abierta; en caso de no funcionar los sistemas hidráulico y neumático se cierra manualmente con el múltiple estrangulador de choque hidráulico.

3.5.8.- LÍNEA DE MATAR

Consta de dos válvulas manuales y una válvula cheque que permite el flujo en dirección al pozo para controlar las presiones de las formaciones.

3.5.9.- ACUMULADOR

Los preventores son abiertos y cerrados por un fluido hidráulico no corrosivo con un punto de congelamiento bajo, el cual está almacenado en un acumulador. El aceite hidráulico también debe tener buenas características de lubricación y debe ser compatible con las partes de caucho sintético del sistema. El acumulador está localizado en el suelo generalmente cerca del taladro y es accionado por un panel de control situado en la mesa del equipo. El acumulador es capaz de suministrar el suficiente fluido a alta presión para cerrar todas las unidades en los preventores un mínimo de veces y aún tener una reserva. Los acumuladores son mantenidos con una pequeña bomba, para que el operador tenga la posibilidad de cerrar el pozo inmediatamente, sin tomar en cuenta la potencia normal del equipo.

3.6.- SISTEMA DE MONITOREO DEL POZO

Las consideraciones de seguridad y eficiencia requieren monitoreo constante del pozo para detectar los problemas de perforación rápidamente. Los mecanismos muestran parámetros tales como:

- Profundidad.
- Tasa de penetración.
- Carga sobre el gancho.
- Velocidad de la mesa rotatoria.
- Momento de torsión de la mesa rotatoria.
- Tasa de bombeo.
- Presión de la bomba.
- Densidad del lodo.
- Temperatura del lodo.
- Contenido de gas del lodo.
- Contenido peligroso de gas en el aire.
- Nivel de tanques y/o piscina.
- Tasa de flujo del lodo.

Adicionalmente para asistir al perforador en la detección de los problemas, se deben tener buenos registros de varios aspectos de las operaciones de la perforación como la geología, ingeniería y supervisión del personal. En algunos casos se utiliza un sistema de monitoreo del pozo centralizado y ubicado en un camión. Esta unidad provee información de la formación que está siendo perforada y los fluidos que están siendo circulados a la superficie con el lodo.

4.- MANTENIMIENTO

Tiene como propósito fundamental garantizar el funcionamiento total y permanente de edificaciones y equipos que han sido instalados como una construcción con fines productivos. Existen tres tipos de mantenimiento:

4.1.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Es el que se efectúa a espacios regulares. Un programa completo y efectivo de mantenimiento preventivo debe:

- Mantener la seguridad de los seres humanos y de los equipos.
- Tener conocimientos del funcionamiento de los equipos para controlar los costos.
- Seguir programas rutinarios de inspección e instalación de los equipos.
- Realizar programas de evaluación de rendimiento de los equipos.
- Tener conocimientos para localizar fallas en el funcionamiento y cómo corregirlas.

Todas las empresas deben considerar los beneficios de un programa de mantenimiento preventivo que pueda llevar a una reducción del tiempo perdido en reparaciones. Durante muchos años la práctica ha sido la de utilizar una pieza hasta que falle. Un programa de mantenimiento preventivo bien realizado puede razonablemente pronosticar el problema y de esta forma cambiar las partes antes de que fallen, lo cual trae como consecuencia un importante ahorro en tiempo y dinero.

4.2.- MANTENIMIENTO CORRECTIVO

En este tipo de mantenimiento se deja trabajar el equipo hasta que falle y luego se hacen las reparaciones necesarias para dejarlo de nuevo en buen funcionamiento es un sistema muy arriesgado y obsoleto puesto que no se puede contar con el equipo en óptimas condiciones de forma certera, ya que la pieza puede fallar en el momento que más se le necesita generando graves problemas de operación.

VENTAJAS:

- 1.- No necesita planificación.
- 2.- No requiere archivo de datos.
- 3.- Inexistencia de programación.

DESVENTAJAS:

- 1.- Elevadas pérdidas de producción.
- 2.- Altos costos de reparaciones mayores.
- 3.- Elevado índice de frecuencia por reparaciones.
- 4.- Altos costos totales de mantenimiento.
- 5.- Es necesario contar con inventario de repuestos.

4.3.- MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Es aquel en el cual se hacen análisis periódicos del estado mecánico y de eficiencia de un equipo y se deja en operación hasta el momento en que el análisis indique la necesidad de tomar acciones correctivas; virtualmente elimina el mantenimiento preventivo tradicional en lo cual se inspeccionan y reparan partes del equipo a períodos fijos de tiempo sin importar el estado en que se encuentre.

VENTAJAS:

- 1.- Mayor disponibilidad del equipo y por lo tanto menores pérdidas de producción.
- 2.- Se eliminan las inspecciones periódicas.
- 3.- Permite obtener el máximo de vida útil de cada parte del equipo; minimizando el costo de mantenimiento y el valor del inventario de repuestos.
- 4.- Disminuye las paradas de emergencia no programadas.
- 5.- Reduce tiempo de mantenimiento ya que el mecánico conoce de antemano los trabajos a realizar.
- 6.- El equipo se mantiene al máximo de eficiencia puesto que la prueba se realiza con toda la carga del equipo.
- 7.- Se evitan fallas catastróficas.
- 8.- Facilita la programación de mantenimiento.

9.- Prolonga la vida útil de los equipos.

Para lograr estos objetivos se deben combinar esfuerzos entre el personal de mantenimiento y firmas especializadas en este campo. Como requisitos principales se necesita un adecuado entrenamiento y capacitación del personal, se necesita un archivo de información extenso organizado actual y una instrumentación especializada.

DESVENTAJA:

Alto costo de la instrumentación requerida.

5.- MANTENIMIENTO DE PARTES GENERALES DE LOS EQUIPOS

A continuación se dará una descripción detallada de lo que es en sí la lubricación y las formas de lubricación. También se estudiará el mantenimiento de varios elementos que forman parte de los equipos de perforación. Estos elementos generales son: rodamientos, correas, cadenas, piñones y engranajes.

5.1.- LUBRICACIÓN

Es un procedimiento para reducir la fricción y el desgaste mediante la separación de las superficies en contacto con un lubricante. Lubricar no es agregar aceite por agregar, se debe saber qué lubricante, cuándo y cómo agregarlo, no es aconsejable ni dejar de lubricar ni sobrelubricar, ambos extremos son peligrosos para cualquier equipo.

5.1.1.- FUNCIONES DE LOS LUBRICANTES

Una de ellas lo constituye el reducir la fricción que se produce cuando una pieza tiene contacto con otra que se pone en movimiento, evitando en consecuencia su desgaste.

Los lubricantes ejercen además otras funciones, como disipar el calor, impedir la suciedad, proteger las piezas metálicas del herrumbre y la corrosión y en la máquinas hidráulicas sirven como transmisores de fuerza. Tabla 1.

Estas funciones las pueden cumplir gracias a que la industria petrolera ha progresado a tal punto de satisfacer las necesidades de cualquier consumidor. En efecto, hoy en día se ha mejorado la estabilidad química, la fluidez y la viscosidad, a variadas temperaturas de los aceites, dándoles cualidades de antiespumantes, anticorrosivos, etc., mediante la adición a los aceites minerales puros de pequeñas cantidades de aditivos.

Naturalmente que los aceites con aditivos son más costosos y aunque, la mayoría de los aceites que se emplean contienen aditivos de alguna clase, sólo deben usarse cuando las necesidades de trabajo así lo requieran. El aditivo más conocido es el detergente-inhibidor, usado en los aceites para motores diesel de alta velocidad.

Tabla 1.- FUNCIONES DE LOS LUBRICANTES

FUNCIÓN	ACCIÓN
Reducción de la fricción	Los lubricantes actúan como agentes deslizantes entre las piezas en contacto. Los lubricantes forman una capa que facilita el deslizamiento.
Reducción del desgaste	El desgaste es una consecuencia de la fricción, porque cuando es vencida la fuerza que se opone al movimiento de las piezas entrabadas muchas de las perturbaciones son desprendidas, lo cual no ocurre cuando hay un lubricante entre las piezas en movimiento.
Disipación del calor	Al ponerse en movimiento una máquina cualquiera, debido a la fricción, se produce calor en los puntos de contacto de sus piezas móviles, el cual es parcialmente absorbido por el lubricante. En algunos sistemas de circulación, el aceite caliente es llevado a enfriadores para retornar a otro ciclo.
Impiden la acumulación de suciedad	El uso adecuado de un lubricante puede impedir en muchos casos la acumulación de suciedad, la cual en muchos casos puede dañar las superficies lisas.
Transmisión de fuerza	Todos los equipos de tipo hidráulico que utilizan el aceite como transmisor de fuerza deben ser cuidados.

5.1.2.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS LUBRICANTES

Se establecen para controlar la calidad de los lubricantes y determinar su comportamiento para una aplicación específica. Entre las más importantes están:

VISCOSIDAD: Es la característica más importante en su identificación y en términos generales se les clasifica en aceites livianos, medianos y pesados, de acuerdo a su fluidez. La viscosidad varía con la temperatura siendo alta a baja temperatura y baja a altas temperaturas. Es por esto que se debe conocer la temperatura a la cual será sometido durante su servicio, con el fin de evitar la pérdida de poder (pérdida de consistencia o propiedades), acumulación excesiva de calor en los engranajes y rodamientos de las máquinas. Además sirve para determinar el flujo de aceite dentro de los sistemas de lubricación.

Los aceites pesados se usan para las piezas que se mueven a velocidades lentas bajo cargas altas, porque no pueden ser expulsados fácilmente entre las partes en contacto. Los aceites livianos se usan para trabajar a altas velocidades y cargas bajas porque ofrecen mayor resistencia y forman una película más estable.

La Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE) estableció un sistema para identificar los aceites para motores, engranajes y transmisiones basados únicamente en la viscosidad. Los números SAE se les identifican mediante el grado ISO.

ÍNDICE DE VISCOSIDAD: Se define como la estabilidad de la viscosidad de un aceite con los cambios de temperatura. Entre mayor sea el índice de viscosidad más estable es el aceite. Es importante sobre todo en sistemas que cambian drásticamente con la temperatura.

PUNTO DE INFLAMACIÓN: Es la temperatura a la cual los gases formados se inflaman por un instante al aproximarles una chispa o llama. En los aceites nuevos se utiliza para determinar la temperatura máxima a la cual se puede utilizar sin riesgo alguno y en los aceites usados para determinar la dilución o contaminación con solventes y combustibles. Por lo tanto no se debe elegir un lubricante que va a estar sometido a altas temperaturas con un bajo punto de inflamación.

PUNTO DE FLUIDEZ: Es la temperatura más baja a la cual el aceite aún es un fluido. Indica las limitaciones de fluidez que tiene el aceite para trabajar a bajas temperaturas.

RESIDUO CARBONOSO: Determina la tendencia que tienen los aceites de formar partículas de carbón cuando están sometidos a altas temperaturas de funcionamiento. Se presenta principalmente en los aceites utilizados en la lubricación de motores de combustión interna y en los compresores donde las altas temperaturas pueden dar lugar a que el aceite se descomponga y forme carbones duros.

CONTENIDO DE CENIZAS: Está relacionado con la cantidad de materiales no combustibles que pueden estar presentes en él como polvo, algunos aditivos, limaduras y

partículas metálicas provenientes del desgaste de las superficies en movimiento relativo. Depende del tipo de aceite, de las condiciones de trabajo a las cuales ha sido sometido y la prueba con la cual ha sido evaluado.

DEMULSIBILIDAD: Es la resistencia de un aceite a la emulsificación. Una baja demulsibilidad puede ser el resultado de una deficiente refinación de las bases lubricantes, contaminaciones o uso inadecuado de aditivos. Cuando un aceite no se separa rápidamente del agua puede causar problemas de corrosión en el equipo.

PUNTO DE ANILINA: Indica el contenido de hidrocarburos saturados. Es la medida de la parafinicidad y de la tendencia a deformar los sellos de caucho que tienen los lubricantes en las máquinas donde son utilizados.

FORMACIÓN DE ESPUMA: Es la medida de la tendencia del aceite a formar espuma en la superficie. Excesiva cantidad de espuma puede causar desgaste de las superficies metálicas lubricadas debido a la poca homogeneidad de la película lubricante, además puede causar la oxidación del aceite y la corrosión de las partes metálicas.

NÚMERO DE NEUTRALIZACIÓN: La acidez o la alcalinidad de un aceite se puede expresar de acuerdo con la escala del pH. Los valores de pH son aplicados en los aceites nuevos para controlar la cantidad del producto. Y en los aceites usados se tienen en cuenta como una guía de la condición mecánica de la máquina, cambios en las condiciones de operación y también se les puede relacionar con la descomposición de los aditivos.

Se clasifica en:

- Número ácido (TAN).
- Número básico (TBN).

5.1.3.- GRASAS

Son aceites minerales espesados con un agente generalmente llamado jabón y aditivos especiales. Los jabones más comúnmente utilizados son a base de calcio, de sodio,

aluminio, litio o plomo cada uno de los cuales da a las grasas cualidades específicas. Tabla 2.

Tabla 2.- CARACTERÍSTICAS DE LAS GRASAS LUBRICANTES DE ACUERDO CON EL TIPO DE ESPESANTE

ESPESANTE	GENERALIDADES	APLICACIONES
CALCIO	Mantequillosa. Resistente al agua. Buena estabilidad estructural en operación. Fácil aplicación con pistolas. Usada hasta temperaturas de 77 °C. No soportan rotaciones a altas velocidades	Grasas para copas, chasis, bombas de agua y aplicaciones por pistolas.
SODIO	Generalmente fibrosa. Poca resistencia al agua. Gran estabilidad estructural en operación. Se usa hasta temperaturas de 150 °C.	Rodamientos, cojinetes de ruedas, juntas universales y para usos generales a altas temperaturas.
LITIO	Mantequillosa. Gran estabilidad estructural en operación. Resistente al agua. Usada hasta temperaturas de 150 °C.	Usos múltiples.
OTROS	Grasas donde el contenido de aceite es el lubricante principal; actualmente de uso limitado. La mayoría son mantequillosos, tienen buena estabilidad estructural en operación. Se utilizan en temperaturas hasta de 150 °C.	Aplicaciones especiales de alta temperatura.

La utilización de grasas en vez de aceites se recomienda donde se requiere un lubricante que mantenga su posición original en un mecanismo, especialmente donde los tiempos de relubricación son prolongados.

5.1.3.1.- CARACTERÍSTICAS

CONSISTENCIA Y PENETRACIÓN: Es el grado que un metal plástico, resiste la deformación bajo la aplicación de una fuerza. La consistencia es una característica de

plasticidad de la grasa, varía con la temperatura y el trabajo mecánico a que se somete la grasa.

Las penetraciones se reportan como trabajadas y como no trabajadas.

PUNTO DE GOTEO: Es la temperatura a la cual cae una gota de grasa a través de un orificio de una copa de ensayo, cuando la grasa es calentada uniformemente.

5.1.4.-ANÁLISIS DE LOS LUBRICANTES UTILIZADOS, COMO HERRAMIENTA EN LA INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

Todos los aceites lubricantes utilizados en sistemas cerrados o de circulación, durante su servicio se oxidan y contaminan haciendo que los aditivos que posee se agoten. El método más confiable para determinar si un aceite puede continuar en servicio o no, es por medio de un análisis de laboratorio. De esta manera se evalúan dos tipos de contaminantes que pueda tener la muestra.

5.1.4.1.- OBJETIVOS DEL ANÁLISIS DEL ACEITE USADO

- Determinar la condición del aceite.
- Asegurar que el tipo de lubricante y la frecuencia de cambio sean adecuados para la aplicación en particular.
- Predecir fallas en los equipos para evitar reparaciones costosas.
- Reducir paradas innecesarias en los equipos.
- Incrementar la eficiencia en la maquinaria al extenderle sus períodos útiles.
- Reducir costos de mantenimiento, mano de obra y repuestos.
-

5.1.4.2.- PROBLEMAS QUE SE PRESENTAN EN UN LUBRICANTE

Un aceite es inadecuado para seguir prestando un servicio normal debido a dos razones fundamentales:

- Contaminación.
- Degradación.

5.1.5.- PUNTOS DE LAS MÁQUINAS QUE REQUIEREN LUBRICACIÓN

Es necesaria en todos los puntos donde una superficie roza con otra. Esto ocurre en los rodamientos que sostienen ejes en movimiento, en los engranajes que tienen encaje de dientes, entre los pistones y los cilindros donde estos funcionan.

5.2.- RODAMIENTOS

Son unos elementos de máquinas relativamente robustos y de larga duración, especialmente si están montados correctamente y se cuidan bien. El mantenimiento de los rodamientos significa, protegerlos de la suciedad y humedad así como también vigilar que estén bien lubricados. La eficacia de la protección depende de la configuración, de la disposición, del estado de las obturaciones y del lubricante.

5.2.1.- MANTENIMIENTO DE LOS RODAMIENTOS

Los rodamientos son piezas de precisión requieren que sean utilizados correctamente, manejados con cuidado, conservados siempre limpios, estas reglas hay que tenerlas en cuenta para rodamientos almacenados o en operación.

5.2.1.1.- ALMACENAMIENTO DE LOS RODAMIENTOS DE REPUESTO

Los rodamientos son tratados con un agente antioxidante antes de ser empacados, y en el envase original resiste el almacenamiento durante muchos años. Preferiblemente debe guardarse en un local en el cual la humedad del aire no sobrepase el 60% y la temperatura se mantenga más o menos uniforme. Rodamientos con placas de protección deben no obstante utilizarse en el curso de dos años, y los rodamientos con placas de obturación en tres años, puesto que la grasa con la cual están llenos sufre tras dicho tiempo un excesivo envejecimiento.

Se debe tener en cuenta que los rodamientos que no conservan el empaque original, sean protegidos contra el polvo y la corrosión.

5.2.1.2.- MANEJO CORRECTO DE LOS RODAMIENTOS

El período crítico en la vida de un rodamiento es cuando sale del depósito hacia el ensamblaje, pues será sacado de su caja y se le quitará la capa protectora, gran parte de las fallas en los rodamientos se deben al sucio que entró en ellos, debido a descuidos antes o durante el ensamblaje. Las bolas de un rodamiento tienen contacto metal a metal con los canales del collar, el sucio está compuesto de gran cantidad de partículas durísimas que, cuando se mezclan con el lubricante, hacen de éste un compuesto abrasivo. De esta forma el movimiento de las bolas al rodar gradualmente esmerilará el ajuste apretado del rodamiento y destruirá la exactitud y la eficiencia.

5.2.1.3.- LIMPIEZA DE LOS RODAMIENTOS

Es una de las prácticas más importantes en el manejo de los mismos.

Si se ensucian se deben sumergir en un solvente el tiempo necesario para que se les desprenda el sucio y la grasa. Luego se deben enjuagar en otro solvente limpio. El rociado de aceite con pistola es muy efectivo, siempre que se use un filtro. Para secarlos se puede utilizar aire comprimido, el cual también se debe filtrar para que esté libre de humedad y de polvo. Luego hay que lubricarlos con una capa de grasa liviana, para después envolverlos en un papel a prueba de grasa y guardarlos en una caja o cartón.

5.2.1.4.- LUBRICACIÓN CORRECTA DE LOS RODAMIENTOS

El lubricante a aplicarse depende de factores como: Tamaño del rodamiento, velocidades, cargas, y otras condiciones de funcionamiento, acceso del rodamiento, temperatura de operación, tipo de cierre, sistema de lubricación y otros similares. Las condiciones de servicio y de operación determinan la frecuencia de lubricación.

Para tener la seguridad de utilizar el lubricante correcto, lo mejor es consultar a los fabricantes de los rodamientos y los proveedores de los mismos. Por lo general, éstos suministran tablas de lubricación junto con su equipo. Estas tablas especifican la clase de aceite o grasa a aplicarse, también la cantidad y frecuencia, por ello se debe usar sólo el lubricante recomendado.

La lubricación por aceite de los rodamientos se puede realizar por baños, salpiques, goteos circulación forzada y lloviznas.

La grasa también es aplicada por medios convencionales. Los rodamientos pueden tener ajustes para pistolas de presión o copas para grasa. Se debe asegurar de quitar el tapón de descarga antes de engrasar con pistola.

Todos los rodamientos en principio pueden lubricarse con grasa o con aceite. Los rodamientos axiales de rodillos exigen normalmente lubricación por aceite; grasa puede usarse solamente a muy bajas velocidades. En cuanto a rodamientos con placas de protección o de obturación, se llenan de grasa al momento de la fabricación y no necesitan relubricarse nunca. Determinante para la elección de lubricante es en primer lugar el rango de temperaturas y la velocidad a la que trabaja. En condiciones normales de operación se puede emplear grasa, la cual se mantiene mejor en el rodamiento que el aceite; la grasa contribuye también por sí misma a proteger el rodamiento contra la humedad e impurezas. La lubricación con aceite se emplea cuando las temperaturas de operación o las velocidades son elevadas, cuando interesa disipar calor de la aplicación y cuando los elementos adjuntos de la máquina están lubricados por aceite. En las tablas de rodamientos se especifican los límites de velocidad que rigen para lubricación por grasa y aceite. Se debe guardar siempre el lubricante en recipientes limpios y cerrados, el lugar de almacenamiento debe ser seco.

5.2.1.5.- INSPECCIÓN

Inmediatamente después de limpiar los rodamientos, se deben inspeccionar para comprobar que se encuentren servibles.

Se debe verificar que los rodamientos no se encuentren duros y que no se peguen en ciertos puntos, de ser así se deben limpiar nuevamente. Si el rodamiento sigue pegándose o sigue áspero, se debe examinar detenidamente para encontrar la falla, antes de desecharlo.

Los rodamientos montados en máquinas en las que una parada acarrea serias consecuencias deben revisarse regularmente. En aplicaciones de rodamientos menos

críticas cuyas condiciones de funcionamiento no sean especialmente severas, pueden en la mayoría de los casos dejarse sin más atención que la lubricación.

Se debe tomar en cuenta que no se escape lubricante a través de obturaciones defectuosas o tapones mal apretados. Se debe comprobar el funcionamiento de la lubricación automática en caso de haberla.

Al momento de desmontar los rodamientos se deben emplear las herramientas adecuadas para evitar atascamientos. Nunca se debe emplear fuerza contra el anillo flojo, los blindajes o los sellos. Una prensa de un árbol es una de las mejores herramientas para quitar un rodamiento.

El montaje del rodamiento debe efectuarse en un lugar seco y limpio.

A continuación en la Tabla 3, se presentan las fallas más frecuentes en los rodamientos.

TABLA 3.- FALLAS DE LOS RODAMIENTOS

TIPOS DE FALLAS	POSIBLES CAUSAS
Ruido excesivo durante la marcha.	Juego interno insuficiente. Juego interno excesivo. Deterioro en las superficies de rodadura. Suciedades. Lubricantes de consistencia o viscosidad muy altas.
Variaciones en la intensidad del ruido.	Variación en el juego interno por oscilaciones en la temperatura. Deterioro en las superficies de rodadura ya sea por suciedad o por fatiga.
Marcha irregular.	Deterioro de los caminos de rodadura y elementos rodantes, suciedades, juego interno excesivo.
Temperatura de funcionamiento por encima de lo normal.	Juego interno insuficiente, lubricación deficiente o excesiva. Obturaciones o sellos de laberinto que rozan con los elementos del rodamiento.
Aumento repentino en la temperatura de funcionamiento.	Falta de lubricante. Iniciación de la fatiga.
Rotación difícil.	Rodamientos agarrotados. Cantidad excesiva de lubricante. Consistencia o viscosidad del lubricante mayor que la requerida. Sellos rozando con los elementos rodantes.
Funcionamiento con golpeteo.	Deterioros en los caminos de rodadura.

5.3.- CADENAS DE TRANSMISIÓN

La cadena de rodillos de acero de precisión es un medio altamente eficiente y versátil de transmisión de potencia mecánica. Una cadena de rodillos de precisión está formada por una serie de piezas de revolución que actúan como cojinetes, estando situados cada conjunto a una distancia precisa del otro mediante otras piezas planas denominadas placas. El conjunto de cojinete está formado por un pasador y un casquillo sobre el que gira el rodillo de la cadena. El pasador y el casquillo son cementados para permitir una articulación bajo presiones elevadas y para soportar las presiones generadas por la carga y la acción de engrane impartida a través de los rodillos de cadena. Las placas exteriores e interiores se templean para dar mayor tenacidad.

Las cadenas se clasifican según la distancia entre los centros de pasadores adyacentes (paso), diámetro del rodillo y ancho entre placas interiores. En conjunto, estas dimensiones se denominan dimensiones de engrane, porque determinan la forma y el ancho de los dientes del piñón.

Además de las cadenas de rodillos, hay otros tipos de cadenas como las de transmisión especiales o adaptadas, las de rodillos de acero inoxidable, las de eslabones acodados, las de paso largo y las de casquillo.

5.3.1.- TÉCNICA APLICACIONAL DE TRANSMISIÓN

Las notas que se dan a continuación son recomendaciones generales para seguir en la selección e instalación de un accionamiento de cadena, de modo que se asegure un funcionamiento y una duración satisfactoria.

PASO DE CADENA: Las tablas de selección dan tamaños alternativos de cadenas que pueden usarse para transmitir la carga a una velocidad determinada. Cuando la potencia necesaria a una velocidad dada es superior a la capacidad de un sólo ramal de cadena, el uso de accionamiento de varios ramales permite transmitir potencias superiores.

VELOCIDADES MÁXIMAS DE TRABAJO: Estas velocidades, que se refieren a piñones motrices, se dan en tablas. Son válidos sólo si el método de lubricación provisto está en concordancia con las recomendaciones suministradas.

NÚMEROS DE DIENTES DE LOS PIÑONES: El accionamiento por cadena depende directamente del número mínimo de dientes del piñón motriz.

Las ventajas son un flujo de potencia uniforme, regularidad de funcionamiento, alto rendimiento y larga duración. La razón de esta dependencia está en el hecho que la cadena forma un polígono sobre el piñón. De hecho, cuando la velocidad del piñón es constante, la velocidad de la cadena está sujeta a una variación cíclica regular. Entonces el porcentaje de variación cíclica disminuye rápidamente a medida que aumenta el número de dientes.

5.3.2.- INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO

ALINEACIÓN DE LA CADENA: Se debe asegurar que los ejes estén adecuadamente soportados por cojinetes. Los rodamientos del eje y las bases deben ser adecuados para mantener la alineación estática inicial. Los piñones se deben situar cerca de los rodamientos.

Una alineación precisa de ejes y caras del diente de piñón dan una distribución uniforme de la carga en todo el ancho de la cadena y contribuye a la máxima duración.

Para obtener una duración plena de la cadena debe proveerse un ajuste en longitud de la cadena, preferiblemente moviendo uno de los ejes. Si es posible mover el eje se recomienda situar un piñón loco que engrane con el ramal descargado de la cadena.

AJUSTE DE CADENA: Se obtiene por el movimiento de uno de sus ejes, o bien utilizando un piñón tensor. La cantidad de ajuste debe ser suficiente para absorber un desgaste de cadena de dos pasos o bien 2% de alargamiento superior a la longitud nominal de la cadena, cualquiera que sea el más pequeño.

Cuando sea necesario pueden utilizarse varios piñones tensores en un mismo accionamiento, con el fin de asegurar todas las necesidades de ajuste. Los soportes de los piñones tensores deben ser rígidos y cuando se ajusten manualmente el elemento no móvil debe asegurarse en su posición después de realizado el ajuste.

ALTERACIONES EN LA LONGITUD DE CADENA: Todos los accionamientos deben diseñarse, con ajuste total suficiente para asegurar el uso de un número par de eslabones en toda la vida útil de la cadena. No deben usarse nunca eslabones acodados en accionamientos de cadena impulsivos, con carga elevada o alta velocidad.

Una cadena tiene un número de eslabones impar incorpora un eslabón acodado que debe sacarse para efectuar la alteración de un paso.

Ningún componente que haya sido montado a presión debe usarse de nuevo después de sacado. Siempre debe utilizarse un nuevo componente.

MEDICIÓN DEL DESGASTE DE LA CADENA: Una medida directa del desgaste de una cadena es el exceso de longitud sobre la longitud nominal de la misma, y el desgaste de la cadena puede determinarse por medidas de longitud en línea.

LUBRICACIÓN: Se debe realizar una buena lubricación para evitar el escoriamiento, la formación del grano y el pegue entre las superficies de rodamiento sobre todo el pasador y el buje. También para amortiguar el impacto entre los rodillos; de igual forma la lubricación permite enfriar la transmisión, lavar las materias extrañas y lubricar las superficies en contacto entre la cadena y el piñón.

Se deben limpiar periódicamente las cadenas con el fin de remover de la superficie exterior, la mayor cantidad de contaminantes, los cuales en un momento dado, se pueden introducir en la parte interior causando el desgaste de los pasadores y de los bujes.

En los sistemas de lubricación por inmersión y por circulación, se hace necesario cambiar el aceite al menos una vez al año y limpiar el depósito con un disolvente. Si es posible bajar la cadena y limpiarla.

En el caso cuando el medio ambiente esté muy contaminado por polvo o por partículas abrasivas, no se debe aplicar ningún tipo de lubricante sobre la cadena ya que esto daría lugar a la formación de una pasta abrasiva que aumentaría el desgaste de la misma.

Si la cadena va a permanecer almacenada durante largos períodos de tiempo, es necesario protegerla para prevenir la corrosión o la formación de herrumbre.

SELECCIÓN DE LA VISCOSIDAD DEL ACEITE: Se debe seleccionar correctamente ya que un aceite de una viscosidad muy baja, aunque penetra fácilmente hasta los

pasadores, es desplazado por la fuerza centrífuga de su superficie, por el contrario si es de una viscosidad muy alta, resiste la acción de la fuerza centrífuga pero no penetra completamente hasta los pasadores de la cadena.

En la Tabla 4 se muestran tipos de problemas que ocurren con mayor frecuencia en las cadenas, las causas que los originan y la posible forma de corregirlos.

Tabla 4.- PROBLEMAS QUE OCURREN CON MAYOR FRECUENCIA EN LAS CADENAS DE RODILLOS.

FALLAS	CAUSAS	CORRECCIONES
Las chavetas se corren de su posición	- Las chavetas no están en su posición correcta o el chavetero es demasiado grande para alojar la chaveta. - Vibración.	Se baja el piñón y se cambia la chaveta por otra de dimensiones correctas. Se deben usar amortiguadores en la base donde están montados los elementos sobre los cuales gira la cadena.
Ruido exagerado	- Juego excesivo o deficiente. - Piñones en diferentes planos. - Lubricación deficiente. - Rodamientos en mal estado o flojos. - El paso de la cadena y de los piñones es diferente. - Demasiado desgaste en la cadena y piñones.	Centrar los ejes donde van los piñones. Alinear los piñones. Revisar los dispositivos empleados en la lubricación. Cambiarlos o apretar los tornillos de la base de los rodamientos. Si los piñones están buenos, se cambia la cadena por otra que tenga el mismo paso de los piñones sino se cambian los dos.
La cadena, al funcionar, se sube en los piñones.	- La cadena está muy floja. - Cadena demasiado gastada. - Insuficiente envoltura de la cadena sobre el piñón de menor diámetro. - Acumulación de polvo y partículas extrañas en los dientes.	Tensionar la cadena. Cambiarla. Se debe aumentar la distancia entre los ejes de los piñones. Limpiar la raíz de los dientes con un cepillo metálico.

FALLAS	CAUSAS	CORRECCIONES
Rodillos, bujes o pasadores con posibilidad de romperse.	- Cadena muy tensionada. - Velocidad de la cadena mayor que la que puede soportar en función del paso y del diámetro de cualquiera de los piñones. - Cargas de impacto súbitas. - Corrosión de la superficie de la cadena y de los dientes de los piñones. - Poca lubricación. - Piñones no alineados.	Destensionar la cadena y darle el juego adecuado. Reducir la velocidad o cambiar la cadena y los piñones por las que cumplan con estos requisitos de alta velocidad. Evitar este tipo de cargas o aplicar lubricantes con aditivos de E. P. Si el ataque no es crítico se limpian bien con un cepillo metálico, aplicar sustancias para curar las superficies de la corrosión y emplear lubricantes con aditivos anticorrosivos; si las superficies están muy corroídas, es necesario cambiar la cadena y los piñones y aplicarles lubricante con aditivos anticorrosivos. Realizar adecuados programas de lubricación y capacitar a los operarios encargados de ésta. Corregir el desalineamiento de los piñones. Si el desgaste no es crítico pueden seguir funcionando; sino se deben cambiar, al igual que la cadena, y alinearlos correctamente.
Golpeteo de la cadena	- Uno o varios pasadores están pegados. - Juego excesivo de la cadena.	Limpiar periódicamente la cadena y lubricarla adecuadamente. Aflojar y mover uno de los piñones y darle el juego preciso a la cadena.

5.4.- ENGRANAJES Y REDUCTORES DE VELOCIDAD

Los reductores de velocidad son instrumentos mecánicos que se emplean para disminuir la velocidad entre una unidad motriz y otro mecanismo. En pocos casos se utilizan los engranajes para aumentar la velocidad, pero son poco eficientes debido a que las pérdidas por fricción aumentan considerablemente. El objetivo principal de una transmisión por medio de ruedas dentadas es transmitir un movimiento con relación constante de velocidades. Para lograrlo se puede dar a los perfiles de los dientes una forma tal que se garantice el cumplimiento de esta condición. Cualquiera que sea su diseño y el tipo de trabajo que realicen, los engranajes requieren de un buen mantenimiento y de una buena lubricación.

5.4.1.- LUBRICACIÓN DE ENGRANAJES

Estos son mecanismos empleados para la transmisión de fuerza y movimiento de una manera segura, sincronizada. Mediante la lubricación de engranajes se busca reducir el desgaste, la fricción, pérdidas de potencia y el calentamiento.

5.4.2.- TIPOS DE ENGRANAJES

El tipo de engranaje determina el grado de deslizamiento que se presenta en el funcionamiento, la forma como se distribuye la fuerza transmitida, la superficie de engrane y de contacto, etc.

A continuación se presentan los tipos de engranajes más comunes:

- Engranajes cilíndricos de dientes rectos.
- Engranajes cilíndricos de dientes helicoidales.
- Engranajes de tornillo Sinfin-Corona.
- Engranajes cónicos de dientes rectos.
- Engranajes cónicos helicoidales.
- Engranajes hipoidales.

Los siguientes son los factores que limitan el diseño de los engranajes y que hacen necesario seleccionar el tipo que más se adecue a las condiciones de operación:

- Calor generado durante el funcionamiento.
- Fallas de los dientes por rotura.
- Desgaste abrasivo.
- Ruido resultante de altas velocidades o de cargas de impacto.
- Fallas por fatiga en la superficie de los dientes.
- Desgaste adhesivo.

5.4.3.- FACTORES DE DISEÑO

5.4.3.1.- FORMA DEL DIENTE

La mayoría de los engranajes poseen perfil de envolvente en las superficies de contacto de los dientes; este permite obtener una velocidad angular constante y por ende una velocidad lineal constante que se transmite a través de los dientes en contacto. Otras ventajas de este perfil son: puede generarse con unas herramientas de dientes rectos lo cual constituye un método fácil y económico de fabricación, y no necesitan de una distancia entre centros fija, pues aunque esta varíe la velocidad angular se conserva.

5.4.3.2.- ENGRANAJE DE LOS DIENTES

Todo el contacto entre los dientes se produce a través de la línea de acción. Por ser ésta tangente a los círculos base para la generación de las envolventes, las superficies de los dientes son perpendiculares a la línea de acción en los puntos de contacto. Las curvaturas de los dientes son las distancias del punto de contacto a los puntos de tangencia con los círculos base. Las velocidades tangenciales de los dientes son proporcionales al radio del diente y a la velocidad del engranaje, por lo tanto, la velocidad tangencial del diente que se impulsa se incrementa en el engranaje, mientras que la del diente impulsado disminuye. En el punto de paso de las velocidades son iguales; las velocidades tangenciales tienen la misma dirección. Como la magnitud de estas dos velocidades no es igual, excepto en el punto de paso, existe una velocidad de deslizamiento que es la diferencia de las velocidades de las dos superficies, y es máxima en los extremos de los dientes.

El torque o carga normal se transmite a lo largo de la línea de acción. En la medida en que los engranajes de dientes rectos transmiten carga, los dientes de engrane varían, pues en un instante hay un par y al siguiente se encuentran dos en contacto. En el inicio y al final del contacto la carga se distribuye entre dos parejas de dientes, mientras que en medio del contacto la carga completa es soportada por un par; en una curva uniforme, condición ideal puesto que en la práctica la transferencia de carga entre dientes suele ser abrupta debido a errores en el diente y deflexiones del mismo.

Como la transmisión de carga y las condiciones de contacto varían, existe una porción del diente expuesta a condiciones más severas y es allí donde se hacen más evidentes las fallas de la lubricación. Las condiciones de diseño de un engranaje tienden a desplazar este punto sobre la superficie del diente, esto no permite su ubicación exacta. Si existe una buena lubricación los dientes en engrane están separados por una película de lubricante; el desgaste ocurre cuando la presión de contacto es suficiente para romper la película.

5.4.3.3.- MATERIALES

Se seleccionan de acuerdo al trabajo que estos desempeñen. En general los materiales para engranajes con trabajo a baja potencia son escogidos por el costo, el cual se determina por la disponibilidad del material y la facilidad de la manufactura.

Para engranajes de potencia mayor, las propiedades físicas de los materiales determinan su selección. Excepto para los sinfín-corona en los que se usa bronce fosforado y en algunas transmisiones muy poco cargadas que emplean hierro fundido, la selección del material implica el uso de un acero adecuado para tal fin.

Las propiedades requeridas en los materiales para engranajes se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5.- PROPIEDADES REQUERIDAS EN LOS MATERIALES PARA ENGRANAJES.

REQUERIMIENTO	PROPIEDAD
Mínimo desgaste.	Alta resistencia mecánica.
Resistencia a la fatiga.	Alta resistencia mecánica.
Resistencia a cargas de choque.	Ductilidad.
Mínimas pérdidas superficiales.	Baja fricción.
Facilidad de manufactura.	Buena maquinabilidad.

La buena resistencia mecánica y ductilidad son difíciles de obtener simultáneamente. Es común en la práctica, excepto donde ambos miembros de una transmisión de engranajes poseen superficies endurecidas, usar diferentes durezas en los materiales del piñón y del engranaje y preferiblemente diferentes aleaciones. El piñón como miembro de mayor velocidad y de trabajo pesado continuo, es generalmente de mayor dureza.

5.4.3.4.- ACABADO SUPERFICIAL

La rugosidad superficial es difícil de determinar cuantitativamente, pero el rendimiento de los engranajes depende en buen grado de la calidad de acabado obtenida con un método de fabricación.

5.4.4.- CONDICIONES AMBIENTALES

Juegan un papel muy importante en la determinación de los parámetros de lubricación. Los factores de mayor influencia son la temperatura ambiental y la presencia de contaminantes.

TEMPERATURA AMBIENTE: A elevadas temperaturas el espesor de la película lubricante disminuye y si no posee la viscosidad adecuada permite el contacto metálico; en estas condiciones se requiere usar un lubricante con mayor viscosidad que la necesaria bajo una temperatura moderada. En el caso de bajas temperaturas el lubricante se espesa y no fluye con la rapidez suficiente para proteger los dientes de los engranajes, por esto debe

usarse un aceite de menor viscosidad que la indicada bajo condiciones normales de temperatura.

CONTAMINANTES: Los engranajes descubiertos que funcionan a la intemperie o en locales cerrados están expuestos a la contaminación por polvo o partículas abrasivas en suspensión en el medio ambiente; en este caso el lubricante ayuda a que los contaminantes se adhieran a la superficie de los dientes deteriorándolos y pueden llegar a formar depósitos apreciables en la raíz de los dientes que tienden a separar los engranajes. Estas condiciones en situaciones críticas han obligado a prescindir de la lubricación y reemplazarla por un programa de limpieza preferiblemente con un sistema de aire a presión. Si los engranajes están expuestos al agua por funcionamiento a la intemperie o por el mismo proceso de fabricación, es necesario aplicar lubricantes de alta adhesividad para proteger a los engranajes de la herrumbre y corrosión.

5.4.5.- VARIABLES QUE DETERMINAN LOS REQUERIMIENTOS DE LUBRICACIÓN

5.4.5.1.- TIPOS DE LUBRICANTES PARA ENGRANAJES

Varían de acuerdo a las condiciones de operación de los engranajes, siendo los más comunes los aceites derivados del petróleo. También se emplean aceites animales, vegetales y sintéticos, pero para la mayoría de las aplicaciones los aceites y productos del petróleo proveen el mejor balance de propiedades físicas y químicas que cubren los requerimientos de un lubricante de engranaje.

ACEITES: Se usan para engranajes de cualquier velocidad de rotación pero especialmente los de diámetro pequeño y de precisión. Deben poseer propiedades anticorrosivas, antidesgaste, buena adhesividad y capacidad de mantener la película ante cargas de impacto (con aditivos de extrema presión). La viscosidad varía entre los grados ISO 22 e ISO 680. Para altas velocidades de los engranajes el lubricante debe poder remover el calor generado y diluir la espuma formada con excelente resistencia a la oxidación.

GRASAS: Se emplean en engranajes que funcionan a baja velocidad (hasta 350 RPM). Las grasas con bisulfuro de molibdeno (MoS_2) de 1.5 a 3% y con jabón de litio, dan a los engranajes una excelente capacidad para soportar las cargas de impacto, y se adhieren firmemente a las superficies de los mismos.

LUBRICANTES DE PELÍCULA SÓLIDA: Se emplean cuando el calor generado por el funcionamiento es pequeño, o cuando no es práctico encerrar o sellar la transmisión. Los más utilizados son el grafito, bisulfuro de molibdeno, nylon y recubrimientos de metales dulces como el zinc, oro y plata para aplicaciones especiales.

LUBRICANTES ASFÁLTICOS: De bajo costo y alta adhesividad. Forman una película blanda de buen espesor que retiene partículas abrasivas sin que estas rayen las superficies de los dientes. Se emplean para engranajes lentos, de gran tamaño y a la intemperie.

5.4.5.2.- SISTEMAS DE LUBRICACIÓN PARA ENGRANAJES

Se cuenta con varios sistemas de lubricación, dependiendo de las condiciones de funcionamiento, ambientales y demás, los cuales, son eficientes siempre y cuando hayan sido correctamente seleccionados e implantados. Entre estos sistemas se tienen:

- Lubricación manual.
- Lubricación por baño y salpique.
- Lubricación por sistemas de circulación.
- Sistemas a plena pérdida por neblina de aceite.
- Lubricación por sistema de depósito abierto.

5.4.5.3.- SELECCIÓN DEL LUBRICANTE Y DEL MÉTODO DE LUBRICACIÓN

Una vez realizado un estudio previo sobre la lubricación de engranajes, es necesario reunir los principios teóricos y proyectarlos hacia la selección del lubricante adecuado y el método de aplicación más eficiente, pues esta escogencia es la que al final influye directamente en el funcionamiento eficaz y en la preservación de una transmisión por engranajes.

Para una aplicación específica dicha selección consiste en determinar el tipo de lubricante y el tipo de viscosidad adecuada, esto a su vez implica la implantación de un sistema de lubricación apropiado, según las características del lubricante y las condiciones de funcionamiento.

5.4.5.3.1.- SELECCIÓN DEL LUBRICANTE

Al seleccionar el lubricante apropiado para un conjunto de engranajes se debe tener en cuenta:

1.- Protección del engranaje: por lo general los aceites para engranajes descubiertos necesitan la presencia de aditivos antioxidantes y anticorrosivos, debido a su contacto directo con el ambiente de trabajo. Para los engranajes cubiertos la influencia del medio ambiente no es tan determinante, sin embargo la condición de encerramiento provoca una concentración del calor que no se disipa con igual facilidad que en los descubiertos, lo cual hace necesario que se cuente con aditivos antioxidantes. También son deseables propiedades antiespumantes.

2.- Velocidad: A mayor velocidad de funcionamiento es mayor el calentamiento de la transmisión por lo tanto, el lubricante debe permitir la disipación del calor generado, mediante un aceite de menor viscosidad; la agitación del aceite es mayor haciendo necesario contar con aditivos antiespumantes y antioxidantes. Para velocidades altas debe lubricarse mediante niebla de aceite, mientras que para velocidades bajas se aconseja el sistema de inmersión.

3.- Carga: Si la carga transmitida es elevada, o su aplicación es intermitente o de impacto es necesario emplear aceites que contengan aditivos EP y antidesgaste. La viscosidad debe ser mayor para engranajes sometidos a cargas elevadas, permitiendo la adecuada resistencia de la película lubricante.

4.- Temperatura: Las mayores temperaturas ambientales obligan al empleo de lubricantes con una mayor viscosidad para que la película no se rompa por demasiada fluidez. Debe

tenerse en cuenta que la mayor influencia en la temperatura se debe a la velocidad del engranaje.

5.4.5.3.2.- SELECCIÓN DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN

Una vez escogido el lubricante para una transmisión de engranajes se debe seleccionar el método de lubricación; de la combinación de ambos depende la lubricación eficaz que asegura el funcionamiento óptimo y la conservación adecuada de la transmisión.

El factor de mayor influencia en la selección del sistema de lubricación es la velocidad en el círculo de paso; esta velocidad determina la permanencia y estabilidad de la película lubricante que tiende a ser desplazada por la fuerza centrífuga.

Debe tenerse en cuenta que algunos lubricantes exigen un método de lubricación particular; tal es el caso de los lubricantes asfálticos cuya aplicación puede llevarse a cabo únicamente en forma manual. Para otros mecanismos influyen las condiciones ambientales pero de todas formas es el tipo y la viscosidad del lubricante, el factor que más influye en la escogencia del sistema de lubricación.

5.4.5.4.- FALLAS EN LOS ENGRANAJES POR DEFECTOS EN LA LUBRICACIÓN

Los efectos de mala lubricación de los engranajes se traducen en desgaste de los mismos de varias maneras, dependiendo de:

- Interrupción de la película lubricante entre los dientes y en la zona de contacto.
- Contaminación del aceite por partículas abrasivas.
- Variación de la composición química del aceite o ataque por acción de sus aditivos.

De acuerdo a lo anterior se presentan los siguientes tipos de desgaste en los engranajes:

- Desgaste normal.
- Desgaste pulimentado.

- Desgaste moderado y excesivo.
- Desgaste abrasivo.
- Arañado.
- Desgaste destructivo.
- Lomos y canaletas.
- Reblandecimiento plástico.
- Arrollamiento.
- Martilleo.
- Rizado.
- Soldadura.
- Rayado ligero.
- Picado inicial y destructivo.
- Fatiga de superficie.
- Descostrado.
- Desgaste corrosivo y adhesivo o escoriado.
- Quemado.
- Interferencia.
- Marcas de amoladura.
- Rotura por sobrecarga y por fatiga.
- Grietado.

Según la descripción AGMA, puede detectarse la causa de las fallas de los engranajes según el aspecto que presenten.

- Unos serán imputables al lubricante y a su calidad. Tabla 6.
- Otros no serán imputables. Tabla 7.

Tabla 6.- RELACIÓN DE TIPOS DE FALLAS IMPUTABLES AL LUBRICANTE

TIPO AGMA	CAUSAS
Desgaste destructivo	Carga excesiva para el lubricante que se utiliza.
Rayado ligero o severo	Presión y temperatura suficiente para desalojar película de aceite.
Escoriación	Capacidad inadecuada de transporte de carga para el lubricante.
Desgaste corrosivo	Reacción química del lubricante o por contaminantes.
Quemaduras	Refrigeración inadecuada para un lubricante inadecuado.

Tabla 7.- RELACIÓN DE TIPOS DE FALLAS NO IMPUTABLES AL LUBRICANTE.

TIPOS	CAUSAS
Desgaste abrasivo	Partículas extrañas que arrastra el lubricante.
Arañado	Etapas de desgaste abrasivo partículas mayores.
Lomos y canaletas	Defecto de alineación generalmente.
Arrollamiento	Cargas pesadas y desiguales “martilleo”
Rizado	Fuertes cargas en aceros carburizados.
Picado inicial	Durante puesta en marcha inicial hasta eliminar puntos sobresalientes.
Picado destructivo	El que sigue progresando al picado inicial.
Descostrado	Estado avanzado del picado destructivo, conectándose unas picaduras con otras.
Interferencia	Mala alineación, contacto excesivo entre dientes.
Marcas de amoladura	Grietas finas causadas por el rectificado muela.
Rotura dientes	Sobrecarga o cheque repentino.
Rotura por fatigas	Por repetición de cargas se inicia una grieta y continúa extendiéndose.
Grietado	Deficiente control de fabricación, núcleo blando.
Grietas por inmersión	Defecto de tallado o mal tratamiento al calor.

5.5.- MANTENIMIENTO DE CORREAS

Al inspeccionar y reemplazar correas y componentes de transmisión defectuosos antes de que fallen, se reduce el alto costo debido a la paralización del equipo y demoras en la producción.

Un programa completo y efectivo de mantenimiento preventivo reúne varios elementos, entre los cuales se tienen:

- Mantener la seguridad en los alrededores de trabajo.
- Conocimiento de las características de las correas.
- Seguir los procedimientos adecuados de instalación de correas.
- Seguir un programa de inspección rutinaria de la transmisión.
- Realizar evaluaciones de rendimiento de la transmisión.
- Conocer como localizar averías y corregirlas.

INSPECCIÓN SIMPLE DE LA TRANSMISIÓN: Una buena forma de comenzar el mantenimiento preventivo es con una inspección rutinaria de la transmisión como una parte integral del mantenimiento. Se debe estar atento ante cualquier vibración o sonido anormal mientras se revisa el funcionamiento de la transmisión protegida. Una transmisión bien diseñada y atendida funcionará en forma suave y silenciosa.

Se debe inspeccionar el resguardo para determinar si está flojo o dañado. Además se debe mantener libre de desperdicios o acumulación de polvo y de suciedad. Cualquier acumulación de material sobre el resguardo actúa como aislante y podría causar que la transmisión funcione a mayores temperaturas.

Es importante reconocer que la temperatura afecta la duración de la correa, un pequeño aumento podría acortar su vida útil hasta en la mitad.

Se tiene que revisar si existen filtraciones de aceite o grasa por el resguardo. Esto puede indicar cojinetes sobrelubricados. Si este aceite o grasa toca la correa, puede hincharse o torcerse, causando fallas prematuras de la correa.

Además es recomendable inspeccionar el montaje del motor para asegurar un ajuste adecuado. Revisar las ranuras de compensación o rieles que deben estar limpios y ligeramente lubricados.

FRECUENCIA DE INSPECCIÓN: Los siguientes factores influyen en la frecuencia con la que se debe inspeccionar un sistema de transmisión:

- Velocidad de operación de la transmisión.
- Ciclo de operación de la transmisión.
- Importancia del equipo.
- Temperaturas extremas del ambiente.
- Factores ambientales.
- Accesibilidad del equipo.

La experiencia con el equipo es la mejor guía en cuanto a la frecuencia de las inspecciones de transmisiones de correas. Requieren inspecciones frecuentes las transmisiones que funcionan a altas velocidades, con cargas pesadas, en condiciones de paradas y arranques continuos y con temperaturas extremas o en equipo especial.

FORMA DE INSPECCIONAR UNA CORREA: Se debe comenzar observando si hay señales de desgaste o daño anormal, es posible localizar y corregir posibles problemas en la transmisión.

Se tiene que marcar o realizar una indicación en un punto de la correa. También se debe recorrer la correa revisando grietas, áreas con roturas, cortes o patrones de desgaste anormal.

Revisar la temperatura de la correa por si hay calor excesivo. Considerando que las correas de hecho se calientan durante su funcionamiento, si están muy calientes al tacto es necesario solucionar el problema. La mano puede tolerar hasta aproximadamente 60 °C, la temperatura máxima en que debiera funcionar una correa con un mantenimiento adecuado.

Las correas deben reemplazarse si existen indicaciones obvias de grietas, roturas, desgaste anormal o pérdida de dientes en una correa sincronizada.

FORMA DE INSPECCIONAR UNA POLEA: Siempre es recomendable revisar el alineamiento y montaje adecuado de las poleas y piñones. Si se han retirado las correas de la transmisión, deben revisarse las poleas en caso de haber desgaste o daños.

Para inspeccionar el alineamiento, todo lo que se necesita es una regla, y para sistemas de transmisión con centros largos, una cinta de acero. Si no se dispone de ellas, una cuerda fuerte servirá.

Tres causas de desalineamiento en las poleas son:

- 1.- Los ejes de la máquina motriz y de la impulsadora no están paralelos.
- 2.- Las poleas no están bien ubicadas en los ejes.
- 3.- Las poleas están inclinadas debido a un mal montaje.

Mientras mayor sea el desalineamiento, mayor es la posibilidad de inestabilidad de la correa, mayor el desgaste y necesidad de reemplazarla.

INSPECCIÓN DEL RESGUARDO: Revisar los resguardos para ver si existen desgastes o daños. Limpiarlos para evitar el aislamiento y la falta de ventilación. Limpiar cualquier grasa o aceite que pueda haber caído.

REVISIÓN DE OTROS COMPONENTES: Siempre es recomendable examinar el alineamiento y la lubricación de los rodamientos. También revisar el montaje del motor para que ajuste correctamente. Asegurarse de que los rieles de compensación estén sin desperdicios, obstrucciones, suciedad ni corrosión.

REVISIÓN DE LA TENSIÓN DE LA CORREA: Siguiendo la inspección de los componentes de la transmisión, la etapa final es examinar la tensión de la correa, y si es necesario, ajustarla. Entonces, se debe efectuar una revisión final de alineamiento.

Si se aplica demasiado poca tensión, la correa puede deslizarse. Demasiada tensión puede reducir la duración de la correa y el rodamiento.

La tensión correcta es la tensión más baja con la cual la correa no se deslizará cuando la transmisión funcione a toda su capacidad.

PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN Y ALINEAMIENTO DE POLEAS: La mayoría de las poleas están correctamente conectadas al eje mediante un buje fino que encaja en una ranura fina de la polea. Este tipo de sistema consiste en un buje, una polea y frecuentemente un tornillo y una llave. Los bujes vienen en diferentes tamaños. Esto permite una reducción en la cantidad de repuestos que es necesario mantener en el inventario de la planta ya que un buje puede utilizarse con varios tamaños diferentes de poleas.

MEJORAMIENTO DEL RENDIMIENTO DE LA TRANSMISIÓN: A veces un sistema de transmisión de correas puede modificarse para mejorar su rendimiento. El primer paso es ver si pueden hacerse mejoras simples a un costo mínimo. Esto implica revisar el diseño de la transmisión para que tenga la capacidad adecuada.

Si el sistema de transmisión de correas ha sido diseñado, instalado y mantenido adecuadamente, necesitará muy poca atención. Ocasionalmente, sin embargo, un sistema de transmisión puede dañarse o desajustarse por un golpe.

Los cambios en los requisitos de operación o las condiciones ambientales pueden también crear problemas.

6.- MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DEL EQUIPO

6.1.- SISTEMA DE POTENCIA

6.1.1.-INSTRUCCIONES PARA OPERACIÓN

INSTALACIÓN: Los motores usados por las compañías son diseñados para las diferentes situaciones de movilidad o transporte, son montados sobre subestructuras o bases en el sitio donde van a realizar la perforación. A continuación se darán algunos detalles que son convenientes tenerlos en consideración:

- 1.- Asegurar que el terreno donde se van a localizar las subestructuras o bases sea sólido, que evite el hundimiento cuando existen problemas de humedad.
- 2.- Evitar los desniveles en la instalación de los motores. Los problemas de vibración pueden causar daños y fatiga en la estructura de los motores.
- 3.- Realizar el alineamiento en el montaje de los motores.
- 4.- Dar una correcta tensión a las correas, para evitar los esfuerzos innecesarios de los ejes.
- 5.- Inspeccionar los tubos de escape de los motores, montarlos con su sección flexible que previene daños por expansión térmica y vibraciones.

INFORMES PARA LOS MOTORES DIESEL: Los detalles conforman el registro de un motor diesel deben poseer:

- 1.- La hora. El primer paso debe ser anotar la hora del día cuando se comienzan las lecturas de cada serie.
- 2.- La carga del motor. En el caso de una carga eléctrica, las lecturas del voltímetro y del amperímetro deben ser reportadas.
- 3.- La velocidad del motor. Un tacómetro o un contador de revoluciones, proporcionará la información sobre la velocidad del motor. Si se toma la lectura por un contador, se debe tener un reloj para que el operador pueda tomar las lecturas del contador en intervalos exactos.

- 4.- Consumo de combustible. Si se usa un medidor de combustible, es muy importante efectuar las lecturas a intervalos exactos de tiempo.
- 5.- Escape. Estas anotaciones son:
- a.- La temperatura de escape de cada cilindro.
 - b.- La temperatura en la línea de escape en las proximidades del múltiple.
 - c.- El color del humo del escape con una descripción, tal como: claro, neblina claro, gris claro, gris oscuro o gris muy oscuro.
- 6.- Aceite lubricante. Se debe anotar:
- a.- Presión del aceite a medida que es descargado por la bomba de presión.
 - b.- Temperatura del aceite antes de ser enfriado y después de ser enfriado.
 - c.- Presión del aceite después de pasar por los filtros.
- 7.- Agua de enfriamiento. Se debe registrar:
- a.- Temperatura del agua cuando va al múltiple de enfriamiento.
 - b.- Temperatura del agua al salir de los cilindros o en la línea de salida del agua.
- 8.- Aire de depuración. Las anotaciones deben constar de la temperatura y de la presión del aire después de pasar por el soplador. Las lecturas de la presión son dadas en pulgadas de mercurio o lppcm.
- 9.- Condición del superalimentador. Estas anotaciones tienen la temperatura y presión del aire después de la bomba reforzadora. Las lecturas de la presión serán en pulgadas de mercurio o psi.
- 10.- Temperatura del aire. Esta anotación se toma en el lado de admisión antes del filtro de aire.
- 11.- Observaciones. Cualquier comentario o información del motor que pudiera ayudar deberá ser registrada. Como por ejemplo: se colocó el segundo motor en línea o se detuvo. Se encontró el filtro de aceite tapado por la suciedad. Se procedió a utilizar el segundo filtro, etc.

6.1.1.1.- PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Los renglones específicos para los diferentes motores variarán de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes, así como el equipo auxiliar existente, los instrumentos y las alarmas disponibles. El tipo de servicio, clima, y otras circunstancias especiales

tendrán mucho que ver en el mantenimiento de una instalación dada. Cualquier equipo no incluido en la lista se deberá revisar con tanta frecuencia como la que se indique en el departamento de mantenimiento de la empresa. Algunas piezas requieren una revisión por parte del mecánico de motores diesel, utilizando instrumentos y herramientas especiales. Cualquier cambio en un programa de mantenimiento establecido, debe ser precedido de un análisis de la operación.

6.1.1.2.- LUBRICACIÓN

Un análisis de lubricante debe ser el factor principal para establecer el programa de mantenimiento y se debe estudiar antes de hacer algún cambio o alargar los intervalos de mantenimiento. En lugares muy polvosos y en condiciones severas, quizás se deban acortar los intervalos. En este caso hay que volver a analizar la operación y el lubricante.

El lubricante se utiliza en los motores para lubricar las piezas móviles, suministrar enfriamiento interno y mantenerlo limpio porque suspende los contaminantes y los elimina. El aceite también actúa como sello para la combustión y protege las piezas internas contra la herrumbre y la corrosión.

El uso de aceite de calidad, a intervalos correctos de cambio de aceite y de filtros, es un factor importante para prolongar la duración del motor. La responsabilidad de cumplir con las especificaciones, la calidad del producto y su rendimiento de servicio, recae en el proveedor del aceite.

También se debe tener en cuenta que se requiere un combustible que cumpla con las propiedades mínimas para obtener una adecuada combustión, esto forma parte del buen funcionamiento de un motor.

El agua debe estar limpia y libre de productos químicos-corrosivos, tales como cloruros, sulfatos y ácidos. Deben tener un pH entre 8 y 9.5. Se debe mantener el filtro de agua en el motor. Es una unidad que deriva una pequeña cantidad de agua del sistema, a

través de un elemento filtrante y para tratamiento que debe ser reemplazado periódicamente.

6.1.2.- MOTORES ELÉCTRICOS

Los taladros de perforación impulsados por electricidad generalmente se les denomina taladros eléctricos; en realidad, la parte eléctrica de un taladro es un método de transmisión de potencia. Todos los componentes de un taladro que se utilizan para la perforación son los mismos que se utilizan en un taladro mecánico. El equipo eléctrico es equivalente al compuesto de cadena de un taladro mecánico. Las transmisiones eléctricas constan de las siguientes partes, aunque también dependen de la manera de utilizar los generadores:

- 1.- Impulsores primarios (motores).
- 2.- Generadores.
- 3.- Excitador para cada generador.
- 4.- Controles de los generadores.
- 5.- Cables eléctricos.
- 6.- Controles de potencia eléctrica.
- 7.- Controles del perforador.
- 8.- Motores eléctricos para cada componente del taladro.

6.1.2.1.- ALMACENAMIENTO

Los requerimientos ideales deben ser, mantener una temperatura uniforme (entre 40 °F y 140 °F) en todo el cuarto, mínimo 10 °F por encima del punto de rocío. La humedad relativa del 50% o menos. Las acumulaciones de polvo deben ser mínimas, sin vapores dañinos y sin vibraciones, el cuarto seleccionado debe estar en lo posible limpio y seco.

Se deben desarmar las principales partes del motor y limpiarlas. En motores abiertos, recubrir las superficies expuestas del motor con una película que sea removible con solventes.

Cuando el almacenamiento ha pasado el año, se debe repintar las superficies antes de reensamblar. Se debe también remover los tapones de drenaje de la condensación de las unidades equipadas con estos, e insertar tapones en las aberturas.

También se tiene que cubrir la unidad para aislarla de la suciedad, polvo, humedad y otros materiales extraños. Si la unidad no se puede mover de su base y se desea más protección, todas las aberturas y la unidad completa se deben cubrir con un plástico.

Cuando el motor no pueda ser sellado y la humedad relativa sea mayor del 50%, las bodegas deben tener calentadores para mantener la temperatura mínima a 10 °F por encima de la temperatura ambiente para prevenir los efectos dañinos de condensación de la humedad.

Las camisas de las balineras son unidades que son armadas sin lubricante. Una película de aceite inhibidor de óxido protege las balineras y ejes durante el embarque, pero esta protección no es la mejor para largos almacenamiento.

Las máquinas verticales poseen balineras antifricción lubricadas con aceite y operan a 1800 RPM o menos, son diseñados para que el aceite las cubra completamente. Las máquinas verticales para operaciones más rápidas (3600 RPM) usan un sistema de lubricación niebla-aceite requiriendo que las balineras estén por encima del nivel normal de aceite. Aceites no lubricantes se deben tomar para estas unidades. Los motores deberían ser desarmados parcialmente para tomar las balineras y cubrirlas con aceite cada tres meses aproximadamente.

También poseen balineras antifricción lubricadas con grasa, las cuales son armadas desde la fábrica y empacadas con grasa y no requieren una preparación muy extensa.

6.1.2.2.- INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN

INSTALACIÓN: El montaje debe realizarse de acuerdo a especificaciones del fabricante. Antes de verificar el montaje se debe quitar con un solvente la capa de protección al eje contra el óxido aplicada en la fábrica. El producto de limpieza no debe penetrar en la balinera. Colocar el motor sólo en aquellos lugares en los que el aire utilizado para fines de refrigeración pueda entrar y salir sin obstáculos. También se debe observar si en las cercanías hay alguna máquina que desprenda aire caliente.

Los acoplamientos rígidos no son admisibles. Los elásticos tienen que alinearse de tal manera que los centros de los ejes estén uno frente al otro y los ejes se encuentran paralelos (en el caso contrario se originarían daños en las balineras).

También debe tenerse en cuenta el proceso de conexión de los motores.

PREPARACIÓN PARA EL SERVICIO: El interior como el exterior del motor debe estar libre de aceite, agua, polvo y suciedad. El exterior debe ser limpiado y el interior debe ser soplado con aire a baja presión o con brochas.

Limpiar el inhibidor con un solvente adecuado. Se deben asegurar de que las balineras y las cavidades para el aceite estén libres de polvo y suciedad y además los tapones deben estar bien cerrados. El óxido sobre el eje debe ser removido. Relubricar las balineras, volver a colocar los empaques, remover los desecantes.

Independientemente del método de almacenamiento la resistencia del aislante del embobinado de cada motor debe ser medido primero para colocarlo en servicio.

Si la resistencia del aislamiento es menor que la recomendada, el estator puede ser secado reduciendo el voltaje, teniendo en cuenta que la resistencia del aislamiento no descienda por debajo de 1000 Ohm por cada voltio registrado en la placa del motor durante el período de secado.

6.1.2.3.-MANTENIMIENTO

El polvo y la suciedad, son los mayores enemigos de todo equipo eléctrico y se deben eliminar. La suciedad recoge humedad y ocasiona los cortocircuitos o puede hacer que las partes móviles se peguen. Tanto el aceite como la grasa, que son buenos recolectores de suciedad, se deben mantener alejados de todo el equipo eléctrico. Para engrasar las balineras deben seguirse las instrucciones del fabricante.

Para limpiar un equipo grande, se deben utilizar trapos sin hilachas y la suciedad debe ser expulsada por medio de aire comprimido seco. Nunca se deberá usar agua para limpiar los equipos eléctricos. Cuando se trate de limpiar un equipo pequeño se puede usar una brocha pequeña y aspirar el polvo. Este no debe soplar hacia los contactos y armadura.

En un taladro apagado se deben revisar que las conexiones estén apretadas. Todo el alambrado cerca de las conexiones apertadas se deberá revisar para asegurar que no estén flojas.

No se deberá utilizar aceite y grasa en el generador del motor. Un generador normal en operación tiene una película sobre el mismo pero esta nunca necesita aceite. Los generadores que presenten ranuras o huellas se deben reparar. Las escobillas rotas o quemadas en el generador indican que el generador está fuera de redondez o tiene barras altas o bajas. Esto significa que la unidad debe ser sacada y enviada al taller para su reparación porque el eje se ha doblado o ha habido un calentamiento excesivo en el motor.

Una inspección regular de las escobillas del motor y generador es importante. El polvillo de carbón que se acumula en las escobillas debe ser soplado para prevenir que se pegue la escobilla en su sostén. Los portaescobillas se deben inspeccionar y mantenerlos en buena condición, sin cables desgastados. Comprobar con intervalos de tiempo adecuados el acoplamiento correcto o la colocación y la tensión de la correa.

6.1.2.4.- LOCALIZACIÓN DE FALLAS

Se debe hacer un estudio organizado del problema y un método de procedimientos para investigación y corrección de la falla. Realizar el planteamiento de las siguientes preguntas:

- 1.- ¿Cuáles fueron las señales previas al problema?
- 2.- ¿Qué trabajo de mantenimiento y reparación se ha realizado previamente?
- 3.- ¿Ha ocurrido antes un problema similar?
- 4.- ¿Si el motor continua trabajando se puede dejar sin peligro en estas condiciones y seguir la investigación?

6.2.- SISTEMA DE LEVANTAMIENTO

6.2.1.- APAREJO DE POLEAS

Las poleas están provistas de un guarda polea para prevenir que el cable de perforación salte.

Se recomienda que la lubricación de las poleas de la corona se haga, al menos, una vez cada viaje. La lubricación se efectúa por medio de presión a través de huecos perforados en los ejes de la corona. Se recomienda el uso de grasa a base de litio.

6.2.1.2.- MANTENIMIENTO DEL BLOQUE VIAJERO

Este varía de un lubricante a otro. Existen dos procedimientos en el taladro para asegurar que el bloque viajero trabaje correctamente durante un largo período de tiempo: lubricación e inspección.

LUBRICACIÓN DE BLOQUES: Se puede inmovilizar el bloque al lado opuesto del encualladero. Un programa de lubricación consiste en aplicaciones diarias a los cojinetes de las poleas por medio de los engrasadores provistos para tal fin, así como la lubricación semanal de los pasadores de las asas. Para la lubricación de los bloques que carecen de engrasadores, es necesario seguir las instrucciones suministradas por el fabricante. El orden

de las líneas en el bloque se tiene que invertir de vez en cuando para emparejar el desgaste en las poleas de la línea viva, las cuales reciben el mayor uso.

INSPECCIÓN DE LOS BLOQUES: Consiste en buscar poleas torcidas o desviadas, ranuras desgastadas, cojinetes flojos o dañados, y asegurar que los engrasadores no se hallan caído de su puesto. La plataforma de seguridad de la corona y sus pasamanos, así como las bridas, soldaduras y almas de las vigas se deben inspeccionar cuidadosamente por señales de desgaste. En lo posible, el montaje de la corona también se debe invertir para emparejar el desgaste de las poleas tanto de la línea viva como las de la línea muerta.

6.2.1.3.- LUBRICACIÓN DE CABLES

Los cables metálicos se emplean para levantar y transportar cargas, y por ende se hallan sometidos a ciclos continuos de tensión y compresión. Están constituidos por lo general de 6 u 8 trenzas de alambre retorcidos en el mismo sentido y alrededor de un núcleo, que permita conservar el lubricante aplicado en el proceso de fabricación. Este lubricante tiene como finalidad primordial, la de prevenir la corrosión de la parte interior del cable, el núcleo permite la flexibilidad, lo cual es necesario para aquellas situaciones donde se tenga que enrollar alrededor de un tambor o que tenga que girar alrededor de una polea. Inicialmente el núcleo de fibra es flexible pero a medida que funciona se va comprimiendo a una fracción de su volumen original y se vuelve rígido, ya que el lubricante que se aplicó durante el proceso de fabricación se va consumiendo y la fibra se va gastando. Esto presenta el problema de que es difícil de lubricar desde el exterior.

Cuando el cable va a soportar cargas de tensión y no va a estar sometido a ningún tipo de movimiento o cuando va a estar expuesto a altas temperaturas o exista peligro de que sea aplastado, se emplea en el núcleo principal otro cable con núcleo de acero.

PROPIEDADES DE LOS LUBRICANTES EMPLEADOS: Las principales propiedades son:

- 1.- Buena resistencia al agua.

- 2.-Deben permanecer blandos a bajas temperaturas de funcionamiento. Y con buena consistencia y adhesividad cuando las temperaturas sean elevadas.
- 3.- Deben tener buenas propiedades de penetración para que lubriquen las superficies donde se presenta la mayor fricción.
- 4.- Se deben emplear con aditivos de E. P. (extrema presión) en condiciones de operación severas.
- 5.- Buenas propiedades inhibidoras de herrumbre y ser protectores contra la corrosión cuando se trabaje a la intemperie.

TIPOS DE LUBRICANTES: Existe diversidad de lubricantes de acuerdo con los requerimientos que se tengan. Entre ellos se tienen:

- 1.- Aceites:** Por lo general deben ser de alta viscosidad y se deben aplicar sumergiendo el cable en un baño caliente de dicho aceite. La viscosidad apropiada del aceite depende de las condiciones de operación y del tipo de cable. Se emplean, principalmente, para lubricar la parte superior del cable.
- 2.- Grasas:** Se emplean para recubrir la parte exterior del cable y evitar la salida del aceite aplicado en la parte interior. También se usan cuando el medio circundante es contaminado para evitar la entrada de partículas hasta la superficie de fricción, es necesario analizar qué tan contaminado es el medio y el tipo de contaminante, ya que si los contaminantes son muy abrasivos, la grasa ayuda a acumular todos estos contaminantes ocasionando un elevado desgaste en la superficie exterior del cable, en las poleas, en el tambor o donde esté girando.

MÉTODOS DE LUBRICACIÓN: El requisito indispensable para el método de lubricación, es que las superficies estén limpias y secas; de lo contrario el lubricante quedará mal aplicado y vendrá el desgaste. Para la limpieza se pueden usar cepillos de alambre, kerosén u otro solvente que elimine cualquier traza de ellos. Entre los métodos de lubricación más empleados, se tienen:

- Manual.
- Con un embudo o recipiente metálico.
- Con poleas en un depósito metálico.

Los métodos de lubricación en el campo son:

- Aplicación caliente.
- Baño continuo.
- Por goteo.
- Por vaciado.
- Achicamiento y pintura.
- Por aspersión.
-

CUIDADO DEL CABLE DE PERFORACIÓN: Las siguientes recomendaciones son las más apropiadas para el cuidado del cable de perforación:

- - El principio que rige el cuidado del cable de perforación es el de mantener condiciones de trabajo seguras en tanto se obtiene el mayor número de toneladas-milla de servicio de cable.
-
- - Cuando se transporte un carrete, se deben utilizar láminas protectoras con eslingas para impedir que se rompa el cable. Además de usar fajas de manera protectoras en el cable, se deben tomar otras precauciones, como la de atar la eslinga a través del orificio central en el carrete y el uso de una barra en el aro del carrete.
-
- - Se debe evitar caer el carrete. Un carrete roto o estropeado daña el cable.
-
- - El carrete no debe rodar sobre superficies donde atrape arena o sucio.
-
- - Se debe tener un soporte sólido para devanar el cable.
-

- - Se tiene que colocar el carrete en línea con el amarre del cable muerto para evitar el roce entre piezas de acero.
-
- - El cable se puede arrollar desde el fondo de su carrete hasta el amarre del cable muerto.
-
- - Antes de mover el cable de perforación a través del sistema de arrollado, se debe colgar siempre el bloque viajero verticalmente con el cable de acero separado.
-
- - Se debe revisar el estado de las poleas del bloque y la corona. Las poleas desgastadas pueden dañar el cable.
-
- - Cuando se ensarta el cable, utilizar una agarradera de cable con la unión giratoria para impedir que se transfiera el doblez al cable de perforación.
- - No se debe desacelerar la rotación del carrete con ningún instrumento que entre en contacto con el cable. Un pedazo de madera que se coloque en la parte exterior del carrete es un buen freno.
-
- - Se tienen que evitar la formación de torceduras en el cable de perforación. Cualquier nudo debe soltarse manualmente para evitar torceduras.
-
- - No hay que dejar que el cable roce contra cualquier parte de la cabria o del mástil. Se puede utilizar una polea de diámetro grande para guiar el cable.
-
- - Se debe atar el cable de perforación al tambor, según la recomendación del fabricante del malacate.
-
- - Hay que colocar suficientes vueltas muertas en el tambor.
-

- - Se debe evitar golpear el cable con un martillo o cualquier instrumento que pueda producir abolladuras o indentaciones a los alambres.
-
- - Hay que revisar la abrazadera en el amarre del cable muerto. El cable debe estar firmemente atado para evitar el deslizamiento. Si la abrazadera no está firme se triturará el cable.
-
- - Se debe tener una cubierta protectora para el carrete del cable de perforación para protegerlo contra el lodo, los fluidos corrosivos, el agua y polvo.
-
- - Hay que verificar el ángulo de desviación para asegurar que el centro del tambor está alineado con la polea de la corona. Esto promueve el arrollado uniforme y reduce el desgaste de la polea fija.
-
- - Se debe utilizar un cable guía para amortiguar el latigazo de la línea fija y lograr un mejor arrollado.
- - Hay que utilizar rodillos de regreso a cada lado del tambor para reducir fricción en aquellos puntos en donde se empiezan nuevas capas de cable.
-
- - El exceso de velocidad es la causa principal del desgaste del cable. Esto se convierte en un problema cuando se levanta el bloque descargado.
-
- - Al levantar el bloque sin carga, se tiene que soltar el embrague y dejar que la polea suba los últimos pies. Así se logrará un mejor arrollado y se mejora el desgaste del cable.
-
- - La carga por impacto se presenta cuando se carga o descarga repentinamente un cable. Hasta cierto punto, esto es algo inevitable en un taladro. No obstante, el perforador puede evitar estas cargas levantándolo y aliviando las cargas.
-

- - Cuando el bloque está subiendo o bajando, las partes del cable que están en contacto con las poleas están sujetas a fuertes torceduras y esfuerzos por fatigas.
-
- - El esfuerzo es más severo en el cable que toca la polea de la corona muerta y el amarre del cable muerto. Estas partes del cable no se mueven en el proceso continuo de carga y descarga. La vibración del cable muerto es otra fuente de esfuerzo por fatiga.
-
- - El desgaste por lavado, es intenso en los puntos de retorno, al lado de las bridas del tambor. El cable roza contra la brida y parte del cable que está en el tambor.
-
- - En un tambor ranurado desbalanceado, se produce cierto desgaste en donde el cable cruza cada sopladura de la capa inferior.
-
- - El arrollado flojo en el tambor produce cortes en el cable de perforación. Esto produce un grave desgaste por lavado y trituración de partes del cable.
-
- - Periódicamente, se debe hacer una inspección visual del cable de perforación a medida que se enrolla o desenrolla del tambor. Los puntos débiles que acusen alambres rotos o desgastados, o una distorsión del cable se pueden eliminar del sistema mediante deslizamiento y corte del cable. Cuando se hacen trabajos con tubería atascada o de pesca se producen sobrecargas o cargas de impacto que hacen aconsejable una inspección.
-
- - El cable de perforación se debe deslizar de tres a cinco veces entre cortes para eliminar las partes desgastadas del cable. El deslizamiento no elimina los puntos de desgaste del tambor.
-
- - La longitud del corte se debe calcular y medir cuidadosamente. Para eliminar los puntos desgastados.
-

- - Tal vez sea necesaria la lubricación en el campo si el cable está seco. Utilizar el lubricante recomendado.

-

SELECCIÓN DE LA VISCOSIDAD DEL ACEITE REQUERIDO: Inicialmente durante el proceso de fabricación del cable, el núcleo, se impregna de un aceite cuya viscosidad oscila entre 23mil y 80mil cSt a 40 °C. Deben tener aditivos anticorrosivos para proteger adecuadamente la parte interior del cable. La viscosidad adecuada del cable en servicio se selecciona conociendo el mecanismo en el cual va a trabajar y las condiciones de operación a las cuales va a estar sometido.

CUIDADOS QUE SE DEBEN TENER CON LOS CABLES METÁLICOS CON RESPECTO A LA LUBRICACIÓN:

- - En condiciones de trabajo polvorientas no se deben lubricar ya que el desgaste será mayor.

-

- - Cuando los cables permanezcan inactivos por largos períodos de tiempo, es necesario limpiarlos y luego lubricarlos para prevenir la herrumbre y corrosión.

-

- - Los cables nuevos a los cuales no se le vaya a dar uso de inmediato, se deben lubricar con productos protectores, los que al aplicarlos, formen una película gruesa y blanda o esmaltada y transparente. Se debe procurar que el depósito esté ventilado y seco. Los rollos de cable se deben colocar sobre plataformas de madera para aislarlos del piso.

-

- - Un cable debe ser considerado como un mecanismo con muchas superficies de fricción, que requiere lubricación para evitar contacto metálico entre ellas y su desgaste.

MANTENIMIENTO: En la Tabla 8 se presentan los principales problemas y las causas de algunas fallas de los cables.

Tabla 8.- PROBLEMAS EN EL CABLE DE PERFORACIÓN

PROBLEMA	CAUSA PROBABLE
Cable roto.	Sobrecarga como resultado de impacto o golpe severo, torcedura, daño, desgaste localizado, oxidación y pérdida de elasticidad.
Corrosión excesiva.	Falta de lubricación. Exposición a sal, gases corrosivos, aguas alcalinas, agua ácida, lodo o tierra. Períodos de inactividad sin protección.
Cable doblado o roto al llegar al local.	Hacer rodar el carrete sobre obstáculos, o dejarlo caer o uso de palanca contra la superficie del cable.
Retorceduras, recodos, y otros lugares deformados.	Mal enrollamiento en el tambor. Amarre mal hecho. Anclaje impropiaemente ejecutado. Carretes de tambor abierto demasiado separados. Sometimiento del cable a tensión mientras pasa por una polea pequeña o algún obstáculo.
Rotura de los alambres.	Calor por fricción desarrollado por presión.
Desgaste excesivo en determinados puntos.	Retorceduras por manejo incorrecto. Cortes muy frecuentes en el extremo del lado del tambor.
Desgaste irregular en un cable con empalme.	Un cable con empalme nunca es tan fuerte como un cable continuo; la flojedad en el cable tiende a retorcer y causar desgaste irregular.
Desgaste por abrasión.	Falta de lubricación. Deslizamiento de las abrazaderas. Condiciones de trabajo arenosas. Roce contra un objeto fijo o contra una superficie abrasiva. Mal alineamiento. Ranuras y poleas pequeñas.

6.2.2.- CABRIAS Y MÁSTILES

Los fabricantes de torres, mástiles y subestructuras en cooperación con el API, proveen las especificaciones de cargas aplicables. Si se llevan a cabo esas especificaciones,

es poco probable que ocurra una falla. Para torres de acero, la carga crítica, es más o menos el 200% de la capacidad nominal. Las cabrias y mástiles son diseñados para cierta cantidad estática de carga en el gancho cuando se usa un número específico de líneas y con una posición establecida para el ancla pueden alterar la capacidad estática de la carga en el gancho.

CABRIAS DE ACERO: Las evaluaciones de las torres de acero son citadas como “capacidad nominal bruta”, siendo la capacidad para carga estática segura, aplicada centralmente al marco base del portapoleas. Las cuatro patas de la torre son diseñadas como columnas, cada una de las cuales soportará una carga igual a la cuarta parte de la capacidad bruta de la torre. La carga excéntrica o diagonal puede alterar la capacidad neta de una torre de acero. En la perforación rotaria el cable muerto es anclado cerca de una de las esquinas de la torre opuestas al malacate. Esta pata debe soportar la carga más pesada, siendo una cuarta parte de la carga de la corona más una carga igual a la suspendida dividida por el número de líneas.

MÁSTILES DE ACERO AUTOESTABLES: Los mástiles son diseñados para una capacidad de carga de gancho cuando se usa un número específico de líneas y con una posición establecida para el anclaje de la línea muerta. Cualquier cambio en el número de líneas o el desplazamiento de la posición del ancla puede alterar la capacidad de carga del gancho. La capacidad nominal bruta de un mástil es un equivalente calculado con el fin de compararlo con las capacidades de las cabrias de acero estándar.

La capacidad de carga en el gancho es la carga, en libras, que puede ser suspendida en el gancho, tomando en cuenta la capacidad individual de cualquier componente del equipo de izamiento, y que el compuesto en sí pueda levantar, conforme a las recomendaciones API o a la capacidad asignada por el fabricante. Por lo tanto, la capacidad de carga en el gancho está limitada por aquel equipo que tenga al menos la misma capacidad.

SUBESTRUCTURAS DE ACERO: Cuando se utilicen cabrias y mástiles estándares (API), el cual provee que las subestructuras de mástiles lleven láminas de nombres con

información específica incluyendo: peso máximo de la tubería parada y carga máxima de la mesa rotatoria.

Aunque las subestructuras están diseñadas para soportar estas dos cargas “actuando simultáneamente”, nunca se debe interpretar que la capacidad no utilizada en una de las áreas puede ser transferida, toda o en parte, a otra. Cada uno de estos límites es máximo para su área, independiente de la carga en la otra área.

MANTENIMIENTO PERIÓDICO

COMPONENTES ESTRUCTURALES: La capacidad de resistencia de cualquier miembro de la estructura, depende del estado en que se encuentre, libre de torceduras y otros defectos de daño. Cuando un miembro se dañe, debe ser enderezado o reemplazado, revisando las posibles fracturas en la estructura. El personal debe evitar hacer cortes y soldaduras en cualquiera de los miembros sin asesoría técnica. Las áreas y miembros deben permanecer cubiertos o protegidos para evitar el óxido y la corrosión.

POLEAS DE MANIOBRA: Deben ser lubricadas semanalmente o cada 10 horas de uso.

POLEAS, RODAMIENTOS Y PASADORES: Todas las poleas, rodamientos y pasadores de la base de la torre, líneas ecualizables y la polea de la línea rápida, deben ser lubricados cada vez que se baja o sube la torre, todas las poleas y pasadores deben girar libremente.

TORNILLOS: Deben ser revisados con sus tuercas antes de subir y bajar la torre.

PINES Y SEGUROS: Se deben inspeccionar por desgaste o daño excesivo, mirar si los seguros están correctamente instalados cada vez que se sube o baja la torre.

LÍNEAS PARA SUBIR Y BAJAR LA TORRE: Las líneas para subir y bajar la torre son lubricadas por el fabricante. Se deben realizar inspecciones periódicas para determinar si se

ha mantenido la lubricación entre los alambres y los hilos del cable. Si hay fallas en la lubricación, esta debe hacerse con un lubricante adecuado en cuanto a pH. Antes de subir y bajar la torre se debe revisar el cable para detectar alambres rotos, desgaste, daños por corrosión, torceduras o cualquier otro daño. Si alguna de estas condiciones se da, se debe pensar en la posibilidad de reemplazar el cable antes de continuar su uso.

Es necesario ubicar las graseras o puntos de lubricación, normalmente se localizan en el extremo de los pasadores. El eje de la polea de la corona tiene graseras en ambos extremos del pasador, utilizar el lubricante adecuado para cada punto.

POLEAS DE LA CORONA Y CARRETELES GUÍAS: Los rodamientos con sellos deben ser lubricados racionalmente, ya que el sello no permite que el exceso de grasa salga, esta lubricación debe realizarse semanalmente, sin embargo se debe observar el estado del sello, si este está dañado se debe variar el período de la lubricación o reemplazar el sello si este definitivamente no retiene el lubricante.

PRECAUCIONES IMPORTANTES: Se deben revisar las líneas antes de subir o bajar la torre.

- - Reemplazar todo lo desgastado o suelto, como tuercas, tornillos, llaves, etc.
-
- - Revisar todos los pasadores de posibles daños o desgaste y que todos los tornillos estén en su lugar con las tuercas apretadas.
-
- - Inspeccionar que la línea de anclaje esté asegurada y tensionada cuando se suba la torre.
-
- - Retirar todo el personal no necesario de las áreas de trabajo mientras se sube o baja la torre.

6.2.3.- MALACATE

A continuación se presentan algunos puntos importantes del malacate que deben ser inspeccionados con mayor esmero:

PERNOS Y TORNILLOS: Se deben apretar adecuadamente y para obtener un máximo de poder de sujeción y reducir el aflojamiento bajo cargas, los pernos se deben apretar en un grado mayor que el que habrá de producir las cargas impuestas.

Es deseable lubricar las roscas y las superficies que recibirán las tuercas antes de apretar, ya que roscas secas pueden requerir hasta el doble de torsión que necesite para producir una presión de perno dada.

Todas las partes que hay que instalar por medio de contracción en los ejes de un equipo de esta clase que no sean cojinetes tendrán que estar provistas con huecos para extracción, donde el espacio lo permita.

EJE DEL TAMBOR: El ensamble del eje del tambor consta de tambor, llanta de freno, cojinetes del eje principal, transmisiones del tambor alto y del tambor bajo con embragues de fricción de aire, y un anillo propulsor de dientes ranurados para el freno auxiliar.

Los juegos internos para todos los cojinetes están predeterminados para su ajuste al eje y sus respectivas cabezas de envolturas o cajas en sus diámetros internos. Cuando se está efectuando mantenimiento o una reparación mayor se deberán obtener ajustes de cojinetes y ajustes dados por el fabricante.

EJE SECUNDARIO DEL MALACATE: Consta de embrague y ruedas dentadas de transmisión selectiva alta y baja, de rueda dentada propulsora de tambor alto, y de rueda dentada propulsora de tambor de cuchareo o eje de carretel de maniobras y tambor bajo. Un embrague para desconectar está provisto en la transmisión del carretel de maniobras y tambor bajo para permitir esta propulsión y para que el carretel de maniobras sea desconectado durante las operaciones de perforación, cuando su uso no es necesario.

BLOQUES DE FRENOS: Existen varios tipos de bloques de frenos, cada uno diseñado para una aplicación dada. En búsqueda de una mejor frenada y una más larga vida del bloque, se debe seleccionar el mejor bloque para cada tipo de servicio. Entre ellos se tienen:

- **BLOQUES DE FRENOS NO-METÁLICOS:** Son los bloques de asbesto tejido, usados en los taladros que utilizan frenos con enfriamiento de agua. Estos contienen alambre en el retroceso para darle resistencia adicional y son más elásticos que los bloques metálicos. Es uno de los más utilizados en los taladros de perforación.
- **BLOQUES DE FRENOS METÁLICOS:** Son los bloques tejidos, usados en los taladros que no poseen frenos con enfriamiento de agua, donde hay generación máxima de calor. Contienen alambre fino de bronce a través de todo su espesor, lo cual provee mejor disipación del calor para resistencia adicional contra el daño y el debilitamiento producidos por el calor.
- **BLOQUES LIMPIADORES:** Son bloques moldeados que se montan en el extremo muerto para barrer películas metálicas del freno, evitando que estas se introduzcan en los otros bloques y hagan muescas en el mismo. También promueven un mejor desgaste. Los bloques limpiadores son más abrasivos y poseen menor coeficiente de fricción; es por esto que no se recomienda usar más un bloque limpiador por banda.

MANTENIMIENTO DE LOS FRENOS: La mayoría de los problemas de los frenos se originan por una instalación inapropiada de los bloques, se recomienda dedicar el tiempo adicional y esfuerzos necesarios para tal fin.

Es importante remover las bandas cuidadosamente para evitar que se doblen. Después que se sacan los bloques se deben inspeccionar las bandas. Si están dobladas, torcidas se deben reacondicionar por calentamiento y rodillos en un taller.

Se debe examinar la cara interna de la banda hasta que esté limpia y rugosa, sin herrumbre, escamas, aceite ni grasa. La banda debe ser sometida a chorro de arena si está lisa o herrumbrosa. Es buena práctica limpiar con cepillo de alambre. Nunca se debe pintar la cara interna de la banda.

Los materiales grasos pueden reducir enormemente la resistencia de los frenos. Estos pueden introducirse por filtraciones desde el sistema de lubricación del malacate, salpique de lodo cuando se desconecta la tubería u otro líquido aceitoso usado en la limpieza, o por el mismo lubricante que utiliza el cable de perforación. El cuidadoso manejo de estas sustancias y la frecuente inspección de los frenos evitarán que se empapen los bloques con sustancias que reducirán su coeficiente de fricción para que los bloques se mantengan efectivos.

6.2.4.- EQUIPO DE ELEVACIÓN MISCELÁNEO

Los bloques, los ganchos y elevadores requieren cuidados e inspecciones periódicas para garantizar su funcionamiento adecuado y unas vidas útiles prolongadas.

6.2.4.1.- GANCHO

INSPECCIÓN DEL MONTAJE DEL GANCHO: El punto de enfoque de una inspección del montaje de un gancho es el desgaste de las orejas del enganche. Se debe medir el grosor en el punto de mayor desgaste. La capacidad de carga queda reducida cuando hay desgaste en las orejas de enganche.

INSPECCIÓN DEL NIVEL DE ACEITE DE UN GANCHO: Este posee cámaras hidráulicas que sirven como amortiguadores para absorber la tensión soltada cuando se desenrosca una unión de tubería. De esta manera queda protegido el cojinete principal del bloque. El nivel de aceite en las cámaras hidráulicas debe ser inspeccionado y mantenido como lo recomienda el fabricante. Cuando el aceite está al nivel, el cojinete principal queda sumergido; así el aceite sirve tanto de lubricante como de amortiguador. Es necesario seguir las recomendaciones del fabricante en cuanto al grado del aceite. Inspeccionar los sellos de

las cámaras hidráulicas que contienen el aceite y reemplazar los sellos desgastados. Un gancho simple con amortiguador hidráulico requiere el mismo tratamiento que el gancho-bloque combinado.

6.2.4.2.- ELEVADORES

El mantenimiento de los elevadores en el taladro no es costoso pero sí es importante. El pasador de bisagra se desgasta con el uso y se debe cambiar para eliminar la flojedad en los elevadores. Los pernos de conexión también se desgastan y hay que cambiarlos. Los repuestos se deben tener siempre en el taladro para realizar los cambios necesarios. Se debe asegurar que las piezas se encuentren en su lugar apropiado. Las conexiones del elevador normalmente duran más que la mayoría de las piezas del taladro y no necesitan mantenimiento.

INSPECCIÓN Y LUBRICACIÓN DE LOS ELEVADORES: Todas las partes móviles deben ser lubricadas antes de cada viaje. Se deben examinar para asegurar que el cerrojo y su mecanismo de resorte estén en perfectas condiciones de operación. El pasador de la bisagra debe ser inspeccionado en busca de desgaste que podrían causar afloje en los elevadores. En cuanto sea evidente que el pasador de la bisagra o del cerrojo se empiece a aflojar, los elevadores se deberán enviar para que se les realice una inspección completa. Los pernos de las orejas de enganche en los elevadores tienen que aguantar mucho uso, por lo que se deberán reemplazar con cierta frecuencia. Las tuercas que corresponden a estos pernos deben estar guardadas en su lugar o aseguradas de algún otro modo, y además deben inspeccionarse con regularidad. Si el perno está colocado de manera que el extremo de la tuerca la pueden revisar tanto el perforador como el encuellador del taladro.

También los elevadores deben ser sometidos a una revisión completa por medio de instrumentos calibrados que determinen si el desgaste normal ha alterado seriamente sus dimensiones originales.

6.2.4.3.- ESLABONES

Son las partes más duraderas del equipo y no requieren mayor mantenimiento. Sin embargo, deben ser calibrados de vez en cuando para determinar el grado de desgaste.

6.3.- SISTEMA DE ROTACIÓN

6.3.1.- MESA ROTATORIA

Su mantenimiento consta de prácticas de lubricaciones cuidadosas y bien llevadas. Los fabricantes se han encargado que esta tarea sea fácil y de rutina en el taladro.

6.3.1.1.- LUBRICACIÓN

BAÑO DE ACEITE: La base de de una mesa rotatoria posee una o dos cámaras de aceite en la estructura misma. Estas se deben llenar hasta el nivel especificado utilizando aceite limpio. Para mantenerlo limpio es necesario que los sellos de aceite estén buenos y removerlos cuando no sirvan. Si se contamina el aceite es necesario que se corrija la condición que permitió la contaminación, así como también se debe purgar y desechar el aceite viejo, limpiar el recipiente de material extraño y llenarlo de nuevo al nivel indicado. Cuando la lubricación de toda la maquinaria es con baño de aceite no es necesario realizar otro procedimiento que examinar el nivel del mismo con el medidor y añadir más aceite si es necesario.

PIEZAS DE ENGRASE: Ya sea sobre o cerca del punto que necesita lubricación, o en un punto central adecuado, se encuentran las piezas que suministran la lubricación por engrase donde se necesita. En algunos casos el panel de lubricación en la mesa tiene todas las conexiones de engrase además de la línea de llenado para el recipiente de aceite y el indicador de nivel.

ORIFICIO DE ALIVIO: Permite la purga de un exceso de lubricante. El personal debe enterarse de estos orificios y de cuál es su propósito.

INSTALACIÓN DE LA MESA ROTATORIA: Si la mesa rotatoria es nueva o si se ha puesto en servicio después del almacenaje, se debe examinar el nivel de aceite en el recipiente. También se requiere que se ponga a operar la mesa algunos minutos para después examinar nuevamente el nivel de aceite.

- - También se deben examinar los puntos de engrase para asegurar que han sido lubricados.
-
- - Asegurar que el bloque cuelga sobre el centro de la abertura de la mesa rotatoria.
-
- - Alinear la rueda dentada del piñón con la rueda dentada del malacate.
-
- - Determinar la tensión de la cadena de transmisión entre el malacate y la rueda dentada de la mesa. En operación normal, la banda inferior de la cadena lleva la tensión y la banda de arriba es la parte floja. Cuando la mesa está trabada y la banda inferior está en tensión, la banda de arriba queda lo suficientemente floja para caer de 2 a 3 pulgadas con relación a la línea recta en el punto medio entre la mesa y el malacate.
-
- - Examinar la alineación de la rueda dentada de la mesa en relación con la del malacate. Si se coloca una regla contra un lado de las dos ruedas debe asentar bien contra la cara exterior de la parte de mayor espesor que es el lugar donde se encuentran los dientes.

CADENA DE TRANSMISIÓN DE LA MESA ROTATORIA: Se requiere también instalar el protector de la cadena antes del arranque.

Y lubricar la cadena de transmisión, muchas veces se utiliza un “revestimiento” con un sello de aceite que funciona como un protector de la cadena y la vez es un aparato útil para la lubricación.

El extremo inferior del protector suministra un sumidero a la rueda dentada de transmisión de la mesa. Este conserva el aceite para dar un baño a medida que la cadena pasa.

Se puede desenrollar un sistema de lubricación por alimentación forzada con una bomba de presión que pasa el aceite por la línea de presión a través de unos huecos sobre la cadena. El aceite que sale de este tubo perforado cae sobre las superficies móviles de la cadena.

El protector de la cadena necesita una puerta de inspección que se puede abrir para determinar si se ha parado el flujo del aceite.

6.3.1.2.- MANTENIMIENTO

- Se debe verificar el nivel de aceite de la mesa rotatoria y su funcionamiento debe ser detenido para tal fin.

- - Se tiene que lavar la mesa rotatoria después de cada viaje y siempre que una conexión sea realizada. Esto reducirá la tendencia a que el lodo se asiente, acumule y se endurezca.

-

- - También se debe lavar el lado inferior de la mesa a intervalos frecuentes para impedir la acumulación de lodo.

-

- - Verificar periódicamente el espacio libre del cojinete principal y el espacio libre de contragolpe del juego de engranajes. El espacio libre axial del eje de piñón en sus rodamientos también debe ser verificado. Cualquier aumento anormal de espacios libres puede indicar lubricación inadecuada, materia extraña o abrasiva en el lubricante, u otra condición que requeriría una inspección más minuciosa.

-

- - Por último también es recomendable sacar periódicamente la mesa del armazón e inspeccionar la condición de las piezas internas. Esto permitiría encontrar piezas gastadas, que mediante reemplazo pueden evitar un mayor daño.

Tabla 9.- PROBLEMAS FRECUENTES DE LA MESA ROTATORIA

FALLAS	POSIBLES SOLUCIONES
Ruidos inusitados	Verificar si la mesa tiene espacio libre adecuado para contragolpe, la relación entre la cara del piñón y el engranaje del aro. Verificar los rodamientos principales y engranajes para ver si existen superficies ásperas, desgastes desnivelados u otro daño. Verificar si la mesa tiene lubricación apropiada.
Tendencia a trabarse	Verificar al ajuste de la mesa.

6.3.1.3.- ACCESORIOS DE LA MESA ROTATORIA

Los bujes maestros, los bujes del cuadrante y las cuñas son accesorios importantes utilizados en el proceso relacionado con un viaje.

BUJES MAESTROS: A través de estos la mesa rotatoria transmite el movimiento rotacional al buje del cuadrante y al cuadrante mismo. También son el punto de conexión entre la mesa rotatoria y las cuñas que soportan la tubería durante los viajes.

BUJE DE TRANSMISIÓN DEL CUADRANTE: Funciona de la siguiente manera en la operación de perforación:

- Engancha al buje maestro. Este enganche se realiza por medio de un cuadrado que encaja en el descanso cuadrado del buje maestro o, tiene pines de transmisión que encajan en huecos perforados en el buje maestro. El resultado de este enganche por supuesto es que cuando gira la mesa rotatoria también gira el buje de transmisión del cuadrante.

- - El buje de transmisión del cuadrante está provisto de unos rodillos que permiten el movimiento libre del cuadrante hacia arriba o hacia abajo cuando gira la mesa o cuando esta parada.

-
-

- Los rodillos internos del conjunto del buje del cuadrante se pueden cambiar para que pueda funcionar el buje con un cuadrante cuadrado o uno de forma hexagonal. También, el cambio de los rodillos permite la adaptación a cuadrante de diferentes tamaños.

-

- Cuando se desconecta el cuadrante y se coloca en su descanso, también es levantado el buje de transmisión en conjunto y llevado al mismo descanso.

-

MANTENIMIENTO DEL BUJE DE LA UNIÓN “KELLY”: Existen tres aspectos en su mantenimiento que son importantes:

1.- Lubricación para reducir el desgaste. Generalmente se realiza con pistola de engrase a las piezas incorporadas a la estructura.

2.- Se pueden realizar ciertos ajustes para compensar el desgaste normal. Generalmente esto requiere el uso de cuñas para compensar el movimiento perdido o “juego”.

3.- Casi todos los tipos de buje se pueden desarmar o instalarles nuevas piezas en el taladro.

CUÑAS: Los puntos importantes de las mismas son:

- - Se deben utilizar las cuñas correctas para el tamaño de tubería que se maneja. Cuñas más pequeñas que la tubería estropearán la misma además de romperse los bordes de las cuñas y correrse el riesgo de producirse una caída de la sarta. Cuñas más grandes no hacen contacto con todos los puntos alrededor del tubo. Esto aumenta el riesgo de la caída de la sarta y también daña la parte central de la superficie de agarre de la cuña.
-
- - Si se usan cuñas de piezas separadas, las dos deben estar al mismo nivel cuando soportan el peso de la sarta. No se usan estas cuñas con frecuencia, con sertas pesadas, porque pueden torcer la tubería si una agarra en una posición baja y la otra en una posición alta.
-
- - No se debe deslizar la tubería dentro de las cuñas. Esta práctica aumenta el desgaste de los dientes de las cuñas y hace que la cuña sea expulsada de la mesa con el peligro de lesionar a alguien.
-
- - Reemplazar los elementos de agarre y los pines de las cuñas cuando sea necesario. Esta es una tarea para evitar problemas futuros.
-
- - Evitar el agarre de la caja de la conexión con las cuñas. Esto puede arruinar una cuña, estropear la caja de la conexión y posiblemente causar la caída de la sarta.

REPARACIÓN DE LAS CUÑAS: Estas se escogen para desempeñar un trabajo, cumplirán este propósito si se usan bien y si se reparan cuando sea necesario.

Se pueden fácilmente conseguir las piezas de repuesto para reparar cualquier cuña de fabricación reciente. La superficie de agarre es la parte que necesita más atención. A estas piezas generalmente se les llama dientes o perros, y se desgastan con el uso normal por ello es necesario colocar piezas nuevas.

Se deben descartar las piezas desgastadas o desafiladas. No existe un medio satisfactorio para afilarlas y mantenerlas en servicio después que se desgastan.

Durante un mal manejo, al tomar una sarta pesada en las cuñas, se pueden estropear o romper las asas, los pines y el cuerpo de la cuña. También se puede sustituir cualquier pieza estropeada o rota.

6.3.2.- UNIÓN GIRATORIA (SWIVEL)

6.3.2.1.- INSTALACIÓN

Las uniones giratorias son embarcadas sin lubricante. Los encajes de empaque, el conjunto de tubería de lavado, y el protector de lodo se embarcan como piezas sueltas. El acoplamiento inferior se encuentra instalado más no ha sido apretado.

El siguiente proceso es necesario para poner la unión giratoria en operación:

- - Llenar la reserva con el aceite recomendado. Engrasar los pernos del asa y el sello superior del aceite.
-
- - Sacar el acoplamiento inferior, limpiar y lubricar las roscas con un compuesto de collar de perforación.
-
- - Instalar el protector de lodo. El borde exterior deberá descansar sobre el retén superior del cojinete.
-
- - Instalar la tubería de lavado y el empaque de acuerdo con las instrucciones.

6.3.2.2.- LUBRICACIÓN

- Se deben engrasar las piezas por lo menos una vez diaria.
- Mantener el aceite al nivel indicado.
- Utilizar el grado de aceite y grasa recomendado.
- Mantener los orificios de alivio en condiciones de operación.
- Examinar y engrasar los sellos de aceite diariamente.

Se utilizan dos sistemas de lubricación para el “swivel”: el sistema del baño de aceite y sistema de lubricación por engrase.

No se debe suponer como igual la capacidad del llenado de aceite de las diferentes uniones giratorias. Cada una debe ser llevada al nivel correspondiente.

Los tipos de lubricantes recomendados también varían según las marcas y los modelos de uniones giratorias.

En diversas uniones giratorias la empacadura del tubo de lavado es invertida. Se tiene que asegurar que los labios del anillo de la empacadura van orientados de acuerdo a lo exigido, debido a que esta es otra condición variante en cada “swivel”.

Tomar en cuenta además que algunos modelos grandes son tan pesados que pueden torcer el cuadrante si no son manejados con cuidado al colocar el cuadrante en el descanso (hueco de ratón) o en cualquier situación donde quede sin soporte una buena parte del extremo superior del cuadrante.

Todas las conexiones roscadas por encima de la mesa rotatoria en el conjunto del cuadrante y la unión giratoria y en ciertas partes son de rosca izquierda. Esto es aplicable al vástago de la unión giratoria y al substituto que la conecta con el cuadrante.

MANTENIMIENTO: En la Tabla 10 se pueden observar los problemas más comunes que se pueden presentar en la operación de las uniones giratorias.

Tabla 10.- OPERACIÓN DEFECTUOSA DE LAS UNIONES GIRATORIAS

PROBLEMA	CAUSAS PROBABLES	SOLUCIÓN
Falla prematura de la empacadura del tubo de lavado.	- Falta de lubricación. - Ajuste insuficiente de la caja de la empacadura, lo cual permite que esta gire en el cartucho. - Ajuste excesivo de la caja de la empacadura produciendo daño a las espigas de los anillos y una compresión excesiva de la empacadura. - Desgaste del tubo de lavado. - Mala alineación del tubo de lavado debido a distorsión de la tapa de la caja causada por estropeo o accidente. Esta condición se aprecia por un desgaste desigual en la circunferencia del tubo de lavado. - Ajuste inapropiado de las rolineras.	Engrase por lo menos una vez diaria. Apretar la caja de la empacadura lo suficiente como para prevenir la rotación. Reemplazar los anillos y la empacadura de ser necesario, apretar el cartucho moderadamente pero lo suficiente para prevenir la rotación de la empacadura. Reemplazar colocando de paso una empacadura nueva. La tapa de la caja y el tubo de lavado deben ser inmediatamente reparados o reemplazados. Ajustar los cojinetes.
Filtración de aceite en los sellos.	- Desgaste o daño en los sellos de	Reemplazar los sellos. Tener

	aceite. - Ausencia de ventilación o ventilación que comienza a obstruirse. El calor generado en la rotación causa la expansión del lubricante y la creación de presión.	cuidado de no dañar los labios de los sellos. Instalar el respirador que viene con la unión giratoria, o limpiar el que se ha tapado lavándolo con kerosén.
--	--	---

6.3.3.- MANTENIMIENTO DE LOS VÁSTAGOS DE TRANSMISIÓN (KELLY)

La vida de la sección de transmisión está relacionada con el ajuste del “Kelly” y el buje de transmisión. Una sección de transmisión cuadrada tolerará más que una sección hexagonal. Nuevos ensambles con bujes de rodillos trabajando con “Kellys” nuevos, desarrollaran patrones de desgaste exactos, dependiendo de la forma y el corte del eje transmisión del “Kelly”. Los patrones de desgaste toman como referencia los puntos de contacto cerca de las esquinas. La tasa de desgaste es menor cuando se llega al máximo patrón de desgaste. Esta evaluación debe ser hecha tan pronto como el patrón de desgaste aparezca después de un nuevo ensamble.

REPARACIÓN: Las técnicas para extender la vida de los “Kellys” incluyen la reparación de las secciones de transmisión y la inversión de los extremos.

Antes de intentar rectificar un “Kelly”, este debe ser inspeccionado, para detectar grietas por fallas, y también chequear su dimensión para asegurar que soportará el manejo durante su reparación. La resistencia del “Kelly” reparado debe ser comparada con la resistencia de la tubería de perforación a utilizar.

Ambos extremos del “Kelly” deben ser soldados al tope de éste para hacer posible que el extremo de arriba quede tan corto como el tope original, y la parte inferior quede con el diámetro exacto de las conexiones que van a ser también invertidas. Las soldaduras deben ser hechas en las porciones de mayor espesor de cada extremo para asegurar buenas capacidades de integridad ante la tensión y resistencia a la fatiga de las secciones.

Para evitar agrietamientos y reacondicionar las secciones donde la soldadura ha sido realizada se deben seguir los procedimientos apropiados de soldadura y calentamiento.

6.3.4.- TUBERÍA DE PERFORACIÓN

6.3.4.1.- UNIONES

LIMPIEZA E INSPECCIÓN: Las roscas macho y hembra y los espejos de las barras deben limpiarse completamente. Con la limpieza se obtiene que se remuevan los materiales extraños, lo que permite un ajuste adecuado reduciendo así la posibilidad de engranamiento y bamboleo. Además se logra una mejor inspección y también se aumenta la duración de las conexiones al eliminar los materiales abrasivos.

Después de la limpieza, se deben inspeccionar las roscas y espejos. Las conexiones dañadas no deben bajarse al pozo. Aún los daños menores son causa probable de bamboleos o fugas. Los daños menores pueden ser reparados en el equipo, con una herramienta que lije espejos o una lima.

Los protectores de roscas previenen la mayoría de los daños que puede sufrir una unión mientras es transportada. Las roscas y los espejos, de la hembra y del macho, deben estar protegidos cuando las tuberías se manipulan. No se debe permitir que las roscas o los espejos golpeen contra cualquier superficie. También podrían introducirse astillas de madera entre los filetes que luego son muy difíciles de sacar. Debe usarse un protector de roscas limpio, enroscado y ajustado a mano.

6.3.4.2.- DAÑOS, FALLAS-CAUSAS Y PREVENCIÓN

Se debe realizar durante el viaje si las uniones se encuentran secas o con resto de fluido. Controlar si hay lavado o señales de engrasamiento, controlar filetes gastados.

Observar si existen marcas en los filetes, biseles y espejos. También observar el desgaste de la unión y la tubería de perforación. Si se ha producido un desgaste excéntrico de la unión, controlar si la tubería está derecha.

Se debe controlar el área cónica del hombro de la unión por si hubiera cisuras; esto es frecuente en uniones con bandas de metal duro. Controlar sino se han utilizado velocidades de rotación crítica.

Vigilar las uniones durante los viajes para comprobar si hay hembras acampanadas debido a enrosque adicional por sobretensión. Esto ocurre a menudo en el fondo del pozo mientras se perfora.

Verificar si existen lavados en la tubería, en el área de conexión de la unión, en el área de las cuñas y en la zona de transición entre el recalque y la pared nominal de la tubería.

Comprobar si se notan abolladuras, hendiduras, marcas en las cuñas y otros daños similares. Éstas son áreas de fallas potenciales y deberán ser cuidadosamente investigadas y controladas antes del descenso al pozo.

FALLAS:

FATIGA: La mayoría de las fallas por fatiga en una unión ocurren en el último filete enroscado del macho.

La causa más común de las fallas por fatiga es la falta de par torsor para estabilizar los espejos y las roscas hembra y macho, provocando esfuerzos alternados que exceden el límite de resistencia del material y se traducen en fallas.

Daños mecánicos y/o engranamiento pueden causar condiciones de inestabilidad que producen fisuras por fatiga. Cuando esto sucede, o se cree que existe, debe revisarse magnéticamente la zona roscada del macho.

A continuación se presentan hechos que indican probable fatiga:

- Superficie y espejos engranados.
- Filetes gastados y volcados.

- Filetes engranados.
- Machos secos o con restos de fluidos de perforación.
- Superficies y espejos lavados y erosionados por el fluido de perforación.

TORSIÓN: Las fallas y daños por torsión en las conexiones pueden ser obvias o dudosas, catastróficas o pasivas. La causa más común de fallas por torsión es el enrosque adicional en el fondo del pozo. Aparentemente, la peor condición se da cuando la parte inferior de la sarta detiene su rotación, mientras la parte superior de la misma sigue rotando debido a los momentos y fuerzas de rotación de la mesa rotatoria.

Uno de los tipos más comunes de fallas por torsión es la rotura por tracción en el macho. El aspecto de la superficie fracturada es la clásica falla tipo copa/cono.

La parte cóncava de la superficie fracturada del macho queda dentro de la hembra. La parte convexa de la superficie fracturada queda en el cuerpo del macho. Esta falla ocurre cuando se aprieta la conexión súbitamente en el fondo del pozo y la rotación del macho dentro de la hembra produce esfuerzos de tensión en el último filete enroscado venciendo la resistencia del material. El valor de par torsor que produce este tipo de falla es más del doble del par torsor recomendado. Cuando ocurre esta falla, el extremo del macho se estira dentro de la hembra excediendo su longitud máxima. Esto se puede verificar midiendo la distancia desde la cara de la hembra hasta el extremo del macho. Esta falla es común en sartas nuevas. Para reducir la incidencia de este tipo de fallas se debe:

- Aplicar el par torsor recomendado.
- Emplear el compuesto para roscas recomendado.

Otra falla por torsión es la fractura de superficie tipo copa, esta falla tiene una combinación de tipo copa y corte. El ángulo de la superficie de corte desde el área cónica al extremo del macho es aproximadamente de 45°.

En las uniones gastadas, las hembras pueden acampanarse o partirse. Algunas veces el acampanamiento puede ser detectado colocando una regla contigua a la hembra. Algunas veces el D.E. de la hembra en la zona del ensanchamiento puede tener un aspecto lustroso o brillante causado por el rozamiento al rotar la hembra acampanada en el pozo.

La torsión también causa otro problema en las uniones: el conocido como “alargamiento del macho”. El que puede ocurrir sumado a otro tipo de falla por torsión, o puede ser la única evidencia del exceso del par torsor. El alargamiento es producido por el mecanismo ya indicado, pero el par torsor no ha sido tan alto como para producir la rotura, o fue eliminado antes de que ocurriera. Este tipo de daño por torsión es fácil de detectar pero peligroso, porque las fisuras pueden estar presentes e ir progresando si no fueran detectadas y eliminadas, o bien pueden comenzar a desarrollarse desde la zona estirada. El alargamiento puede tener distintos grados y se mide de diferentes maneras.

Si la sarta ha sido plastificada, una inspección del recubrimiento en el área de alargamiento puede revelar fisuras circunferenciales en el revestimiento. Estas fisuras coincidirán con la raíz de los filetes del macho. Cuando se comprueben fallas o daños por torsión se deben inspeccionar con partículas magnéticas todos los machos de la sarta para detectar cualquier fisura que pueda haberse producido en las raíces de los filetes.

Aunque el enrosque adicional en el fondo del pozo puede ser la principal causa de daños y fallas por torsión, el daño por torsión también puede iniciarse por un sobre par torsor en la mesa rotatoria. Empleando el par torsor recomendado y el compuesto para rosca apropiado se eliminará el daño por sobre torque.

Otros daños:

- - Vigilar los filetes para ver si existe volcado o desgaste pues son síntomas de bamboleo. Un insuficiente para torsor de ajuste provoca bamboleo que gasta y vuelca los filetes y puede causar rotura de los machos.
-

- - El lavado de superficies puede ser causado por poco par torsor, por el engranamiento de los filetes, o por daños producidos durante el enderezado. El espejo es el único sello en la unión y no podrá evitar las fugas si la conexión no se ajusta con el par torsor recomendado. Se debe constatar si existen daños en los filetes.
-
- - El agrietamiento por calor o la rajadura por fricción son el resultado de un rápido calentamiento y enfriamiento del D.E. de la unión. Se forman fisuras superficiales paralelas entre sí y perpendicularmente a la dirección de la rotación.
-
- - El sustituto protector del vástago debe limpiarse e inspeccionarse cada vez que se saca del pozo auxiliar, para mantenerlo en buenas condiciones. Este sustituto se combina con cada unión hembra de la sarta a medida que la perforación progresa. Si un sustituto protector del vástago se daña deberá ser reparado o reemplazado.

6.3.4.3.- MANTENIMIENTO

- El sustituto del vástago debe estar en buenas condiciones.
-
- - Se deben limpiar bien todas las roscas macho y hembra para eliminar completamente la grasa, suciedad, protección anticorrosiva u otros elementos extraños.
-
- - Se debe verificar que las roscas estén libres de residuos y de daños por almacenamiento y manipulación tales como ralladuras, golpes o marcas en roscas y espejos.
-
- - Se deben cubrir los espejos y roscas con un compuesto para uniones que cumpla especificaciones API.
-
- - También es necesario enroscar lentamente las uniones nuevas. Es conveniente un primer enrosque suave hasta llegar al torque final especificado para el tamaño y tipo de unión en uso.
-

- - Se tiene que asegurar que las llaves estén en buenas condiciones y utilizar un instrumento de medición calibrado.
-
- - Los elementos de la sarta deben estar provistos de protectores de roscas al manipularlos o almacenarlos.
-
- - Verificar el alineamiento de los filetes antes del enrosque rápido; luego completar el ajuste con las llaves.
-
- - Desempalmar uniones diferentes del tiro en cada viaje.
-
- - Mantener limpia el área de descanso de los tiros. Para mover o acomodar tiros en el peine, utilizar herramientas que no dañen los espejos.
-
- - Lavar las uniones con agua dulce, secar, aplicar un compuesto anticorrosivo y colocar guardaroscas cuando se desarma la sarta para transporte o almacenamiento.
-
- - Controlar el alineamiento de las tuberías y enderezarlas, si fuera necesaria.

6.3.5.- PORTAMECHAS

Una sarta nueva de collares debe durar muchos meses de servicio libre de daños; pero se puede dañar la primera vez que se introduce al pozo si los collares no se limpian y lubrican debidamente. De igual forma se deben enroscar bajo la torsión medida y controlada. De hecho, las roscas o los rebordes se pueden dañar al levantar o enroscar collares por primera vez, y de ese modo dañarlos aún antes de bajarlos al pozo.

6.3.5.1.- CUIDADOS Y MANTENIMIENTO

Son muy similares a los que se les realizan a las tuberías de perforación. Son tres los cuidados indispensables para que los collares den un buen rendimiento:

- Lubricar las roscas y rebordes de forma adecuada.

- Utilizar la torsión requerida.
- Repararse inmediatamente los daños menores.

Se debe desenroscar una conexión diferente cada vez que se saque la sarta, a fin de que el personal pueda inspeccionar cada pin y caja. Inspeccionar los rebordes para hallar posibles indicios de conexiones flojas y posibles deslaves.

Se tienen que utilizar los protectores de rosca en el pin y en la caja cada vez que se levanten o bajen los collares al suelo.

Hay que realizar una inspección periódica de partículas magnéticas utilizando un compuesto fluorescente mojado y luz negra.

Antes de almacenar los collares, se deben limpiar. En caso necesario se deben emparejar los rebordes con una herramienta que permita lijar o limar los mismos. Se tienen que cubrir las conexiones con un inhibidor de herrumbre o compuesto para collares e instalar los protectores.

6.4.- SISTEMA DE CIRCULACIÓN

6.4.1.- BOMBAS DE LODO

6.4.1.1.- OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVOS DE LAS BOMBAS DE LODO

FUNCIONAMIENTO CORRECTO DE UNA BOMBA DE LODO: Las condiciones de operación de éstas pueden tener efectos determinantes sobre el costo de mantenimiento. Si una bomba es sometida durante a un largo período de tiempo a condiciones de operación adversas, su vida útil se reducirá y los costos de mantenimiento serán excesivos.

La capacidad de todas las bombas de lodo es determinada por el caballaje de entrada. Sin embargo, es válida solamente cuando la bomba está trabajando a su velocidad nominal y cuando la presión de descarga para el tamaño de camisa que se está utilizando se encuentra en el máximo de su capacidad nominal. Si se reduce la velocidad de la bomba la capacidad de caballaje de entrada debe ser reducida proporcionalmente.

La capacidad más importante para el correcto funcionamiento de una bomba es la capacidad de descarga máxima. Cuando se observa en las curvas de rendimiento de una bomba, la capacidad de presión máxima para un tamaño determinado de camisa es siempre la misma cualquiera que sea la velocidad de la bomba. Además se puede observar que cuando el tamaño interior de la camisa disminuye, la presión permisible aumenta. Esto se debe a que en general, el extremo motriz de una bomba está diseñado para tolerar una fuerza máxima de la barra del pistón. Ya que esta fuerza se obtiene multiplicando la presión de línea por el área del pistón, se infiere que a medida que se reduce el área del pistón, se puede aumentar la presión.

Si se excede la presión de descarga de un tamaño de camisa o de pistón, se estará aplicando una fuerza mayor contra las barras y de éste modo, se estaría en presencia de una situación de sobrecarga del extremo motriz. Con la excepción de casos de urgencia, deben evitarse las sobrecargas de cualquier maquinaria. El funcionamiento del equipo dentro de sus capacidades significa que por cada dólar invertido se recibirá un dólar de servicio.

INSTALACIÓN: En la mayoría de las instalaciones se colocan las bombas sobre patines. Sin embargo, la construcción de tipo caja de la estructura de la bomba resiste bien el doblamiento pero tiene una resistencia menor a la torsión. Por lo tanto, el soporte por debajo de la bomba debe ser plano y apropiado para soportar el peso y las fuerzas operacionales ejercidas por la bomba.

MANTENIMIENTO DE LOS MECANISMOS DE TRANSMISIÓN DE LA BOMBA: Debido a las cargas vibratorias presentes al impulsar una bomba, el mecanismo de transmisión trabaja bajo fuertes condiciones aún cuando estas sean óptimas. Es por ello

que se deben realizar unas buenas labores tanto de inspección como de mantenimiento, con la finalidad de largar la vida de los mecanismos de transmisión y de esa forma evitar las paradas inesperadas o indeseables.

SISTEMA DE SUCCIÓN DE LA BOMBA DE LODO: Es uno de los factores determinantes para el rendimiento volumétrico y la eficiencia de una bomba ya que las condiciones de instalación pueden tener un efecto inmediato sobre la posibilidad de que el cilindro de la bomba se llene en cada embolada.

Una instalación correcta de la succión permite que la bomba trabaje cerca de su capacidad o velocidad nominal cuando está bombeando lodos de pesos promedios, limitando las pérdidas de presión por fricción en la línea y los de aceleración a un nivel inferior al necesario para asegurar un llenado apropiado. La pérdida de presión en el sistema de succión está relacionada con el peso del lodo, las pérdidas de presión serán mayores a medida que su peso aumente. Cuando el peso del lodo es elevado, es necesario realizar ajustes en la velocidad de la bomba o cambios en la instalación de la succión para asegurar el llenado apropiado.

Cuando la camisa no se llena, parte del recorrido de la embolada de descarga se pierde antes de hacer contacto con el lodo. Esto provoca una pérdida de eficiencia volumétrica en el extremo de bombeo y además impone cargas de choque indeseables a la barra y al extremo motriz, al permitir que el pistón alcance una velocidad considerable antes de hacer contacto con el lodo.

Se debe evitar el funcionamiento continuo de la bomba en condiciones de un golpeteo hidráulico, ya que este aumenta el número de ciclos de esfuerzo y puede reducir la duración de las partes debido a una fatiga acelerada.

Existen diversas zonas o puntos que son de relevada importancia en la línea de succión entre estas se tienen:

- Tamaño.

- Conexiones.
- Válvulas.
- Sistema de lodo en superficie.

LUBRICACIÓN DE LA BOMBA DE LODO: Se han realizado numerosos estudios y pruebas en el campo de la lubricación que han arrojado los resultados y especificaciones que actualmente se recomiendan para los equipos. La selección del lubricante involucra los siguientes problemas:

- - El lubricante debe poseer suficiente resistencia de película para soportar las presiones de los dientes del engranaje, la presión del anillo y rodillo del rodamiento, la carga de fricción de la cruceta y las guías, etc.
 -
 - - No debe causar corrosión sobre las partes de bronce, acero y goma.
 -
 - - No debe deteriorar la pintura.
 -
 - - No debe emulsificarse con el agua.
 -
 - - Los aditivos deben contener agentes anticorrosivos, antiespumantes y antioxidantes.
 -
 - - El lubricante debe satisfacer todos los requisitos anteriores sin sacrificar ninguno de ellos para cumplir con los demás.
- El lubricante que cumple con todos estos requisitos es un aceite de engranaje de E.P. con una base de nafteno de plomo. Este compuesto suministra la resistencia de película a presiones extremas como la de los dientes del engranaje y además contiene un inhibidor de corrosión.

- La única manera de determinar la frecuencia es utilizar la experiencia e inspeccionar el aceite regularmente enviando muestras a los laboratorios encargados de dichas pruebas.
- Para la lubricación de la barra del pistón no debe utilizarse ningún aceite, solvente o producto combustible con un alto contenido de aromáticos ya que causarían un deterioro acelerado de las partes de goma tales como la empacadura de la barra y los sellos de aceite.

BARRA DE EXTENSIÓN: La desalineación del conjunto de la barra aparece en la bomba en la conexión de rosca fina entre la cruceta y las barras de extensión. La desalineación es más frecuente en las bombas grandes debido al uso de barras más gruesas y menos flexibles. A pesar de que la conexión de rosca fina favorece por sus propias características un alineamiento correcto, se ha demostrado que las tolerancias hechas en torno son tan grandes como para permitir que el peso de la barra de extensión junto con la fuerza de ajuste produzca una conexión mal alineada entre las dos roscas. Estos tipos de roscas requieren mucha atención para asegurarse de que sean enroscadas con un buen alineamiento. Debido al peso de los componentes y a las holguras de roscas necesarias o normales el mismo problema existe en conexiones de barras de extensión provistas de roscas rectas.

CAJERAS DE DIAFRAGMA: Luego que la barra de extensión se encuentra enroscada, se debe sacar el plato de alineamiento y revisar el hueco de la estructura de la bomba para asegurar que no tenga mellas ni rebajas y que se encuentre limpio. La barra de extensión debe ser revisada para observar si posee rebajas o marcas de llaves que pueda interferir con la empacadura de diafragma. La empacadura de diafragma tipo de sello de aceite consta de dos sellos de aceite sólidos o de dos mitades según la bomba sea nueva o no.

PRENSAESTOPA: Se deben seguir las instrucciones del fabricante para realizar su instalación. Se debe colocar en la dirección apropiada y engrasar cada anillo antes de instalarlo. La lubricación facilitará su instalación y minimizará el desgaste de la cajera a medida que el prensa estopa se vaya asentando.

AMORTIGUADOR DE VIBRACIONES: Es recomendable que todas las bombas y en especial la más grandes estén equipadas con amortiguadores de vibraciones de tipo precarga. Las recomendaciones del fabricante en cuanto al mantenimiento de estos amortiguadores deben llevarse a cabo; sin embargo, se sugiere que la presión de carga sea revisada a intervalos rutinarios ya que de este modo se podrá determinar si la bolsa que se encuentra dentro del amortiguador de vibraciones se encuentra en buenas condiciones. Cuando este equipo falla, se observan vibraciones en las líneas de descarga y en la manguera de bombeo. En algunos amortiguadores se recomienda que para obtener mejores resultados, las presiones de carga no deben exceder $\frac{2}{3}$ de la presión de descarga.

VÁLVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN: Se utilizan con el fin de proteger a las bombas de las sobre presiones. La válvula de alivio debe ser instalada para que esté expuesta a la presión del lodo y no debe existir ninguna válvula de paso instalada entre ella y el múltiple de descarga. La descarga de la válvula de alivio debe ir ubicada frente al filtro de descarga y debe ir al tanque con la menor cantidad de curvas posibles en la línea.

La mayoría de los fabricantes recomiendan que la presión de alivio sea ajustada para que corresponda a la presión máxima del tamaño de camisa que se va a utilizar.

6.4.2.- BOMBAS CENTRÍFUGAS

6.4.2.1.- INSPECCIÓN

Una vez desensamblada la bomba se debe inspeccionar:

IMPULSOR: Se debe reemplazar si se observa muestra excesiva de erosión, corrosión, desgaste de extremo o rotura de los alabes.

EJE: Verificar el desgaste para determinar si el eje no se encuentra doblado. Si el desgaste excede de 0.002", se debe reemplazar. Los asientos del rodamiento y el área de los sellos de aceite deben estar pulidos y libres de grietas o ranuras. Las roscas del eje deben estar en buenas condiciones.

MANGA DEL EJE: La superficie de la manga en el prensaestopas debe estar pulida y libre de ranura.

SELLOS MECÁNICOS: Las superficies de los sellos empacaduras y miembros sellantes del eje deben encontrarse en perfectas condiciones, de lo contrario se puede presentar una fuga excesiva.

RODAMIENTOS DE BOLAS: Reemplazar si se encuentran desgastados, sueltos o rugosos y si emiten ruidos. Los rodamientos nuevos no deben ser desempacados hasta que estén listos para ser utilizados.

SELLOS DE ACEITE: Se deben reemplazar si se encuentran rotos o dañados. En general todas las partes deben encontrarse limpias, especialmente el anillo de retención, ranuras de anillos en o, roscas, superficies de empacaduras y áreas de cojinetes lubricados. Cualquier pestaña debe ser removida con lija.

6.4.2.2.- MANTENIMIENTO

Este no es el mismo para todas las bombas, varía con las condiciones de servicio. Una bomba que maneje líquidos limpios, no corrosivos, requiere mucho menos mantenimiento que una bomba del mismo tamaño y tipo que tenga que manejar líquidos corrosivos o con arenisca.

Una inspección periódica resulta económica en comparación de las apagadas forzadas debido a averías o fallas de las partes. Estas inspecciones deben realizarse de acuerdo a la clase de servicio; mientras más pesado sea el servicio más frecuente será la inspección. La inspección debe incluir chequeo de las tolerancias entre las partes giratorias y las estacionarias, así como al estado de las partes expuestas a roce o a daños causados por arenisca y/o corrosión.

Los bujes internos y otras partes semejantes deben reemplazarse cuando la tolerancia entre las partes estacionarias se haya doblado (o haya aumentado en un 100%).

Los anillos de desgaste deben reacondicionarse cuando la tolerancia lateral total exceda los 0.012” o cuando la capacidad de la bomba se haya perdido.

Si se siguen las instrucciones al armar y desarmar la bomba se pueden economizar tiempo, trabajo y problemas. Las siguientes reglas pueden contribuir con un servicio más seguro, mantenimiento económico y mayor vida posible de las bombas.

SELECCIÓN: Se debe tomar en cuenta la naturaleza del líquido a manejar, composición, propiedades químicas y físicas.

- - Especificar los caudales máximos y mínimos que pueden llegar a requerirse y la capacidad normal de trabajo.
-
- - Solicitar información relativa a la presión de descarga.
-
- - Proporcionar al fabricante un plano detallado del sistema de aspiración o succión, existente o deseado.
-
- - Es necesario conocer si el servicio es continuo o intermitente. Esto evitará la instalación de una bomba para trabajo ligero en un servicio pesado o viceversa.
-
- - Indicar el tipo de energía que se dispone. La continuidad del servicio depende de la seguridad de una fuente constante de energía.
-
- - Especificar las limitaciones del espacio disponible. Las bombas no deben ser instaladas en lugares reducidos que dificulten el mantenimiento y la inspección. Es preferible utilizar una vertical en lugar de la horizontal, cuando es vital la economía de espacio, o para obtener las mejores condiciones de succión.
-
- - Se debe asegurar el stop de repuestos.

INSTALACIÓN: Las bases de las bombas deben ser rígidas.

- - Debe establecerse la placa de asiento de la bomba, esto dará rigidez al conjunto, previniendo el deslizamiento lateral de la placa de asiento y reducirá las vibraciones.
-
- - Debe comprobarse el alineamiento entre la bomba y su sistema de accionamiento.
-
- - Las tuberías no deben ejercer esfuerzos sobre la bomba.
-
- - Utilizar tuberías de diámetro ancho especialmente en la succión. Deben usarse tubos mayores, en una o dos medidas, que el diámetro de la brida o rosca de succión. No deben utilizarse codos de radio pequeños en la aspiración de la bomba. No se instalarán tubos con codos o conexiones que produzcan cambios de dirección o de diámetro, tales que originen perturbaciones en la distribución adecuada del flujo dentro de la bomba.
-
- - Colocar válvulas de purga en los puntos elevados de la bomba y de las tuberías. Si los vapores o gases purgados son nocivos o inflamables, entubar las salidas hasta lugares seguros.
-
- - Instalar conexiones para altas temperaturas. Las bombas que manejen líquidos calientes deberán tenerlas.
-
- - Instalar una conexión de derivación. Si existe la posibilidad de tener que operar la bomba hasta el punto de gasto cero, instalar una válvula de derivación. Esta no deberá descargar cerca de la succión de la bomba sino en algún punto alejado para disipar el calor desarrollado en la bomba al trabajar sin circulación de líquido.
-
- - Disponer un abastecimiento de agua fría. Refrigerar los rodamientos y cajas de empaque.
-

- - Instalar medidores de flujo y manómetros adecuados. Sin estos instrumentos no se tendrá conocimiento del funcionamiento de la bomba.

OPERACIÓN: No debe estrangularse nunca la succión de la bomba para disminuir el gasto. Esto produce cavitación en la bomba. El estrangular la descarga es más sencillo y no carga perjuicio.

- No debe operarse la bomba en seco. El líquido bombeado es necesario para enfriar y lubricar los conductos. Una bomba que trabaja sin líquido, generalmente se recalienta y se traba. **NUNCA DEBE ARRANCARSE UNA BOMBA CON LA VÁLVULA DE ASPIRACIÓN CERRADA.**

- No trabajar una bomba con gastos excesivamente bajos, primero, aunque el servicio admita capacidades reducidas, el diseño de la bomba, puede ser tal que dichos gastos provoquen gran reacción radial y hasta rotura de la flecha. Segundo, el diseño hidráulico puede ser tal que un caudal reducido produzca daños en el impulsor. Tercero, parte de la energía consumida por la bomba se gasta en calentar el líquido y, si no hay flujo suficiente de éste, la bomba se sobrecalentará y se pegará.

-

- Efectuar inspecciones frecuentes.

-

- No debe pretenderse impedir totalmente el goteo de las cajas de empaque, ya que se necesita un ligero goteo para dar lubricación y enfriamiento a la empaadura.

-

- No debe utilizarse agua muy fría para los rodamientos, puesto que se provocaría un enfriamiento excesivo en las cajas, produciendo condensación de la humedad que se emulsiona con el lubricante.

-

- No debe utilizarse demasiado lubricante en los rodamientos. Si se está utilizando grasa, el rodamiento deberá estar empacado con grasa hasta su tercera parte. Si es de lubricación por aceite el nivel no deberá exceder del marcado en el indicador.

6.4.3.- MANGUERAS DE PERFORACIÓN

Son una de las partes más importantes del equipo. La selección cuidadosa de la manguera dará como resultado un funcionamiento libre de averías y el equipo podrá cumplir los programas establecidos sin interrupción del trabajo. El sistema de circulación tiene muchas aplicaciones para las mangueras rotatorias.

6.4.3.1.- CARACTERÍSTICAS DE LAS MANGUERAS

Existen varias características que las mangueras rotatorias deben tener en común, entre las que se encuentran la capacidad de resistir:

- Presiones de trabajo entre 400 y 5000psi. El refuerzo de la manguera debe ser fuerte para soportarlas.
- Vibraciones producidas por las operaciones de perforación, el viento, las condiciones atmosféricas y las pulsaciones de las bombas de lodo.
- Doblec es hasta un radio de 4 pies y también la flexión a que es sometida durante su instalación. El grado de flexibilidad depende del tipo de perforación, sin embargo esta flexión ocurre cuando la manguera está sometida a altas presiones.
- Los fluidos de perforación y los compuestos tales como el petróleo, la bentonita y otros materiales bombeados dentro del pozo pueden causar daños al tubo de la manguera. Estos fluidos tienen un peso específico, una viscosidad y una coagulación que deben ser soportadas de manera efectiva.
- La abrasión en la parte externa de la manguera ocurre al volver a ubicar o mover el equipo.

6.4.3.2.- SELECCIÓN DE LA LONGITUD DE LA MANGUERA

Para evitar las torceduras de la manguera rotatoria, la longitud de la misma y la altura de la columna reguladora deben ser tal que, al subir o bajar la manguera debe tener

un radio normal de flexión en la unión giratoria siempre y cuando la manguera esté en su punto más bajo de perforación; y en la columna reguladora cuando la manguera se encuentre en la posición más elevada para taladrar.

También se indica que cuando la longitud verdadera de la manguera es mayor que la longitud calculada, la altura de la columna reguladora debe ser aumentada la mitad de la diferencia entre la longitud verdadera y la longitud calculada.

6.4.3.3.- CONEXIONES DE LA MANGUERA

Suministran un método para acoplarlas a los distintos componentes hidráulicos. La selección de las conexiones para mangueras debe ser hecha a base de la aplicación y las especificaciones del fabricante.

Las conexiones para mangueras pueden ser divididas en dos categorías, basadas en el método de acoplamiento de la manguera. Ellas pueden ser reusables o permanentes, bajo estas dos categorías existen otras variaciones.

REUSABLES: Cuando se necesita reemplazar la manguera, la conexión se puede quitar y aplicar a la nueva manguera. Existen tres tipos comunes de este tipo de conexiones:

- Atornilladas.
- Amordazadas.
- Conexiones de vástago de impulso.

PERMANENTES: Se instalan a la manguera que deforma la conexión comprimiendo el escudo exterior sobre la manguera y no pueden ser rehusadas. Existen dos variaciones en las conexiones permanentes, dependiendo de su método de acoplamiento. Uno es el llamado método de prensado y el otro es el método de estampado.

Al comparar ambos métodos, son fáciles de identificar, el método de prensado se caracteriza por las marcas de los dedos a lo largo del escudo exterior de la conexión, mientras que el método de estampado produce un perfil más suave. El estampado también deja una burbuja mucho más grande cerca de la pared hexagonal. Esta burbuja permite el flujo de material durante el proceso de estampado.

Las conexiones que unen la manguera rotatoria con la unión giratoria y la columna reguladora deben ser lo más tangenciales posible. Se debe usar un tubo en S si la columna reguladora es vertical; un tubo angular si la columna reguladora está unida a la base de la torre.

Nunca se debe soldar el ensamble a la manguera. El calor excesivo destruirá la adhesión del tubo y la manguera.

Cuando los acoples son instalados, deben quedar bien ajustados a los extremos de la manguera. Si existe una brecha o separación entre el extremo del niple de la manguera y el acople, un flujo turbulento puede causar un desgaste en el caucho y en las partes metálicas.

6.4.3.4.- CARACTERÍSTICAS DE COMPORTAMIENTO DE LAS MANGUERAS

Los puntos básicos en la vida de una manguera hidráulica son:

PRESIONES DE TRABAJO: Los estilos de mangueras varían en rangos de presión de acuerdo a sus medidas y construcción. Una manguera con un diámetro interno pequeño tendrá un rango de presión mayor que una manguera de idéntica construcción pero diámetro mayor. Para comparar estos rangos la industria los divide en diversas categorías.

TEMPERATURAS DE TRABAJO: Se dividen en temperatura de operación y temperatura ambiente.

- **Temperatura de operación:** Se refiere a las temperaturas mínima y máxima del fluido que está siendo conducido. La combinación de las altas temperaturas y las condiciones abrasivas en el lodo de perforación aceleran el proceso de

desgaste en el tubo de la manguera. Los compresores de gas o aire deben ser equipados siempre con sistemas auxiliares de enfriadores para bajar las temperaturas a límites aceptables.

- **Temperatura ambiente:** La temperatura de la atmósfera circundante es importante si puede afectar al fluido o dañar la cubierta de la manguera.

RADIO DE CURVATURA: El radio mínimo de curvatura de una manguera es el diámetro menor al que puede ser doblada sin producir daños internos o aplastamiento. La mayoría de los fabricantes de las mangueras indican el radio mínimo de curvatura de sus mangueras, el cual está basado en su construcción, rango de presión, medidas y espesor de pared. El radio de curvatura se mide en el interior de la curvatura.

La manguera nunca debe ser retorcida intencionalmente. Para prevenir cualquier distorsión en la manguera se debe instalar una unión giratoria recta en un extremo de la misma.

Cada tramo de la manguera rotatoria tiene una franja longitudinal de color contrastante en su cubierta. Esta se puede usar como guía para estar seguros que la manguera se mantiene recta.

El radio de curvatura indicado en los catálogos se denomina radio mínimo de curvatura, e indica la menor curvatura que puede aceptar la manguera antes de sufrir daños.

COMPATIBILIDAD DE FLUIDOS: Los materiales del tubo y de la cubierta son susceptibles de ataque o corrosión cuando el fluido o gases con los que entran en contacto, interactúan químicamente. El material del tubo es la consideración más importante ya que es el más factible de ser atacado.

El uso de lodos a base de petróleo con un alto contenido aromático causará que el revestimiento de la manguera o el tubo se expandan, acortando la duración de servicio.

TOLERANCIA: La manguera debe ser instalada de manera que exista un espacio libre o ajuste entre la manguera y la torre.

CADENA DE SEGURIDAD: Las abrazaderas de seguridad deben ser fijadas en la manguera rotatoria a no más de 18” de ambos extremos de la misma. Se deben tomar precauciones para que la manguera no sea dañada al asegurar la abrazadera. La cadena de seguridad será atada a una torre vertical en vez de a un soporte horizontal. De este modo, la cadena podrá moverse libremente hacia arriba sin limitar el movimiento de la manguera.

VIBRACIONES Y PULSACIONES: Los amarres colocados a las mangueras proporcionan una manera excelente de impedir que ésta golpee al “Kelly”, especialmente cuando existen fuertes vientos o durante ondas de impulsión. También es importante instalar amortiguadores en la bomba con el propósito de reducir la vibración en las líneas de lodo y en las mangueras rotatorias.

Las pulsaciones pueden ser la causa de que la manguera salte y este movimiento continuo no solo pone tensión en la manguera, sino también afecta las conexiones y el equipo. Las pulsaciones también se reducen usando un revestimiento de tamaño apropiado en la bomba.

La manguera vibradora es un elemento muy importante en la reducción de las vibraciones entre el lado de descarga de la bomba de lodo y la columna reguladora.

6.4.3.5.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Cuando las conexiones de las mangueras rotatorias están bien diseñadas y montadas brindan una larga duración.

Al sacar una nueva manguera rotatoria de su cajón de embarque se debe extender, luego colocarla en posición adecuada con un cable fijado cerca del extremo de la manguera.

Si se emplea un cable para sacar la manguera del cajón, siempre se deben dar vueltas al cajón para evitar torceduras en la manguera.

La construcción de la manguera asegura un mayor servicio. Los cables de refuerzo son aplicados a igual tensión, con ángulos cerrados y sólidamente empacados.

Cuando los cables de refuerzo no se construyen debidamente con parte integral de la manguera, la constante flexión y los impulsos de presión interna pueden aflojar los mismos, causando un reventón. Luego de determinado tiempo de servicio, los cables se sitúan en una posición en donde es posible que el tubo sea extraído o empujado entre los cables. Dos cosas podrían suceder: el tubo puede debilitarse bajo la presión y reventarse si la brecha es bastante ancha; o el tubo se perforará y el fluido se escapará a través de la cubierta o alrededor de la conexión.

Nunca se debe manipular la manguera con un guinche ni tampoco se debe dejar colgando del poste grúa de un camión o dejar que cualquier equipo pesado se coloque sobre ella.

Se debe prever una holgura suficiente para la expansión y contracción de la manguera.

Asegurar las mangueras lejos de maquinaria en movimiento.

En la Tabla 11, se muestran las posibles causas y las soluciones a las fallas que se presentan con mayor frecuencia en las mangueras.

Las demás partes del sistema de circulación son los elementos que tienen que ver con el manejo del lodo de perforación, tales como rumberas, los desarenadores, desarcilladores, etc. El mantenimiento de estos equipos es realizado por las empresas contratadas para el manejo del fluido de perforación.

Tabla 11.- MANTENIMIENTO PARA MANGUERAS

FALLA	CAUSA PROBABLE	POSIBLE SOLUCIÓN
Falla del tubo de la manguera-material del tubo suelto y apilado en la conexión.	Manguera inapropiada para servicio de succión.	Las líneas de succión del depósito a la bomba deben tener un alambre helicoidal como parte del refuerzo.
Falla del tubo de la manguera-la cubierta de la manguera tiene burbujas llena de fluidos debido a filtraciones por perforación o grietas en el tubo.	Lubricación insuficiente durante la instalación de una conexión reusable o sobreapretado en el prensado de una conexión permanente. Manguera defectuosa.	Reemplazar el conjunto defectuoso y mejorar el método de acoplamiento de la conexión.
Falla del tubo de la manguera-el tubo se ha hinchado y dañado seriamente.	Fluido no compatible con el tubo de la manguera. Fluido contaminado. Altas temperaturas causan el deterioro y favorecen el hinchamiento del tubo de la manguera.	Revisar la guía de resistencia química del fabricante. Drenar y lavar completamente el sistema. Revisar todas las mangueras y sellos antes de rellenar el sistema con fluido nuevo. Agregar dispositivos de enfriamiento. Incrementar la capacidad del depósito. Seleccionar una manguera con un rango de temperatura mayor.

Falla del tubo de la manguera-el tubo se está deteriorando pero sin signos de hinchamiento o absorción del fluido.	Excesiva velocidad del fluido. El diámetro de la manguera es demasiado pequeño. Excesiva velocidad del fluido a través de un orificio pequeño y que corta al tubo de la manguera en una curva de la misma que esté ubicada inmediatamente después de un adaptador.	Revisar la capacidad de salida de la bomba y compararla con el tamaño recomendado de manguera. Eliminar la curva cercana al adaptador o utilizar una conexión en ángulo en ese extremo de la manguera.
FALLA	CAUSA PROBABLE	POSIBLE SOLUCIÓN
Falla del tubo de la manguera-el material del tubo está rajado y quebradizo.	Alta temperatura causada por velocidad excesiva del fluido. Altas temperaturas causadas por el uso excesivo de adaptadores en 90°. Altas temperaturas, pero consideradas normales para el sistema.	Compare el volumen de salida de la bomba en el diámetro de la manguera. Cambiar los adaptadores en 90° por adaptadores en 45° o por conexiones de tubo en ángulo. Seleccionar un tipo de manguera con un rango de temperatura más alto. De no ser posible, agregar dispositivos de enfriamiento e incrementar la capacidad del depósito.
Falla de refuerzo-la manguera ha reventado y el refuerzo del alambre está muy oxidado y corroído.	La cubierta ha sido dañada por la abrasión o la intemperie, permitiendo que la humedad o el aire ataquen al refuerzo.	Proteger el conjunto con un protector de resorte o encamisado. Hacer un trazado diferente para máxima protección.
Falla del refuerzo-la manguera ha reventado pero no hay evidencia de óxido, corrosión o alambres rotos.	La presión del sistema ha excedido la presión de rotura mínima de la manguera, causado por un mal funcionamiento del sistema, mal uso del equipo o por una selección errónea de la manguera.	Chequear la presión del sistema y sus condiciones de operación. Inspeccionar la válvula de sobrepresión. Revisar el criterio aplicado para la selección de la manguera.
Falla del refuerzo-la manguera ha reventado en el lado exterior de un doblez y aparece con una sección	El radio de curvatura de la manguera excedió el radio mínimo de curvatura especificado por el fabricante.	Realizar un nuevo trazado de la manguera que disminuya el radio de curvatura. Seleccionar una

elíptica en el área del doblez.		manguera con un radio de curvatura menor.
Falla del refuerzo-la manguera se ha aplastado en algunas áreas, aparece torcida y ha reventado en esa área	La manguera se instaló torcida y, al presurizarse, tiende a regresar a una posición neutra haciendo que el refuerzo se rompa. La manguera se tuerce durante la operación de la máquina, con resultados similares a los descritos anteriormente.	Utilizar la línea de marcaje de la manguera como indicación visual de una correcta instalación. Una torsión del 10% puede reducir la vida de la manguera en un 90%. Realizar un nuevo trazado de la manguera que permita el movimiento de la máquina. Utilizar adaptadores giratorios de ser necesario.
FALLA	CAUSA PROBABLE	POSIBLE SOLUCIÓN
Falla de la cubierta de la manguera-el material de la cubierta está rajado radialmente alrededor de la manguera y el material está endurecido y quebradizo.	Exposición a calores extremos o a la luz del sol.	Realizar un trazado diferente para proteger la manguera. Utilizar protectores o camisas para aislar el conjunto.
Falla de la cubierta de la manguera-el material de la cubierta está rajado radialmente pero el material no está endurecido ni quebradizo.	La manguera ha permanecido doblada durante su exposición a temperaturas extremadamente frías.	Seleccionar una manguera que soporte esas condiciones o aisle el conjunto para su protección.
Fugas en el área del sello en la conexión-sellos por rosca.	La rosca ha sido reutilizada sin los procedimientos adecuados de instalación. La reutilización de roscas requiere de la aplicación de un material sellante. Rosca de tubo nueva que fuga a altas presiones por los hilos de rosca. Instalación defectuosa-rosca atornillada demasiado en la hembra, causando grietas en el cuerpo del componente hembra.	Utilizar una cinta de teflón u otro material sellador en la rosca. Instalar una nueva conexión. Cambiar el tipo de sello utilizado. Instalar un adaptador para cambiar el tipo de sello, utilizando cinta de teflón u otro material sellador en la rosca del adaptador antes de la instalación. Reparar o reemplazar la parte hembra.
Fugas en el área del sello de la conexión-roscas con sellos abocinados a 37° o 45°.	El asiento abocinado está severamente deformado o rajado. Esta condición ocurre por sobreapretamiento. Conexiones	Reemplazar la conexión y recordar que las conexiones abocinadas deben ser apretadas dos veces. Reparar las superficies de las

	nuevas que presentan fugas aún cuando el procedimiento de instalación fue correcto. El asiento del abocinado macho o hembra han sido dañados durante su almacenamiento o manejo. Mezcla de conexiones abocinadas a 37° y a 45°. Los ángulos de abocinados son diferentes y no producirán un sello adecuado.	conexiones abocinadas, puliéndolas. Revisar el ángulo del sello de todas las conexiones abocinadas utilizando un calibrador, para asegurar de que las partes en contacto sean las adecuadas.
FALLA	CAUSA PROBABLE	POSIBLE SOLUCIÓN
Fugas en el área del sello de la conexión-sellos por anillo O-Ring.	Conexiones con anillo O-Ring nuevas que presentan fugas al comienzo, debido a una instalación defectuosa. Conexiones con anillo O-Ring que fugan después de un tiempo considerable de servicio. Conexiones con anillo O-Ring que fugan al corto tiempo y que están en buenas condiciones, excepto por rajaduras en uno o más lugares, causadas por presión excesiva. El anillo O-Ring está hinchado o parcialmente erosionado, debido a incompatibilidad con el fluido. El material del anillo O-Ring está endurecido, quebradizo y agrietado por exposición al calor extremo. Los tornillos de la brida no fueron apretados o no se realizó uniformemente, haciendo que el anillo O-Ring se saliera de su lugar. Instalación de tornillos O-Ring del tamaño incorrecto.	El anillo O-Ring debe ser lubricado para reducir la fricción axial durante su inserción, lo cual causa que el anillo se salga del área de sellado y se rompa. Cambiar el anillo O-Ring. Revisar la presión del sistema, el estado de la válvula de sobrepresión y los ajustes. Reemplazar el anillo O-Ring con otro formado por un material recomendado para el fluido que se está utilizando. Encontrar la fuente de calor y corregir el problema, o reemplazar el anillo O-Ring por otro con material adecuado para la temperatura del sistema. Los tornillos deben ser apretados de forma uniforme y con los valores apropiados de torque para evitar el problema. Determinar el tamaño y el material apropiados del anillo O-Ring.

6.5.- SISTEMA DE CONTROL DE POZO

6.5.1.- PREVENTORES

INSTALACIÓN: Se deben lavar e inspeccionar todas las ranuras y empacaduras de anillos. No utilizar cepillos de acero u otros materiales abrasivos que puedan destruir la superficie uniforme de la cual dependen los sellos.

- - Se debe chequear que la empacadura de anillo sea la correcta para el diámetro particular del flanche y rango de presión.
- - Los preventores deben ser instalados de abajo hacia arriba apretando cada unidad de forma independiente hasta lograr que todo el paquete tenga un cierre efectivo.
-
- - Hay que apretar cada cerrojo y conexión en el preventor.
-
- - La capacidad y rango de presión de los acumuladores o bombas de presión deben ser suficientes para cerrar rápidamente los preventores a una presión igual a la máxima presión de trabajo de los preventores.
- - Un equipo puede tener los mejores preventores pero si la unidad de operación es insuficiente, los preventores no se pueden utilizar.
-
- - Hay que sujetar las líneas del sistema de operación para abrir o cerrar el lado del preventor. Chequear el sistema de operación, abriendo y cerrando los arietes.
-
- - Cuando las válvulas manuales son utilizadas para cerrar los preventores, ellos deben ser instalados correctamente y asegurados ya que ellos operan libremente. La unión es instalada en el preventor cerrando los tornillos, y la extensión torcida es puesta entre la unión y la válvula manual. Esto debe ser instalado para tener la más pequeña compensación angular. Las válvulas manuales han de ser probadas.

-
- - La prueba de presión para preventores y conexiones debe realizarse a la máxima tasa de presión de trabajo del preventor.
-

CUIDADO Y MANTENIMIENTO DE LOS PREVENTORES: Deben ser operados por lo menos una vez al día. Los ciegos deben ser operados cada vez que la tubería se encuentre fuera del pozo. Los arietes no deben ser cerrados excepto cuando la tubería esté en el preventor para evitar que el empaque se dañe. Si se requieren más de 150psi de presión para operar el preventor contra una presión cero del pozo, éste debe ser desensamblado e inspeccionado para determinar esta razón.

Si se hace necesaria esta operación, el primer paso, debe ser remover las tuercas de oreja de la cubierta y retirar los arietes. Los arietes y sus cavidades deben ser lavados. Si las cabezas de los cilindros son removidas por cualquier razón, las tuercas de la cabeza del cilindro no deben ser apretadas hasta que las cubiertas estén en su sitio y las tuercas de oreja de la cubierta sean apretadas. Los arietes deben ser removidos a la posición correcta y las tuercas de la cabeza del cilindro deben ser bien apretadas. Cualquier otro procedimiento no asegurará el alineamiento del mecanismo de operación.

Se deben limpiar las cabezas y puntos que se encuentren dañados. Se debe dar especial atención al cuerpo en la intersección de la cavidad del ariete y la cavidad vertical, ya que las herramientas que van en la parte de afuera del hueco pueden levantar bordes en ese punto. Se deben lavar e inspeccionar los arietes y sus cavidades con particular atención en este punto y engrasar después del reensamblaje.

6.5.2.- ACUMULADOR

Las fallas en los acumuladores se deben especialmente a la pérdida del fluido que tiene almacenado en forma presurizada. Aunque algunas veces esta pérdida es aparente, llega a ser evidente si las pérdidas de presión son notables durante la operación del preventor, ya que puede caer más bajo de lo normal.

Para localizar y eliminar el mal funcionamiento del acumulador, cada uno de ellos debe ser chequeado por su propia precarga de gas. Aunque esta prueba tendrá que ser hecha por un método de eliminación, este procedimiento podrá ser realizado fácilmente con la ayuda de la válvula de aislamiento del acumulador.

Con el fin de chequear la precarga de gas, se debe drenar todo el fluido hidráulico del acumulador. Esto debe ser acompañado por el cierre de la válvula de aislamiento y apertura de la válvula de salida. Después de drenar el fluido hidráulico, se debe unir la manguera de carga y adaptarla a la válvula de gas del acumulador localizada al tope de la botella. Luego se tiene que cargar el acumulador hasta obtener la precarga necesaria.

6.6.- SISTEMA DE MONITOREO

6.6.1.- INDICADOR DE PESO

6.6.1.1.- MANTENIMIENTO

- Se requiere chequear la carga de fluido frecuentemente y siempre antes de realizar una tracción fuerte. La abertura en el sensor debe ser la adecuada, con los bloques vacíos. El sistema debe encontrarse libre de aire con su abertura adecuada. El aire se comprimirá bajo carga, originando que la abertura se reduzca prematuramente, y la posición de asentamiento pueda ocurrir.

- - El ancla de la polea muerta debe ser engrasada periódicamente.
-
- - El sensor y el ancla deben encontrarse libres de hielo y suciedad ya que cualquier restricción en su movimiento reducirá su sensibilidad.
-
- - Con determinada frecuencia se deben quitar los pines del sensor y limpiarlos.
-

- - El calibrador del indicador de peso debe ser limpiado periódicamente con kerosén o su equivalente.

-
-

En la Tabla 12 se presentan algunos tipos de averías, su causa y su posible solución.

Tabla 12.- AVERÍAS EN EL LOCALIZADOR DE PESO

PROBLEMA	CAUSA PROBABLE	POSIBLE SOLUCIÓN
Indicación errada o muy lenta.	Registro cerrado. Movimiento contaminado. Aire en el sistema. La línea muerta está rozando con la torre o está atada o sujeta en el flanche. La polea muerta está restringida. Existe contaminación en la sujeción. Movimiento restringido del sensor. El kelly y el buje del cuadrante están desalineados con la mesa rotatoria.	Abrir el registro. Remover diales, enderezar las manecillas. Reensamblar diales, reloj y la caja del anillo. Remover diales, reloj y anillo; lavar con kerosén, reensamblar. Purgar el sistema bombeando aire a través de la válvula del sensor. Sacar el aire y el exceso de fluido que exista en el tapón del tubo registrador. Alinear trayectoria o lubricar el cable. Lubricar la polea muerta. Lavar el anclaje y lubricar el cojinete. Lavar el sensor. Reemplazar o realinear el kelly y el buje.
Indicación de alta carga.	Sistema de carga sobrecargado.	Sacar el exceso de fluido del tapón del tubo del registrador.
Indicación de carga baja.	Insuficiente carga en el sistema.	Cargue el sistema.

6.6.2.- MEDIDOR DE LA PRESIÓN DE LA BOMBA DE LODO

El sistema no requiere mantenimiento. Sin embargo, las prácticas de operación general pueden incluir limpieza del vidrio del indicador si es necesario con el uso de cualquier solución limpiadora de vidrios.

6.6.3.- UNIDAD DE LA LLAVE DE TORQUE

Se debe inspeccionar el cilindro para determinar el nivel de fluido, observando la longitud expuesta de la barra del pistón cuando se encuentra bajo tensión. Si la mitad de la barra está expuesta, el fluido, puede ser reemplazado. Se debe realizar una inspección para determinar la razón de la pérdida de fluido y su corrección. El ensamble debe ser llenado completamente. No se debe apretar la conexión de la bomba hasta que el aire haya sido sacado por el bombeo de dos o tres emboladas. Entonces apretar, aflojar el tornillo de venteo localizado en la cara del cilindro para eliminar el aire y continuar el bombeo del fluido hasta que el aire sea eliminado completamente del sistema. Remover la bomba y el indicador retornará a cero, sino entonces se debe desalojar el fluido hasta que sea cero.

6.6.4.- TOTALIZADOR DE VOLUMEN DE LODO

Se debe tener el equipo limpio y seco. La superficie exterior puede ser limpiada con un cepillo y un trapo empapado de alcohol o agua. Una buena silicona puede ser utilizada para su protección. El ensamble del flotador puede requerir limpieza para remover cualquier presencia de lodo que pudiera dificultar su libre movimiento. Si es necesario limpiar el interior de la consola de control, se puede utilizar para ello un cepillo para polvo o un limpiador de vacío.

En la Tabla 13 se presentan posibles fallas, causas y soluciones.

Tabla 13.- FALLAS EN EL TOTALIZADOR DEL VOLUMEN DE LODO

FALLA	CAUSA PROBABLE	SOLUCIONES
Indica alto volumen.	Calibración mal realizada.	Calibrar.
Indica bajo volumen.	Calibración mal realizada. Conexión floja en la consola. Caída del tapón.	Calibrar. Apretar los conectores lo máximo posible.
Sin indicación.	Instalación y calibración impropias.	Ensamblar de nuevo.

Error en la alarma.	Ajuste del control del indicador mal realizado.	Revisar el ensamblaje.
---------------------	---	------------------------

6.6.5.- MEDIDOR DEL CAUDAL DE LODO RETORNANTE

Se debe mantener el equipo limpio y seco. Las superficies de la cabina exterior pueden ser lavadas con un cepillo o un trapo con alcohol o agua. Una cera puede ser utilizada para proteger. La unidad de flotación debe ser limpiada periódicamente para remover cualquier presencia de lodo. Si llegara ser necesario limpiar el interior de la consola de control, se debe utilizar un cepillo para limpiar polvo o un aspirador eléctrico.

6.6.6.- SISTEMA AUTOMÁTICO PARA CONTROL DE PERFORACIÓN

Es un sistema de control para mantener el peso óptimo sobre la mecha.

Se debe descargar de la humedad y de los sedimentos acumulados. Así como también, es necesario tomar en cuenta que el nivel de aceite debe ser visible, de lo contrario volver a llenar con el aceite indicado y volver a colocar el tapón. Inspeccionar las líneas de aire por posibles desgastes, daños o accesorios sueltos. Y por último se tiene que ensamblar el diafragma de aire de la línea muerta únicamente, chequear que no existe salida constante de aire en la conexión y en la línea de aire para asegurar de que no existan obstrucciones.

Tabla 14.- FALLAS DEL SISTEMA AUTOMÁTICO PARA CONTROL DE PERFORACIÓN

PROBLEMA	CAUSA PROBABLE	POSIBLES SOLUCIONES
Continúa ausencia de alimentación después que se aplica el peso sobre la mecha.	Orificio del controlador sucio. La palanca del freno no pesa lo suficiente. La rueda de fricción está apretada o pegada. Escape de 1 o 3 válvulas.	Limpiar el orificio. Incrementar el peso. Limpiar la rueda de fricción. Apretar accesorios, si estos permiten escape, cambiarlos.
Lento o no responde a cambios de tensión en la línea muerta.	Muy ajustado el botón a la banda proporcional del ensamblaje del controlador. Aire en el sistema hidráulico. Insuficiente carga en el sistema. Manguera taponada. Falta del motor de aire.	Mover el botón al tope de la banda proporcional. Sacar el aire del sistema. Llenar el sistema. Lavar o cambiar la manguera. Cambiar el motor de aire.
Alimentación avance errático.	Rueda de fricción desliza internamente. Roto el eje flexible.	Lavar la rueda de fricción. Reparar el eje. Cambiar el motor de aire.

	Falla en el motor de aire. Falla en las 3 o 1 válvulas.	Cambiar las 3 o 1 válvulas.
--	---	-----------------------------

6.6.7.- REGISTRADOR HEET-RITE

El mantenimiento del registrador consiste en lavar la cabina con cualquier limpiador y un trapo libre de algodón. Lavar el interior del registrador con un cepillo suave para quitar el polvo o con un aspirador eléctrico. Remover el manejo de cartas para lavarlo soltando las tuercas de las cuatro esquinas sobre las que viene montado.

Todas las conexiones eléctricas deben ser inspeccionadas para asegurarse que ellas estén apretadas y bien limpias. En situaciones que involucren un componente defectuoso el cual se tenga que remover y además no puede ser reparado en el campo, entonces se hace necesario enviarlo al fabricante.

Se deben lubricar todos los cojinetes una vez al año con un aceite liviano.

Tabla 15.- FALLAS EN EL MEDIDOR HEET-RITE

PROBLEMA	CAUSA PROBABLE	POSIBLE SOLUCIONES
Manejo de la carta; velocidad de la carta muy alta o muy baja.	Fuente de potencia incorrecta.	Chequear el voltaje y los rangos de frecuencia.
El papel no se desliza completamente a través del rodillo cuando se está imprimiendo.	El camino o el paso del papel están obstruidos.	Remover pedacitos de papel que pueda haber en las guías, en el rodillo o en el alimentador de papel. Chequear el clearance del alimentador de papel.
El extremo de interlineación de los huecos del papel de la carta está roto.	Se traba el papel de la carta.	Observar que el alimentador gire libremente y que la carta está correctamente instalada.
Papel de la carta arrugado.	Las guías no alinean propiamente. Acción impropia del rodillo.	Ajustar las guías. Enderezar el rodillo y chequear la fuente de potencia.
Excesivo ruido en el manejo.	Parte mecánica trabada, floja, suelta o rota. Falta de lubricación.	Chequear todas las partes móviles y reemplazar de ser necesario. Lubricar.
Sistema de medida; sistema no opera (no deflecta).	Falla en la fuente o falta de corrección. Circuito de medida cerrado o defectuoso.	Chequear la entrada de la señal y todas las conexiones. Probar y reemplazar los componentes que

		fallen.
Todos los valores registrados.	Mal ajustado el cero. Falla el sistema de registro.	Ajustar el cero. Chequear los ajustes, el elemento que escribe y la carta.
Deflexión de la aguja errática.	Conexión intermitente.	Chequear todas las conexiones externas e internas.
La aguja no oscila.	Pérdida de impedancia de la fuente. Señal de interferencia.	Determinar el circuito de consumo. Chequear los componentes de corriente alterna.
Sistema no registra el cero.	Parte mecánica trabada, suelta o rota.	Chequear el mecanismo de ajuste del cero.
Registro trazo borroso.	Exceso de cenizas en las agujas.	Limpiar la aguja.

6.6.8.- MEDIDOR DEL TORQUE DE LA ROTATORIA

A continuación se menciona el mantenimiento realizado a las principales partes de este registrador:

- **Cadena:** Se debe chequear con frecuencia el alineamiento de la rueda, particularmente cuando la rueda es desplazada. Si la rueda se encuentra gastada debe cambiarse.
- **Medidor:** Es importante mantenerlo limpio.
- **Registrador:** Se recomienda limpiar la pluma a menudo.
- **Conexiones de la manguera:** Chequear posibles escapes. Si no se revisan los escapes el sistema necesitará de frecuente rebombeo.

6.7.- SISTEMA DE TOP DRIVE

6.7.1.- INSPECCIÓN PARA COLOCAR EN FUNCIONAMIENTO EL TOP DRIVE SYSTEM (TDS)

- Se debe bajar la guía del bloque lo suficiente como para dar giro al TDS.

- - Fijar las líneas al motor del TDS, opuesto a las bisagras para ayudar en el montaje del TDS.
-
- - Soltar la cadena y/o cable asegurando el motor a la torre y lentamente montando el motor a la guía.
-
- - Asegurar el motor a la guía con los tornillos adecuados opuestos a la bisagra.
-
- - Conectar la manguera de lodo a la tubería en “S”.
- - Conectar la manguera de admisión de aire.
-
- - Enganchar el sistema de contrabalanceo sobre las orejas del gancho o el bloque.
-
- - Conectar la potencia hidráulica y purgar el aire del sistema.

MOTOR DE PERFORACIÓN D.C.: Se debe inspeccionar totalmente el TDS, el soporte del motor y la guía por pérdida de tornillos y graseras diariamente. Si cualquier cable de seguridad o pasadores fueron removidos para facilitar reparaciones, hay que reemplazar inmediatamente.

MANIPULADOR DE TUBERÍA: Inspeccionar totalmente el manipulador de tubería por pérdida de tornillos o graseras diariamente.

COMPONENTES QUE ACARREAN CARGA AL VÁSTAGO DE PERFORACIÓN:
Se recomienda utilizar calibradores para medir el desgaste de los ojos del elevador. Comparar las mediciones con la carta de desgaste para determinar la tendencia de la fuerza de los eslabones del elevador.

Se propone realizar una inspección por partículas magnéticas de la carga de los componentes de la balinera sobre toda su superficie para revelar cualquier fatiga o indicios de quebraduras. Cualquier indicio encontrado es una causa potencial para el reemplazo de los componentes.

También se sugiere una inspección ultrasónica de los componentes de arriba para detectar cualquier erosión de su diámetro interno; y esto se hace con la finalidad de reducir la capacidad de levante de carga de la parte.

VÁLVULAS DE SEGURIDAD (IBOP): Las válvulas de seguridad superior e inferior, debido a sus canales y hombros internos, son susceptibles a la fatiga por corrosión, los cambios de diámetro interno actúan como fuerzas de levante para cargas de tensión y compresión. Si la corrosión desarrolla huecos cerca de una de estas fuerzas de elevación, una ruptura por fatiga puede comenzar en la raíz del hueco. Cloruros y sulfatos en el lodo pueden promover tal corrosión, así como los niveles de pH bajo 9. Inspeccionar las válvulas de seguridad operadas bajo tales condiciones. Cada tres o seis meses dependiendo del grado de exposición.

La inspección visual no es suficiente para detectar la fatiga por corrosión, debido a que las rupturas pueden encontrarse ocultas bajo productos de corrosión, es por ello que se deben llevar a cabo los métodos de partículas magnéticas o ultrasónicas.

La reparación de las rupturas del cuerpo de la válvula no es práctica debido al cierre de las tolerancias de los componentes internos y el material de la válvula de seguridad con indicios de ruptura.

6.7.2.- LUBRICACIÓN

6.7.2.1.- MOTOR/SOPORTE DEL MOTOR

CAJA DE ENGRANAJES: Se debe chequear el aceite diariamente con el motor apagado y verificar que el nivel de aceite se encuentre al tope de la marca. Drenar y rellenar la caja de engranajes de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

Es necesario remover y limpiar el colador de succión de la bomba de aceite (o filtro de aceite, dependiendo del modelo y configuración) cuando cambie el aceite.

MOTOR DC: La armadura de las balineras del superior tiene puntos de engrase localizados sobre el plato adaptador del freno en el tope del motor. Los puntos de engrase de la armadura de la balinera inferior están al final de un tubo de diámetro pequeño.

Todos los puntos de engrase tienen tapones o graseras instaladas durante la operación. Instalar graseras para lubricar y removerlas, reemplazar por tapones para la operación. Lubricar estas graseras cada cierto tiempo.

CABEZA ROTATORIA: Aplicar grasa diariamente a las graseras. Inspeccionar si existe escape en el sello alrededor del retenedor de la balinera inferior de acuerdo al fabricante.

ADAPTADOR DE ESLABONES: Aplicar la grasa necesaria de acuerdo al tipo.

SOPORTE DEL ELEVADOR Y GUÍA DE DESGASTE DEL BUJE MAESTRO: Aplicar grasa a las graseras sobre el soporte del elevador preferiblemente cada semana, de igual forma que la guía de desgaste del buje maestro. Inspeccionar periódicamente el anillo guía por desgaste o daño y reemplazar de ser necesario.

ELEVADOR: Lubricar las graseras sobre el elevador cada viaje, e inspeccionar la herramienta por desgaste sobre el pozo, las orejas de los eslabones y asegurar que el mecanismo de apertura opere correctamente.

ACTUADOR DE LA VÁLVULA DE SEGURIDAD: Aplicar grasa en la manivela diariamente. Chequear los componentes gastados y semanalmente operar la válvula para verificar el ajuste correcto.

GUÍA: Lubricar los rodillos de la guía en los cuatro múltiples localizados en cada esquina de la guía. Chequear los rodillos de la guía cada semana por rupturas o excesivo juego axial y reemplazar de ser necesario. Lubricar las bisagras cada viaje.

Es posible que se sobreengrasen los rodillos de la guía lo cual puede originar expulsión de los tapones. Inspeccionar todas las guías de los rodillos por evidencia de grasa fuera de las terminales del eje, si así ocurriera se debe eliminar la grasa sobrante.

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO: Lubricar los motores de los fuelles preferiblemente de forma trimestral. En equipos con sistemas de enfriamiento cerrados se deben chequear los intercambiadores de calor por pérdida de agua semanalmente y se deben remover las cubiertas de acceso y operar el fuelle para remover el óxido cada cierto tiempo de operación.

6.7.3.- MANTENIMIENTO

Tanto la llave de torque, la válvula IBOP, el sistema de contrabalanceo y el sistema del motor de cilindro alineado, deben ser ajustados de acuerdo a las instrucciones suministradas por el fabricante.

Tabla 16.- FALLAS EN EL SISTEMA DE CONTRABALANCEO

FALLA	CAUSA PROBABLE	SOLUCIÓN
El sistema no mantiene la presión.	- La válvula de aguja no está cerrada. - Existe escape en los sellos de la varilla del cilindro. Existen escapes en los ajustes o mangueras.	Revisar el procedimiento de ajuste así como también la válvula de aguja. Reemplazar sellos. Apretar o reemplazar de ser necesario.
Las varillas del cilindro permanecen cerradas.	La presión demasiado alta.	Ajustar mediante el debido procedimiento.

El sistema de contrabalanceo trabaja irregularmente o no trabaja en absoluto.	Si existe pérdida de nitrógeno se deben precargar los acumuladores localizados en el carrete motriz.	Recargar los acumuladores como lo indica el procedimiento.
---	--	--

Tabla 17.- FALLAS DE LA ALINEACIÓN DEL CILINDRO MOTRIZ

FALLA	CAUSA PROBABLE	SOLUCIÓN
El sistema no mantiene la presión.	La válvula de aguja no está cerrada. Existe escape en los sellos de la varilla del cilindro. Existen escapes en los ajustes o mangueras.	Revisar el procedimiento de ajuste así como también la válvula de aguja. Reemplazar sellos. Apretar o reemplazar de ser necesario.
El economizador del TDS no alinea con la tubería de perforación.	La alineación de la presión del cilindro demasiado alta o baja. La alineación de la varilla del cilindro demasiado larga o corta. Los rieles no están adecuadamente alineados con la línea central del pozo.	Revisar el procedimiento de ajuste. Chequear para asegurar que la rotaria se encuentra en el centro del piso y luego revisar la alineación de los carriles en relación con la rotaria.
Movimiento excesivo del motor.	El flujo del fluido en el cilindro de alineación no está regulado adecuadamente.	El ajuste adecuado es de 1 ½ vueltas desde la posición de cierre completo en las válvulas de control de flujo. Si existe movimiento excesivo cerrar ¾ de vuelta desde la posición de cierre completo.

Tabla 18.- FALLAS DEL FRENO DE AIRE DEL MOTOR

FALLA	CAUSA PROBABLE	SOLUCIÓN
--------------	-----------------------	-----------------

El freno no se mantiene.	Suministro de aire insuficiente. La válvula de solenoide no cambia. El tambor del freno está contaminado con grasa o las almohadillas se encuentran gastadas o quemadas.	Revisar presión de suministro de aire, 90 psi requeridas mínimo. Revisar la continuidad eléctrica. Revisar el lubricador del suministro de aire. Revisar la operación mecánica de la válvula solenoide. Inspeccionar y reemplazar de ser necesario.
El freno no libera.	Existe escape en la válvula solenoide. La válvula de descarga no funciona adecuadamente.	Lubricar, reparar o reemplazar la válvula. Revisar el lubricador del suministro de aire. Limpiar o reemplazar.

Tabla19.- FALLAS EN LA TRANSMISIÓN

FALLA	CAUSA PROBABLE	SOLUCIÓN
Escape de aceite del sello inferior.	Los sellos de la caja de engranajes inferior están secos o dañados.	Aplicar grasa a los sellos.
Escapa de aceite del respirador de la camisa del eje.	El nivel de aceite demasiado alto. Lubricante usado incorrecto. El aceite se encuentra espumoso.	Ajustar nivel de aceite por especificación recomendada. Reemplazar el aceite.
La temperatura en la caja de engranajes es excesiva.	El nivel de aceite demasiado bajo o alto. Lubricante utilizado, incorrecto. La malla de succión de aceite está obstruida. Los intercambiadores de calor están sucios u obstruidos en las unidades equipadas con ellos.	Ajustar el nivel de aceite al nivel recomendado. Revisar la carta de lubricantes recomendados y reemplazar si se necesita. Retirar la malla de succión de la bomba para aceite, revisar la presión de descarga o de las mangueras a la salida para confirmar la circulación. Revisar el flujo de aire o de agua de los intercambiadores de calor para asegurarse que existe una transmisión y disipación adecuada del calor.

7.- PASOS PARA APLICAR UN PLAN DE MANTENIMIENTO ÓPTIMO

A continuación se hace referencia a los pasos que se deben seguir para la aplicación de un plan de mantenimiento; esto es independiente si la empresa posea o no el mencionado plan.

Si la empresa lo va a implementar por primera vez se propone:

- Crear y mantener un inventario técnico del taladro.
- Diseñar un sistema de codificación para todos los equipos del taladro.
- Diseñar un registro histórico de los equipos.
- Diseñar un plan de mantenimiento preventivo.
- Estimar la fuerza de mantenimiento en horas/hombre, necesaria para cumplir con el plan de mantenimiento preventivo diseñado.
- Estimar la fuerza de mantenimiento total y las relaciones entre el personal necesario para cumplir el plan de mantenimiento preventivo diseñado y el disponible para atender las posibles fallas que se pueden presentar.
- Diseñar los sistemas operativos para mantenimiento.
- Cuantificar los parámetros básicos e índices de control.

Crear y mantener un inventario técnico del taladro: Para llevar a cabo la planificación de un sistema de mantenimiento, es necesario poseer un conocimiento de los equipos existentes dentro la planta.

Dentro de la información que se tenga incluir características físicas de los equipos, sus necesidades en lo referente a la cantidad esperada de repuestos requeridos cuando el equipo está funcionando en sus condiciones normales de operación.

Con estos datos se crea el inventario técnico del taladro. Si los equipos son nuevos, se obtiene información de los catálogos suministrados por los fabricantes, de las condiciones, de trabajo y lista de repuesto para cada equipo. Si el grupo está en operación también se logra información de los planos de los equipos que existen en los archivos del departamento de ingeniería de la empresa, supervisores, capataces y mecánicos que conozcan los equipos y sus necesidades más frecuentes.

A partir del inventario de la planta se debe elaborar una especie de registro u hoja descriptiva, que recoja de manera concisa detalles esenciales de cada sistema de manera tal que se disponga fácilmente de la información y como referencia estándar para:

- Confirmar las especificaciones originales.
- Confirmar límites de recomendaciones del fabricante.
- Auxiliar para la obtención de repuestos.

La naturaleza de los datos a registrar depende del tipo de sistema. Como punto de inicio, al cual se le agregará cuando esté disponible más información, se tiene las características de los fabricantes.

Terminando el inventario técnico se efectúa una clasificación de los equipos, que tiene por objeto separarlos en equipos que requieren, salvo excepciones, las mismas rutinas de mantenimiento preventivo; esto permite asignar las actividades sobre varios equipos y por lo tanto se minimiza las rutinas totales a elaborar.

El objetivo es conseguir la lista de todos los equipos que posee el taladro, incluyendo su participación en cada proceso productivo, teniendo un conocimiento completo del flujo de trabajo de cada proceso y una estimación de la carga de trabajo por períodos.

Diseñar un sistema de codificación para todos los equipos del taladro: Consiste en identificar mediante siglas y/o números cada equipo que forme parte del taladro. Debe cumplir con las siguientes condiciones:

- Ofrecer un sistema lógico.
- Ser capaz de aceptar cambios en los sistemas sin sufrir desorganización.
- Cada sistema debe tomar un símbolo único.
- El símbolo debe ser fácil de entender y de reconocer.
- Emplear el mismo sistema de codificación para el taladro; los códigos, dan un conocimiento a la persona que los utiliza de la identificación del equipo que está manejando y además facilita su ubicación física.

Diseñar un registro histórico de los equipos: El propósito de un programa efectivo de mantenimiento es la reducción de los costos: una forma de controlar los mismos es llevando una historia o registro a los equipos del taladro, que contenga: la relación de las reparaciones y el mantenimiento preventivo de cada equipo, tipo de falla y su costo.

Estos datos permiten conocer el funcionamiento de cada equipo, se determina cuando comprar un equipo debido al deterioro de su condición actual. Igualmente puede detectarse que averías se repiten o si existen reparaciones frecuentes debidas a la misma causa.

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo: Se debe tener en consideración la necesidad de preparar instructivos para cada equipo, determinando sus prioridades.

En cada instructivo se establecen las frecuencias de los servicios o inspecciones basándose en las especificaciones o recomendaciones de los fabricantes, experiencia de los operadores, de los ejecutores del mantenimiento y también del diseñador del plan en cuestión.

El programa de mantenimiento consiste en especificar cuando en términos de tiempo se realizará mantenimiento a cada equipo. Su meta principal es:

Establecer el plan de trabajo: Para distribuir el trabajo de mantenimiento por período (año, mes, semana, etc.); se debe cumplir lo siguiente:

- Asegurar la no omisión de ningún trabajo de mantenimiento.
- Lograr que el mantenimiento requerido se lleve a cabo con la frecuencia que se especifica.
- Coordinar el mantenimiento del sistema asociado.

Los trabajos a programarse pueden ser de tres tipos:

a.- MANTENIMIENTO RUTINARIO: Es un tipo de trabajo que se realiza frecuentemente, a intervalos cortos o regulares, tales como: pequeños ajustes, limpieza, lubricación. Generalmente se realizan con todo el equipo en operación o bien, cuando existen paradas rutinarias debidas a las paradas programadas de la producción. También puede incluirse la atención prestada a equipos que no están involucrados directamente con la producción.

b.- INSPECCIONES PERIÓDICAS: Es un trabajo planificado para detectar posibles fallas y pronosticar que piezas habrán que reemplazarse. Las frecuencias de estas inspecciones dependen del tipo de equipo y su importancia relativa dentro de la empresa.

c.- REVISIONES Y REPARACIONES OCASIONALES: Estas se realizan aprovechando paradas casuales del equipo.

Para llevar a cabo las programaciones efectivas se pueden dar ciertas recomendaciones entre las cuales están:

- Distribuir el trabajo a realizar en períodos anuales. Luego de ir detallando los planes de períodos más cortos, de manera de poder integrar las programaciones diarias y semanales a los planes ha mediado plazo que tenga la empresa.
- Intentar minimizar, siempre, el tiempo de parada de producción. La programación debe tomar muy en cuenta cuales son los períodos cuando los equipos van a estar parados por una u otra razón y tratar de aprovecharlos para el mantenimiento.

Así mismo, debe ser lo suficientemente elástico como para poder usar los tiempos de paradas forzosas debido a fallas menores para hacer revisiones completas del equipo.

- Tratar de emplear la menor cantidad de sobre tiempo posible, pues esto aumenta los costos.
- Realizar estudios de métodos con el fin de establecer mejores procedimientos para realizar los trabajos.

En este sentido, generalmente pueden incluirse mejoras atendiendo algunos puntos importantes tales como:

- Intentar cambiar los trabajos de mejoramientos y reparaciones de forma de ganar tiempo.

- Rediseñar aquellos equipos que lo ameriten para facilitar las inspecciones así como, tratar en lo posible de proveer a los trabajadores de mejores herramientas e instrumentos de prueba.
- Escribir los métodos para desarmar y armar los equipos más importantes de forma de hacer el trabajo más rápido y eficiente, y si es posible fotografiarlo o filmarlo.

Estimar la fuerza de mantenimiento en Horas/Hombre necesaria para cumplir con el plan de mantenimiento preventivo: Para establecer el valor de la fuente de mantenimiento necesaria se debe tener en consideración los costos de mantenimiento, los cuales están comprendidos entre 7% al 15% de la inversión en equipos a precio actual y el 1.5% al 3% de la inversión en inmuebles, las estimaciones actuales del costo de la mano de obra directa está entre el 40% al 60% del costo total de mantenimiento.

Con las indicaciones anteriores se estima que la fuerza de mantenimiento total y las relaciones entre el personal necesario para cumplir el plan de mantenimiento diseñado y el disponible para atender las posibles fallas que se puedan presentar (mantenimiento correctivo).

En el caso que la empresa se encuentre operando, se supone que los equipos de la misma ya se encuentran trabajando. Este caso se presentan dos alternativas:

- La empresa tiene un plan de mantenimiento preventivo establecido.
- No se ha elaborado aún el plan de mantenimiento preventivo.

La empresa posee un plan de mantenimiento preventivo para este caso se propone:

- - Determinar los costos actuales del plan de mantenimiento preventivo y del correctivo, es decir, la eliminación de las fallas para un período predeterminado. La idea es de obtener un conocimiento del costo actual.

-
- - Verificar que el costo total actual se mantenga dentro de los rangos considerados anteriormente, o bien dentro de lo establecido por la propia organización.
-
- - Realizar las previsiones para tratar de disminuir estos costos, aplicando por ejemplo los principios de mantenimiento óptimo, lo cual permitirá obtener beneficios económicos al incrementar las fuerzas de mantenimiento y reducir los costos de penalización.
-
- - Un procedimiento consiste en considerar una parte de una serie de equipos del mismo tipo con una frecuencia de servicios baja para el mantenimiento preventivo otra sección con una serie de servicios alta y los restantes se dejan con una frecuencia de servicio normal, de tal manera de poder construir la curva de costo total versus el nivel de esfuerzo de mantenimiento y así poder obtener las frecuencias de servicio óptimo.
-
- - El presupuesto adicional, se alcanza aplicando los principios de mantenimiento óptimo, es necesario utilizar para mejorar la confiabilidad, cuya meta es obtener una mayor disponibilidad de los equipos dentro del sistema.
-
- - Con el transcurso del tiempo, para períodos preestablecidos, se pueden contar con una data suficiente de fallas para calcular los parámetros de fiabilidad a cada equipo de la fábrica. Además, con el diseño de índices de control de actuación, se puede lograr una visión de comportamiento del departamento, lo cual permite ampliar la toma de decisiones, optimizar los recursos y mejorar los planes de mantenimiento preventivo.
-
- - Los parámetros y los índices diseñados para cada organización de mantenimiento independientemente, son los factores determinantes para aumentar la efectividad del sistema.

Si la empresa no posee un plan de mantenimiento preventivo establecido, los pasos a seguir son:

- - Tratar la empresa como si fuera nueva y considerar todos los pasos señalados anteriormente.
-
- - Ejercer un control estricto sobre los costos mayores por sección o área de la empresa o para cada equipo de la empresa, con el propósito de reducir los costos en la primera ocasión.
-
-
-
-
-

METODOLOGÍA

DISEÑO DE UNA POLÍTICA DE MANTENIMIENTO

El programa de mantenimiento preventivo de una empresa se debe basar en un conjunto de instrucciones de trabajo preparadas para efectuar una serie de operaciones determinadas que garanticen las condiciones óptimas de funcionamiento de los equipos, con el fin de tomar las previsiones necesarias para evitar algún peligro o falla.

Existen varios tipos de mantenimiento que realizan las empresas, entre los cuales se tienen el mantenimiento correctivo que se desarrolla luego de un paro del equipo no previsto. También está el mantenimiento preventivo que se elabora con el objeto de ajustar, reparar o cambiar partes en los equipos antes de que ocurra un daño o falla mayor. Por último está el mantenimiento predictivo el cual se realiza para detectar cualquier irregularidad en un equipo en funcionamiento.

Un programa de mantenimiento preventivo debe especificar la frecuencia, los equipos y las partes que se deben inspeccionar. También debe poseer una base de datos que

almacene y genere los reportes de inspección, de trabajo, así como también las órdenes de trabajo.

En vista de las limitaciones de los programas de mantenimiento, se planteó la elaboración de un formato que pudiese desglosar todas las partes de los equipos a analizar e inspeccionar de manera detallada, siendo esta la finalidad principal de éste trabajo especial de grado.

Para el programa de lubricación de todos los equipos del taladro de perforación se diseñó un formato. En el mismo se detalla la frecuencia de inspección, punto de chequeo, tipo de lubricante y aplicación de la grasa.

Con respecto a la operación de mantenimiento también se elaboró un formato que debería encontrarse luego del programa de lubricación que contiene la frecuencia, el punto de chequeo con su nombre y el procedimiento para cada operación.

Para dar inicio al trabajo de mantenimiento se procede al desarme de las partes, con la ayuda de mecánicos y obreros del patio, bajo la supervisión de Ingenieros Mecánicos e Ingenieros de Petróleo. Todo esto se hace con la finalidad de obtener las posibles causas de las fallas.

Luego del desarme del equipo se debe proceder al lavado o limpieza de las partes y a la inspección visual de todos sus componentes. Luego se recomienda realizar el proceso de toma de fotografías que serán anexadas a la inspección del equipo, éstas deberían mostrar las partes que conforman el equipo, así como el estado en que se pudiese encontrar cada una.

También se debe realizar el procedimiento de análisis de los tipos de aceite y grasa utilizados por cada parte. Se sugiere de igual forma, que la cantidad de grasa utilizada sea la adecuada, ya que los excesos de grasa, con el trabajo-velocidad pudiesen originar deterioro de los equipos que emplean ese tipo de mecanismos.

Toda esta información fue agrupada en una base de datos, la misma fue diseñada bajo un programa denominado Access y con la ayuda de ésta se busca organizar a todos los equipos de la empresa con una determinada codificación para cada equipo, marcas y modelos con los que trabaja la empresa, así como también genera las órdenes de trabajo y todos los reportes de inspección, en resumen guarda cada detalle de lo realizado a los equipos, esto permite establecer estadísticas acerca del tiempo de reparaciones, stock (repuestos) necesarios y programación de futuros trabajos.

RESULTADOS

A continuación se presentarán los resultados obtenidos, los cuales están conformados por la presentación del manual de mantenimiento preventivo, que posee los formatos de mantenimiento de todos los equipos, en éstos se especifican los equipos a inspeccionar, el desglose de sus partes, la lubricación de las mismas y la forma de cómo hacerlo. En esta sección se mostrarán como ejemplo tres equipos y el resto de los equipos se encuentran dentro de los anexos de éste trabajo de grado.

Se presentará en esta sección de resultados una muestra de las fotos que se requieren para el reporte de mantenimiento preventivo de un equipo del taladro de perforación, en este caso tendrán las de un bloque viajero, en el mismo se muestran las piezas dañadas y las reemplazadas.

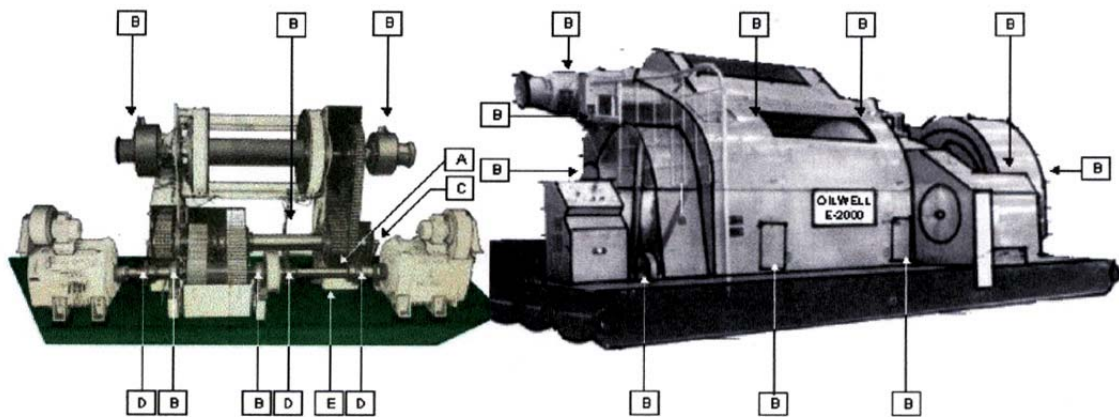
También se muestra la forma en la cual quedan agrupadas dentro de la base de datos todas las inspecciones de mantenimiento realizadas así como también las que se tienen que realizar, presentándose en un programa de inspección anual para cada taladro que se encuentre funcionando dentro de la empresa.

MANUAL DE MANTENIMIENTO

EQUIPOS DE LEVANTAMIENTO

MALACATE

OILWELL - E-2000



PROGRAMA DE LUBRICACION

Frecuencia	Punto de Chequeo	Tipo de Lubricante	Procedimiento
Diario	A	ACEITE DE CADENAS ISO 50	CHEQUEAR EL NIVEL DE ACEITE.
Diario	B	GRASA EXTREMA PRESION MULTI USO	UTILIZAR GRASERA (PISTOLA) MANUAL.
Semanal	C	ACEITE SAE 10	AGREGAR CON TAZA.
Semanal	D	GRASA EXTREMA PRESION MULTI USO	UTILIZAR GRASERA (PISTOLA) MANUAL.
Semestral	E	ACEITE DE CADENAS ISO 50	CAMBIO DE ACEITE.

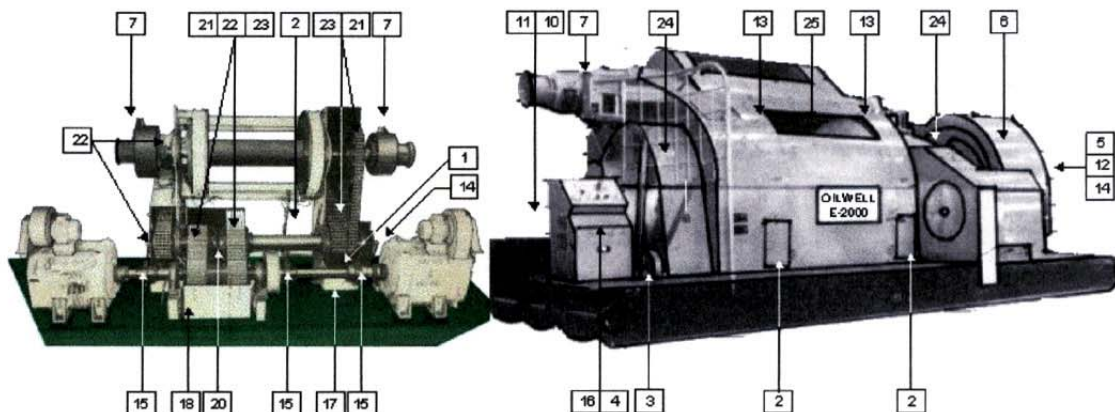
Figura 1.- MANUAL DE MANTENIMIENTO DE UN MALACATE

MANUAL DE MANTENIMIENTO

EQUIPOS DE LEVANTAMIENTO

MALACATE

OILWELL - E-2000



OPERACION DE MANTENIMIENTO

Frecuencia	Punto de Chequeo	Procedimiento
Diario	1 INDICADOR DE NIVEL (VARILLA)	CHEQUEAR EL NIVEL DE ACEITE.
Diario	2 ROLINERAS DEL TAMBOR PRINCIPAL	LUBRICAR A TRAVES DE SUS GRIFOS.
Diario	2 ROLINERA DE LA CREMALLERA DEL TAMBOR PRINCIPAL	LUBRICAR A TRAVES DE SUS GRIFOS.
Diario	2 LINEAS Y PUNTOS DE ENGRASE	CHEQUEAR Y REPARAR LINEAS Y PUNTOS DE ENGRASE SI ES NECESARIO.
Diario	3 MECANISMO DEL FRENO	CHEQUEAR AJUSTE, TAMBOR PRINCIPAL, TAMBOR DEL SANDREEL POR DESGATE O PARTES PERDIDAS, BANDAS. LUBRICAR A TRAVES DE SUS GRIFOS (TIPO ZERK).
Diario	4 CONSOLA DE CONTROL	CHEQUEAR LAS PRESIONES DE AIRE, ACEITE, AGUA, AIRE HACIA EL CLUTCH.
Diario	5 STUFFING BOX	LUBRICAR A TRAVES DE SUS GRIFOS (TIPO ZERK).
Diario	6 FRENO ELECTRODINAMICO	LUBRICAR A TRAVES DE SUS GRIFOS (2 TIPO ZERK)).
Diario	7 ROLINERA PRINCIPAL DEL EJE DEL CABEZA DE GATO	LUBRICAR A TRAVES DE SUS GRIFOS (UN SOLO DISPARO).
Diario	8 SOBRE CORRIDA DEL CLUTCH (TALADROS MECANICOS)	CHEQUEAR DERRAME, COMO SEA NECESARIO (SOLAMENTE SI ESTA EQUIPADO CON ACEITE HIDROMATICO).
Diario	9 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	CHEQUEAR SISTEMA DE AGUA.
Diario	10 LUBRICADOR DE LA LINEA DE AIRE	CHEQUEAR EL NIVEL DE ACEITE HIDRAULICO VISUALMENTE.
Diario	11 MANIFOLD Y TANQUE DE AIRE DE LA CONSOLA	CHEQUEAR LA CONDENSACION.

Figura 2.- MANUAL DE MANTENIMIENTO DE UN MALACATE

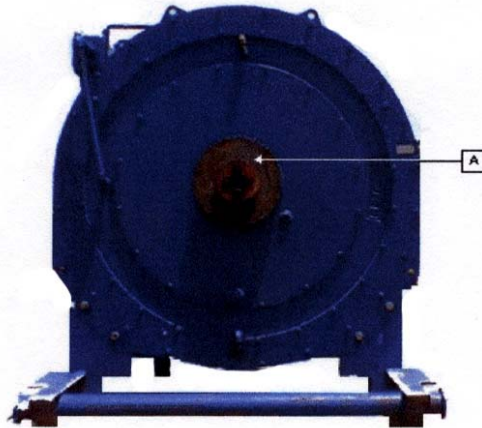
MANUAL DE MANTENIMIENTO

EQUIPOS DE LEVANTAMIENTO			MALACATE
OILWELL - E-2000			
Diario	12	ROLINERAS DEL FRENO ELECTRODINAMICO O HIDROMATICO	LUBRICAR A TRAVES DE SU GRIFOS.
Diario	13	RODILLOS (AMORTIGUADOR DE LA GUAYA DE PERFORACION)	LUBRICAR A TRAVES DE SU GRIFOS.
Semanal	14	ROTORSEALS	CHEQUEAR FUGA DE AIRE, AGREGAR UNA TASA DE ACEITE SI ES NECESARIO.
Semanal	15	COUPLING	LUBRICAR A TRAVES DE SUS GRIFOS (TIPO ZERK).
Semanal	16	SISTEMA DE AIRE	CHEQUEAR VALVULA DE ESCAPE ,LINEAS Y CONEXIONES DE AIRE, OPERACION DE VALVULA DE CONTROL, MEDIDOR DE AIRE, FILTRO Y TANQUE DE AIRE, CONSOLA DEL TANQUE DEL MANIFOLD, REGULADOR DE PRESION Y VALVULAS.
Semanal	17	CARTER	ANALISIS DE ACEITE USADO.
Semanal	2	SISTEMA DE FRENO DEL SANDREEL	LUBRICAR A TRAVES DE SU GRIFOS (TIPO ZERK).
Semanal	3	MECANISMO DEL FRENO	CHEQUEAR LAS CUPILLAS DE LOS PASADORES, AJUSTE DE LOS TORNILLOS Y TUERCAS, CONEXIONES FLOJAS.
Mensual	18	BOMBA DE LUBRICACION	CHEQUEAR PRESION DE ACEITE, LAS BOQUILLAS DE LUBRICACION (QUE NO ESTEN TAPADAS).
Mensual	19	TORNILLOS Y TUERCAS	CHEQUEAR AJUSTE, FALTA DE ALAMBRE.
Mensual	9	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	CHEQUEAR LINEAS DE MANGUERA DE AGUA, CENTRIFUGA, RETORNO DEL AGUA AL TAMBOR, VALVULAS Y FILTRO.
Semestral	20	CAMBIO DE VELOCIDAD DE ALTA Y BAJA	CHEQUEAR EL CLUTCHES POR DESGASTE, CUPILLAS PERDIDAS, AJUSTE.
Semestral	21	SPROCKET	CHEQUEAR DESGASTE, DIENTES PARTIDOS.
Semestral	22	ROLINERAS	CHEQUEAR DESGASTE, DAÑOS.
Semestral	23	CADENAS	CHEQUEAR ESLABONES (SI FALTA ALGUNO O ROTO), AJUSTE.
Semestral	24	CLUTCH	CHEQUEAR LA FRICCION DE LA ZAPATA, LEVANTAR O LIBERAR EL RESORTE Y FRICCION DE LA SUPERFICIE DEL TAMBOR.
Semestral	25	CROWN-O-MATIC	CHEQUEAR FUNCIONAMIENTO.
Semestral	14	ROTORSEALS	CHEQUEAR LOS SELLOS.
Semestral	7	CABEZA DE GATO (CATHEADS)	CHEQUEAR EL CARRETO, CUÑA, VIAJE DEL CARRETO.
Semestral	17	CARTER	CAMBIO DE ACEITE.

Figura 3.- MANUAL DE MANTENIMIENTO DE UN MALACATE

MANUAL DE MANTENIMIENTO

EQUIPOS DE LEVANTAMIENTO	FRENO ELECTRICO AUXILIAR
BAYLOR - ELMAGCO - 7838	



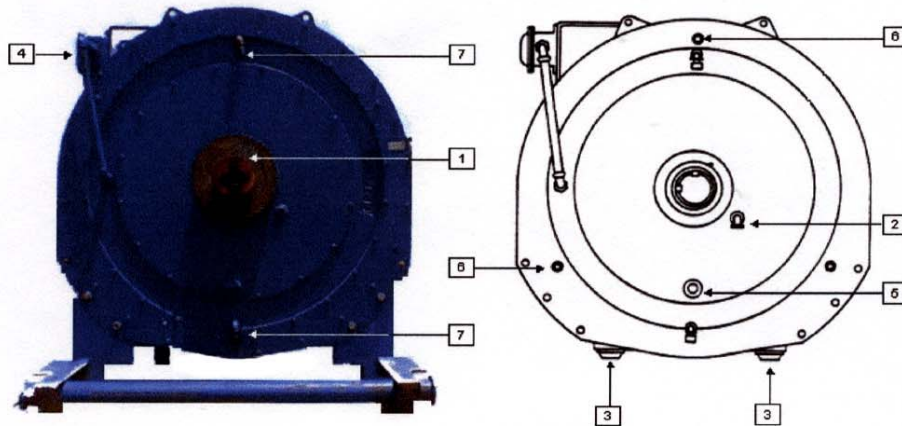
PROGRAMA DE LUBRICACION

Frecuencia	Punto de Chequeo	Tipo de Lubricante	Procedimiento
Diario	A	GRASA NLGI # 2	UTILIZAR GRASERA (PISTOLA) MANUAL.

Figura 4.- MANUAL DE MANTENIMIENTO DE UN FRENO ELÉCTRICO AUXILIAR

MANUAL DE MANTENIMIENTO

EQUIPOS DE LEVANTAMIENTO	FRENO ELECTRICO AUXILIAR
BAYLOR - ELMAGCO - 7838	



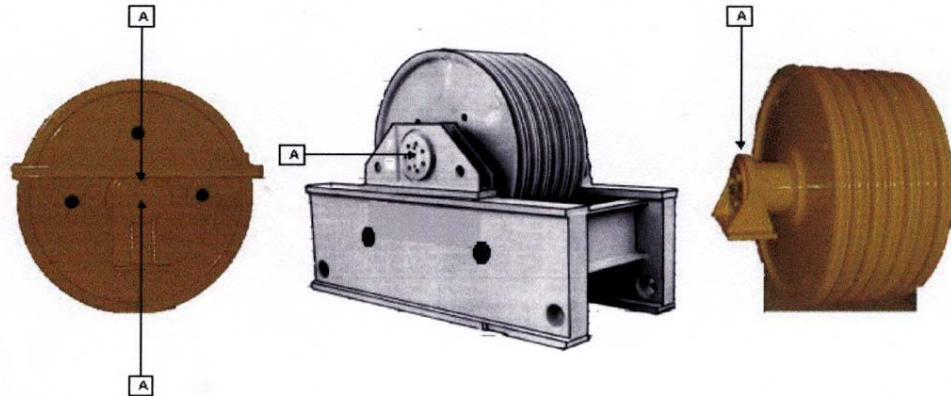
OPERACION DE MANTENIMIENTO

Frecuencia	Punto de Chequeo	Procedimiento
Diario	1 ROLINERAS	LUBRICAR A TRAVES DE SUS GRIFOS (AMBOS LADOS DEL FRENO).
Diario	2 ALIVIADERO DEL AGUA (VENTEO)	ASEGURARSE QUE ESTEN APUNTANDO HACIA ABAJO, Y VERIFICAR EN OPERACION QUE NO SE ESTE DERRAMANDO EL AGUA . CHEQUEAR POR OBSTRUCCION DE OXIDO.
Diario	3 DRENAJE DEL AGUA	BAJO OPERACION, EL AGUA DEBE FLUIR A 150 GAL POR MIN APROXIMADO. CHEQUEAR LA TEMPERATURA DEL AGUA EN LA LINEA DE DESCARGA . (165 F/60 C).
Diario	4 SISTEMA ELECTRICO	INSPECCION DEL CABLEADO ELECTRICO.
Semanal	5 ENTRADA DEL AGUA	CHEQUEAR LA RATA DE FLUJO DEL AGUA DE ENFRIAMIENTO. (150 GAL/MIN.).
Semanal	4 SISTEMA ELECTRICO	CHEQUEAR VOLTAJE.
Mensual	6 TAPONES	RETIRAR LOS TAPONES Y VERIFICAR ABERTURA DEL ROTOR ESTATOR (0.055 - 0.065)".
Mensual	7 RESPIRADEROS DE LA BOBINA	CHEQUEAR QUE ESTEN APUNTANDO HACIA ABAJO Y LIBRE DE OBSTRUCCION. CHEQUEAR EL FILTRO, LIMPIAR SI ES NECESARIO.

Figura 5.- MANUAL DE MANTENIMIENTO DE UN FRENO ELÉCTRICO AUXILIAR

MANUAL DE MANTENIMIENTO

EQUIPOS DE LEVANTAMIENTO	BLOQUE CORONA
Lee C. Moore - 6 POLEAS & 1 POLEA RAPIDA	



PROGRAMA DE LUBRICACION

Frecuencia	Punto de Chequeo	Tipo de Lubricante	Procedimiento
Diario	A	GRASA EXTREMA PRESION MULTI USO (BASE LITIO)	UTILIZAR GRASERA (PISTOLA) MANUAL.

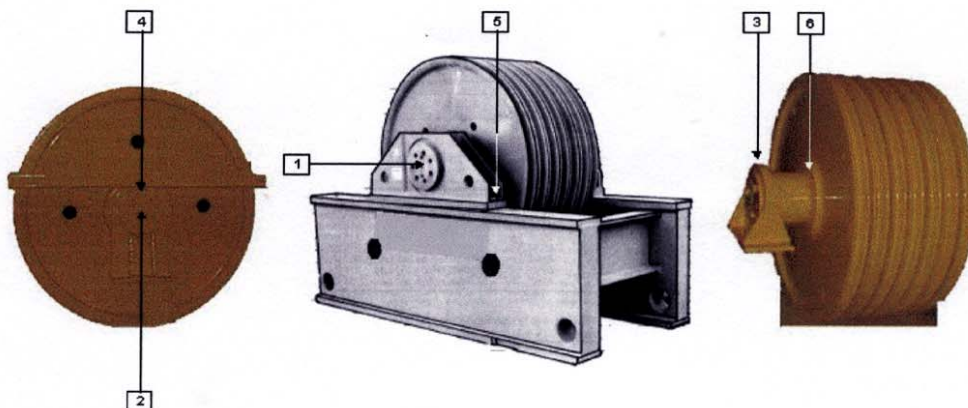
Figura 6.- MANUAL DE MANTENIMIENTO DE UN BLOQUE CORONA

MANUAL DE MANTENIMIENTO

EQUIPOS DE LEVANTAMIENTO

BLOQUE CORONA

Lee C. Moore - 6 POLEAS & 1 POLEA RAPIDA



OPERACION DE MANTENIMIENTO

Frecuencia	Punto de Chequeo	Procedimiento
Diario	1 POLEAS (PATECLAS)	LUBRICAR A TRAVES DE SUS GRIFOS (UNA VEZ CADA TURNO).
Diario	2 POLEA (PATECLA) RAPIDA	LUBRICAR A TRAVES DE SUS GRIFOS (UNA VEZ CADA TURNO).
Diario	3 COJINETES DEL EJE DE LAS POLEAS	LUBRICAR A TRAVES DE SUS GRIFOS.
Diario	4 COJINETES DEL EJE DE LA POLEA RAPIDA	LUBRICAR A TRAVES DE SUS GRIFOS.
Diario	5 TORNILLOS Y TUECAS (SUJETADORES)	CHEQUEAR AJUSTE, APRETAR SI ES NECESARIO.
Semestral	6 ROLINERAS	CHEQUEAR TOLERANCIA; REEMPLAZAR SI ES NECESARIO.

NOTA :

- MAXIMA TOLERANCIA PERMITIDA EN LAS ROLINERAS : 0.40 mm ó 0.015 pulg.
- REALIZAR ENSAYO MAGNAFLUX A LAS POLEAS (PATECLAS), EJE Y FRAME (ESTRUCTURA DEL BLOQUE CORONA), PARA DETECTAR FRACTURAS; ANUALMENTE.

Figura 7.- MANUAL DE MANTENIMIENTO DE UN BLOQUE CORONA

REPORTE DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

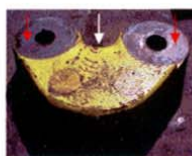
Taladro:113 Equipo: Bloque Viajero Codigo: PMP - 115 - 1



Soportes del yoke
Tapas Laterales



Eje



Yoke (U)



Pasadores del Yoke



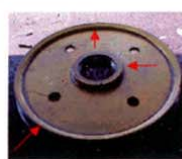
Ojo Suspensor



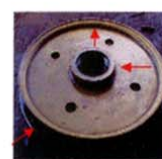
Polea N°1
60"x10"x13/4



Polea N°2
60"x10"x13/4



Polea N°3
60"x10"x13/4



Polea N°4
60"x10"x13/4



Polea N°5
60"x10"x13/4



Polea N°6
60"x10"x13/4



Polea N°7
60"x10"x13/4



Set de rodamientos 1 - 7



Pistas de los
rodamientos



Estoperas



Protector de las poleas



Pasador
es tapas
lateral

PIEZAS DAÑADAS



Set de rodamientos 1 - 7

PIEZAS REEMPLAZADAS



Set de rodamientos 1 - 7

Ensayos Aplicables:

Inspección Visual

Particulas Magneticas por vía seca: (→)

Particulas Magneticas por vía húmeda: (→)

Liquidos Penetrantes: (→)

Técnica de Ultrasonido con Onda de compresión (haz angular):(→)

Figura 8.- REPORTE DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE UN BLOQUE VIAJERO

PROGRAMA ANUAL DE INSPECCIÓN DE EQUIPOS (AÑO)

Fecha	Código	Equipo	Periodo
11/06/2002	101	Malacate	6 meses
11/12/2002	104	Freno Eléctrico	6 meses
04/04/2002	105	Sistema Enfriamiento F.E.	6 meses
04/10/2002	112	Guaya de Perf.	6 meses
	114	Bloque Corona	Anual
22/08/2002	115	Bloque Viajero	Anual
22/08/2003	116	Swivel	Anual
22/08/2002	117	Gancho	Anual
22/08/2003	118	Parrillas Elevad.	Anual
04/02/2001	119	Ancla Línea Muerta	Anual
04/02/2002	151	Torre o Cabria	Anual
	152	Estructura	Anual
	1	201	10.000 hrs.
	2		
	3		
	4		
	5		
	Let.		
01/01/2002	202	Motor Eléctrico DC	6 meses
01/07/2002	203	Generadores	6 meses
20/07/2002	206	Sistema SCR	6 meses
20/01/2003	251	Mesa Rotatoria	6 meses
29/06/2002	254	Master Bushing	6 meses
29/12/2002	255	Kelly Bushing	6 meses
	256	Kelly	6 meses
	260	Transmisión M. R.	6 meses
	265	Top Drive	6 meses
	301	Cuña Portam.	6 meses
	302	Cuña Tuberías	6 meses
	303	Cuña Revestidor	6 meses
	306	Elevador Portam.	6 meses
	307	Elevador Tubería	6 meses
	308	Elevador Revest.	6 meses
	309	Llave de Fuerza	6 meses
	310	Lla ve Hidráulica	6 meses
	351	Impide Reventón S.	Anual
	352	Impide Reventón D.	Anual
	353	Anular	Anual
09/02/2002	354	Acumulador	3 meses
09/05/2002	355	Choke Manifold	Anual
	1	401	6 meses
13/08/2002	2		
13/02/2003	3		
13/02/2003	4		
13/02/2003	4		
25/01/2002	464	Agitador de Lodo	Anual
25/01/2003	503	Motor Eléctrico AC	6 meses
	504	Compresor Recip.	6 meses
	504	Compresor Rotat.	6 meses
	511	Unidad de P. H.	6 meses
	519	Bomba Centrífuga	6 meses
	537	Winche de Aire	6 meses
	601	Tubería de Perf.	Anual
	604	Portamechas	Anual
	609	Heavy - Weight	Anual
	776	Pickup (Camioneta)	6 meses
	784	Montacarga	6 meses

Inspección por Realizar

Inspecciones Realizadas

Última Inspección

Próxima Inspección

Inspección Pendiente

Mes	Fecha	Observación	Mes	Fecha	Observación	Mes	Fecha	Observación
Ene			May			Sep		
Feb			Jun			Oct		
Mar			Jul			Nov		
Abr			Ago			Dic		

Figura 9.- PROGRAMA DE INSPECCIÓN ANUAL DE TODOS LOS EQUIPOS

ANÁLISIS DE RESULTADOS

El mantenimiento preventivo es un elemento fundamental para toda empresa que se dedique a prestar servicios con diferentes equipos, debido a que si se lleva a cabo de manera adecuada se pueden hacer ahorros de tiempo y dinero que en la mayoría de los casos son los ejes principales de todo negocio.

Es por ello que se inició la labor de mantenimiento preventivo con un inventario técnico de los equipos de la empresa, se actualizaron los datos de todos los equipos de la misma, permitiendo de esa manera tener un conocimiento palpable de los equipos existentes.

A partir del inventario de la empresa se elaboraron los formatos que recogen de manera concisa detalles esenciales de cada equipo y que disponen fácilmente de la información, permitieron confirmar las especificaciones originales, así como también definir la vida útil de cada equipo de acuerdo a las recomendaciones del fabricante y por último se tiene al tanto a la empresa respecto a sus necesidades de repuestos.

Lo anterior condujo a la asignación de las actividades sobre todos los equipos y por lo tanto influyó en la disminución de las rutinas totales a elaborar, es decir, eso permitió el ahorro de horas/hombre en rutinas innecesarias, lo cual trajo como consecuencia una reducción de los costos; esto se hizo llevando una historia o registro a los equipos del taladro, las mismas contienen la relación de las reparaciones y el mantenimiento preventivo de cada equipo, tipo de falla y su costo.

Estos datos permitieron conocer el funcionamiento de cada equipo; igualmente se detectó si las averías se repetían o si existían reparaciones frecuentes debidas a una misma causa.

Se tuvo en cuenta la necesidad de preparar instructivos para cada equipo, determinando prioridades. En cada instructivo se establecieron las frecuencias de los

servicios o inspecciones basándose en las especificaciones o recomendaciones de los fabricantes, experiencia de los operadores, de los ejecutores del mantenimiento y también se incluyeron algunas sugerencias aportadas.

El programa de mantenimiento preventivo especificó en términos de tiempo cuándo se realizará el mismo a cada equipo. Esto permitió establecer el plan de trabajo de mantenimiento por período (año, mes, semana, etc.). Asegurando de esta manera que no se omita ningún trabajo. Concediendo así que el mantenimiento requerido se llevase a cabo con la frecuencia que se detallaba.

De igual manera se estimó la fuerza de mantenimiento en Horas/Hombre necesaria para cumplir con el plan de mantenimiento preventivo; lo cual se hace con la finalidad de establecer el valor de los costos del mismo.

También se estimó la fuerza de mantenimiento total y las relaciones entre el personal necesario para cumplir el plan de mantenimiento diseñado y el disponible para atender las posibles fallas que se pudiesen presentar.

Se logró obtener toda la información de cada equipo del taladro, organizada de una manera práctica. El procedimiento de llevar la información dentro de una base de datos permitió a la empresa mantenerse al día con respecto a la operación que necesitaba cada equipo que se encontraba funcionando. Teniendo un sistema de codificación confidencial para cada requerimiento, cómo por ejemplo a medida de que se introducen los datos de los reportes que se van realizando, cambia a un color determinado el equipo en cuestión y aparece la fecha y el servicio que necesita para la misma.

De esta manera se tiene toda la información organizada, tanto en el papel como en computadoras. Lo que evita procedimientos extras de organización a la empresa, facilitando así el acceso a la misma.

El uso de los formatos del programa de mantenimiento permite al personal de campo actualizar de manera inmediata la información a través de la base de datos y que la empresa se encontrara al tanto de los próximos procedimientos a realizar con cada equipo. Evitando el traslado innecesario del personal que se encontraba en campo, el cual en la mayoría de los casos están a tres horas por lo mínimo de la base de la empresa; lo cual a su vez incide en tener a tiempo todo el material necesario para realizar el mantenimiento antes de la ocurrencia de una falla, lo cual trae como consecuencia un relevante ahorro en tiempo y dinero a la empresa que se le implanta el plan de trabajo de mantenimiento preventivo que se analiza en esta sección.

CONCLUSIONES

La implantación de un programa de mantenimiento preventivo es importante para el desarrollo óptimo de las actividades de la empresa, ya que se logra alcanzar una base estándar para el adiestramiento del personal en general y además permite inventariar todos los equipos de perforación de la empresa en estudio.

Se elaboró un manual de mantenimiento, donde se plasmaban los diferentes procesos de un programa de mantenimiento preventivo.

El disponer de la información en estos formatos, permitió establecer mecanismos de control que satisfacen las necesidades de mantenimiento preventivo, de igual forma eliminó la duplicación de los esfuerzos y la interferencia de responsabilidades.

La lubricación juega un papel importante en un programa de mantenimiento preventivo, ya que no se puede concebir éste, sin la aplicación del lubricante correcto, a intervalos de tiempo definidos, en el sitio exacto y en la cantidad apropiada.

Al detectar un problema, no sólo se debe cambiar la pieza afectada, sino se debe investigar las causas de dicha falla ya que en una maquinaria las piezas vienen acopladas y no aisladas una de las otras.

Un excelente programa de mantenimiento preventivo establece los siguientes parámetros: optimizar los recursos disponibles de personal y equipos, mantener una provisión extra de repuestos y justificar en base a costos reales el reemplazo de equipos.

La aplicación de un apropiado programa de mantenimiento preventivo en una empresa, trae como consecuencia un importante ahorro en tiempo y dinero y además se alcanza una disponibilidad de equipos, lo cual incrementará su productividad y su vida útil.

RECOMENDACIONES

- Crear y mantener al día un inventario técnico del taladro.
- Diseñar un sistema de codificación de todos los equipos que permita un mejor control de los mismos.
- Mantener un “stock” de repuesto de todos los equipos (Almacén).
- Organizar y concientizar al personal para la implantación de un buen programa de mantenimiento.
- Realizar un estudio estadístico que permita comparar los resultados obtenidos a través del programa de mantenimiento preventivo y los parámetros de mantenimiento de cada equipo suministrados por el fabricante, con la finalidad de mejorar la vida útil de los mismos.
- Con el transcurso del tiempo, se pueden contar con una data de fallas suficientes para calcular los parámetros de fiabilidad a cada equipo de la fábrica y con el diseño de índices de control de actuación, se puede lograr una visión de comportamiento del departamento, lo cual permitiría ampliar la toma de decisiones, optimizar los recursos y mejorar los planes de mantenimiento preventivo.

BIBLIOGRAFÍA

API. 1998. Recommended Practice for Procedures for Inspections, Maintenance, Repair, and Remanufacture of Hoisting Equipment, **s/c, API.**

Baker Ron. 1999. Conceptos básicos de Perforación, **s/c, Baker Ron.**

Charles Artur & The Gates Rubber Co. 1980. Selección y Mantenimiento apropiado de las Mangueras de Perforación, **Denver, Colorado, Charles Artur & the Gates Rubber Co.**

Chevron. 1986. Blowout Preventors and Auxiliary Equipment, **USA, Chevron.**

Dayco Products Inc. 1992. Manual de Mantenimiento Hidráulico, **Miami, Florida, Dayco Products Inc.**

Helmerich & Payne. 1997. Enterprise, **Tulsa, Oklahoma, Helmerich and Payne.**

Helmerich & Payne de Venezuela. S/f. Glosario de Perforación Bilingüe, **s/c, Helmerich and Payne de Venezuela.**

March J. y Simón H. 1980. Teoría de la Organización, **Barcelona, España, Editorial Ariel.**

Mobil. 1990. Grasas, Lubricantes, **Colombia, Codi Mobil.**

Nava, José D. S/f. Teoría del Mantenimiento, Aplicaciones Prácticas, **Mérida, Venezuela, Universidad de los Andes.**

PDVSA. 1991. Programa de Formación Operarios de Taladro. Perforación I, **Anaco, PDVSA.**

Segura, Livio R. 1981. Gestión de Mantenimiento, **Barquisimeto, Venezuela, Instituto Universitario Politécnico.**

Siderca-Hughes Tools. 1990. Drill Pipe Tools Joins, **Argentina, Siderca-Hughes Tools.**

Universidad de América. 1994. Mantenimiento de Equipos de Perforación y de Reacondicionamiento, **Santa fé de Bogotá, Colombia, Universidad de América.**

World Oil. 1992-1993. Composite Catalog of Oil Field Equipment and Services, **Volume 1, s/c, World Oil.**

GLOSARIO

CABLE DE PERFORACIÓN: Cable metálico que cumple con la función de resistir la fuerza o el peso de la sarta de perforación durante las operaciones de levantamiento y descenso de la misma.

FALLA: Es un evento no previsible inherente a las instalaciones y equipos que impiden que estos cumplan su función bajo condiciones establecidas.

INSPECCIÓN DE MANTENIMIENTO: Es la revisión física de una obra, una instalación o un equipo para constatar la realización de las actividades de mantenimiento, de acuerdo a un procedimiento definido y en comparación con estándares establecidos.

LUBRICACIÓN: Es un procedimiento para reducir la fricción y el desgaste mediante la separación de las superficies en contacto por el lubricante.

El análisis de lubricante debe ser factor principal para establecer un programa de mantenimiento y se debe estudiar antes de realizar algún cambio o alargar los intervalos de mantenimiento.

LUBRICANTE: El uso de aceite de calidad, a intervalos correctos de cambio de aceite y de filtros, es un factor importante para prolongar la vida útil del motor.

MANTENIMIENTO: Se define como una serie de actividades las cuales tienen la finalidad de garantizar que los equipos e instalaciones de una empresa estén en condiciones óptimas de funcionamiento y puedan cumplir la función para la cual fueron adquiridas.

MANTENIMIENTO GENERAL: Se aplica a los equipos cuando tienen cierto número de horas de servicio, y va de acuerdo a una planificación hecha con antelación. En este mantenimiento se inspeccionan todas las piezas del equipo para detectar cualquier deterioro que conlleve al reemplazo de una pieza.

MANTENIMIENTO PREDICTIVO: Es el proceso de determinar el estado del equipo en funcionamiento, permitiendo la reparación de la misma antes de que se produzca el fallo.

El control y supervisión no sólo ayuda al personal del equipo a reducir la posibilidad de fallo catastrófico o grave, sino que también permite disponer de los cambios con anterioridad, planificar los trabajos y otras reparaciones durante la parada.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO: Consiste en restablecer al equipo sus condiciones normales de operación, luego de la ocurrencia de una falla y se caracteriza porque invariablemente existen daños en algún componente del sistema.

Se lleva a cabo cuando los trabajos de mantenimiento no son realizados hasta que un problema ocurra en el fallo del equipo. Con el mantenimiento correctivo no se evitan los costosos daños secundarios producidos en el fallo del equipo, y ello sin considerar los altos costos derivados por mantenimiento y paradas no planificadas.

NIVEL ÓPTIMO: Es la frecuencia de los servicios que se realizan a un equipo y cuyo costo es mínimo.

PORTAMECHAS: Son tuberías especiales que se encargan de darle peso a la mecha, se encuentra conformada por cilindros de acero hueco con paredes muy gruesas, de una longitud de aproximadamente 30 pies. Cumplen con proporcionar el efecto del péndulo para que la mecha perfora un hoyo vertical.

REPARACIÓN: Acción o producto de acciones, destinadas a restituir una obra, una instalación o un equipo a sus condiciones normales de operación y funcionamiento, por medio de la corrección de la falla que ocasiona el mal funcionamiento.

SARTA DE PERFORACIÓN: Eje principal del proceso de perforación al final del cual se coloca la mecha de perforación. La sarta de perforación y el fluido de perforación son los únicos instrumentos que realizan el proceso de perforar. Su capacidad influirá en el tamaño del hoyo, profundidad alcanzada y tasa de penetración. La función de la sarta es la de transmitir la potencia rotatoria y el fluido de perforación sobre la superficie hasta la mecha.

TORRE O CABRIA: Cumple con la función de proporcionar soporte a la corona y al bloque viajero; estos a su vez, sostienen, suben y bajan la sarta de perforación.

TUBERÍA DE PERFORACIÓN: Constituye la mayor parte de la sarta de perforación. Está soportada en su extremo superior por el cuadrante o “Kelly” el cual hace girar por el efecto de la mesa rotatoria. El fluido de perforación es conducido hacia abajo por el interior de la tubería y luego regresa a la superficie por el espacio anular exterior.

SUPERVISOR: Es la persona responsable de supervisar, entrenar y motivar a sus subordinados para alcanzar sus objetivos.

Es el que debe planificar, organizar y demostrar iniciativa para resolver los problemas que se presenten.

Debe asumir las responsabilidades por las acciones de sus subordinados.

Sus características primordiales deben ser: honradez, responsabilidad, integridad, creatividad, decisión, exactitud, facilidad en la comunicación y debe ser un buen líder.