UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA INGENIERIA PETROLERA

"ELABORACION DE PROCEDIMIENTOS PARA OPERACIONES DE PESCA EN APRISIONAMIENTOS DE LA SARTA DURANTE LA PERFORACION DE POZOS"

UNIVERSITARIO: MIGUEL DULFREDO VELASCO LOPEZ

TUTOR: ING. PEDRO REYNALDO MARÍN DOMÍNGUEZ

LA PAZ – BOLIVIA

OCTUBRE - 2021

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERIA

LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

a) Visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
b) Copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
c) Copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la cita o referencia correspondiente en apego a las normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADAS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.

DEDICATORIA:

QUIERO DEDICAR ESTE TRABAJO DE PROYECTO DE GRADO A TODA MI FAMILIA POR EL APOYO INCONDICIONAL DÍA A DÍA, POR EL CARIÑO BRINDADO Y ESPERANDO DEVOLVER ALGO DE LO QUE ME DIERON TODOS ESTOS AÑOS.

AGRADECIMIENTOS:

QUIERO AGRADECER A TODOS LOS DOCENTES DE LA CARRERA POR LOS CONOCIMIENTOS TRANSMITIDOS A LO LARGO DEL TIEMPO, PERO TAMBIEN UN AGRADECIMIENTO ESPECIAL A MI TUTOR Y AL DIRECTOR DE CARRERA POR HACER UN POCO MÁS LLANO EL CAMINO DE DICHO PROYECTO, PARA ASI DE ESTA MANERA SER UN GRAN PROFESIONAL.

INDICE GENERAL

Página

RESUMEN EJECUTIVO I

1. Generalidades 1

1.1 Introducción 1

1.2 Antecedentes 2

1.3 Planteamiento del Problema 3

1.3.1 Identificación del Problema 3

1.3.2 Formulación del Problema 3

1.4 Objetivos 4

1.4.1 Objetivo General 4

1.4.2 Objetivos Específicos 4

1.5 Justificación 4

1.5.1 Justificación Técnica 4

1.5.2 Justificación Económica 5

1.5.3 Justificación Social 5

1.6 Alcance 5

1.6.1 Alcance Temático 5

1.6.2 Alcance Geográfico 6

1.6.3 Alcance Temporal 6

1.6.4 Alcance Legal 6

2. Marco Teórico 7

2.1 Desarrollo de Operaciones de Pesca en Perforación de Pozos 7

2.1.1 Pesca Convencional 7

2.1.2 Recuperación de Empacadores Pegados 9

2.1.2.1 Empacadores Recuperables 11

2.1.3 Pesca en Cavidades 14

2.1.4 Reparación de Tuberías de Revestimiento Dañadas y con Fugas 16

2.1.5 Pesca en Altos Ángulos de Desviación y en Pozos Horizontales 22

2.2 Principales Fallas en Operaciones de Perforación, Terminación y Reparación de Pozos 23

2.2.1 Operaciones 23

2.2.2 Operaciones Dudosas 24

2.2.3 Prevención 24

2.2.4 Error Humano 25

2.2.5 Problemas de Pesca 26

2.2.6 Comunicación para Evitar Riesgos 27

2.2.7 Economía de la Pesca 29

2.2.8 Reglas de Pesca y Procedimientos 31

2.2.8.1 Personal 31

2.2.8.2 Estar Preparado Antes que Ocurra la Pesca 33

2.2.8.3 Cuando se Produce un Trabajo de Pesca 34

2.2.8.4 Tomar Medidas Inmediatas 35

2.2.8.5 Aprender Todos los Detalles 35

2.2.8.6 Elaborar un Plan de Acción 36

2.2.8.7 Evaluar 37

2.2.8.8 Comunicación 37

2.2.8.9 Recopilar Información 38

2.2.9 Medidas para Evitar Problemas de Pesca 38

3. Herramientas de Pesca 40

3.1 Introducción 40

3.2 Herramientas de Captura 40

3.2.1 Herramientas de Pesca para Agarrar Externamente la Tubería 40

3.2.2 Pescante de Cuñas 40

3.2.3 Herramientas de Pesca para Agarrar Internamente la Tubería 46

3.2.4 Arpones 46

3.3 Herramientas de Vibración 50

3.3.1 Sartas de Vibración 51

3.3.2 Martillos 52

3.3.3 Percusores de aceite 53

3.3.4 Acelerador o Intensificador 54

3.4 Molinos y Zapatas dentadas 55

3.4.1 Material 56

3.4.2 Diseño 57

3.4.3 Lavadores de Tubería 59

3.4.4 Molinos 60

3.5 Diversas Herramientas 61

3.5.1 Pesca Despojos 62

3.5.2 Herramientas Inversas 63

3.5.3 Herramientas de Tracción Hidráulica 64

3.5.4 Machuelos 65

4. Aplicación Práctica 68

4.1 Método para la Estimulación del Punto Libre 68

4.1.1 Datos de Elasticidad para Tuberías de producción,

Tuberías de Perforación y Tuberías de Revestimiento 68
4.1.2 Formula General de Elasticidad 69
4.1.3 Tablas de Elasticidad 69
4.1.4 Determinación de la Elasticidad 71
4.1.5 Determinación del Punto Libre 72
4.1.6 Calculo de la Constante de Elasticidad y de la Constante del Punto Libre 73
4.1.7 Gráficas de Elasticidad 74
4.1.8 Separación de la Sarta de Tubería 76
4.2 Resúmenes Técnicos de Aplicación 76
4.2.1 Práctica Aplicativa 76
4.2.1.1 TCR - X1 76
4.2.1.2 TCR - X1 D 82
4.3 Análisis de Casos de Pesca 86
4.3.1 Ejemplos Teóricos 86
4.3.1.1 Pozo SSF-92 86
4.3.1.2 Pozo FRT-02 90
4.3.1.3 Pozo SAC-14 94
4.3.1.4 Pozo SSF-57 95
4.4 Procedimiento general para una pesca promedio 98
4.4.1 Pasos generales de una pesca promedio 98
5. Costos 100
5.1 Análisis de costos 100
6. Conclusiones y Recomendaciones 103
6.1 Conclusiones 103
6.2 Recomendaciones 104

BIBLIOGRAFIA 105

GLOSARIO DE TERMINOS 106

APENDICE 113

ANEXO A SEGURIDAD INUSTRIAL EN POZOS PETROLEROS 122

ANEXO B COSTOS GENERALES DE POZO 126

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Empacador permanente queda fijo a la tubería de revestimiento mediante cuñas de acción opuesta. 10

Figura 2.2 Herramienta de vibración de fondo de pozo para liberar al empacador recuperable que está pegado. 12

Figura 2.3 Pesca en cavidades con gancho de pared, junta articulada y pescante de cuñas. 15

Figura 2.4 Cortador interno para cortar la tubería de revestimiento dañada. 17

Figura 2.5 Herramienta para acondicionar la tubería de revestimiento. 18

Figura 2.6 Parche para tubería de revestimiento con sello de goma. 19

Figura 2.7 Parche para tubería de revestimiento con sello de plomo. 20

Figura 2.8 Diagrama de flujo para determinar problemas en la tubería de revestimiento y sus posibles soluciones. 21

Figura 3.1 Pescante de cuñas acondicionado con grapa tipo canasta usado para engranar externamente el pescado. 41

Figura 3.2 Tipos de grapas usadas en función del tamaño del pescado. 42

Figura 3.3 Extensión inferior con molino, se monta en el pescante de cuñas para moler la tubería. 44

Figura 3.4 Pescante de cuñas con agarre corto para ser usado cuando la parte expuesta del pescado es demasiado corta. 45

Figura 3.5 Arpón liberador que captura por la parte interna del pescado. 46

Figura 3.6 Arpón con empacador de copa para empacar el pescado. 48

Figura 3.7 Arpón con substituto limitador que ayuda a liberar el arpón. 49

Figura 3.8 Típica sarta de vibración que ayuda a sacar el pescado y liberar la herramienta de captura. 51

Figura 3.9 Martillo que libera golpes de impacto sobre el pescado. 52

Figura 3.10 Percusor de aceite hidráulico, esta herramienta puede modificar la intensidad de los impactos. 53

Figura 3.11 Intensificador que incrementa el golpe liberado por la sarta de trabajo. 54

Figura 3.12 Diferentes tipos de molinos y zapatas dentadas para cortar y moler. 55

Figura 3.13 Varillas de carburo de tungsteno, material usado para molinos y zapatas. 56

Figura 3.14 Zapata dentada tipo corona para lavar sobre el empacador. 58
Figura 3.15 Diferentes tipos de zapatas lavadoras dependiendo de la necesidad del lavado y del pescado. 59
Figura 3.16 Molinos con diferentes configuraciones de fondo (plano, cóncavo y cónico de aletas). 60
Figura 3.17 Molinos tipo Junk revestidos con carburo de tungsteno. 61
Figura 3.18 Pesca despojos, captura pescados de tamaño variable o desconocido. 62
Figura 3.19 Herramienta inversa, recupera y desenrosca secciones de tubería o herramientas pegadas. 63
Figura 3.20 Herramienta de tracción hidráulica, utiliza presión de bombeo hidráulico para sacar objetos del agujero. 64
Figura 3.21 Diferentes tipos de machuelos para pesca externa e interna. 65
Figura 3.22 Machuelo piñón, se usa para atornillarse en tuberías de perforación con roscas dañadas. 66
Figura 3.23 Junta de seguridad de perforación, permite desconectar la sarta de la tubería. 67
Figura 4.1 Gráfica de elasticidad para tubería de 1.660 plg de diámetro exterior y un peso de 2.4 lb/ft. 74
Figura 4.2 Gráfica de elasticidad para tubería de 1.900 plg de diámetro exterior y un peso de 2.9 lb/ft. 75
Figura 4.3 Ejemplo de tubería cortada con cortador de chorro. 78
Figura 4.4 Pescante de cuñas acondicionado con grapa tipo canasta usado para engranar externamente al pescado. 79
Figura 4.5 Molinos con diferentes configuraciones de fondo (plano, cóncavo y cónico de aletas). 80
Figura 4.6 Diagrama de la tubería pegada 81
Figura 4.7 Martillo que libera golpes de impacto sobre el pescado. 82
Figura 4.8 Ejemplo de tubería cortada con cortador de chorro. 83
Figura 4.9 Extensión inferior con molino que se monta en el pescante de cuñas para moler la tubería. 84
Figura 4.10 Estado mecánico 85
Figura 4.11 Vacuum, camión al vacio. 87
Figura 4.12 BOP 88
Figura 4.13 Taper Mill 90
Figura 4.14 Armando BHA de recuperación. 91
Figura 4.15 Pescado recuperado con Overshot 97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Clasificación de los Trabajos de Pesca 7

Tabla 4.1 Tabla de elasticidad para determinar la constante de elasticidad y la constante del punto libre. 70

Tabla 5.1 Tabla de estimación de costos (Caso 1) 100

Tabla 5.2 Tabla de estimación de costos (Caso 2) 101

Tabla 5.3 Tabla de estimación de costos (Caso 3) 101

Tabla 5.4 Tabla de estimación de costos (Caso 4) 102

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 4.1 Fórmula general de la elasticidad. 69
Ecuación 4.2 Fórmula de la determinación de la elasticidad. 71
Ecuación 4.3 Fórmula de determinación del punto libre. 72
Ecuación 4.4 Fórmula para el cálculo de la constante de elasticidad. 73
Ecuación 4.5 Fórmula para el cálculo de la constante del punto libre. 73

RESUMEN EJECUTIVO

Este proyecto de grado está basado esencialmente y básicamente en lo que respecta a la pesca en pozos petroleros durante la etapa de perforación, con una explicación detallada acerca de las herramientas que se usan en estos procesos, ejercicios básicos y sencillos para conocer algunos datos importantes para realizar la pesca propiamente dicha, ejemplos prácticos y sobretodo vividos en torre y relatados a detalle para un mejor entendimiento, análisis económicos de costos para poder conocer los montos que se manejan en ciertas operaciones de pesca. Todo esto se desarrollará con más detalle a continuación, gracias a un resumen por capítulos.

El primer capítulo es prácticamente donde desarrollamos la parte formal del proyecto de grado, para un mejor entendimiento, la parte donde centramos el perfil de proyecto de grado el cual fue aprobado para un próximo desarrollo de dicho tema, y en el cual la porción más importante es la de los objetivos, tanto el general como los específicos, el cual será evaluado seguramente en las conclusiones del proyecto.

Para el segundo capítulo ya entramos en materia y es el desarrollo de la parte teórica pero aun sin tocar nada acerca de las herramientas de pesca ni la aplicación práctica, dos cosas muy importantes que las dejaremos para los capítulos importantes más adelante. Por lo tanto, el segundo capítulo nos hablará acerca de las operaciones de pesca que se nos pueden presentar, además de una descripción de todas las circunstancias a presentarse durante todo el proceso, es decir, desde que se nos presenta un pescado en hoyo, hasta concluir la operación ya sea satisfactoria o no y obviamente las causas y consecuencias de una operación de esta magnitud.

Ya para el tercer capítulo, el cual es uno de los más importantes, se entrará a una descripción muy detallada acerca de la herramienta a utilizar en todas las operaciones de pesca, todo esto servirá mucho, más adelante para poder entender el uso de dichas herramientas en los relatos y ejemplos prácticos del siguiente capítulo. Cabe mencionar que en este tercer capítulo se trata de abarcar la mayor cantidad de herramientas usadas en las operaciones de pesca, y obviamente las que más se usan y sean más efectivas según la

experiencia de los ejemplos que se manejan en el proyecto. También hay que decir que, en todos los casos de las herramientas de pesca, estas estarán acompañadas de gráficas claras y con una descripción sencilla pero completa, acerca de sus partes que las componen.

Ahora bien, en el cuarto capítulo y el segundo de los mencionados importantes, se verá la aplicación práctica, la cual se pensó en dividirla en tres partes, las cuales se describen a continuación. En primer lugar, se tendrá una aplicación práctica basada en ecuaciones conocidas como la determinación del punto libre o la ecuación de la elasticidad, entre otras, todo esto gracias al conocimiento de algunos datos que usualmente se manejan comúnmente en un pozo de perforación, los cuales serán nuestro punto de partida para la resolución de estas ecuaciones y el problema en general. En segunda instancia se verá los ejemplos de aplicación de dos pozos denominados Pumas 1 y 2, los cuales serán descripciones más detalladas con un pequeño uso de las ecuaciones de la primera parte, pero con una descripción de los arreglos y profundidades en las que se trabajó realmente, por ejemplo, siempre acompañando con gráficas claras y entendibles para una mejor percepción del problema. Y por último en la tercera sección del capítulo se verá el análisis de casos de pesca de cuatro pozos diferentes, los cuales serán relatados con detalle sean o no sean con una pesca satisfactoria, es decir, se haya o no cumplido el objetivo de capturar el pescado, cabe recalcar que esta última parte es más teórica y relatada, que las dos primeras, en las que se vio varios cálculos matemáticos con ecuaciones ya mencionadas.

El quinto capítulo nos lleva a ver y analizar costos acerca de montos de equipos y operaciones en campo, pero no de cualquier pozo, sino de los cuatro pozos que formaron parte de este estudio en el anterior capitulo y en su última parte, estos montos son presentados en tablas fáciles de entender y de analizar.

Por último, pero no menos importante en el sexto capítulo estarán las conclusiones y recomendaciones, que como se dijo en algún punto, estarán muy relacionadas con los objetivos planteados, todo esto acompañado de un glosario completo y de imágenes reales tomadas en campo.

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1 Introducción

La presente investigación define su tema de la siguiente manera:

"ELABORACION DE PROCEDIMIENTOS PARA OPERACIONES DE PESCA EN APRISIONAMIENTOS DE LA SARTA DURANTE LA PERFORACION DE POZOS"

Un trabajo de pesca se define como el conjunto de operaciones o procedimientos realizados dentro de un pozo, con el objetivo de remover o recuperar materiales, herramientas, tubería pegada, tubería rota, empacadores pegados, líneas de acero y otras pérdidas o fallas del equipo en el pozo que impiden o afectan el desarrollo secuencial durante la intervención del pozo.

Los trabajos de pesca son una parte importante del proceso de planeación en operaciones de perforación, terminación y reparación de pozos, por tal motivo es necesario desarrollar un plan de acción, a corto, mediano y largo plazo, además de planes alternos según sea necesario.

Para llevar a cabo estas operaciones, contamos con diversas herramientas y métodos que pueden ser aplicados a diferentes tipos de clases de pescados, dependiendo de sí el pescado está libre o pegado, además de considerar el área donde está ubicado el pescado, en agujero abierto o en agujero entubado.

Un trabajo de pesca deberá ser una solución económica a un problema en el pozo, el éxito y la eficiencia de estas operaciones dependerá de tomar medidas inmediatas considerando la seguridad del agujero así como llevar a cabo las operaciones de una manera prudente y ordenada.

1.2 Antecedentes

Una vez que se interrumpe la operación normal durante el reacondicionamiento de un pozo de petróleo, ya sea por tubería, herramientas, etc. atrapadas en el pozo, es decir, por un pescado, se procede al análisis de las causas que podrían haber originado el problema. Seguidamente se procede a preparar y seleccionar las herramientas adecuadas de pesca para la solución del problema.

Tener una idea clara del pescado es muy importante, como lo es su posición dentro del pozo y si es posible tener en superficie un objeto lo más parecido a dicho pescado, que a futuro será muy importante para poder realizar la calibración del pescado y así de la herramienta a utilizar en esta operación.

Si en un principio la operación no tiene éxito, se deberá intentar otra técnica, es decir, si se utilizara una herramienta de agarre externo y no se tuvo una solución, se deberá utilizar ahora una de agarre interno, todo esto dependiendo de que este libre la parte externa o interna del pescado. Hay veces que después de varios intentos sin éxito, se debe emplear una herramienta moledora para moler externamente el pescado y así tenerlo listo para intentar nuevamente. En ocasiones el pescado está atrapado por sedimentos, y en este caso se trata de liberar las herramientas atrapadas por medio de químicos con una limpieza en la zona.

Las causas que nos llevaran a la interrupción de las operaciones normales y pensar en una pesca son:

- Caída de equipos por ruptura de la tubería.
- Tiempo de explotación.
- Mala selección de equipos.
- Agresividad de los fluidos contenidos en yacimientos.
- Colapso del revestidor de producción.
- Errores en la operación de pozo, etc.

1.3 Planteamiento del problema

1.3.1 Identificación del problema

El problema en si es generado por dos puntos, los cuales son:

- Lo importante que es tener conocimiento acerca de todo lo concerniente a la pesca o fishing como es más conocido por su traducción al inglés. Siendo de esta manera una parte vital de la perforación en realidad, aunque uno quisiera que en un pozo nunca pase dichos problemas, que tengan que ser solucionados gracias a la pesca, hay que ser precavido y tener dicha solución prácticamente a la mano y así ser suprimido el inconveniente lo más pronto posible y de esta manera poder seguir con las actividades programadas y normales del pozo.
- La carrera de Ingeniería Petrolera de la UMSA cuenta con una materia muy importante dentro de la malla curricular, la cual es la perforación de pozos, esta asignatura está dividida en cuatro partes, y sería bueno que dentro de esta se haga más hincapié en todo lo que corresponde a la pesca o fishing, por lo mismo expuesto en el anterior punto, y por la importancia que esta tiene.

1.3.2 Formulación del problema

Dicho todo esto la idea del proyecto es la de proporcionar conocimientos reales sobre la pesca en pozos, ya que gracias a la experiencia propia, no se le da mucha importancia a dicho tema. Además que los alumnos tengan un texto al que puedan acudir sin tener que estar buscando documentos en español, dado que la mayoría de los textos están en el idioma universal, el inglés. Y por ultimo pero no menos importante para mejorar una de las asignaturas más importantes de la carrera como es la perforación de pozos, la cual es vital para la formación de todos los universitarios, y al tener este complemento de la pesca, será aun más completa.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Elaborar, analizar y categorizar las diferentes formas y procedimientos de pesca para un pozo, y de esta manera abarcar la mayor cantidad de problemas para una pronta solución.

1.4.2 Objetivos específicos

- Proporcionar una guía bien elaborada en operaciones de pesca en pozos.
- Describir el procedimiento de cada operación de pesca para cada problema que se presente con herramientas o materiales en general.
- Hacer una descripción de las herramientas a utilizar en cada operación de pesca en pozo.
- Integrar información contenida en libros y así ofrecer un texto de consulta completo a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Petrolera de la UMSA.

1.5 Justificación

1.5.1 Justificación técnica

Esta parte del proyecto está dada por dos puntos muy importantes, en primer lugar por el hecho de que en la carrera nunca se le dio la relevancia que se merece a un tema tan vital dentro de la perforación, como es la pesca, y con esto se quiere lograr que dicho tema sea más tomado en cuenta por la profundidad de su enseñanza y porque será un complemento perfecto para que la asignatura siga siendo la más importante como es hasta ahora. En segundo lugar y como se vio en el objetivo especifico, la de proveer un texto completo y lo más ajustado a la realidad a los universitarios de la carrera.

1.5.2 Justificación económica

Dados todos los objetivos planteados anteriormente, se cree que el aspecto económico no es de una gran importancia, mientras se tenga una bibliografía completa, en donde poder apoyarnos, para poder integrar un proyecto que cumpla con todo lo dicho. Por lo tanto el aspecto económico puede ser considerado el menos importante para la elaboración del proyecto. Pero si o si hay que tener en cuenta que si se habla de la pesca aplicada o propiamente dicha, a problemas reales, el factor económico se convertirá en el más importante de todos, para todo esto dentro del proyecto habrá varios ejemplos de costos y problemas reales, los cuales nos mostraran la parte económica y lo elevada que es respecto a la pesca en un pozo.

1.5.3 Justificación social

Con este proyecto y aunque en algún punto anterior ya se menciono, la parte social es de gran importancia, porque se piensa en el beneficio a futuro del alumno en general de la carrera y que este tenga un texto completo al cual acudir en caso de estar llevando dicho tema en la asignatura de perforación u otra materia. Cabe mencionar que en los proyectos anteriores de la carrera no se encontró ningún tópico parecido y nos pareció que no era justo que esta parte de la perforación sea tan olvidada, esta la razón para poder elaborar dicho proyecto para todos los estudiantes.

1.6 Alcance

1.6.1 Alcance temático

En el presente proyecto se intentara abarcar la mayor cantidad de ejemplos y aplicaciones, o por lo menos las más importantes y frecuentes dentro de la pesca en pozos. Cabe mencionar además que también se dará una explicación detallada acerca de las herramientas y accesorios para una mayor eficiencia de dicho tema, y de esta manera tener un panorama lo más amplio posible para la solución de cualquier problema que se presente en el mencionado pozo.

1.6.2 Alcance geográfico

Este proyecto tiene un alcance ilimitado, todo esto por el hecho de que la investigación será en base a cualquier experiencia de un pozo que haya sido registrado y documentado en textos, y obviamente que este dentro de nuestra bibliografía, es decir, que servirá todos los registros posibles a nivel mundial para poder tener un proyecto más completo acerca de la pesca en pozos.

1.6.3 Alcance temporal

El alcance a nivel de tiempo es un factor muy relevante, dado que como se menciono en los objetivos, este proyecto será de ayuda para el alumno y en especial para el de Ingeniería Petrolera de la UMSA, y se espera que este sea con el tiempo una base tanto para la formación del alumnado como para la mejora de la asignatura de perforación de la carrera.

1.6.4 Alcance legal

En esta parte aunque no hay mucho que decir, se mencionara que todo dependerá de las reglas y normas propias de un campo petrolero.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1 Desarrollo de Operaciones de Pesca en Perforación de Pozos.

2.1.1 Pesca Convencional

En operaciones de campos petroleros, la pesca es la técnica de recuperar objetos pegados o perdidos en el pozo. Los trabajos de pesca caen en tres clasificaciones: agujero descubierto, cuando no hay tubería de revestimiento en el área de los pescados; agujero revestido, cuando el pescado está dentro de la tubería de revestimiento; o a través de la tubería, cuando es necesario pescar a través de la restricción de un diámetro reducido de tubería.

El término de pesca se toma a partir del comienzo de la perforación con herramienta de cable. En aquel tiempo, cuando una línea de acero se rompía, un miembro del equipo simplemente ponía un gancho en una línea e intentaba tomar la línea de acero para recuperar la herramienta o los pescados. La necesidad y la ingeniosidad llevaron a estos trabajadores del campo petrolífero a desarrollar nuevos anzuelos. Los métodos de prueba y error de comienzos de la industria construyeron la base para muchas de las herramientas de pesca usadas hasta el día de hoy.

CLASIFICACION DE LOS TRABAJOS DE PESCA	SE APLICA CUANDO
Agujero descubierto	No hay tubería de revestimiento en el área de los pescados
Agujero entubado	El pescado esta dentro de la tubería de revestimiento
A través de la tubería	Es necesario pescar a través de la restricción de un diámetro reducido de tubería

Tabla 2.1 Clasificación de los trabajos de pesca, dependiendo dónde se realizan.

Las compañías de herramientas de pesca han avanzado al mismo paso que con el rápido desarrollo de la industria petrolera y el despliegue de la nueva tecnología. Hoy en día muchos son capaces de pescar con éxito en pozos con profundidades que exceden los 20,000 pies, en altos ángulos de desviación, en pozos horizontales y en aguas profundas.

Un pescado puede ser cualquier número de cosas, incluyendo tubería pegada, tubería rota, lastrabarrenas, barrenas, conos de barrena, herramienta arrojada al pozo, arenado o lodo pegado en la tubería u otros desperdicios en el agujero. Correr lavadores, pescante de cuñas, arpones, pescar con línea de acero, sacar tubería y varillas simultáneamente y correr percusores, son estas muchas de las técnicas de pesca desarrolladas para ocuparse de las diversas variedades de pescados.

Hay muchas clases de pescados y trabajos de pesca, muchas herramientas diversas y métodos que pueden ser aplicados. Algunos de ellos pueden ser muy simples, otros son extremadamente complejos. No hay dos trabajos de pesca semejantes, muchos probablemente son similares. Un supervisor experimentado en herramientas de pesca extraerá la experiencia ganada de muchos trabajos.

Los trabajos de pesca son una parte del proceso de planeación en operaciones de perforación, terminación y reparación de pozos. Con el costo cada vez mayor del tiempo de equipo y de pozos más profundos y más complicados, los operadores a menudo presupuestarán las operaciones de pesca. Cuando una operación de pesca es un procedimiento previsto para una reparación de pozos, el operador trabajara con la compañía de herramientas de pesca para diseñar un procedimiento y para desarrollar una estimación de costos.

Considerando la probabilidad de éxito para un trabajo de pesca, el costo del trabajo de la pesca tendrá que ser menor que el costo de re-perforación o de desviar el pozo, para que este tenga sentido económico.

La pesca puede ser considerada como una herramienta de riesgo. Cuando esta se utiliza con éxito, puede salvar al pozo. Porque la pesca es más un arte que una ciencia exacta, puede haber más de una entrada a un problema. El personal de la compañía de herramientas de pesca tiene experiencia valiosa al realizar muchos trabajos de pesca bajo una variedad de circunstancias. Esta experiencia generalmente señala una entrada específica cuando se consideran todos los factores. Aunque ningún trabajo de pesca se puede garantizar para el éxito, la combinación de personal experimentado y de avances tecnológicos en herramientas de pesca ofrece generalmente una opción con una buena probabilidad de éxito.

Para maximizar esta probabilidad, planear apropiadamente un trabajo de pesca es lo más importante. La planeación de reuniones se deberá celebrar y deberá incluir a cada uno de los implicados en el trabajo, tales como operadores o supervisores de herramientas de pesca, personal de la compañía de lodo, personal del equipo, representantes de la compañía de la línea de acero-eléctrico (cuando sea aplicable), y cualquier otro que pudiera estar implicado. Es mucho más barato determinar que cierto procedimiento no se trabajara antes de hacerlo

2.1.2 Recuperación de Empacadores Pegados

Como cualquier trabajo de pesca, cuando se pesca un empacador pegado es útil saber tanto como sea posible sobre el equipo. Sí la marca y el modelo del empacador son conocidos, tanto los datos, como las dimensiones, tipo, método de anclaje y liberación, y una imagen o dibujo tridimensional se podrán obtener. Muchas veces es beneficioso traer otro empacador a la misma localización del pozo. Esto proporciona información inmediata, sí solo una parte del equipo es recuperada y otras partes del equipo permanecen en el pozo. La literatura del fabricante que contiene esa información deberá guardarse en el archivo, si es posible, porque los diseños cambian, las compañías se fusionan, se adquieren o salen del negocio.

Como resultado de ello, esta literatura puede ser la más exacta y la fuente de información fácilmente disponible sobre el empacador pegado.

Figura 2.1 Empacador permanente, queda fijo a la tubería de revestimiento mediante cuñas de acción opuesta.

Fuente: The Guide to Oilwell Fishing Operations

Generalmente los empacadores se dividen en dos categorías, permanentes y recuperables. Los empacadores recuperables incluyen todo sobre: el peso, tipo de tensión y rotación conjunta. Algunos empacadores recuperables tienen anclas hidráulicas. Otros se fijan hidráulicamente y la mayoría son liberados por rotación, rompiendo el perno de seguridad o

el anillo de pistón. Algunos empacadores recuperables tienen herramientas especiales de recuperación que pican dentro del empacador y cambian un collar dentro de él para liberarlos.

La comparación de empacadores recuperables con los empacadores permanentes es simple. A continuación, se describen los empacadores recuperables.

2.1.2.1 Empacadores Recuperables

Después del modelo y la marca de un empacador recuperable pegado se determinan, todos los esfuerzos razonables que deben hacerse para liberarlo, antes de recurrir a un trabajo de pesca. La tubería deberá ser trabajada para asegurarse que está completamente libre de fricción y que la tubería no se añadirá al problema.

Si el empacador es liberado por rotación, la torsión deberá ser hacia abajo. Para hacer esto, una marca vertical se hace sobre la tubería y la torsión de la mano derecha se aplica en superficie. Mientras que las propiedades de la torsión son aplicadas en la tubería. Esto garantiza que la torsión se distribuye hacia abajo para actuar en el mandril. Deberá ser medido el esfuerzo y estimada la profundidad más alta del punto pegado. En este punto se deberá considerar la dirección del punto libre.

Si las cuñas están pegadas, la sarta es disparada en el mandril del empacador recuperable para poder reducir suficientemente la fricción para liberar al empacador. Si las condiciones de formación lo permiten, se puede aplicar presión en el tubo hacia abajo y por debajo del empacador para crear una fuerza de elevación.

Si los sólidos se han asentado en el espacio anular, se podrá perforar un agujero en la tubería justo por encima del mandril del empacador y el pozo circulara. Si el empacador es

equipado con anclas hidráulicas por encima de los sellos y las cuñas, la presión puede ser aplicada en el espacio anular para ayudar a retraer los botones del ancla.

Si el mismo empacador recuperable está pegado, golpear la sarta es usualmente efectivo. La sarta de tubería es separada por cualquiera de las dos formas por corte o por desenrosque justo por encima del empacador, usualmente ½ tramo. La herramienta apropiada de captura es corrida con percusores. Con los percusores se deberá tener cuidado para evitar golpear al mandril fuera del empacador.

En algunos casos, la baja frecuencia, los golpes de alto impacto de una herramienta de percusores pueden ser una limitante. Una herramienta con alta frecuencia y de bajo impacto, también conocida como herramienta de vibración de fondo de pozo, será usada en su lugar, el mantenimiento de fuerzas como la fricción y los desechos, pueden provocar que el empacador este atorado, pudiéndose superar.

Figura 2.2 Herramienta de vibración de fondo de pozo, para liberar al empacador recuperable que está pegado.

Fuente: The Guide to Oilwell Fishing Operations

La herramienta de vibración de fondo de pozo ha sido muy eficaz en la pesca de empacadores recuperables. Si un pescado esta engranado, un ligero tirón es más apropiado. La presión de bombeo se inicia y la herramienta vibra a una frecuencia de 12-18 Hz,

causando alrededor de 1100 impactos por minuto. Esta herramienta elimina la necesidad de alta tensión en la sarta de trabajo o tirones excesivos para liberar al empacador. Este método también elimina la necesidad de quitar los lastrabarrenas y la sarta de trabajo.

Otra alternativa de recuperación es el método de lavar el empacador y cortar hacia afuera. Esto es apropiado, sí parte de la sarta de tubería está pegada debido a que el espacio anular está lleno. Si solo una breve sección de la tubería se ha pegado y es más práctico lavar en un solo viaje, un tipo de pescante de cuñas puede ser incorporado a la sarta de lavado. Este pescante de cuñas consiste en una breve sección de casquillo (buje) hecho en la sarta, con un receptor interno empleado por debajo de los coples de la tubería (similar a un cortador externo). La zapata dentada para este tipo de operaciones son tipos de dientes típicos para excavar y llenar la parte de afuera de lodo o cemento. Si el mismo empacador tiene que ser cortado, la zapata deberá ser en la parte inferior de carburo de tungsteno y hacia el final un molino.

Algunas reglas de oro para la pesca de empacadores recuperables, son las siguientes.

- Obtener un dibujo del empacador.
- Conocer la ubicación del molino en relación a las partes del empacador.
- El diámetro exterior de la zapata deberá ser menor al diámetro interior de la tubería de revestimiento.
- El diámetro interior de la zapata deberá ser lo más amplio posible.
- Correr con un peso de 1 a 3000 lbs. Y una rotación lenta de 80 a 100 rpm. Para reducir al máximo las vueltas.
- Mover ligeramente arriba y abajo las cuñas y solo si es necesario los anillos de pistón.
- Si los anillos del pistón comienzan a girar, use un peso ligero, altas rpm y un bombeo lento.
- Correr el martillo y un mínimo de dos canastas.

2.1.3 Pesca en Cavidades

Cuando parte de la tubería de perforación está en una sección de derrumbe del pozo, el pescado no está centrado en el agujero. Como un pescante de cuñas es recto la sarta de la herramienta puede pasar por alto la parte superior del pescado, tocar la tubería y tomar la parte superior. Si esto ocurre, una rotación lenta y el corte del labio guía aumenta ligeramente, la torsión hay que soltar. Puede ser imposible engranar la parte superior del pescado con la sarta de herramienta, pero algunas herramientas y técnicas pueden ser utilizadas para ayudar al pescado a conectarse.

Una de las herramientas más simples y frecuentemente más usadas en estas situaciones es el tramo torcido. Un tramo de tubería ligeramente torcido por encima del piñón y justo por encima del pescante de cuñas se colocará en un ángulo. Haciendo girar la parte superior del pescado, puede ser posible engranar el pescado. Esta configuración es normalmente la primera elección, porque es sencillo y fácilmente disponible en el lugar. Se deberá tener cuidado para torcer el tramo de tubería de manera de que la apertura del corte del labio guía se vea obligada a entrar en el pescado.

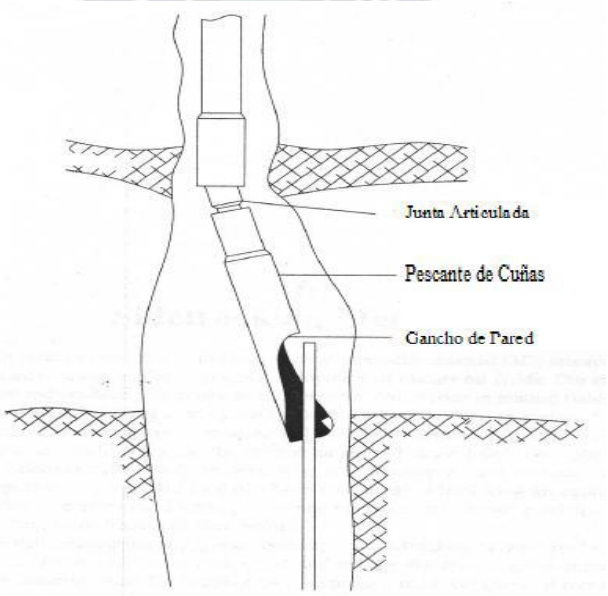
Algunos operadores corren el substituto de chorro en lugar de torcer el tramo. Este substituto tiene una placa rompible justo en el interior del piñón y un agujero en el costado. La presión de bombeo es ejercida a través de esta apertura y en contra de la pared del agujero, manifestando a las herramientas hacia el otro lado del pozo. Esto es aconsejable solo en pocas ocasiones debido a que el chorro lava la pared, elimina el enjarre y erosiona el agujero.

Si el tramo torcido no permite solamente al pescante de cuñas tomar la parte superior del pescado, un gancho de pared guía puede ser sustituido por el corte de labio guía en la parte inferior del pescante de cuñas. Esta guía está diseñada para capturar la tubería por debajo de la parte superior. Entonces, lentamente la sarta de trabajo se recoge, el pescado se trabaja en

la apertura del gancho de pared guía y se introduce en el pescante de cuñas. Se deberá tener cuidado siempre que se corra un gancho de pared guía, porque el exceso de peso o torque puede romper la conexión del gancho. Si el gancho de pared guía falla al capturar el pescado, una junta articulada se puede agregar a la sarta justo por encima del pescante de cuñas equipado con gancho de pared guía. Como una bisagra, la junta articulada se mueve en un solo plano. Toda la sarta junta está compuesta por un gancho de pared guía, un pescante de cuñas y una junta articulada para asegurarse de que el gancho de pared se mueva con la apertura hacia adelante cuando la sarta se gira a la derecha. Las cuñas son suministradas al ajustar el gancho de pared hasta que la apertura queda en el plano correcto. La junta articulada gira libremente ya que se corre en el agujero.

La restricción del tapón puede ser colocada en la junta articulada antes de correrlo o puede ser bombeado hacia debajo de la tubería en su asiento. Es posible obtener un gran barrido con la junta articulada, las ampliaciones o juntas entre el pescante de cuñas y la junta articulada.

Figura 2.3 Pesca en cavidades con gancho de pared, junta articulada y pescante de cuñas.



Fuente: WEB

La junta articulada es de por sí débil, porque es una bisagra. Deberá resistir la poca vibración y se deberá tener cuidado cuando se corra en el agujero para evitar golpear la primer capa de roca y romper la junta articulada. Si el tapón es engranado con esta configuración y no puede ser jalado, el tapón de restricción puede ser pescado con un pequeño pescante de cuñas corriéndolo con línea de acero. Esto proporcionara la apertura completa de las herramientas.

2.1.4 Reparación de Tuberías de Revestimiento Dañadas y con Fugas

Las fugas en la tubería de revestimiento tienen muchas causas. Entre ellas está la ruptura y el colapso por exceso de presión, fugas en roscas, agujeros por corrosión, fugas por erosión y perforaciones. El tipo de fuga y su gravedad dictara el método de reparación. En primer lugar, la ubicación exacta de los daños deberá ser determinada.

Esto normalmente se hace presionando entre el tapón retenedor y el empacador recuperable o presionando entre el empacador recuperable y los preventores. El empacador es desplazado hasta el agujero y la fuga puede ser determinada con precisión, entonces el mejor método de reparación es elegido.

La cementación forzada es probablemente el método más común para el sellado de fugas en la tubería de revestimiento. El cemento es bombeado a través de la fuga, la reparación está a prueba. A veces es necesario llevar a cabo trabajos de cementación y dejar salir algo de cemento en la tubería de revestimiento hasta que la presión baje. En estos casos, el tapón de cemento es perforado, antes de la reparación es probado.

Una tubería corta se puede poner para eliminar una sección de fugas de la tubería de revestimiento. Se puede ajustar hasta el fondo del agujero y colgarla en la tubería de revestimiento por encima de la fuga (igual que en un agujero abierto). A la tubería corta colgada se le puede incorporar un empacador para sellar la parte superior, entre la tubería de revestimiento y la tubería corta, mientras que en otros métodos tales como la

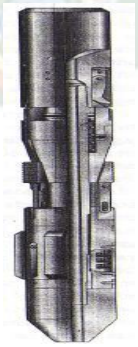
cementación forzada, dependen totalmente del cemento. La tubería corta reduce el diámetro interior de la tubería de revestimiento, limitando las operaciones y el equipo. Este factor puede descartar el uso de tubería corta en muchos casos.

Si la fuga en el pozo es alta y no es practico o económico poner una tubería corta hasta el fondo del pozo, una "costra" de tubería corta puede ser puesta a través de una breve sección de la tubería de revestimiento, que incluya la fuga. En este método la tubería corta es puesta en las cuñas y colgada con el empacador. En este ensamble se empaca la parte superior e inferior de la sección de la tubería de revestimiento y se aísla la fuga.

Una desventaja de este método es un diámetro menor en la sección de la tubería de revestimiento, con un diámetro mayor en la parte de abajo.

Si el costo se justifica, las fugas o la grave corrosión en la tubería de revestimiento pueden ser eliminadas cortando la sarta por debajo de la sección dañada, eliminándola y corriendo una nueva tubería de revestimiento. Primero, el punto más bajo de la fuga es localizado o se corre un registro para inspeccionar la tubería de revestimiento para poder determinar la profundidad más baja del daño en la tubería de revestimiento. Luego la tubería de revestimiento es cortada mecánica o hidráulicamente con un cortador interno corriéndolo en la sarta de trabajo o en la tubería de perforación.

Figura 2.4 Cortador Interno para cortar la tubería de revestimiento dañada.



Fuente: The Guide to Oilwell Fishing Operations

El cortador se corre a una profundidad por debajo de la tubería de revestimiento dañada y girando a la derecha, liberando así a las cuñas. Entonces, como el peso es ligero es aplicado a la sarta, las cuchillas son puestas en forma telescopiada y girando cortan a la tubería de revestimiento. El cortador es extraído y la tubería de revestimiento cortada es retirada del pozo con un arpón.

Normalmente el parche de la tubería de revestimiento tiene el diámetro exterior ligeramente más grande que los coples para un mismo tamaño de tubería de revestimiento. Para garantizar que cierre y ajuste, se deberá correr una herramienta para acondicionar la tubería de revestimiento.

Figura 2.5 Herramienta para acondicionar la tubería de revestimiento

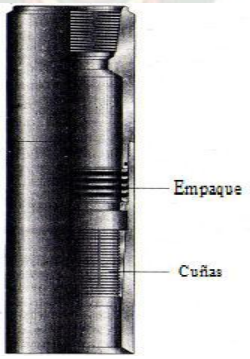
Fuente: The Guide to Oilwell Fishing Operations

Hay muchas variaciones para acondicionar el molino y la zapata. Idealmente se deberá elegir el mismo diámetro exterior y longitud que el parche que se está corriendo para garantizar que se ajuste al pozo en el que será puesto.

Deberá ser acondicionado por dentro con bandas duras y en la parte inferior de la herramienta deberá ser acondicionado con un diámetro interior ligeramente más grande que el diámetro exterior de la tubería de revestimiento. Esto limpiara cualquier cemento o lodo seco en el exterior de la tubería de revestimiento y evitara que sea parchado. Por último, la estructura de corte deberá ser situada en el interior de la parte superior de la herramienta para biselar ligeramente el interior y exterior de la tubería de revestimiento para ser parchada. Esto permite que el parche pase fácilmente por encima de la tubería de revestimiento sin dañar al empaque dentro del parche. Una vez que la herramienta de acondicionamiento es corrida y la tubería de revestimiento es adecuadamente acondicionada, la tubería de revestimiento corre con el parche.

El parche para tubería de revestimiento es realizado en varios modelos. El neopreno y el plomo son los dos principales materiales del sello. El tipo neopreno es más comúnmente conocido como sello de goma. El sello de goma o neopreno está pensado para soportar mayor presión.

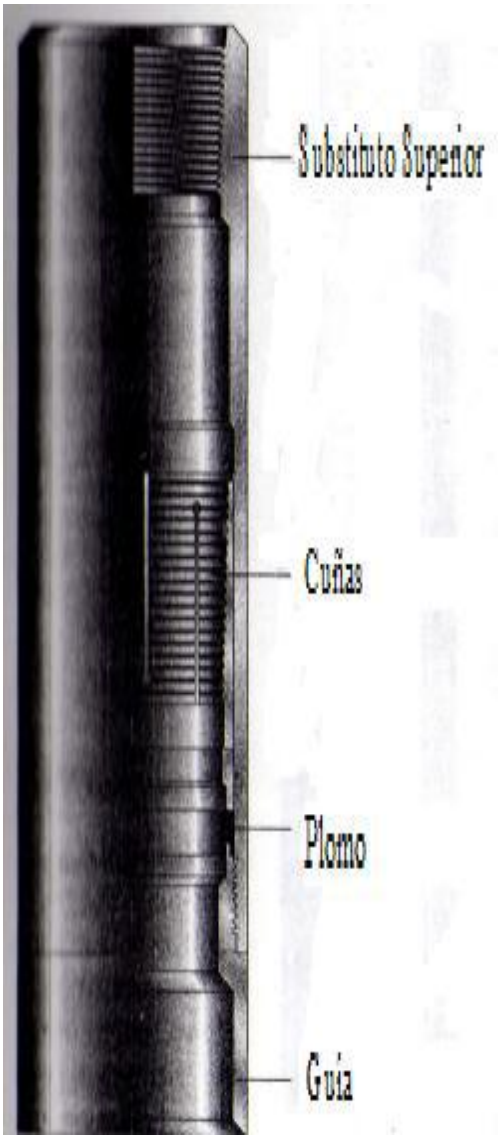
Figura 2.6 Parche para Tubería de Revestimiento con Sello de Goma



Fuente: The Guide to Oilwell Fishing Operations

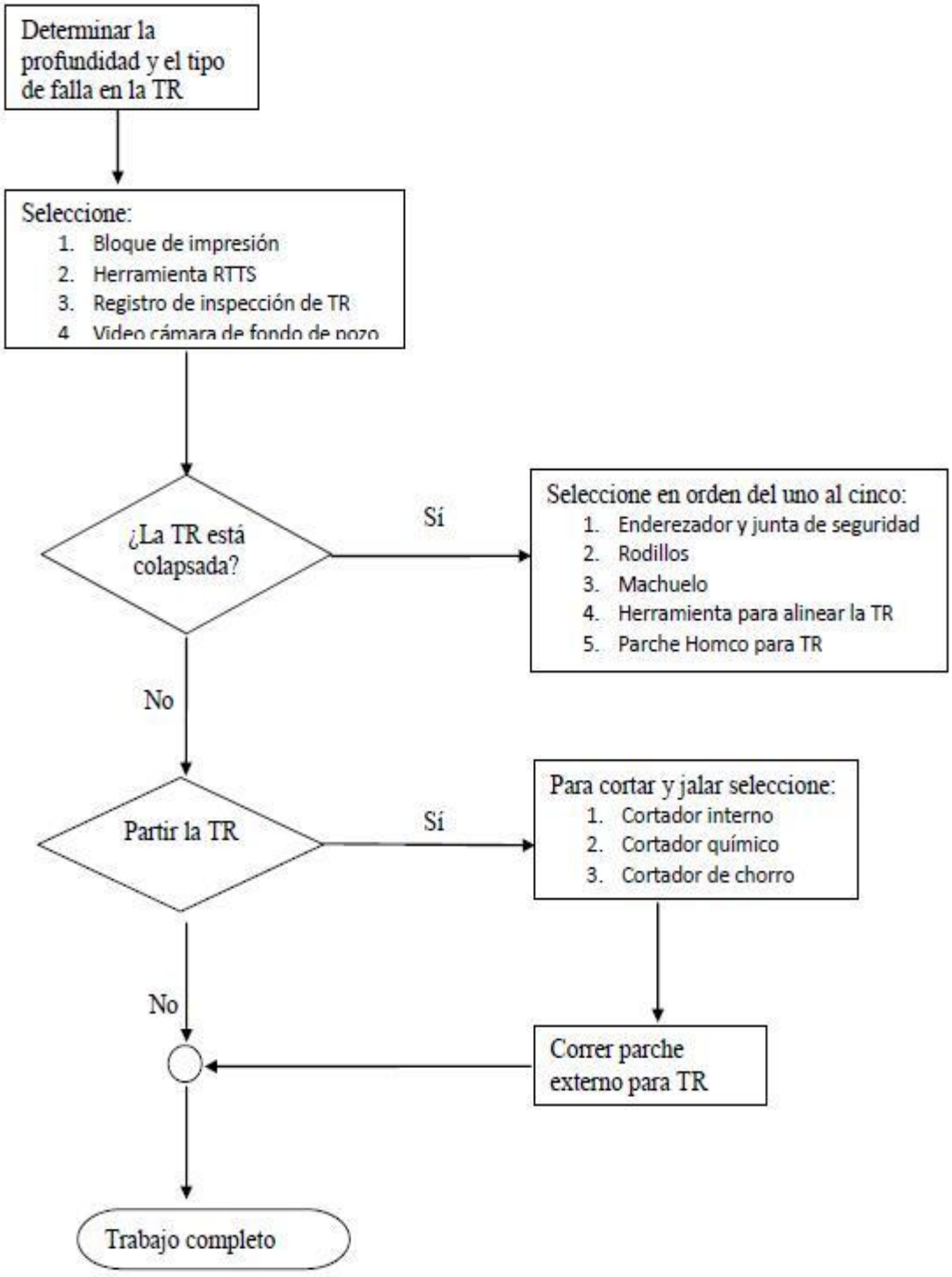
El sello de plomo soporta temperaturas más altas y se considera más resistente a la corrosión. Los parches para tubería de revestimiento están disponibles para una variedad de aplicaciones.

Figura 2.7 Parche para Tubería de Revestimiento con Sello de Plomo



Fuente: The Guide to Oilwell Fishing Operations

Figura 2.8 Diagrama de flujo para determinar problemas en la TR y sus posibles soluciones.



Fuente: The Guide to Oilwell Fishing Operations

2.1.5 Pesca en Altos Ángulos de Desviación y en Pozos Horizontales

El éxito de la pesca es mucho más fácil en un pozo relativamente vertical que en un pozo altamente desviado. Sin embargo, todavía es muy posible llevar a cabo trabajos de pesca exitosos en pozos muy desviados, si se toma la decisión correcta. En la industria los conocimientos adquiridos por el personal que ha perforado numerosos pozos altamente desviados, junto con la evolución de las herramientas y técnicas, han reducido sustancialmente el número de trabajos de pesca requeridos por el pozo perforado y ha aumentado la tasa de éxito en aquellos donde se realizan.

Cuándo en un pozo altamente desviado se requiere un trabajo de pesca, la mayoría de las herramientas usadas en la pesca en agujeros rectos se pueden correr con éxito. Incluso el casquillo con conexiones especiales puede ser corrido en pozos altamente desviados. Porque la tubería es larga y no muy flexible, en algunos puntos deberá ser corta para poder pasar a través de altos ángulos de desviación o de patas de perro. Percusores, pescante de cuñas, imanes y canastas chatarreras también pueden ser usadas.

Hay consideraciones para la planeación de trabajos en pozos altamente desviados y que no están presentes en la pesca de agujeros verticales. Entre ellas se incluyen las siguientes.

- Cuando un agujero altamente desviado es perforado por perforación rotatoria, usualmente el lado inferior del agujero es de un diámetro menor que la parte del agujero perforado. Cuando este es un factor se pescara con un pescante de cuñas o con una herramienta similar.
- En agujeros horizontales o en pozos altamente desviados, el percusor impide una buena acción.
- Añadir peso a la sarta para operaciones de molienda puede ser un problema. Los lastrabarrenas son similares a los casquillos en el sentido de que no pueden flexionarse en altos ángulos de desviación o en patas de perro.

- Es difícil obtener torsión en las desviaciones cuando se intenta atrapar la tubería en pozos altamente desviados.

Así como la perforación de pozos altamente desviados se ha convertido en una industria madura, la pesca tiende a lo mismo. La aplicación de lecciones aprendidas por el personal en muchos trabajos anteriores para su planificación y el aprovechamiento de los últimos avances en herramientas y técnicas, maximizara su capacidad para superar estos desafíos con éxito.

2.2 Principales Fallas en Operaciones de Perforación.

2.2.1 Operaciones

Muchos de los problemas ocurren durante la perforación, terminación y otras operaciones. Aumentando la frecuencia de fracaso cada vez con mayor dificultad operativa. El éxito y la eficiencia de las operaciones tienen el menor número de problemas. Cuando se examina detalladamente un problema los factores asociados conducen a la mejor opción. Siempre considere soluciones alternativas. La mejor prevención es llevar a cabo operaciones de una manera prudente y ordenada.

Personal competente y con experiencia para diseñar y aplicar procedimientos correctos. El éxito de los operadores es llevar a cabo todas las operaciones de una manera prudente y con plena consideración de posibilidades de pesca. No pasar por alto temas importantes al tratar de acelerar el trabajo. Considerar las posibles consecuencias antes de emprender un curso de acción. Saber cómo es el pescado antes de correr cualquier equipo dentro del agujero. Considerar otras formas de hacer el trabajo si la herramienta no puede ser pescada.

Manejar el equipo en las mejores condiciones posibles. Estar consientes de los problemas causados por las operaciones, tales como correr barrenas de diámetro original dentro de agujeros bajo calibrados e involuntariamente desviar.

Siempre utilice el menor peso de lodo permitido con un margen de seguridad. Frecuentemente los problemas en el agujero se asocian con un peso mayor de lodo. Estos incluyen pegadura por presión diferencial, eliminación de recortes y el control de las propiedades del lodo. A menudo los problemas son más graves en medio de formaciones suaves. En general también un mayor peso de lodo disminuye la velocidad de penetración. La importancia del peso mínimo de lodo a menudo se pasa por alto.

2.2.2 Operaciones Dudosas

Operaciones dudosas pueden llevarse a cabo como un riesgo calculado. Evaluar el riesgo contra la ganancia, y seleccionar el mejor curso de acción basado en el buen juicio. Algunos ejemplos comunes son los siguientes:

- Acostar la tubería de perforación antes de correr la tubería de revestimiento.
- Correr la tubería de revestimiento después de haberse registrado una limpieza a la tubería de revestimiento.
- Correr una barrena por un periodo extenso puede estar justificado en casos especiales. Un ejemplo común es la casi total profundidad perforada con una barrena desgastada.

2.2.3 Prevención

Casi cualquier práctica incorrecta en las operaciones puede causar problemas de pesca. La prevención requiere de mantenimiento preventivo a fin de ejercer el cuidado y la previsión antes de que surjan problemas.

La mayoría si no toda la pesca se puede prevenir. Hay casos en los que puede parecer que la causa de la pesca no puede ser prevista, pero estas son muy pocas.

El tema de la causa y prevención de la pesca es tan importante que merece una parte substancial de tiempo de todo el personal, incluyendo todos los niveles que participan en operaciones de perforación, terminación y reparación de pozos. La gravedad y el costo de la pesca, probablemente no es reconocida por la industria, ya que en gran parte de ella son "pequeños trabajos" como la recuperación de conos de barrena. Sin embargo, la pesca no es una operación normal. El personal no está familiarizado con ella y como resultado, la pesca a menudo conduce a la pesca.

En la industria no se ha iniciado un amplio programa de prevención por varias razones. La pesca no es un tema de interés de general, salvo en algunas pocas personas de la industria. El costo de los trabajos de pesca es poco reconocido, se pasa por alto o se acepta como parte del costo de hacer negocios.

La debida preparación del programa de perforación y de tuberías de revestimiento es una medida preventiva importante. Desarrollar un programa que prevenga o alivie los problemas de pesca. Prestar especial atención a los posibles problemas de formación, especialmente a los problemas de circulación. Estar consientes de los problemas y necesidades especiales en pozos horizontales y con alto ángulo de desviación.

Una de las primeras medidas de prevención es reconocer la causa real de la pesca. Por ejemplo, si un agujero se pierde durante la pesca, la perdida se atribuye a los trabajos de pesca. Aunque esto puede ser la causa directa, la causa indirecta y real puede deberse a una serie de factores diferentes.

2.2.4 Error Humano

Muchos trabajos de pesca al parecer son causados por error humano. Esto no es reconocido como una causa válida para la pesca. La causa real es probablemente debido a la falta de experiencia o mal juicio. Corregir el problema con una mejor supervisión y una buena formación en el marco de supervisores con experiencia. Una mayor motivación para mejorar el rendimiento en el trabajo puede ser una contribución importante. La prisa y la falta de tiempo no son razones válidas para los muchos problemas que resultan en los trabajos de pesca.

Ejemplos comunes de errores humanos son la caída de martillos, palancas, llaves, stilson y otras pequeñas herramientas dentro del agujero. Esto causa trabajos de pesca que son relativamente fácil si se realizan correctamente. Sin embargo, no es raro que estos trabajos de pesca se extiendan y en algunos casos incluso se pierda el agujero. La causa real fue la caída de la herramienta dentro del agujero, pero la causa real probablemente podría atribuirse a operaciones de pesca inadecuadas.

2.2.5 Problemas de Pesca

Un problema de pesca se define como el conjunto de operaciones o procedimientos realizados dentro de un pozo con el objetivo de remover o recuperar materiales, herramientas o tuberías que impiden o afectan el desarrollo secuencial durante la intervención del pozo.

Es uno de los problemas más importantes que afectan el desarrollo de la intervención en un pozo. Pueden ocurrir por varias causas, las más comunes son: las fallas de algún componente del equipo superficial, subsuperficial, accesorios de trabajo (llaves, cuñas, etc.) y, en algunos casos, por operaciones mal efectuadas y descuidos humanos.

La mayoría de fallas en el equipo superficial se originan por falta de mantenimiento en los dados, resortes y pernos de las cuñas que se encuentran en mal estado, falla del embrague

de alta y baja del malacate, falta de potencia hidráulica en las bombas que limitan la limpieza del fondo del pozo, e indicadores de peso descalibrados.

Las fallas en el equipo subsuperficial se deben a operaciones inadecuadas en los accesorios introducidos al pozo, tales como molinos, zapatas, pescantes, etc. Se originan por falta de conocimiento por parte del personal o por descuido o falta de habilidad de la persona que ejecuta la operación**.**

Como se puede ver el factor humano predomina en muchas de las causas que originan situaciones de pesca. Por esta razón se recomienda que toda herramienta introducida en el pozo deba medirse y que en la bitácora de operación se anoten todas sus características: diámetro interior, exterior, longitud, etc.

2.2.6 Comunicación para Evitar riesgos

Como muchas otras operaciones en campos petroleros, en los trabajos de pesca se reúne todo el equipo, el personal de la compañía de mantenimiento y la compañía de servicios no podrán trabajar juntos diariamente. Cuando se forma un grupo para solucionar los problemas complejos en los trabajos de pesca se presenta la importancia de la comunicación clara y exacta y esta no puede ser demasiado acentuada. Nunca asuma que la gente entiende la explicación o descripción del problema. Porque los trabajos de pesca son potencialmente peligrosos, es necesario cerciorarse de que todas las descripciones del problema y de que los planes para su solución sean entendidas a fondo por todas las partes involucradas.

Para evitar riesgos, los siguientes pasos se deben seguir antes y durante los trabajos de pesca. Recuerde, estos pasos solo podrán ser exitosos empleando comunicación clara y exacta entre todas las partes.

- Reúna la información completa y precisa.
- Notifique a todas las partes implicadas, tanto a la compañía de herramientas de pesca, a la compañía de lodos, a la compañía de líneas de acero, etc. Es

imprescindible que todas las partes cooperen y siempre mantengan comunicación. Este es el factor más importante en una operación de pesca acertada y es solamente con la comunicación eficaz que los individuos implicados podrán seleccionar las herramientas apropiadas y planear los métodos apropiados para hacer el trabajo más seguro y de manera más rentable.

- Se deberá hacer todo lo posible por recuperar algo o por mejorar la situación en cada viaje dentro del agujero. Ya que en cada viaje adicional en el agujero se gasta dinero además de que las desgracias adicionales son posibles.
- Las dimensiones que se observan en los dibujos se deberán correr siempre en el pozo. Esta responsabilidad no se deberá dejar solo al personal de la compañía de servicios. El personal de la compañía de operaciones también deberá hacer medidas independientes y bosquejos. No se debe perder de vista las dimensiones exactas de todo el equipo, es necesario para una pesca económica.
- Si una herramienta grande o fuera de lo común se tiene que montar en el fondo del pozo, se deberá crear un plan de contingencia para el pescado. Haga siempre estas preguntas: Esto puede ser pescado? Puede ser lavada la cima? Tengo las herramientas disponibles para pescar? Cuál es el riesgo de que las herramientas de pesca se peguen o se pierdan basado en las condiciones del agujero?.
- Confirme que todas las herramientas trabajan apropiadamente antes de correrlas en el fondo del pozo, por pruebas superficiales o teniendo las copias de la empresa de servicios de los informes de pruebas y de inspección.
- Al correr cualquier herramienta de pesca en el pozo, utilice una velocidad moderada. La mayoría de las herramientas de pesca se diseñan para ir sobre y alrededor de los pescados. Para que una herramienta haga esto, tiene que ser más grande que el diámetro de los pescados. En la mayoría de estos casos la herramienta se hace cercana al diámetro del agujero. Si la herramienta se corre a alta velocidad mientras entra en el agujero, actuara como pistón y causará altas presiones debajo de ella. Esto puede causar perdida de circulación. Si en algún lugar apretado del

pozo es golpeado, la herramienta puede acuñar tan firmemente que no podrá ser sacada.

- Se deberá tener precaución al sacar el equipo de pesca del agujero. Siempre que el viaje hacia fuera del pozo sea lento no se tapara, pudiendo evitar la posibilidad de crear un brote. Siga este procedimiento en agujeros entubados y abiertos.
- Al pescar un empacador recuperable, tenga presente que los elementos sellantes no vuelva al tamaño normal por varias horas. Esta tolerancia puede causar problemas tal como tapar el pozo.
- Siempre observe la parte inferior de la tubería recuperada del pozo. Esta práctica no solo debe incluir los viajes de pesca, también cuando la tubería se ha separado por otras razones. En caso de corte o de otras fallas, las dimensiones y la configuración de la parte inferior del tramo separado proporcionara información útil para la pesca. Un buen ejemplo es examinando el tramo separado cuando la tubería ha sido cortada con chorro. La flama en el tramo de tubería recuperado puede ser medida esto dirigirá la decisión de moler con la herramienta de molino o correr con un pescante de cuñas.
- Las herramientas de pesca se diseñan para hacer un trabajo, pero no hay una herramienta que solucione todo.

La buena comunicación, el sentido común y la experiencia maximizaran la probabilidad de éxito de la pesca y reducirán al máximo los riesgos.

2.2.7 Economía de la Pesca

Los trabajos de pesca más económicos son los no realizados. Sin embargo, en los planes de trabajo de perforación y reparación de pozos, estos pueden ser cuidadosamente formulados para prevenir problemas que pueden provocar la pesca, factores impredecibles que pueden entrar en juego. Un error humano, condiciones de agujero desconocidas, fatiga en tubería de metal, chatarra en el agujero y equipo defectuoso sólo son algunos.

La pesca es el término para los procedimientos utilizados para recuperar o eliminar tubería pegada, lastrabarrenas, tubería rota, empacadores pegados, líneas de acero rotas o pegadas y otras perdidas o fallas del equipo en el pozo. Cuando estas condiciones se desarrollan, las operaciones de perforación, terminación y reparación de pozos se suspenden. La pesca debe ser terminada con éxito antes de poder reanudar las operaciones normalmente. El alcance y la duración del problema y la eficiencia de la solución tienen un impacto económico sobre el proyecto.

La pesca debe ser una solución económica a un problema en el pozo. En agujeros someros y con equipo pequeño, la inversión de tiempo y equipo solo puede justificarse con la pesca más barata. Sin embargo, en los casos en que ya ha habido una gran inversión en el agujero y hay un gran capital en el equipo que debe recuperarse, mayor tiempo de pesca y gastos pueden ser económicamente justificados. Existen varios documentos, estudios, formulas y modelos que ayudan a tomar la decisión económica de pescar o no pescar, y en caso afirmativo por cuánto tiempo. Todas tienen merito, y la mayoría de las principales compañías operadoras tienen sus propias formulas con las que deciden entre ellos. Sin embargo muchos factores influyen en la decisión de convertir una lista estándar aplicable a todas las situaciones sería imposible.

Afortunadamente los avances en la tecnología y en los métodos de pesca, molienda, desviaciones, junto con una gran base de datos de información sobre las operaciones de pesca, han hecho más fácil las decisiones para las compañías operadoras.

La probabilidad de los factores es útil para determinar el tiempo que debe dedicarse a un trabajo de pesca. Estos porcentajes deben derivarse de situaciones similares, sin embargo, no hay dos trabajos de pesca exactamente iguales. Árboles de decisión con los costos asociados deben ser establecidos para los programas de trabajo de perforación, terminación y reparación de pozos, en los que hay varios pozos y situaciones similares.

Experiencia, buen juicio, un cuidadoso análisis del problema y una comunicación eficaz entre todas las partes dará lugar a un retorno a la normalidad en las operaciones de perforación, terminación y reparación de pozos con la menor cantidad de pérdida de tiempo y dinero.

2.2.8 Reglas de Pesca y Procedimientos

Aunque se dice que todos los trabajos de pesca son similares, pero no idénticos, algunas reglas fundamentales útiles han evolucionado en el transcurso de muchos trabajos de pesca, en una amplia variedad de situaciones.

Siguiendo las reglas descritas en este capítulo, cuando sea aplicable, ayudara a garantizar la mayor probabilidad de éxito en la pesca.

Varias reglas y procedimientos generales son aplicables a la mayoría de las situaciones de pesca. Operaciones, equipo y formaciones pueden ser causa de la pesca y pueden limitar o impedir la terminación de la pesca. Todos los factores relacionados son importantes, pero algunos en orden de importancia. Personal competente y con experiencia son de primordial importancia. Esto impide la pesca y realizar la mayoría de las operaciones de pesca, incluida la selección y supervisión de un especialista en la pesca, si es necesario. Siempre estar preparado ya que la pesca a menudo se produce cuando menos se espera. Saber que acciones tomar, aprender todos los detalles acerca de la situación y tomar medidas inmediatas. Agilizar las operaciones y saber cuándo parar o tomar una acción alternativa como desviar, reperforar o el abandono. Después realizar un pos análisis para evitar que en un futuro se produzcan o para aprender a manejarlo de manera más eficiente.

2.2.8.1 Personal

Personal competente con experiencia en perforación, terminación y en operaciones de pesca, con buenas habilidades de comunicación son absolutamente necesarios para impedir la pesca y para llevar a cabo con éxito operaciones de pesca cuando se producen. Una buena comprensión y aplicación de las herramientas de pesca, ayuda a terminar con éxito las operaciones de pesca.

Tomar precauciones adicionales, por que el desconocimiento lleva a cometer errores, que a su vez, pueden causar pescas adicionales o un segundo pescado y el riesgo de perder el agujero. Un especialista en la prevención de trabajos de pesca sería de gran valor. Siempre habrá ocasiones en las que se produzcan situaciones de alto riesgo que pueden resultar en trabajos de pesca. Además, la mayoría si no todos estos trabajos pueden evitarse con una planificación adecuada y mediante la realización de operaciones de una manera elaborada y con prudencia.

Un equipo de expertos, incluido un supervisor en el lugar, es de vital importancia para la eficiencia de la perforación y la prevención o la terminación de los trabajos de pesca.

Un operador de herramientas de pesca o un especialista en pesca comúnmente es empleado. Los operadores con experiencia tienen una lista disponible de las herramientas de pesca que el personal ha utilizado en el pasado. Un operador nuevo en una zona deberá investigar el personal disponible, comprobar las referencias con cuidado y elaborar una lista de especialistas calificados en pesca.

Los especialistas en pesca deberán tener por lo menos cinco años de amplia experiencia en las operaciones de pesca, incluida la experiencia en el área donde se produce el trabajo. Así mismo, deberán tener experiencia en operaciones de perforación, terminación y reparación de pozos. Estos son estrictos requisitos, pero justificados por la importancia y la complejidad en la pesca.

2.2.8.2 Estar Preparado Antes de que Ocurra la Pesca

Estar preparado requiere de una buena comprensión de todas las condiciones y problemas generales relacionados con la perforación, terminación y reparación de pozos, incluyendo las causas previas a los trabajos de pesca y como se manejaron estas. Otros elementos son la disponibilidad del equipo, especificaciones, capacidad y condiciones. Igualmente importante es la calificación del equipo de personal, incluida la supervisión, la experiencia y el conocimiento. Estos requisitos se aplicarán también a los servicios de terceros tales como registros, suministro de herramientas, cementación y lodo.

Estudios locales de las operaciones de perforación. Mantenerse al tanto de las actividades en curso a través de informes y conversaciones con otros operadores y personal de la compañía de servicios. Una parte fundamental de estar preparado es la capacitación y experiencia del personal.

Familiarizarse con el área de trabajos de pesca. Revisar los informes diarios de perforación, lodo y registro de barrenas. Si los informes no tienen suficientes detalles, póngase en contacto con alguien que esté directamente implicado, como el operador, el supervisor de pozo, ingenieros o el operador de las herramientas de pesca.

Aprender de lo que causó el problema, cómo se maneja, y lo más importante, cómo podría haberse evitado. Observar como el pescado fue atrapado y recuperado y las condiciones como el tipo de lodo y sus propiedades. Otra información importante incluye el pescado y la sarta de pesca y detalles del agujero tales como tamaño de los lastrabarrenas, percusores, compensador de movimiento vertical, juntas de seguridad, casquillos y la limpieza. También tomamos nota de las condiciones de formación tales como la sensibilidad a los fluidos, inclinación y desviación del agujero, cavidades, agujero estrecho y pared pegada.

A menudo es buena práctica mantener algunos equipos de pesca en el lugar durante las operaciones normales. La inmediata disponibilidad pueden acelerar las operaciones de

pesca. Esto puede aumentar el éxito de los trabajos de pesca en casos donde hay cavidades, pérdida de circulación y donde se producen problemas similares. Esto es especialmente aplicable en operaciones de agujero abierto.

La cantidad y el tipo de equipo dependen de muchos factores. Estos incluyen la complejidad de las operaciones de perforación, terminación y reparación de pozos, la frecuencia de los trabajos de pesca, la distancia (en tiempo) a una fuente de herramientas y equipos de pesca y su disponibilidad en el punto de suministro.

Hay un límite práctico para la cantidad de equipos de mantenimiento en estos casos. Los conos de barrena son los más comunes en los trabajos de pesca, a fin de considerar canastas y uno o más molinos. Otras herramientas adicionalmente pueden incluir para montar la sarta de pesca, lastrabarrenas, martillos, compensador de movimiento vertical y posiblemente pescante de cuñas para ajustarse a los diámetros más comunes de tubo en el agujero. A continuación se sugiere una lista de equipos.

- Molino – los conos de barrena perdidos son una causa de pesca común.
- Canasta chatarrera – conos de barrena y pequeña chatarra
- Pescante de cuñas.
- Substituto desenrroscable, compensador de movimientos verticales y percusores.

Algunas veces las compañías de alquiler de herramientas de pesca dejan las herramientas en el lugar y cobran solo si la herramienta es utilizada, en el entendido de que la herramienta puede ser recogida para su uso en otras zonas si es necesario. Evaluar si algunos equipos de pesca deben mantenerse en sitio del pozo y de qué tipo.

2.2.8.3 Cuándo se Produce un Trabajo de Pesca

Los operadores experimentados saben qué hacer cuando se produce la pesca. Generalmente toman medidas inmediatas. Luego aprenden todos los detalles y elaboran un plan de acción, así como un plan alternativo.

2.2.8.4 Tomar Medidas Inmediatas

Tomar medidas inmediatas cuando hay una situación de pegadura o cuando se produce un trabajo de pesca. La dirección y el tipo de trabajo deben ser fácilmente visibles. Tomar medidas inmediatas es importante, pero siempre considerando la seguridad del agujero. Por ejemplo, si hay un problema de control en el pozo, entonces consideramos que es primero. Garantizar, tanto como sea posible, la adopción de medidas inmediatas que no incrementen el riesgo. En agujeros horizontales y con alto ángulo de desviación suelen crear problemas especiales.

Una pregunta puede surgir bajo determinadas circunstancias, ¿es realmente un trabajo de pesca?, si un objeto es reportado que ha caído en el agujero, asegúrese de que no está en el contrapozo.

El operador deberá tener la suficiente experiencia para determinar el plan de acción inmediata. Por lo tanto, normalmente toman medidas dentro de los primeros 5 a 15 minutos o menos después de que el problema se produce. La acción necesaria depende de las condiciones específicas, pero el curso de la acción a menudo es evidente.

2.2.8.5 Aprender Todos los Detalles

Aprender todos los detalles cuando se produce un trabajo de pesca, incluyendo lo que sucedió y qué lo causó. Esta información por lo general conduce al procedimiento necesario para la reparación. Mientras tanto continúe con la acción inmediata. Ser consientes de la complejidad de los trabajos de pesca, tales como desviar mientras se desvía.

Hay diferentes procedimientos de investigación, la mayoría de los cuales dependen de la situación y la relación de condiciones. Uno de los primeros pasos de investigación es aprender que es lo que está en el agujero o lo que es el pescado. La mayoría de esta información es conocida, pero colocarla en un esquema es útil. Hacer adicionalmente

bocetos detallados de equipo especial. Actualizar y revisar esto como es requerido. A menudo es útil hacer un esquema aproximado de las herramientas en el fondo del pozo con las herramientas y observaciones pertinentes situados en sus respectivas profundidades.

2.2.8.6 Elaborar un Plan de Acción

Desarrollar un plan de acción para trabajos de pesca, a corto, mediano y largo plazo, planes alternos según sea necesario. Un plan parcial junto con una serie de planes se complementara más tarde a un completo y detallado procedimiento. Un experto en la pesca puede ser llamado, dependiendo de la complejidad de los trabajos de pesca y de la experiencia del personal.

La base del plan de acción es la información obtenida, mientras se aprenden todos los detalles. Personal de menor nivel suelen tener buena información. Estar preparado para presentar el plan a los supervisores si se requiere la aprobación. El plan es un procedimiento que podrá ser revisado en caso necesario.

El plan de acción inmediata incluye el trabajo realizado y esto ahora conduce al siguiente paso. Siempre tenga un plan alternativo, que probablemente será la próxima adopción de medidas, suponiendo que la presente acción se pierda o bien que la continuación de las operaciones requiera de pesca adicional.

Varios planes alternos pueden ser necesarios. Si un primer pescante de cuñas no recupera el pescado, una alternativa seria la de correr un segundo pescante de cuñas con la posibilidad de capturar el pescado en un lugar diferente. Si el segundo pescante de cuñas no tiene éxito, una alternativa posterior seria correr un casquillo y lavar el pescado. Siempre tratar de evitar la espera de las herramientas de pesca; tener herramientas disponibles para planes alternos.

2.2.8.7 Evaluar

Evaluar la situación. ¿Que está en el agujero y donde? ¿Cuáles son las posibilidades de pesca? Evaluar los registros de pozo y la historia del campo. Tomar las ideas del supervisor de herramientas de pesca, herramientas de empuje, el capataz de perforación y producción, el ingeniero y los perforadores. Examinar enfoques alternativos.

Usar siempre prácticas probadas y seguras. Puede haber varias opciones viables para un determinado trabajo, pero un método probado ofrece la menor cantidad de sorpresas. También, pensar cómo afectaría cada siguiente paso, si tiene éxito o no. Además es fundamental no perder de vista lo que sucede en el agujero, como se utiliza y los resultados de esa corrida.

2.2.8.8 Comunicación

Es importante subrayar la comunicación eficaz. La comunicación es la base del éxito y no puede darse por hecho en cualquier momento. Los siguientes pasos deberán ser tomados previos a un trabajo de pesca y la información deberá ser compartida con todas las partes involucradas en el trabajo.

- Reunir información completa y exacta acerca de la situación.
- Notificar a la compañía de herramientas de pesca el tiempo que les permita investigar el problema y preparar enfoques alternativos.
- Garantizar que todas las partes involucradas comprendan la situación y acordar los procedimientos que se utilizaran.
- Mantener plenamente informadas a todas las partes conforme avanza el trabajo. Proporcionar informes sobre pescas exitosas, problemas encontrados, análisis de esos problemas, planes alternativos y equipo adicional necesario.

2.2.8.9 Recopilar Información

Algunos de los principales factores a considerar así como información para ser recopilada y registrada durante un trabajo de pesca se enumeran en la siguiente sección.

Es muy importante guardar datos completos y exactos. No restringa la recopilación de información. Si la información adicional es útil debe ser adquirida. Los trabajos de pesca nunca fallan porque el personal sabe demasiado.

- Registrar los diámetros exteriores (OD), los diámetros interiores (ID), la longitud de la sarta de pesca y hacer dibujos. Preste especial atención en equipos con agujeros interiores pequeños ya que puede tener la necesidad de correr instrumentos a través de él.
- Discutir el trabajo a fondo con todo el personal en cuestión.
- Conozca las limitaciones de la tubería de perforación y de las herramientas en cada trabajo.
- Asegúrese de que tiene un indicador de peso exacto.
- Localice la parte superior del pescado usando cualquier registro del pozo o el indicador del punto libre.
- La tubería puede mostrar estar libre al estirarla pero no estar libre en la torsión. La torsión en el punto libre es recomendada en la pesca en agujero abierto.
- Siempre deje uno o dos tramos de tubería libre por encima del punto pegado como respaldo. Esto hará que obtenga mucho más fácil la parte superior del pescado.

2.2.9 Medidas para Evitar Problemas de Pesca

i. Capacitación al personal, requerimiento básico para minimizar problemas.

ii. Programas continuos de inspección electromagnética de tuberías de producción y de trabajo, así como de herramientas auxiliares.

iii. Utilización de torquímetros y pruebas hidráulicas en la introducción de aparejos de producción.

iv. Vigilancia en el acondicionamiento de fluidos de control.

v. La no utilización de tuberías de trabajo en operaciones de molienda o pesca.

vi. Estandarización de herramientas de pesca y tuberías.

vii. Diseño especifico de aparejos en operaciones especiales.

viii. Utilización de equipos de tubería y generador de espuma para facilitar operaciones de línea de acero y cable eléctrico.

ix. Determinación del número óptimo de equipos que pueden estar en operaciones de pesca.

CAPITULO III: HERRAMIENTAS DE PESCA

3.1 Introducción

Son muchos los diferentes tipos de clases de herramientas de pesca. Que herramienta se usa, depende del tipo de pescado en el agujero, sí el pescado está pegado o libre y sí está en agujero entubado o en agujero abierto. Sin embargo, la mayor probabilidad de éxito es aquella que considera todas las características del pescado que se pretende recuperar.

La mayoría de las herramientas de pesca están diseñadas para introducirse con tubería. Operan con rotación y movimientos recíprocos, o con una combinación de ambos. La manera como se atrapa o suelta un pescado, las bocas de los mismos, así como las condiciones de atrapamiento de éstos, indicará la herramienta de pesca adecuada para su recuperación.

3.2 Herramientas de captura

3.2.1 Herramientas de pesca para agarrar externamente la tubería.

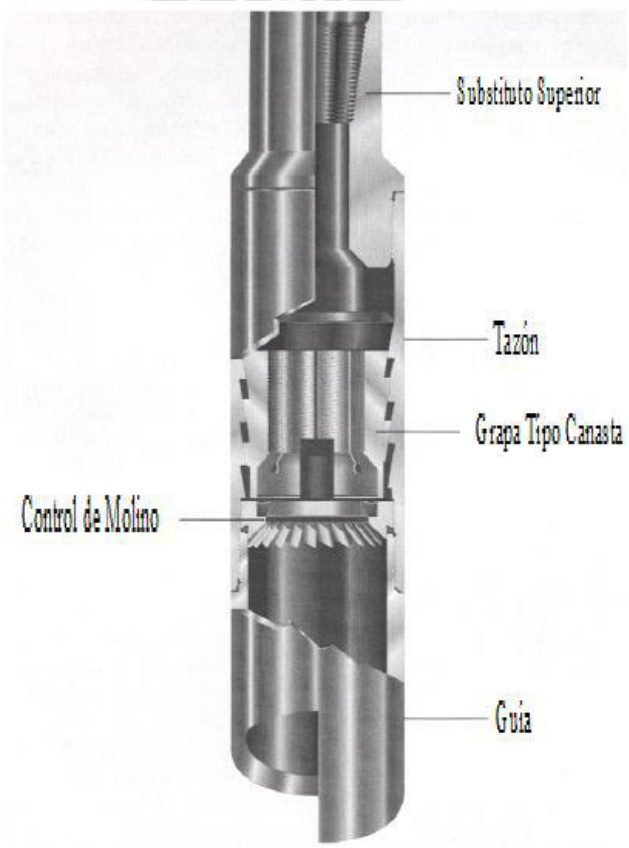
Son herramientas diseñadas para agarrar el pescado exteriormente. Su afianzamiento se basa en el mecanismo de cuñas que tiene en el interior del pescante; ejemplos de este grupo son los Bowen.

Se fabrican para ser operadas con rotación derecha o izquierda y en diferentes tipos de tamaños; pueden aplicarse a pescados sueltos o fijos.

3.2.2 Pescante de Cuñas

El pescante de cuñas es la principal herramienta de agarre exterior y es probablemente la más popular de todas las herramientas de pesca. El pescante de cuñas se usa para engranar externamente, empacar y jalar el pescado. Están diseñados con una ranura helicoidal en el tazón y con grapas o cuñas, siendo ahora casi universalmente usados.

Figura 3.1 Pescante de cuñas acondicionado con grapa tipo canasta, usado para engranar externamente el pescado.



Fuente: The Guide to Oilwell Fishing Operations

La mayoría de los pescantes de cuñas consiste en un tazón, un substituto superior, una guía, una grapa o cuña, un control, un empacador y tal vez algunos accesorios adicionales. Cada una de las grapas es girada con cuñas o con garras con lo que se asegura la firme captura. Dependiendo del tamaño de agarre para el que es diseñado, una grapa tipo canasta será de

agarre relativamente pequeño o una tipo espiral para pescados grandes, en relación con el diámetro exterior del tazón.

Figura 3.2 Tipos de grapas, usadas en función del tamaño del pescado

Fuente: The Guide to Oilwell Fishing Operations

El tipo de grapa se usa en función del tamaño del pescado. Porque la grapa en espiral puede parecer endeble, algunas veces su fuerza es motivo de preocupación.

En la práctica, la grapa en espiral hace un ensamble más fuerte, porque es flexible y distribuye la carga en todo el tazón. Tenga en cuenta que la mayoría de las fallas en los pescantes de cuñas ocurre porque la herramienta se somete a un sobre esfuerzo.

La típica falla ocurre cuando el tazón se cuartea o se hincha, porque se ha excedido los límites de diseño.

La comparación de la capacidad en los dos diseños de grapas ilustra la fuerza de la grapa en espiral. La fuerza máxima de un pescante de cuñas de 7 5/8 pg., con grapa en espiral tiene una capacidad de carga de 542,468 libras. En la misma configuración, la capacidad de carga con una grapa tipo canasta es de 479,044 libras.

Un anillo cilíndrico con una espiga o llave controla la ubicación de la grapa en el tazón. Esto encaja en una ranura e impide que la grapa gire, pero le permite moverse arriba y

abajo sobre la superficie cónica. La grapa se contrae cuando se empuja hacia abajo sobre la superficie cónica y agarra con mayor firmeza el pescado cuando aumenta el jalón.

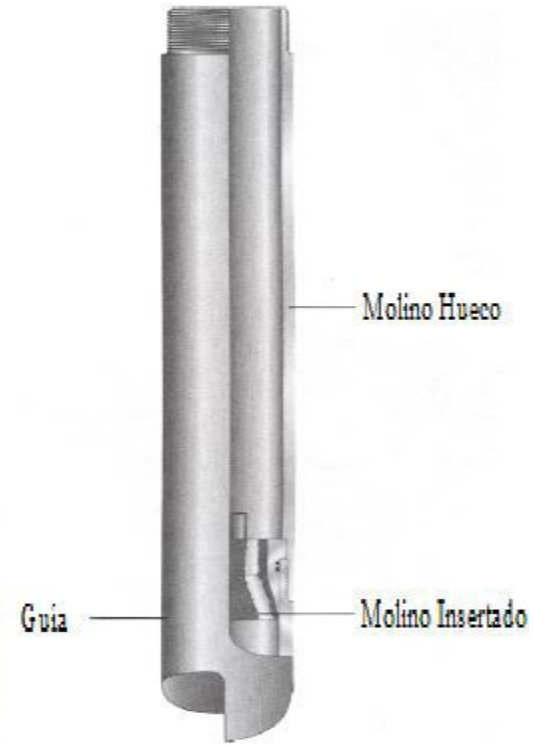
Los controles también pueden ser diseñados con empacadores que sellen alrededor del pescado y permitan que circule el fluido que se bombea a través del pescado. Esto puede ayudar a liberar el pescado atrapado.

Se deberá tener cuidado cuando se monta o acondiciona un pescante de cuñas donde se acopla o conecta la herramienta para ser tomada. La ampliación de la junta de la herramienta o la sección de acoplamiento de la tubería deberá ser capturada en la posición del área de las garras roscadas de la grapa. Si se mueve hacia arriba de esta sección, el pescante de cuñas puede girar libremente y se convierte en imposible la liberación. El tope de los distintos diseños se utiliza para detener la ampliación de "agarre" en el área apropiada de la grapa.

Algunos ejemplos son el anillo colgador colocado en el tazón por encima de la grapa, el resorte de carga o empacar para sellar el interior del cople en la tubería o un hombro interno en la parte superior de la propia grapa. La grapa tipo canasta con molino de control deberá empacar siempre que se corra una pesca con tubería de perforación, si el agarre es corto deberá adaptarse una grapa tipo canasta. A menudo hay rebabas, astillas y protuberancias en la tubería que será capturada.

El molino cortara estas ampliaciones de tamaño adecuado. Cuando la tubería a sido disparada y parte a quedado dañada, una extensión de molino o un molino guía podrán ser montados en el pescante de cuñas para que la tubería pueda ser molida y capturada en un mismo viaje dentro del agujero. Estas extensiones o guías en el interior son de carburo de tungsteno y pueden moler gran cantidad de material hasta que el pescado es triturado al tamaño de la grapa.

Figura 3.3 Extensión inferior con molino, se monta en el pescante de cuñas para moler la tubería

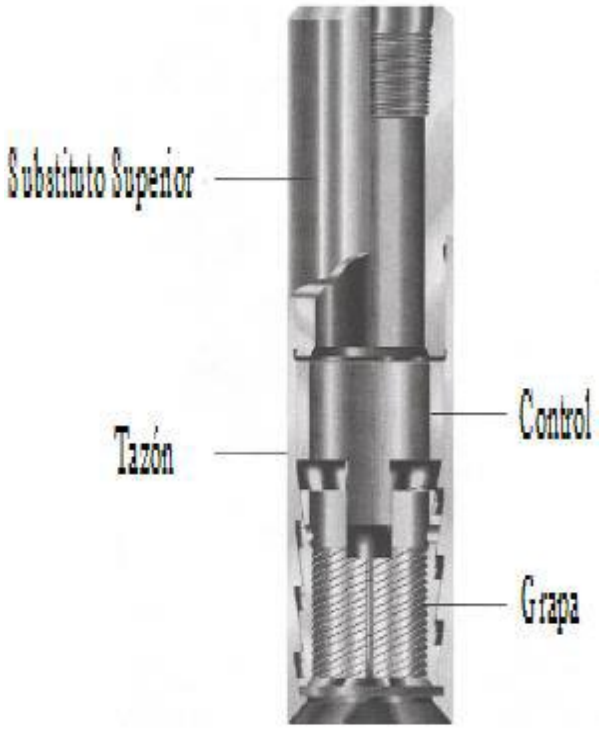


Fuente: The Guide to Oilwell Fishing Operations

Los pescantes de cuñas son muy versátiles y se pueden utilizar casi para cualquier problema. Las extensiones como los lavadores de tuberías pueden ser corridas por encima de la tubería y el pescante de cuñas puede agarrar por debajo el cople o la junta de la herramienta. Esto se hace a menudo cuando la parte superior de la junta del pescado esta en malas condiciones y no es practico tirar de él.

El pescante de cuñas de agarre corto está disponible en tamaños limitados para ser usado cuando la parte expuesta del pescado es demasiado corta para ser capturado con un pescante de cuñas convencional.

Figura 3.4 Pescante de cuñas con agarre cortó para ser usado cuando la parte expuesta del pescado es demasiado corta.



Fuente: The Guide to Oilwell Fishing Operations

Para emplear correctamente un pescante de cuñas en un pescado, gire lentamente el pescante de cuñas mientras baja sobre el pescado (un pescante de cuñas no deberá caer sobre el pescado). La circulación se puede establecer para ayudar a limpiar el pescado y también para indicar cuando el pescante de cuñas esta sobre el objeto a capturar. Una vez que esto ha sido indicado por el aumento de la presión de bombeo, la bomba deberá ser detenida para evitar una manifestación del pescante de cuñas fuera del pescado. Las vibraciones deberán hacerse iniciando con un ligero golpe y poco a poco incrementarlos, ya que esto tiende a "fijar" la grapa en el pescado.

Para liberar el tazón y la grapa del pescante de cuñas, la sección cónica del tazón y la grapa primero tendrán que liberarse mutuamente. Cuando se tira de un pescado, estas dos superficies se engranan y evitan la liberación con fricción.

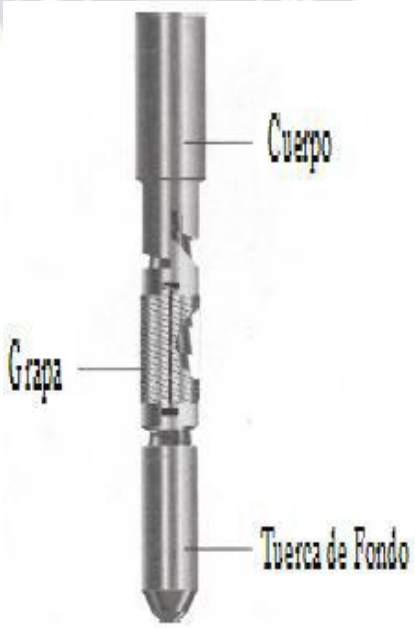
3.2.3 Herramientas de pesca para agarrar internamente la tubería.

Básicamente están compuestos por machuelos y arpones. Son herramientas que penetran en el interior del pescado y que cuentan con un mecanismo o diseño de agarre interior.

3.2.4 Arpones

Los arpones se utilizan para la captura de la parte interior de una tubería o de otro tipo de pescado tubular. En general, un arpón se emplea solo cuando un pescante de cuñas no es adecuado. El arpón tiene un orificio interior pequeño que limita correr algunas herramientas e instrumentos a través de él para tareas de corte y en algunos casos para desenroscar. Para el arpón también es más difícil que para el pescante de cuñas empacar o sellar entre el pescado y la sarta de trabajo.

Figura 3.5 Arpón Liberador, captura por la parte interna del pescado



Fuente: The Guide to Oilwell Fishing Operations

Sin embargo, los arpones son más útiles que los pescantes de cuñas para algunos trabajos de pesca tales como sacar tuberías cortas de revestimiento o empacadores, tuberías de revestimiento pegadas o pescar tubería que se ha ampliado debido a disparos con explosivos, por fatiga o por fragmentación.

Debido a su diseño, con un pequeño agujero en el mandril, los arpones son generalmente muy fuertes. Por ejemplo, un fabricante de arpones para sacar una tubería de revestimiento de 5 ½ pg., con una tubería de perforación de 4 ½ pg., tiene una capacidad de 628,000 libras. Un pescante de cuñas para la misma captura tendrá una capacidad de 580,000 libras. Tenga en cuenta que cualquiera de las dos herramientas de este tamaño es adecuada por que la fuerza de rotura de 4 ½ pg., es 16.60 libras. El grado S de la tubería de perforación es de 595,000 libras y el grado E es de 330,000 libras.

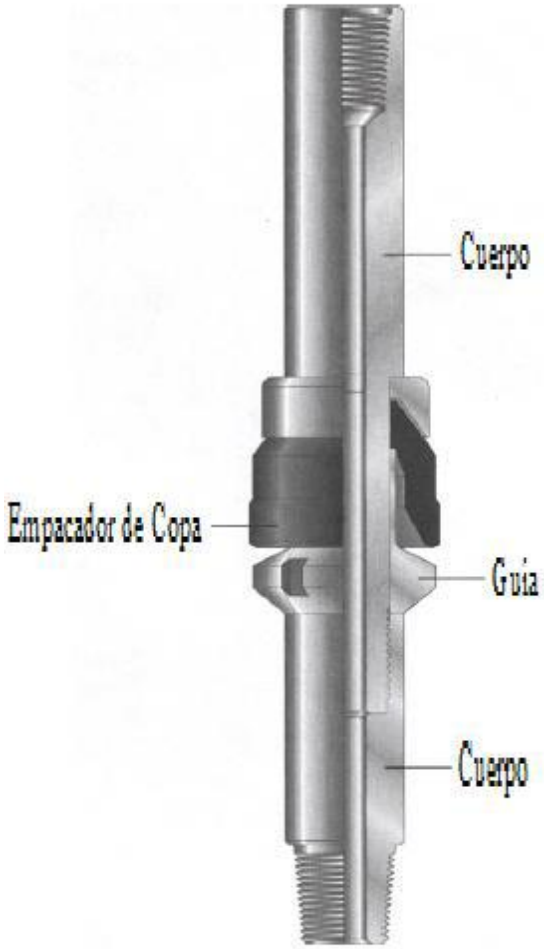
El arpón es una herramienta versátil. Esta se puede correr en la sarta por encima de la herramienta interior de corte o en combinación con otras herramientas, ahorrando viajes dentro del agujero con la sarta de trabajo. Las herramientas de molinos pueden ser corridas por debajo del arpón para abrir la tubería de manera que el arpón pueda entrar y capturar.

El arpón más utilizado se basa en los mismos principios que el pescante de cuñas. Las cuñas de la grapa en la superficie exterior del arpón son para agarrar y capturar el interior de la tubería que se está pescando.

Para liberar al arpón se gira a la derecha. Si la grapa es paralizada contra el mandril, puede ser necesario golpear hacia abajo para liberar la grapa. El martillo puede ser corrido por encima del arpón para golpear hacia abajo y liberar la grapa.

Para empacar el pescado cuando se captura con el arpón, en lugar de una extensión, al arpón se le colocara por debajo un empacador de copa. Generalmente estos están protegidos por una guía de acero, que ayuda al empacador de copa a introducirse en la tubería sin dañarse.

Figura 3.6 Arpón con empacador de copa, para empacar el pescado

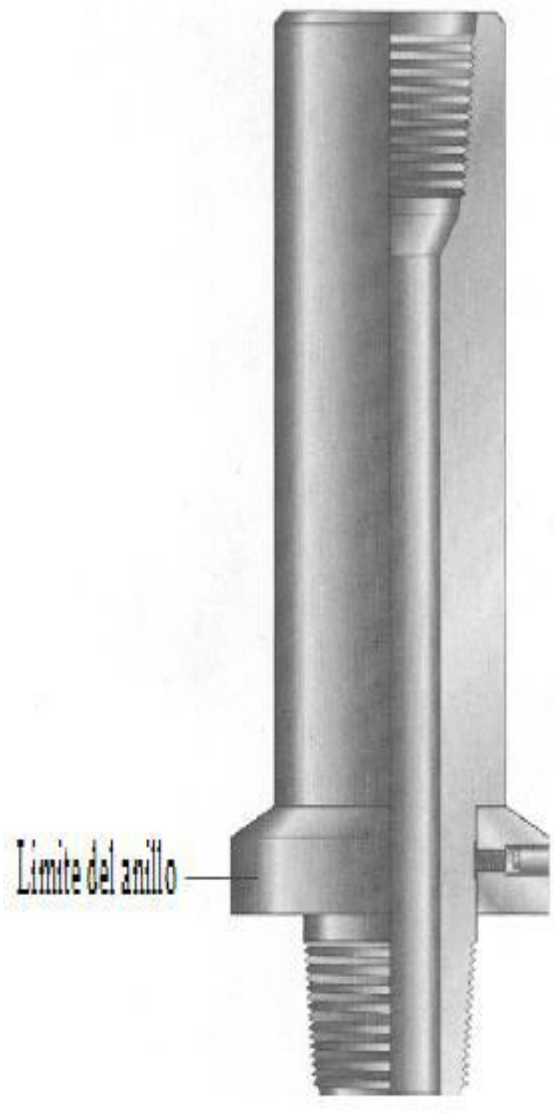


Fuente: The Guide to Oilwell Fishing Operations

Un substituto se corre por encima del arpón para distanciar adecuadamente el pescado y para ayudar a liberar el arpón. También permite que el peso que se establece en el arpón, levante el percusor. La grapa deberá colocarse lo suficientemente dentro del pescado para garantizar un buen agarre, pero si queda muy por debajo de la parte superior de la tubería, puede hincharse la tubería si la fuerza aplicada es grande. Entonces liberar el arpón se convierte en un problema.

Normalmente el substituto limitador se coloca 1 o 2 pies por encima de la superficie de captura del arpón. Sin embargo, las extensiones se pueden utilizar para colocarse en la parte inferior del pescado si la parte superior es fragmentada o se hincha.

Figura 3.7 Arpón con substituto limitador, ayuda a liberar el arpón.



Fuente: The Guide to Oilwell Fishing Operations

Existen otros diseños de arpones. La mayoría se basa en el principio de la cuña cónica. Estos tipos de arpones varían con las diferentes compañías de herramientas de pesca. Los pescantes de cuñas y los arpones descritos en este capítulo son ampliamente usados por todas las compañías. La operación hidráulica de los pescantes de cuñas y los arpones se hace principalmente para ser usados en la pesca a través de tubería.

3.3 Herramientas de vibración

Los percusores son herramientas de impacto usadas para golpear fuertemente, ya sea hacia arriba o hacia abajo, sobre el pescado pegado. Los percusores se han utilizado en perforación por muchos años. Al principio la herramienta de cable era usada por los perforadores conectándola con los percusores para pescar y perforar. Hoy en día los percusores se dividen en dos categorías: para pesca y perforación.

Los percusores en cada una de estas categorías pueden ser distinguidos por su funcionamiento mecánico o hidráulico. Mientras tanto los percusores para pesca y los percusores para perforación trabajan con el mismo principio y generalmente su construcción es diferente.

La mayoría de las sartas de vibración para pesca consisten en percusor de aceite (algunas veces llamado percusor hidráulico) y martillo (también llamado compensador de movimiento vertical), junto con los lastrabarrenas necesarios para dar peso. Además un acelerador (también llamado intensificador o reforzador) puede ser añadido a la sarta.

El percusor de aceite golpea el pescado hacia arriba; y el martillo golpea hacia abajo. Un acelerador puede ser incluido en la sarta de vibración para proporcionar mayor energía, lo que ayudara a acelerar los lastrabarrenas cuñado estos sean liberados por los percusores de aceite. También proveen un libre viaje que es compensado por el viaje del percusor de aceite en el mandril.

3.3.1 Sartas de Vibración

Una sarta de vibración completa consiste en una herramienta de captura adecuada, un martillo o substituto, un percusor de aceite, los lastrabarrenas deseados, un percusor del acelerador y la sarta de trabajo. Cada herramienta en la sarta realiza una función específica y es fundamental correrlas en el orden adecuado. El pescante de cuñas o el arpón en la parte inferior capturan o engranan al pescado. El martillo vibra hacia abajo, ya sea para sacar al pescado o para ayudar a liberar la herramienta de captura.

Figura 3.8 Típica sarta de vibración, ayuda a sacar el pescado y liberar la herramienta de captura.

Fuente: The Guide to Oilwell Fishing Operations

3.3.2 Martillos

El martillo es una junta telescopiada mecánica. Los modelos más sencillos tienen mandriles expuestos cuando están abiertos. En otros diseños el mandril con ranura se cierra y lubrica. El martillo se usa casi exclusivamente como herramienta de impacto descendente. El martillo libera el peso de los lastrabarrenas que transporta, lo que provoca un fuerte impacto. Además de liberar golpes de impacto sobre el pescado, el martillo es utilizado por encima de las herramientas de captura tales como los pescantes de cuñas y los arpones.

Los operadores de herramientas de pesca frecuentemente utilizan el martillo en sartas de pesca o en herramientas de corte para que el peso constante pueda aplicarse a una herramienta tal como a un cortador.

Figura 3.9 Martillo, libera golpes de impacto sobre el pescado.

Fuente: The Guide to Oilwell Fishing Operations

3.3.3 Percusores de Aceite

Un percusor de aceite consiste en un mandril y pistón funcionando dentro de un cilindro hidráulico. Cuando el percusor de aceite se cierra, el pistón esta en su posición inferior, donde se ha ajustado perfectamente y restringe el movimiento dentro del cilindro. El pistón está equipado con empaques especiales que retardan el paso del aceite de la cámara alta a la cámara baja del cilindro cuando el mandril se jala al recoger la sarta de trabajo. A mitad de camino a través del golpe, el pistón alcanza una amplia sección del cilindro que libera su movimiento. El pistón se mueve rápidamente y golpea el cuerpo del mandril. La intensidad de los impactos puede ser modificada por la cantidad de tensión en la sarta de trabajo. Esta variable en los impactos es la principal ventaja del percusor de aceite sobre el percusor mecánico para pesca.

Algunos diseños de percusores de aceite tienen válvulas de retención o válvulas de desviación que permiten la transferencia rápida de fluidos a la cámara por encima del pistón cuando amartillan o se recargan. Sin embargo hay muchos percusores de aceite en el campo sin esta característica.

Figura 3.10 Percusor de aceite hidráulico, está herramienta puede modificar la intensidad de los impactos.

Fuente: The Guide to Oilwell Fishing Operations

3.3.4 Acelerador o Intensificador

El acelerador o intensificador, también llamado reforzador es un accesorio que se corre en la sarta de vibración. Cuando se corre por encima de los lastrabarrenas, el impacto lanzado hacia el pescado es incrementado y la mayor parte del golpe es liberado por la sarta de trabajo y el equipo. El intensificador es esencialmente fluido compuesto por un cilindro lleno con fluido compresible, por lo general de un gas inerte. Cuando se tira de la sarta de trabajo, un pistón en el cilindro comprime el fluido y almacena energía. Cuando el percusor de aceite viaja, esta energía es liberada y acelera el movimiento de los lastrabarrenas hacia arriba del agujero para dar un fuerte golpe.

Figura 3.11 Intensificador, incrementa el golpe liberado por la sarta de trabajo.

Fuente: The Guide to Oilwell Fishing Operations

3.4 Molinos y zapatas dentadas

Los molinos y las zapatas dentadas se encuentran entre las herramientas de pesca más comunes. Antes de la invención del carburo de tungsteno, estos eran hechos con cuchillas o dientes de carburo. La superficie exterior era endurecida para cortar, mientras que el interior metálico estaba todavía en un estado semi-recocido y en comparación más flexible. Esto contribuía a evitar la rotura de cuchillas o dientes. El desarrollo del carburo de tungsteno acondiciono herramientas para cortar y moler, siendo un gran avance en la capacidad de estas herramientas.

Figura 3.12 Diferentes tipos de molinos y zapatas dentadas para cortar y moler.

Fuente: The Guide to Oilwell Fishing Operations

3.4.1 Material

El carburo de tungsteno para acondicionar molinos y zapatas viene en barras o varillas aproximadamente de 18 pulgadas de largo. Las varillas contienen partículas de incrustación de carburo de tungsteno, que son de forma irregular y tienen bordes filosos. Estas partículas son incorporadas a una matriz de material de bronce, níquel y plata. Las partículas de carburo de cada barra son seleccionadas según su tamaño y pueden ser clasificadas, por ejemplo, en 3/8 pg., ¼ pg, o en mallas del 10-18.

Figura 3.13 Varillas de carburo de tungsteno, material usado para molinos y zapatas.

Fuente: The Guide to Oilwell Fishing Operations

Para un corte efectivo, el carburo tungsteno deberá ser de buena calidad y estar perfectamente limpio de cualquier suciedad, como aceite o basura que impida la adherencia a la aleación de materiales en la matriz. Normalmente, las partículas grandes se utilizan

para diámetros grandes de molinos y zapatas, mientras que las partículas más pequeñas se utilizan para pequeñas herramientas.

La calidad de las varillas de carburo de tungsteno puede variar significativamente. Las barras con mejor calidad contienen partículas ya totalmente listas para cubrirlas con los materiales de la matriz. Este recubrimiento es crítico en el terminado de molinos o zapatas. Es mucho más fácil para el soldador, si la varilla contiene partículas que están completamente listas para cubrirse. El material de la matriz es resistente y ayuda a la herramienta a soportar las cargas de choque y cargas imprevistas. La fuerza de corte es aproximadamente de 100,000 psi.

En 1985 se introduce el carburo de tungsteno "inserciones de carburo de tungsteno" mejorando el acero de los molinos. El carburo de tungsteno en polvo se presiona en un molde y después se calienta en un horno.

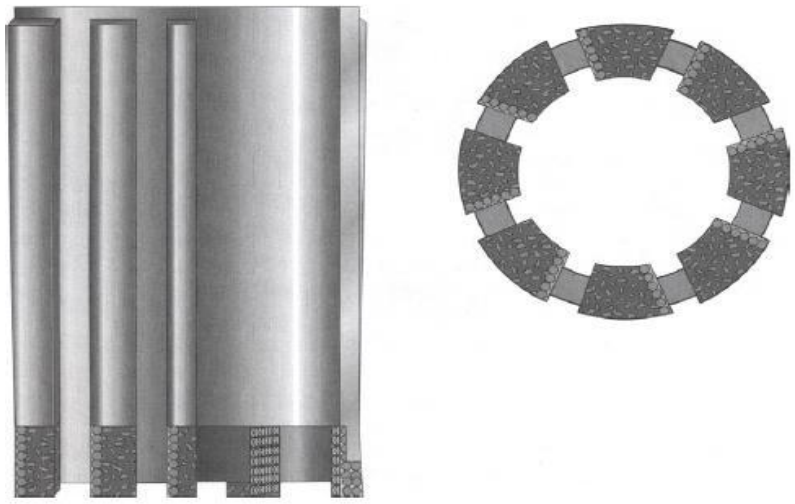
3.4.2 Diseño

Las herramientas de carburo deberán ser cuidadosamente diseñadas para cada trabajo en particular. Si un molino se corre en una sarta de trabajo (no en un casquillo), es aconsejable no tener circulando el agujero por el centro. En lugar de ello una de las hojas deberá ser suficiente para extender más allá del centro. En el diseño de zapatas dentadas de carburo el interior no se deberá fortalecer a menos que sea necesario para cortar el exterior de un pescado.

Cuando se lava sobre tubería ciega y cedazo, es útil poner una ligera conicidad dentro de la parte inferior de la zapata, para mantener la zapata y tratar de cortar el cedazo. Para lavar sobre el empacador, la zapata deberá tener una corona, con agua para circular y acondicionar el diámetro interior para cortar el empacador. A menudo, cuando existe un hombro sólido en el interior de la zapata dentada, el pescado o porciones del mismo, serán

sacados en la zapata y casquillo sin tener que usar cualquier otra herramienta de recuperación.

Figura 3.14 Zapata dentada tipo corona, para lavar sobre el empacador.



Fuente: The Guide to Oilwell Fishing Operations

La zapata que se corre en agujero abierto también se le deberá acondicionar un diámetro exterior más grande que el cuerpo del casquillo y generalmente más pequeño que el tamaño del agujero. Cuando se lava sobre tubería de perforación y lastrabarrenas, la zapata deberá tener un diámetro interior de cople igual al del cuerpo (no acondicionado). Cuando se lava sobre estabilizadores o en diámetros interiores más grandes que el casquillo, el diámetro interior de la zapata deberá ser acondicionado con carburo para cortar el espacio necesario para el casquillo.

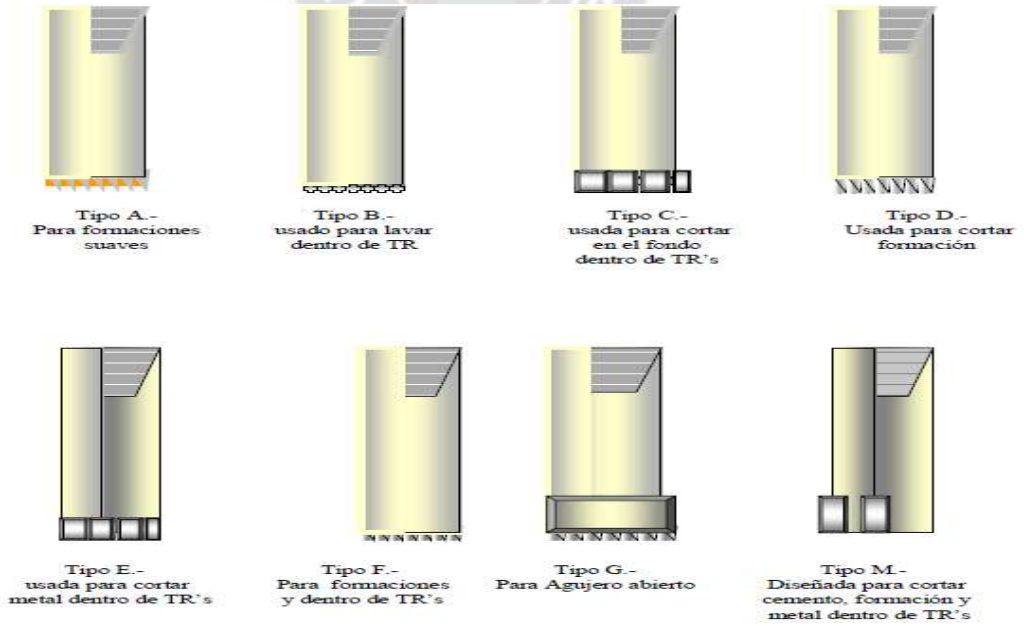
El carburo nunca se deberá dejar en el exterior de la zapata o molino que se este corriendo en la tubería de revestimiento. Se deberá triturar suavemente y hacer concéntrico con el cuerpo de la herramienta para evitar daños a la tubería de revestimiento o tubería. Las herramientas que se corren en agujero abierto son acondicionadas con carburo en el exterior para continuar cortando cualquier desperdicio.

3.4.3 Lavadores de Tubería

Los lavadores de tubería se emplean para lavar exteriormente el cuerpo de la tubería de un pozo, como parte de la preparación de la pesca. Generalmente son fabricados de cuerpo de tubería de revestimiento de resistencia especial y conexión resistente a la torsión. La cantidad de tubería lavadora se da en función de los espacios anulares existentes entre la tubería lavador, el agujero y el pescado que se va a lavar.

Las zapatas lavadoras forman parte del aparejo de lavado de las tuberías. Son manufacturadas de tubería lavadora revestida en su parte inferior con material especial para moler sobre la boca del cuerpo tubular que se va a pescar. La forma y características de los cortadores y del recubrimiento dependen de la necesidad del lavado y del pescado por recuperar. Así pues, existen zapatas para lavar en agujero descubierto, y en el interior de pozos ademados, por lo que cada una cubre una necesidad especifica.

Figura 3.15 Diferentes tipos de zapatas lavadoras, dependiendo de la necesidad del lavado y del pescado



Fuente: Fish Art

3.4.4 Molinos

Una operación de molienda puede emplearse en casi todas las operaciones de pesca; sin embargo algunas moliendas resultan infructuosas, debido a la cantidad que se va a moler del pescado, el tipo de molino usado y las condiciones de operación.

Los molinos deben diseñarse para trabajos específicos. Son herramientas que no tienen partes movibles en su cuerpo y que se podrían quedar en el pozo como resultado de la molienda y de su mismo desgaste. Para su operación se requiere de cierto torque; la cantidad depende del diámetro molino y del material que se va a moler, del ritmo de penetración y del peso sobre el molino. Un torque excesivo puede ocasionar daño en las juntas de la sarta de trabajo, que posteriormente puede ocasionar otros problemas

Figura 3.16 Molinos con diferentes configuraciones de fondo (plano, cóncavo y cónico de aletas).

Fuente: Fish Art

Los molinos están construidos con una pieza de metal recubierta en el fondo con cortadores de diferentes materiales como carburo de tungsteno, o metal muncher (metal más resistente que el carburo de tungsteno). La selección del tipo de cortador depende del material que se va a moler. Son construidos en tres diferentes configuraciones del fondo (plano, cóncavo, cónico de aletas). Además deben diseñarse con canales o puertos de circulación que no restrinjan el flujo de fluido y que impidan levantar los recortes molidos.

Figura 3.17 Molinos tipo junk, revestidos con carburo de tungsteno.

Fuente: Fish Art

Los molinos tipo junk son los más versátiles debido a su capacidad para moler cemento, todo tipo de tubería y empacadores de producción. Están revestidos por carburo de tungsteno o metal muncher. Se disponen con fondo plano, cóncavo y convexo, y con cuello de pesca y estabilizadores.

3.5 Diversas herramientas

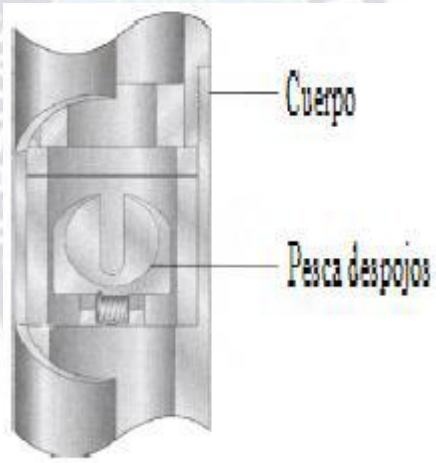
Estas diversas o especiales herramientas de pesca son comunes, pero la necesidad para usarlas es poco frecuente. Cuando la necesidad surge, es difícil o imposible lograr que otras

herramientas hagan lo que estas herramientas especiales son capaces de hacer. Que debe tenerse en cuenta cuando se planea un trabajo de pesca.

3.5.1 Pesca Despojos

Un pesca despojos es una herramienta de captura con movimientos que permite hacer capturas variadas. Normalmente esta herramienta no hace liberaciones, por lo que tiene aplicaciones limitadas. La ventaja es que captura pescados de tamaño variable o desconocido. El pesca despojos es comúnmente usado para capturar varillas de succión.

Figura 3.18 Pesca despojos, captura pescados de tamaño variable o desconocido.



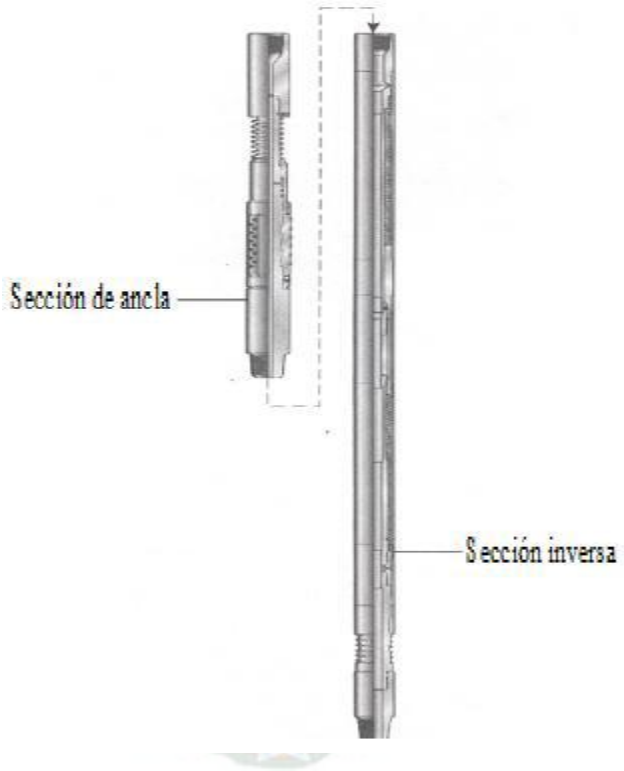
Fuente: The Guide to Oilwell Fishing Operations.

Las versiones más grandes de pesca despojos son normalmente usadas para capturar varillas en espiral en tuberías de revestimiento y pescados tubulares con diámetro irregular o no estándar o tubería molida. Un pesca despojos tan grande es el receptáculo, que fue diseñado originalmente para ser usado con herramienta de cable. Este consiste en un tazón del tamaño de la tubería de revestimiento y dos carriles puestos en ángulo, en dirección de arriba a abajo en el tazón. Las cuñas son colocadas en los carriles y son libres de deslizarse arriba y abajo.

3.5.2 Herramientas Inversas

Las herramientas inversas se utilizan para desenroscar y recuperar secciones de tubería o herramientas pegadas en la tubería de revestimiento. Estas están disponibles en tipo mecánico e hidráulico. El tipo hidráulico genera de 15,000-50,000 libras/pie de torsión, dependiendo del tamaño de la herramienta.

Figura 3.19 Herramienta inversa, recupera y desenrosca secciones de tubería o herramientas pegadas.



Fuente: The Guide to Oilwell Fishing Operations

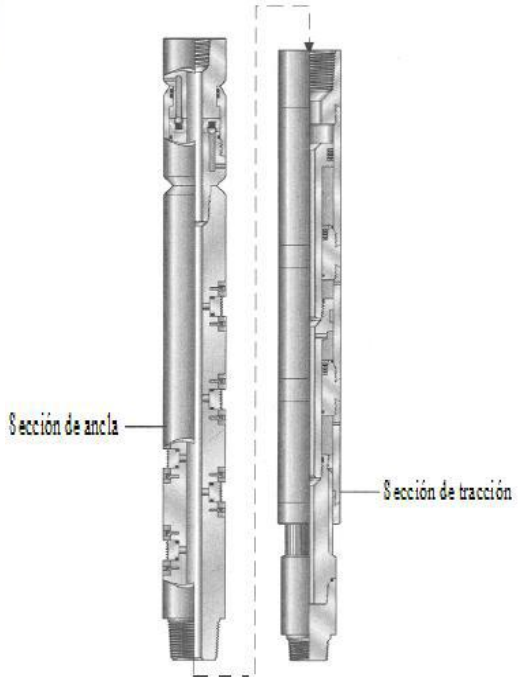
La herramienta inversa es solo para agujero revestido. Nunca deberá ser corrida en agujero abierto. Si el pescado esta en agujero abierto, la tubería de perforación se deberá correr por debajo de la herramienta inversa. La herramienta inversa tiene diámetros internos restringidos, pero la apertura es por lo general lo suficientemente grande para adaptarse a la sarta perdida si el pescado no puede ser desenroscado.

3.5.3 Herramienta de Tracción Hidráulica

La herramienta de tracción hidráulica, utiliza presión de bombeo hidráulico para sacar objetos del agujero entubado. Está diseñado para anclarse a la tubería de revestimiento, ejerciendo una fuerza por debajo del pescado y transmitiendo esta fuerza a la tubería de revestimiento en lugar de al equipo superficial. La herramienta de tracción hidráulica es altamente efectiva para ejercer fuerzas inusuales cuando se utiliza equipo convencional de reparación y terminación de pozos y pequeñas sartas de trabajo.

La herramienta puede ser utilizada para sacar tubería corta de revestimiento, recuperar empacadores, ensamblar sellos, o tubería del pozo, sin tensión en la sarta de trabajo o torre de perforación.

Figura 3.20 Herramienta de tracción hidráulica, utiliza presión de bombeo hidráulico para sacar objetos del agujero.



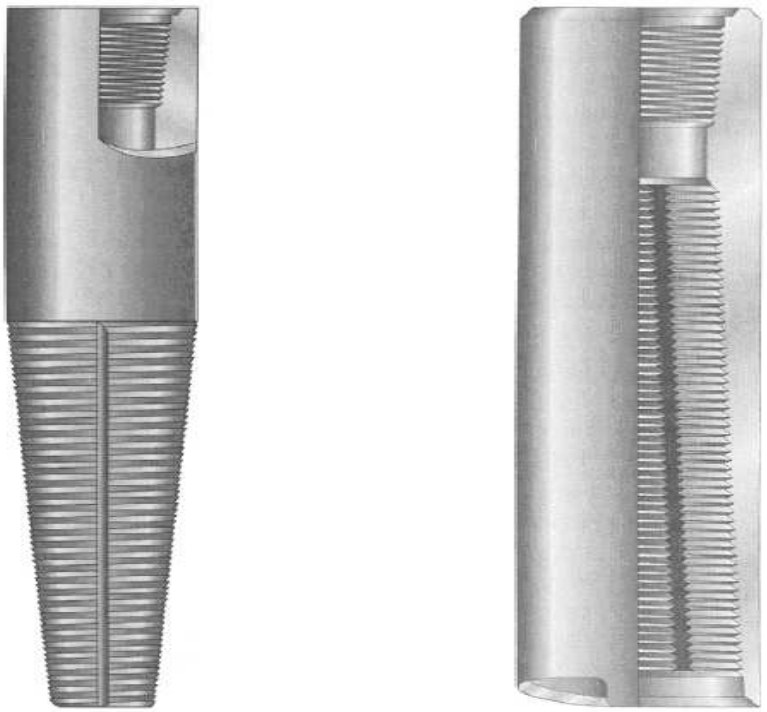
Fuente: The Guide to Oilwell Fishing Operations

La herramienta de tracción se compone de tres secciones, la sección de la válvula de alivio, sección de anclar y la sección tracción. La herramienta de tracción puede ser utilizada con herramientas de pesca mecánicas tales como pescante de cuñas y arpones.

3.5.4 Machuelos

El machuelo tipo caja pesca el diámetro exterior del pescado y el machuelo pesca el diámetro interior. Los machuelos son pescantes cónicos cuyo diámetro se reduce gradualmente desde la parte superior, que se emplea para recuperar pescados huecos, como tubería. El machuelo se corre dentro del pescado y se gira para cortar cuerda suficiente para proporcionar un firme agarre que permita jalar y recuperarlo. Los machuelos tienen un mayor rango de captura que los pescantes de cuñas y los arpones. Sin embargo los machuelos no son liberables.

Figura 3.21 Diferentes tipos de machuelo, uno pesca el diámetro exterior del pescado (tipo caja) y el otro pesca el diámetro interior.



Fuente: The Guide to Oilwell Fishing Operations

Un machuelo especial llamado machuelo piñón está diseñado para capturar tamaños específicos de conexión tales como 3 ½ o 4 ½ de diámetro interior.

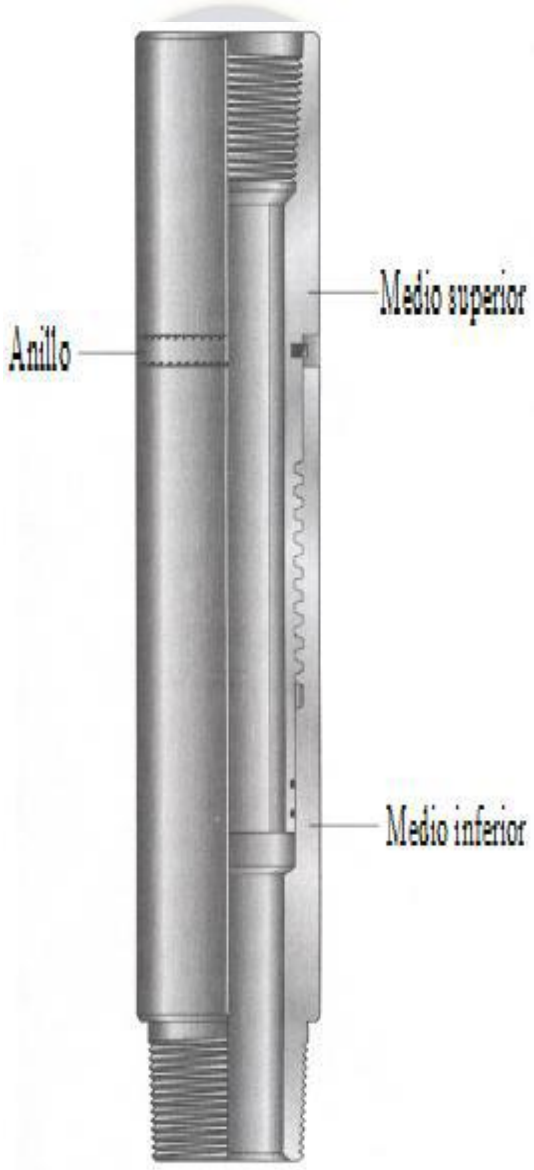
La mayoría de los machuelos piñón son frecuentemente usados para ser atornillados en el interior de los lastrabarrenas y tuberías de perforación que tienen las roscas dañadas. Los machuelos siempre se deberán correr con un martillo y una junta de seguridad ya que son considerados no liberables. Una junta de seguridad de perforación es el tipo más común usado con machuelos.

Figura 3.22 Se usan para atornillarse en tuberías de perforación con roscas dañadas.

Machuelo piñón
Fuente: The Guide to Oilwell Fishing Operations

La junta de seguridad de perforación consiste en un medio superior, un anillo de fricción y un medio inferior. Este accesorio se coloca por encima de la herramienta de pesca, si la herramienta no puede ser desenganchada del pescado, la junta de seguridad permite desconectar fácilmente la sarta de la tubería encima de la junta de seguridad.

Figura 3.23 Junta de seguridad de perforación, permite desconectar la sarta de la tubería.



Fuente: The Guide to Oilwell Fishing Operations

CAPITULO IV: APLICACIÓN PRÁCTICA

4.1 Método para la estimulación del punto libre

Cuando la tubería se pega por cualquiera de las razones descritas en capítulos anteriores, el primer paso es determinar la profundidad a la cual ha ocurrido la pegadura. La elasticidad en la tubería deberá ser medida y calculada haciendo la estimación de la distancia hasta la parte superior de la tubería pegada. Toda la tubería es elástica, y todas las fórmulas y gráficas se basan en el modulo de elasticidad del acero, es decir, aproximadamente 30’000’000 psi. Si la longitud del estiramiento en la tubería se mide dando un tirón, la cantidad de la tubería libre puede ser calculada o determinada a partir de datos en tablas disponible en libros.

4.1.1 Datos de Elasticidad para Tuberías de Perforación y Tuberías de Revestimiento

La cantidad de estiramiento o alargamiento de material tubular en el pozo, que resulta de aplicar una fuerza de tirón, es comúnmente necesaria su medición. Robert Hooke (1635-1702) descubrió que el estirar o distorsionar un determinado material es proporcional a la tensión o a la fuerza aplicada, sí el límite elástico del material no es superado (Ley de Hooke). El límite elástico de un material es el esfuerzo máximo que se le puede aplicar sin causar deformación permanente o estiramiento permanente en términos petroleros.

La cantidad de estiramiento que se produce cuando una fuerza de tirón es aplicada, varía con la cantidad de tirar, además cambia la longitud del material, la elasticidad del material y la sección transversal. Estas variables se dan en la formula general de elasticidad, siempre que el límite elástico del material no sea superado.

4.1.2 Fórmula General de Elasticidad

$$\Delta L = \frac{\text{FxLx12}}{\text{E x } a_s} \ (Ecuación\ 4.1)$$

Donde:

ΔL= elasticidad en pulgadas

F= fuerza de tirón en libras

L= longitud en pies

E= modulo de elasticidad en psi (para acero E= 30'000'000 psi)

a_s= área de la sección transversal en pulgada cuadrada

Nota: es comúnmente un concepto erróneo que la velocidad de elasticidad para materiales tubulares en campos petroleros también se ve afectada por el grado de acero (j-55, n-80, etc.). Esto no es cierto.

Grados más altos de acero tienen un mayor límite de elasticidad y por consiguiente pueden ser extendidos más lejos antes de llegar a su límite elástico, pero la velocidad de estiramiento es la misma para todos los grados de acero. Los únicos factores que afectan la velocidad de elasticidad son los que se muestran en la formula general de elasticidad.

4.1.3 Tablas de elasticidad

Las tablas de elasticidad en esta sección abarcan una amplia gama de tamaños y pesos de tuberías de producción, tuberías de perforación y tuberías de revestimiento. Las columnas en las tablas muestran el diámetro exterior, peso, diámetro interior, pared de tubería de la sección transversal, constante de elasticidad y la constante del punto libre.

OD (In.)	Weight (Lbs/Ft)	ID (In.)	Wall Area (Sq In.)	Stretch Constant (In./1,000 Lbs/ 1,000 Ft)	Free Point Constant
2.875 (2-7/8)	4.36	2.579	1.268	0.31546	3170.0
	4.64	2.563	1.333	0.30008	3332.5
	6.40	2.441	1.812	0.22075	4530.0
	6.50				
	7.90	2.323	2.254	0.17746	5635.0
	8.60	2.259	2.484	0.16103	6210.0
	8.70				
	8.90	2.243	2.540	0.15748	6350.0
	9.50	2.195	2.708	0.14771	6770.0
	10.40	2.151	2.858	0.13996	7145.0
	11.00	2.065	3.143	0.12727	7857.5
	11.65	1.995	3.366	0.11884	8415.0
3.500 (3-1/2)	5.63	3.188	1.639	0.24405	4097.5
	5.75				
	7.70	3.068	2.228	0.17953	5570.0
	9.20	2.992	2.590	0.15444	6475.0
	9.30				
	10.20	2.922	2.915	0.13722	7287.5
	10.30				
	12.80	2.764	3.621	0.11047	9052.5
	12.95	2.750	3.682	0.10864	9205.0
	13.70	2.673	4.010	0.09975	10025.0
	14.70	2.601	4.308	0.09285	10770.0
	15.10	2.602	4.304	0.09294	10760.0
	15.80	2.524	4.618	0.08662	11545.0
	17.05	2.440	4.945	0.08089	12362.5
4.000 (4)	9.40	3.548	2.680	0.14925	6700.0
	9.50				
	10.80	3.476	3.077	0.13000	7692.5
	10.90				
	11.00				
	11.60	3.428	3.337	0.11987	8342.5
	13.40	3.340	3.805	0.10512	9512.5
4.500 (4-1/2)	12.60	3.958	3.600	0.11111	9000.0
	12.75				
	15.10	3.826	4.407	0.09076	11017.5
	15.50				
	16.90	3.754	4.836	0.08271	12090.0
	19.20	3.640	5.498	0.07275	13745.0

Tabla 4.1 Tabla de elasticidad, para determinar la constante de elasticidad y la constante del punto libre.

4.1.4 Determinación de la Elasticidad

La cantidad de elasticidad para un determinado material es determinada usando la correcta constante de elasticidad, que se encuentra en las tablas y en la siguiente formula.

$$\Delta L = \text{FxLxSC} \ (Ecuación\ 4.2)$$

Donde:

ΔL= elasticidad en pulgadas

F= fuerza de tirón en 1000s de libras

L= longitud en 1000s de pies

SC= constante de elasticidad en pulgadas de elasticidad por 1000 libras de tirón por 1000 pies de longitud

Ejemplo

Determinar la cantidad de elasticidad para 30,000 libras de fuerza de tirón en 6500 pies, con un diámetro exterior de tubería de 2.375 pulgadas, un diámetro interior de 1.995 pulgadas y un peso de 4.7 lbs/pie.

Solución

De tablas obtenemos SC=0.30675

$$\Delta L = \text{FxLxSC}$$

$$\Delta L = 30\text{x}6.5\text{x}0.30675$$

$$\Delta L = 59.8 \text{ plg de elasticidad}$$

4.1.5 Determinación del Punto Libre

La constante del punto libre permite determinar con gran facilidad la longitud de la tubería que se estira cuando la cantidad de la fuerza de tirón y la cantidad de elasticidad son conocidas. Esto es comúnmente referido como "determinación del punto libre en la sarta de tubería pegada o anclada". Leer correctamente de la tabla la constante del punto libre para la tubería en cuestión y utilizarla en la siguiente formula.

$$L = \frac{\Delta \text{L x FPC}}{\text{F}} \ (Ecuación\ 4.3)$$

Donde:

L= longitud mínima de tubería libre o longitud que se estira en pies *

ΔL= elasticidad en pulgadas

F= fuerza de tirón en 1000s de libras

FPC= constante del punto libre

*Debido a que las fuerzas de fricción no pueden ser determinadas fácilmente, la formula necesariamente asume la total ausencia de fricción.

Ejemplo

Determinar la longitud mínima de tubería libre cuando se tiene una sarta de perforación de 4 ½ pg. de diámetro exterior, con un peso de 16.60 lbs. /ft., con una elasticidad de 18.6 pg. y aplicando un tirón de 25,000 lbs.

Solución

De tablas obtenemos FPC=11017.5

$$L = \frac{\Delta \text{L x FPC}}{\text{F}}$$

$$L = \frac{18.6 \text{ x } 11017.5}{25}$$

$$L = 8197 \text{ o aprox. } 8200 \text{ pies}$$

4.1.6 Cálculo de la Constante de Elasticidad y de la Constante del Punto Libre

Para cualquier tamaño de tubería que no esté incluido en las tablas de elasticidad, la constante de elasticidad y la constante del punto libre se pueden calcular de la siguiente manera.

$$SC = \frac{0.4}{a_s} \ (Ecuación\ 4.4)$$

$$FPC = 2500 \text{ x } a_s \ (Ecuación\ 4.5)$$

Ejemplo

Determinar la constante de elasticidad para una tubería de diámetro exterior de 2.375 pg, con un peso de 4.7 lbs/pie y un área de sección transversal de 1.304 pg^2

$$SC = \frac{0.4}{a_s}$$

$$SC = \frac{0.4}{1.304}$$

$$SC = 0.30675$$

Ejemplo

Determinar la constante del punto libre para una tubería de perforación de diámetro exterior de 4 ½ pg., con un peso de 16.60 lbs/pie y un área de sección transversal de 4.407 pg^2.

$$FPC = 2500 \text{ x } a_s$$

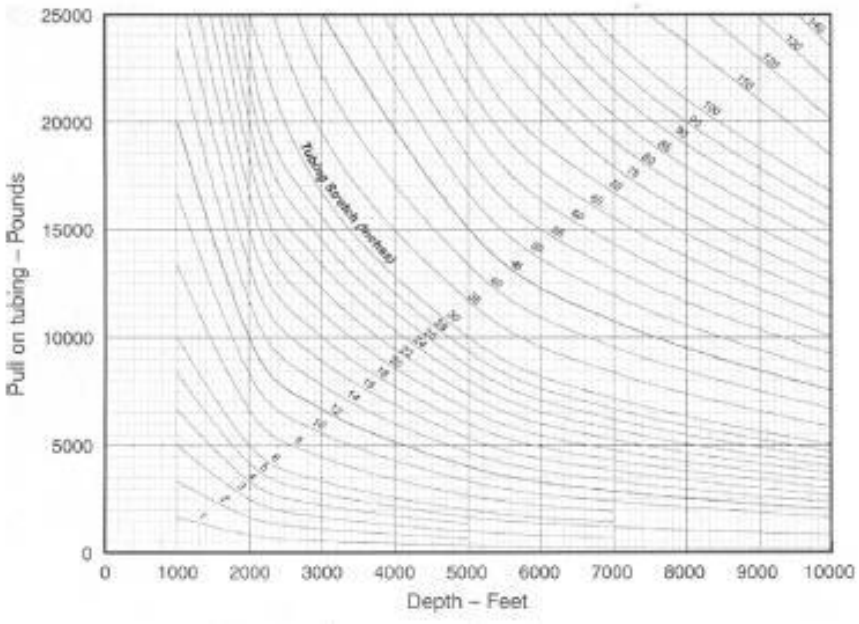
$$FPC = 2500 \text{ x } 4.407$$

$$FPC = 11017.5$$

4.1.7 Graficas de Elasticidad

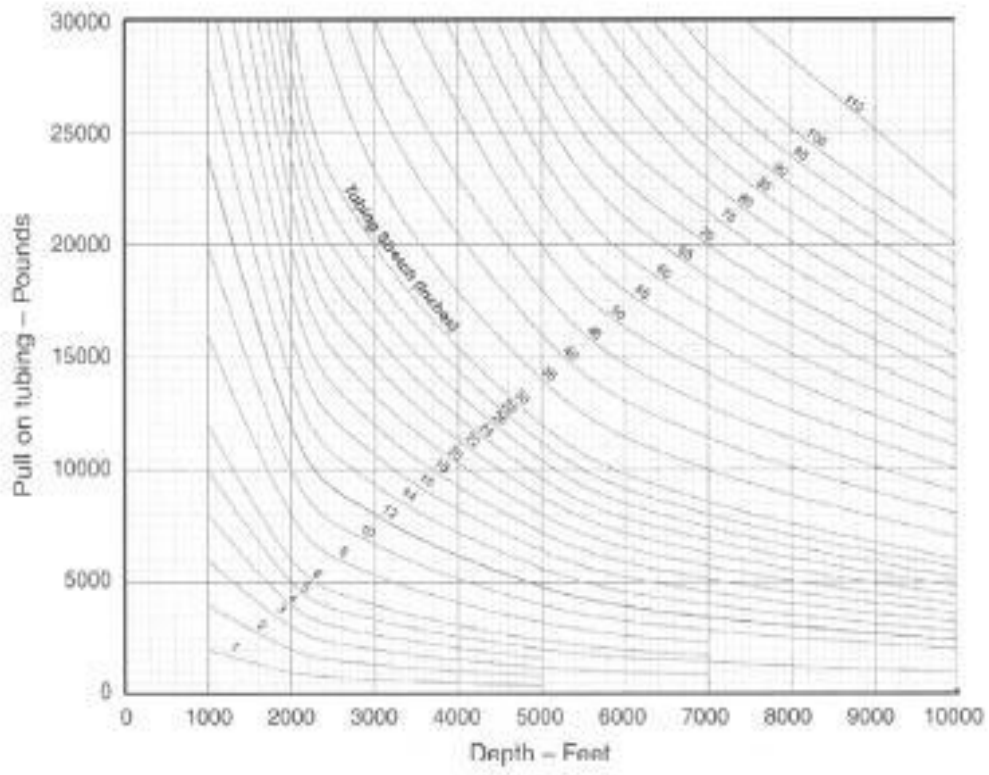
Las graficas de elasticidad son incluidas en esta sección para diámetros exteriores de 1.660 pg hasta 7 pg, para tubos que tengan cualquier otra área de sección transversal, la elasticidad deberá ser determinada con la formula general para la elasticidad.

Figura 4.1 Grafica de elasticidad, para tubería de 1.660 pg. de diámetro exterior y un peso de 2.4 lbs./ft.



Fuente: The Guide to Oilwell Fishing Operations

Figura 4.2 Grafica de elasticidad, para tubería de 1.900 pg. de diámetro exterior y un peso de 2.9 lbs./ft.



Fuente: The Guide to Oilwell Fishing Operations

Cada grafica de elasticidad incluye sólo tres variables: la cantidad de fuerza de tirón, profundidad (o longitud) y la cantidad de elasticidad. Cuando dos de las variables son conocidas, la tercera se puede leer directamente desde la grafica de la siguiente manera.

1. Si la profundidad y la fuerza de tirón son conocidas, la cantidad de elasticidad se puede encontrar.
2. Si la profundidad y la elasticidad son conocidas, la cantidad de tirón se puede encontrar.
3. Si la fuerza de tirón y la elasticidad son conocidas, la profundidad o longitud de la tubería puede ser encontrada.

4.1.8 Separación de la Sarta de Tubería

Después de determinar el punto pegado en la sarta de tubería, es un procedimiento normal separar la sarta con herramientas de pesca tales como sartas de vibración o tubería lavadora. Existen cuatro métodos aceptables para separar la sarta de tubería.

- Desenroscar
- Cortador químico
- Cortador de chorro
- Cortador mecánico

El método de corte para cada trabajo en particular deberá ser cuidadosamente seleccionado. Cuando se separa la tubería, siempre deje suficiente tubería libre por encima del punto pegado para actuar como guía y proporcionar una captura lo suficientemente larga para un buen tirón. La longitud suficiente para estos fines por lo general se considera entre ½ y dos tramos.

4.2 Resúmenes técnicos de aplicación.

4.2.1 Práctica aplicativa

4.2.1.1 TCR - X1

Durante la perforación del pozo TCR - X1 surgió la siguiente operación de pesca:

Después de continuar perforando con barrena de 6-1/2" y sarta convencional equipada con lwd y mwd a 3640 m, recuperando muestra para su análisis con el geólogo, con 5 m, se levanta barrena de 6-1/2" y sarta convencional con lwd, mwd y a 2550 m (zapata de 7-5/8”), bombeando por espacio anular, volumen de acero extraído con 5 lingadas, continua levantando barrena de 6-1/2" a superficie, se efectúa preparativos para introducir liner de 5 1/2", instalando equipo, se mete liner de 5 1/2",p-110 ,23 lb/pie, a 82.85m, equipada

c/zapata rimadora flotadora de 5-1/2", p-110, 23 lb/pie, coplee flotador de 5 1/2" p-110 23 lb/pie, y 10 centradores integrales de fleje p/tr de 5-1/2“ p- 110 c/apriete computarizado-torque optimo de 8100 lbs-pie, c/llave de enrosque y torquímetro.

Se observo desplazamiento normal, se conecto lingada e intento bajar liner observando resistencia con 8 toneladas, intento levantar sarta tensionando hasta 36 toneladas SSP (peso de la sarta 124 toneladas) y se trabajo misma en varias ocasiones con movimientos reciprocantes sin liberar.

Con la sarta atrapada a 3442 m y tensionada con 90 toneladas SSP, reposo bache despegador, donde observo perdida de tensión y saco liner de 5 1/2" donde nuevamente quedó atrapado, trabajando sarta con movimientos reciprocantes, tensionando hasta 90 toneladas SSP, con movimientos reciprocantes y tensionado hasta 90 toneladas, sin observar recuperación.

Solución

Determinar el punto libre en la sarta atrapada:

a. Como primer paso determinaremos la elasticidad

$$\Delta L = \text{FxLxSC}$$

De tablas obtenemos SC= 0.06033

$$\Delta L = 201 \text{ x } 10.8 \text{ x } 0.06033$$
$$\Delta L = 131 \text{ pg. de elasticidad}$$

b. Determinamos la longitud mínima de tubería libre.

$$L = \frac{\Delta \text{L x FPC}}{\text{F}}$$

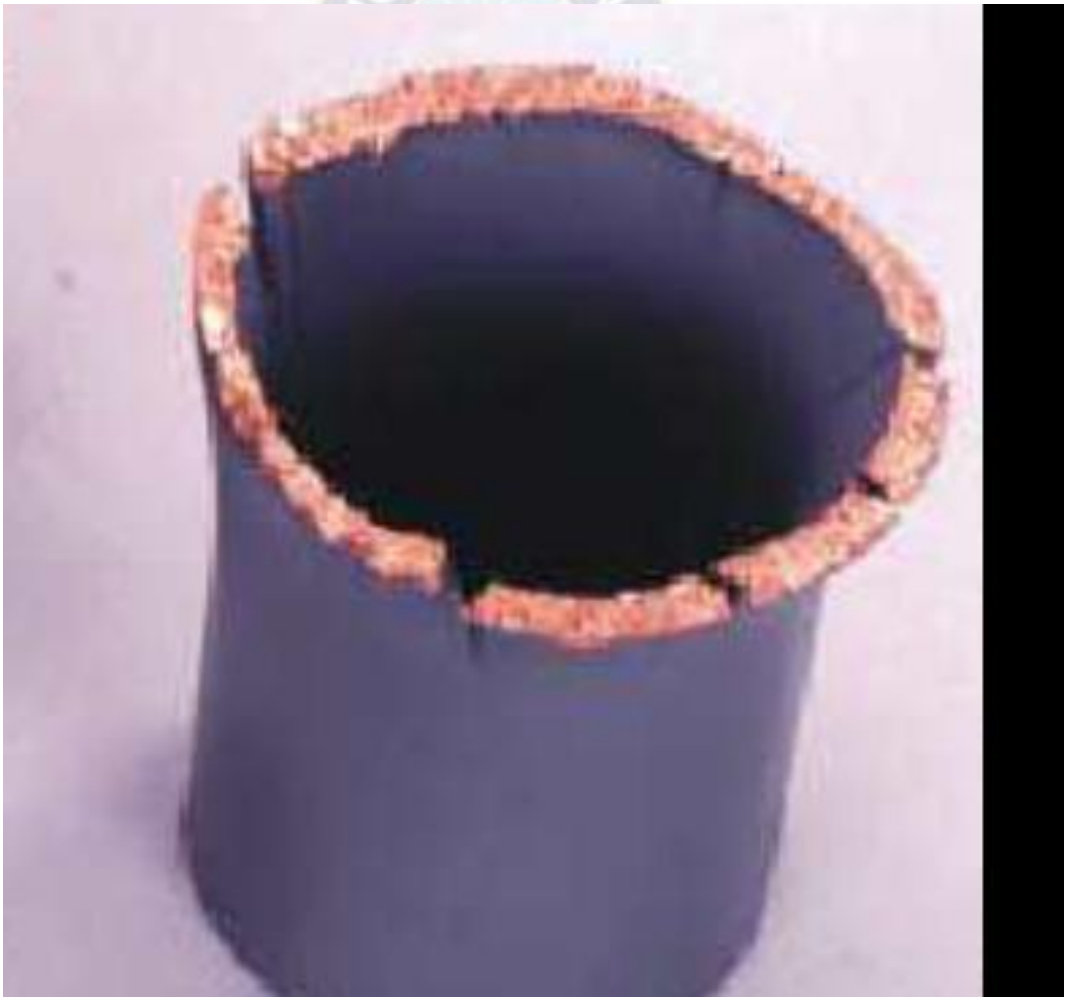
De tablas obtenemos FPC=16575

$$L = \frac{131 \text{ x } 16575}{201}$$

$$L = 10795 \text{ pies o } 3291 \text{ m}$$

Como podemos observar la tubería quedo atrapada por segunda ocasión a 3291 metros. Para este caso cortaremos la tubería usando el método cortador de chorro, ya que una de sus ventajas es que prevé de cortes instantáneos.

Figura 4.3 Ejemplo de tubería cortada con cortador de chorro.

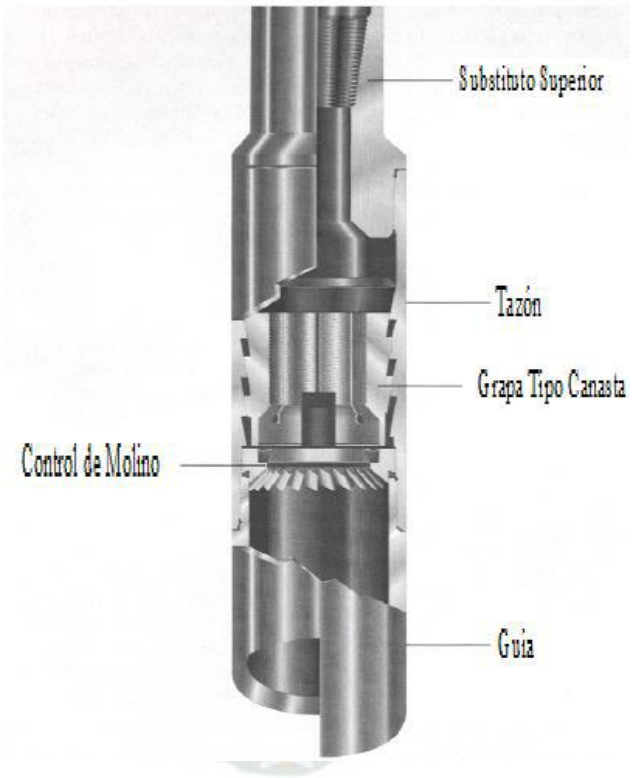


Fuente: WEB

Se espera molino y herramienta de pesca por parte de la compañía de herramientas de pesca.

Para recuperar la tubería se utilizara un pescante de cuñas de 8 ¼ pg con grapas tipo canasta, con una longitud de 2.36 m.

Figura 4.4 Pescante de cuñas acondicionado con grapa tipo canasta, usado para engranar externamente el pescado.



Fuente: The Guide to Oilwell Fishing Operations

Se arma y bajo molino plano 8 1/2" hasta 3285 m, donde se checo boca de pez con 5 toneladas, con personal de Weatherford, se verifican parámetros y se conformo boca de pez con molino plano de 8-1/2" de 3285 a 3285.50 m, (conformó 50 cm).

Figura 4.5 Molinos con diferentes configuraciones de fondo (plano, cóncavo y cónico de aletas).

Fuente: Fish Art

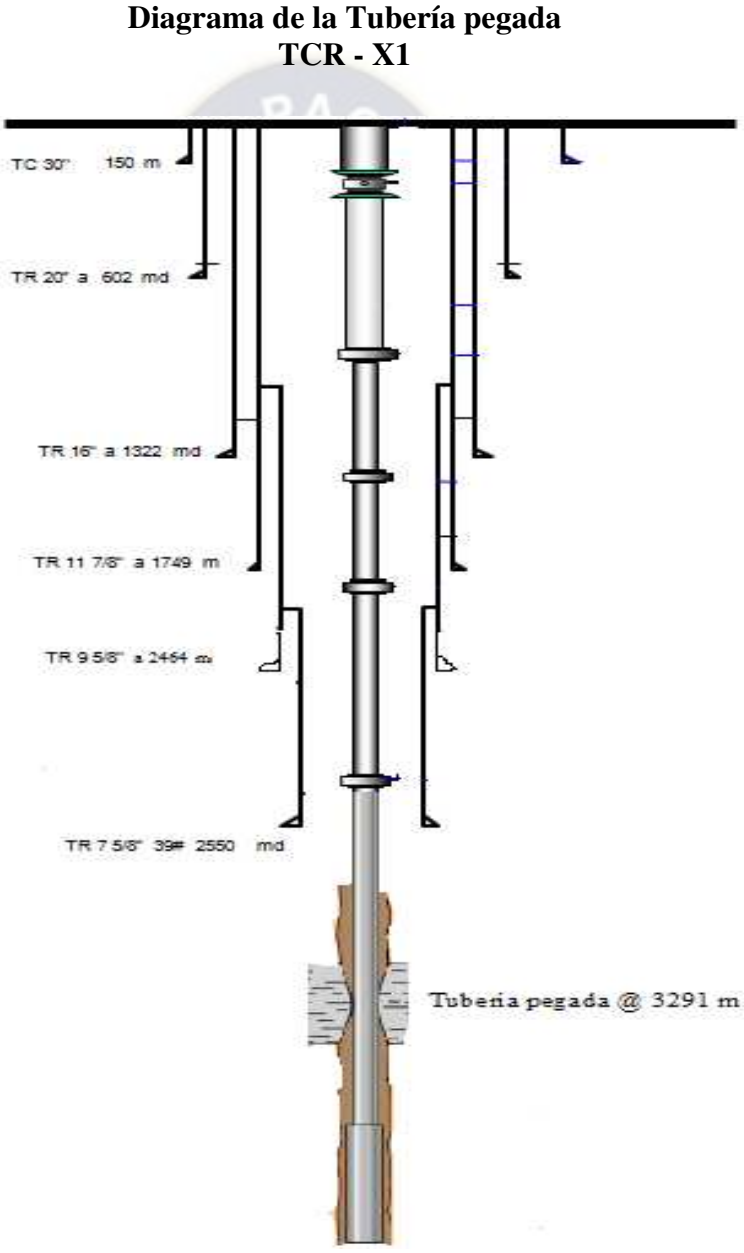
Con molino plano a 3285 m bombeo 5 m3 de bache viscoso de 1.30 gr/c3 x 210 seg y desplazó mismo, se levantó molino plano de 3285 m a superficie llenando con 5 lingadas el volumen del acero extraído. Se armó pescante de cuñas de 8-1/4" OD x 6-5/8" ID modelo S-150 Tipo FS # 760385 con grapas tipo canasta de 3-3/8 y control de 3 1/2" # N-84, longitud de 2.36 m, se baja pescante de cuñas de 8-1/4" a 2249 m, donde se verifican pesos arriba=98 toneladas, abajo= 88 toneladas, rompió circulación con 40 epm y 100 psi, bombeo 4 m3 de diesel con 40 epm y 190 psi, posteriormente bombeo un bache viscoso de lodo de E.I. de 1.30 gr/cc x 250 y desplazo mismo a la boca de pez. Con operador de weatherford, se conecto pescante en boca de pez, verificando empacadura, se recupera pescado 100%.

Comentarios

Como se pudo observar en esta operación de pesca, antes de introducir cualquier herramienta al pozo para tratar de recuperar la tubería, se intento liberarla con movimientos recíprocos, además de utilizar un bache despegador, sin obtener resultados positivos en el segundo intento. Después de intentar liberar la tubería y no conseguirlo se procede a

realizar el trabajo de pesca, consiguiendo recuperar la tubería y el pescado satisfactoriamente.

Figura 4.6 Diagrama de la tubería pegada



Fuente: YPFB

4.2.1.2 TCR - X1 D

Durante la perforación del pozo TCR - X1 D se utilizo una barrena Geobit de 8 1/2" Lwd a 3529 m. con perdida variable de lodo, donde observo paro de rotaria, manteniendo la circulación.

Se trabajo sarta tratando de liberar misma sin éxito.

Se preparo bache de 6M3 de despegador de tubería ECO FEE con 200lts/M3 y coloco en remojo por 8 horas, manteniendo la sarta tensionada con 20 toneladas. Se esperó y reposo.

Trabajo sarta con 100 toneladas ssp con rotación y paros de rotaria con 900 amp, observando abatimiento de nivel llenando con 8.6 m3 de lodo de e.i. de 1.32 x 60 seg.

Se activó el martillo en 6 ocasiones únicamente, para tratar de liberar a la sarta, sin éxito.

Figura 4.7 Martillo, libera golpes de impacto sobre el pescado.

Fuente: The Guide to Oilwell Fishing Operations

Con la sarta pegada a 3529 circulo bache despegador y acondiciono lodo de 1.32 x 60seg a 1.30 x 58 seg y se trabajo sarta con intentos de rotaria y tensión de 80 toneladas SSP S/E.

Preparo un segundo bache de 11m3 de despegador de tubería y desplazo con 25,6 m3. Con sarta tensionada con 40 ton ssp espera reposo de bache y trabajo sarta tensionando 110 ocasiones hasta 90 ton ssp e intentos de rotación con paros de rotaria de 800-900 amp sin éxito.

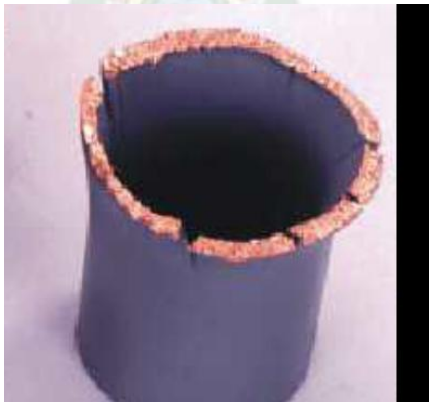
Se trato de activar martillo sin éxito, intento circular en directo con 10 epm, observando represionamiento de 3,000psi.

Circulo y acondiciono lodo de 1.30 x 60 a 1.29 y de 1.29 a 1.28 x 58 seg. Trabajo tubería sin éxito.

Armo sonda de registro y corrió punto libre y posteriormente realizo corte de tubería a 3423m, dejando pez de 108m.

Para realizar el corte de la tubería se utiliza el método cortador de chorro.

Figura 4.8 Ejemplo de tubería cortada con cortador de chorro.

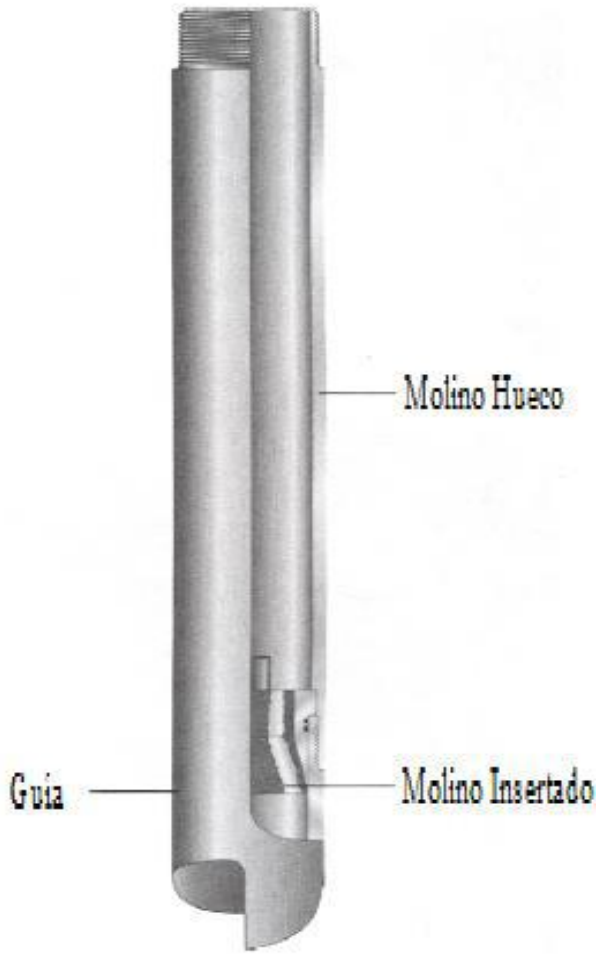


Fuente: WEB

Como se observa en la figura, a menudo hay rebabas, astillas y protuberancias en la tubería que será capturada, esto puede requerir de un trabajo de molienda antes de poder pescarla.

Para evitar hacer muchos viajes, a nuestra sarta de pesca le montaremos una extensión de molino en el pescante de cuñas con grapa tipo espiral, para poder moler y capturar en el mismo viaje dentro del agujero, así evitaremos tener que realizar algún otro viaje.

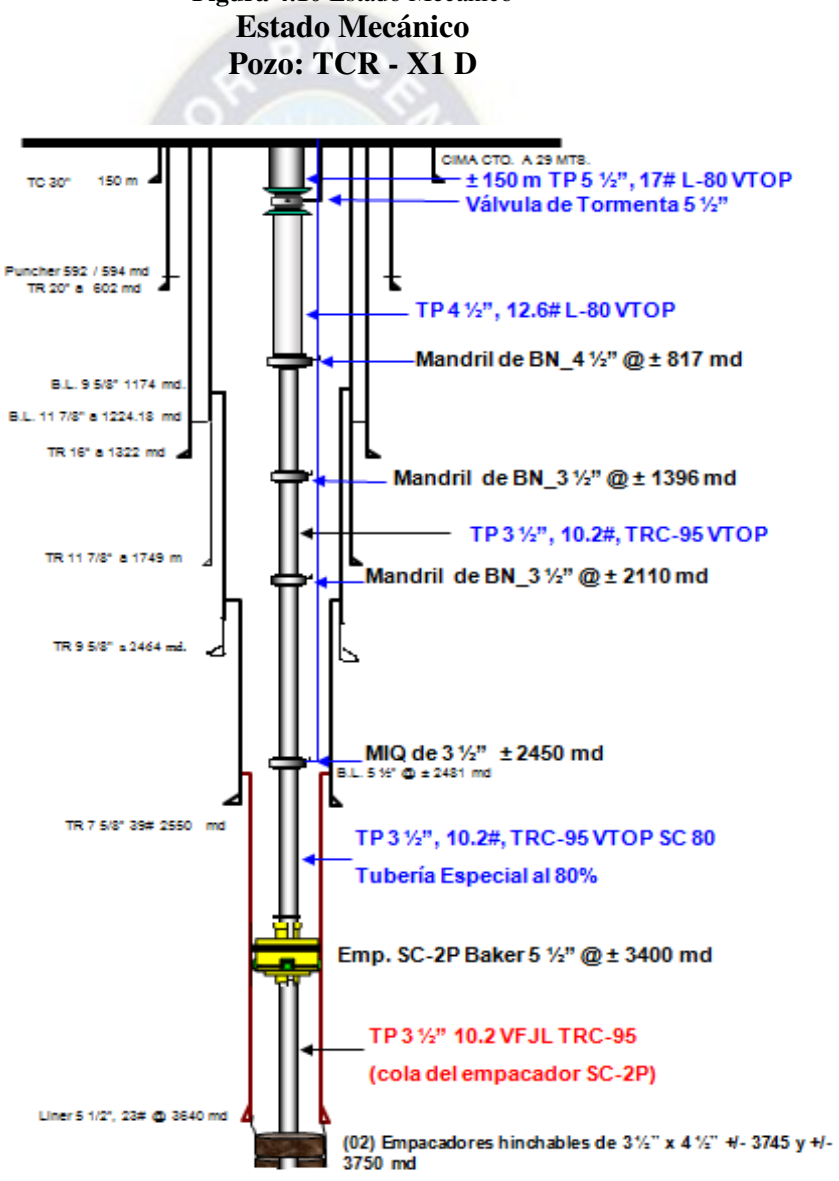
Figura 4.9 Extensión inferior con molino, se monta en el pescante de cuñas para moler la tubería.



Fuente: The Guide to Oilwell Fishing Operations

Se arma sarta de pesca con un pescante de cuñas de 3-3/4" modelo S-150 Tipo S-H, C-5129 con grapas tipo espiral, se baja pescante de cuñas de 3-3/4" a 3423 m, se rompe circulación con 45 epm y 100 psi, bombeo 5 m3 de diesel con 45 epm y 190 psi, posteriormente bombeo un bache viscoso de lodo de E.I. de 1.35 gr/cc x 250 y desplazo mismo a la boca de pez, se conecta el pescante en boca de pez, verificando empacadura y recuperando el pescado 100%.

Figura 4.10 Estado Mecánico



Fuente: Fish Art

Comentarios

Para este caso se decidió utilizar una sonda para determinar el punto pegado en la tubería así como montar en el pescante de cuñas con grapa tipo espiral que proporciona un mayor agarre una extensión de molino, para poder moler y capturar el pez en un mismo viaje y así ahorrar viajes, también se decidió cortar con el método cortador de chorro, para obtener un corte instantáneo.

Como en el problema de pesca anterior, antes de determinar que se trata de un problema de pesca, se intento trabajar con la sarta en varias ocasiones y con diferentes métodos con el fin de liberarla, sin obtener resultados favorables, así se decidió tomar las medidas antes mencionadas.

4.3 Análisis de casos de pesca

4.3.1 Ejemplos teóricos.

Se analizaran cuatro casos de procedimientos técnicos de la compañía de servicios Weatherford:

4.3.1.1 Pozo SSF-92

Se quiere recuperar el pescado que es un equipo BES por tubería arrancada en un cuello de $3^1/_2$ ´´ y completacion de fondo por la caída del equipo. Este es el decimo reacondicionamiento y data de enero del 2008.

Programa de operación.

i. Mover torre de reacondicionamiento a la locación del pozo

ii. Controlar el pozo con agua filtrada y tratada con químicos de 8.3 lb/gal.

iii. Desarmar cabezal, instalar BOP y probar. Levantar hanger y chequear eléctricamente equipo BES. (Figura 4.11)

iv. Sacar completacion electrosumergible y chequear presencia de escala y/o corrosión y reportar. De ser necesario un programa alterno será ejecutado

v. Bajar BHA de limpieza con tubería de $3^1/_2$ ´´, probando con 3000 psi cada 20 paradas hasta 8800´. Circular, limpiar y sacar.

vi. Bajar completacion BES similar a la anterior con tubería de $3^1/_2$ ´´, midiendo, calibrando y probando con 3000 psi cada 20 paradas.

vii. Desarmar BOP y armar cabezal

viii. Realizar prueba de rotación de la BES

ix. Realizar pruebas de producción y funcionamiento de la bomba por 6 horas estabilizadas.

x. Finalizar operaciones

Figura 4.11 Vacuum. Camión al vacio

Fuente: WEB

Figura 4.12 BOP.

Fuente: WEB

Resumen de las operaciones:

Se inicio las operaciones en el pozo y al sacar tubería se encuentra que la tubería esta arrancada en un diámetro de $3^1/_2$ ´´. En primer lugar se intenta pescar con BHA de pesca Overshot, con el cual se topa al pescado y no se logra engancharlo en varias oportunidades. El bloque impresor de plomo salió sin huella por lo que no pudo ser analizada.

A continuación se arma herramienta de pesca Taper Mill (Figura 4.12), y este tampoco es exitoso, aunque si sale con huellas y marcas para ser analizadas.

Después se arma el BHA de pesca Releasing Spear y aunque esta herramienta logro penetrar el pescado, no logro engancharla, esta herramienta sale con vestigios de plomo de la primera herramienta.

Luego se arma el BHA moledor Junk Mill con el que se logro moler la cabeza del pescado para lograr que este tenga otro tipo de agarre e intentar nuevamente con la herramienta Overshot, pero aun no se logra enganchar el pescado, aunque se ve en la herramienta rayaduras y señas de golpes.

Se intentaron nuevamente todos los métodos mencionados anteriormente pero sin éxito de pesca.

Seguidamente se volvió a bajar el BHA moledor para desgastar un poco más al pescado, hasta que con la herramienta Releasing Spear se logro enganchar al pescado, aunque con un gran incremento en el peso de la sarta.

Por este problema mencionado, se acudió a volver a bajar el moledor, hasta que después de muchos intentos y con la herramienta Overshot, se logra enganchar al pescado y finalmente fue recuperado al 100%.

Luego de sacado el pescado exitosamente, se limpió el pozo con broca y raspatubos, se bajo la misma completacion que tenía antes del reacondicionamiento, y se lo registra como objetivo cumplido.

Figura 4.13 Taper Mill

Fuente: WEB

4.3.1.2 Pozo FRT - 02

Se quiere evaluar y recuperar equipo BES. Este pozo está en su noveno reacondicionamiento, este data de septiembre del 2005 y es uno de los casos donde no se tuvo éxito en las operaciones.

Programa de operación:

- **i.** Mover torre de reacondicionamiento a la locación del pozo
- **ii.** Controlar el pozo con agua tratada a 8.3 lb/gal.
- **iii.** Desarmar cabezal, instalar BOP y probar.
- **iv.** Sacar completacion electrosumergible y chequear presencia de escala y/o corrosión y reportar. De ser necesario un programa alterno será ejecutado
- **v.** Bajar BHA moledor limpiando. Circular y sacar.
- **vi.** Bajar broca y raspatubos en tubería $3^1/_2$ ´´. Circular, limpiar y sacar.
- **vii.** Bajar cañones convencionales de $4^1/_2$ ´´ con cargas de alta penetración para reacondicionar las arenas productoras.
- **viii.** Bajar BHA de recuperacion (Figura 4.14)
- **ix.** Bajar completacion de fondo y bomba electrosumergible de acuerdo a los resultados de las evaluaciones.
- **x.** Terminar operaciones

Figura 4.14 Armando BHA de recuperación.

Fuente: WEB

Resumen de las operaciones:

Se iniciaron las operaciones de reacondicionamiento con agua fresca y tratada, con la cual fue controlado. Se levanto la sarta y se retiro el arbolito para poder armar el BOP y probar con 1500 psi. Se tensiono hasta 180000 lbs., peso al cual trabajaba la sarta, para así poder recuperar el equipo BES pero sin éxito.

Se bajo herramienta para determinar el punto libre de la tubería, y se limpio el interior de la tubería para poder realizar un corte químico.

Se logro este procedimiento anterior con éxito, logrando sacar tubería con el cable, pero no en su totalidad.

Se armo herramienta de pesca Overshot y se bajo con tubería de $3^1/_2$ ´´ y se hizo el primer intento de enganche para liberar el pescado, pero sin éxito. Lo que llevo a sacar herramienta y desarmar el BHA.

Luego se armo nuevamente el Overshot con una configuración diferente de tubería de $2^7/_8$ ´´ y se bombearon 546 galones de acido clorhídrico al 15 % sobre el pescado, dejándolo presurizado por 30 minutos. De esta manera se intento enganchar el pescado pero con un resultado parcial porque se logro sacar solo una parte del pescado.

Se armo seguidamente una herramienta de pesca Die Collar con la cual se logro enganchar el resto del pescado, pero también en forma parcial porque se logra sacar solo una parte pequeña del pescado.

Después se arma el BHA moledor, pero la sarta al ser bajada no pasó, por posible colapso del revestidor, por lo que se saca el BHA moledor y se lo desarma.

Acto seguido se arma y se baja un bloque impresor, el cual salió con señas de fricción en los costados y borde inferior aplastado, para poder proseguir nuevamente a armar un BHA moledor pero con diferente configuración, pero también nuevamente esta tiene problemas para atravesar cierta zona del pozo, volviéndolo a sacar y así dar paso al armado de un BHA acondicionador y luego un BHA Overshot con tubería de $2^7/_8$ ´´, logrando esta vez

enganchar el pescado para poder liberarlo. En esta pequeña operación se logro sacar otra parte del pescado, es decir, que se recupero una bomba solamente.

Como el anterior procedimiento tuvo cierto éxito, se lo armo nuevamente para volver a probar si esta vez se corre con más suerte, pero esta vez no se logro enganchar nada.

Seguidamente se armo un BHA con grampa y Mill Control, pero se trato de enganchar varias veces sin éxito.

Se paso nuevamente al BHA moledor con diferente configuración, logrando llegar hasta el pescado esta vez, para luego pasar a la herramienta Overshot nuevamente donde solamente se recupero un trozo de cable dentro del pescante, más no el pescado en sí.

Luego se paso nuevamente al BHA de pesca Die Collar, con el cual se logro enganchar varias veces al pescado, pero en todas ella el pescado se soltó, por lo cual se desarmo nuevamente esta herramienta.

Entonces se arma nuevamente el Overshot con otra configuración, con la cual se logra recuperar la segunda bomba, pero no el resto del equipo. Lo cual obligo a bajar el arpón para poder sacar por enésima vez solo una parte del pescado.

Se pasa a una herramienta Wash Pipe, la cual tampoco paso a cierta profundidad del pozo. Por lo que se vuelve a bajar un bloque impresor, pero esta sube con pequeñas perforaciones que son marcas indescifrables.

Y así sucesivamente se paso de herramienta en herramienta, de Overshot a Moledor y Die Collar, con diferentes configuraciones en la sarta, pero sin ningún resultado, y es más, tal vez causando más problemas de los que se tenía al principio.

Por esta razón se dio por finalizado y abandonado temporalmente las operaciones en el pozo, sin cumplir el objetivo planteado originalmente, es decir sin recuperar el pescado en su totalidad.

4.3.1.3 Pozo SAC - 14

A causa de una cavidad en mal estado, se quiere recuperar una parte de la sarta. Este es el decimo reacondicionamiento del pozo y data de septiembre de 1990. Objetivo principal de cambiar el BHA por la cavidad dañada.

Programa de operación:

i. Mover torre de reacondicionamiento a la locación del pozo
ii. Controlar el pozo con agua filtrada y tratada de 8.5 lb/gal
iii. Desarmar cabezal, instalar BOP, desasentar empacaduras, sacar BHA de producción y chequear presencia de sólidos y daños mecánicos.
iv. Bajar BHA de limpieza con broca y raspatubos en tubería de $3^1/_2$´´, midiendo y calibrando con 3000 psi de presión.
v. Bajar completacion de producción para bombeo hidráulico similar a la tubería de $3^1/_2$´´.
vi. Desarmar BOP y armar cabezal, asentar empacaduras y probar.
vii. Desplazar bomba jet hasta cavidad y realizar pruebas de producción por 6 horas estabilizadas.
viii. Finalizar operaciones.

Resumen de las operaciones:

Se iniciaron las operaciones en el pozo controlándolo con agua filtrada y tratada de 8.5 lb/gal, para luego retirar el cabezal e instalar el BOP, para probarlo con 1500 psi de presión. Se desasentaron 3 empacaduras y se saco la completacion de bombeo hidráulico, midiendo y llenado el pozo, quedando de esta manera la completacion restante en pozo.

Se instalo una herramienta de limpieza y se llego hasta el tope del pescado, se circuló y se cumplió con la limpieza de este.

En primer lugar se intento enroscar el pescado, pero sin éxito, por lo cual se procedió a armar BHA de pesca Releasing Spear, pero tampoco se tuvo éxito en dicha operación.

Luego se paso a armar el X Over de pesca, con resultados no tan alentadores pero con algunas señas de haber trabajado y de haber estado en contacto con el pescado. Para lo cual se paso a Releasing Spear nuevamente pero con diferente configuración, con la cual se logro enganchar el pescado, pero con la mala noticia que no salió la grampa del Releasing Spear.

Después se pasó a bajar herramienta moledora Junk Mill, pero esta salió con solo marcas del diámetro de más o menos 3´´. Todo esto llevo a bajar un nuevo moledor que se topó con la cabeza del pescado y se molió los hombros de este.

Se bajo esta vez una herramienta de pesca Taper Tap, girando y aplicando diferentes pesos sobre el pescado en orden ascendente, con el cual se logra sacar el BHA de pesca y el pescado al 100 %.

Luego de sacado el pescado exitosamente, se limpio el pozo con broca y raspatubos y se bajo la misma sarta anterior, y de esta manera se cumplió con el objetivo original.

4.3.1.4 Pozo SSF - 57

En su reacondicionamiento numero 17, lo que se quiere en este caso es tratar un equipo BES sin completacion, con el objetivo de recuperar el pescado. Este procedimiento data de mayo del 2006 en adelante.

Programa de operación:

i. Mover torre de reacondicionamiento a la locación del pozo.
ii. Controlar el pozo con agua filtrada y tratada con químicos a 8.3 lb/gal.
iii. Desarmar cabezal, instalar BOP y probar
iv. Bajar BHA moledor de $2^{7}/_{8}$´´ y moler 7´´ de tapón. Circular y sacar
v. Bajar bloque impresor de $2^{7}/_{8}$´´ y sacar.
vi. Bajar BHA acondicionador y de pesca. acondicionar y recuperar pescado.
vii. Bajar BHA moledor y moler tapón a una mayor profundidad. Circular y sacar.
viii. Bajar BHA de limpieza. Circular, limpiar y sacar.

ix. Bajar completacion TCP. Determinar colchón de agua y evaluar arena productora.

x. Controlar pozo y sacar completacion TCP

xi. Desarmar BOP, armar cabezal y probar.

xii. Realizar prueba de producción y funcionamiento de la BES por 6 horas estabilizadas aproximadamente.

xiii. Finalizar operaciones.

Resumen de las operaciones:

Se inician las operaciones de reacondicionamiento y despresurización del pozo. Se desarmó cabezal y se instalo BOP para probar con 1500 psi.

Se arma BHA moledor Junk Mill y se lo baja con DP $3^{1}/_{2}$´´, se logra moler tapón por un pie y medio y se continua bajando en el pozo para topar el pescado y continuar moliendo el resto. Y así sacar el moledor desgastado en un 20%.

Luego se baja bloque impresor y se toma la impresión de una marca circular de 2´´.

Se arma y se baja nuevamente el bloque moledor y se muele la parte superior del empacador y se saca esta herramienta porque no tuvo el éxito esperado.

Se baja en este caso herramienta moledora pero con otra configuración en la sarta y este si logra sacar pedazos de goma de empacador, y se saca la herramienta moledora.

Ahora si se baja herramienta de pesca Overshot, el cual topa el pescado y se intenta enganchar sin éxito porque este se sobretensiono y soltó varias veces. Por lo que se procedió a armar y bajar el moledor otra vez, con el cual esta vez se logro moler los hombros del empacador, para luego sacar dicha herramienta.

Después se mete otra vez herramienta Overshot con la cual se intenta enganchar el pescado pero sin éxito porque se soltaba en cada intento por lo que se decide armar una nueva herramienta de pesca con diferente configuración, pero el pesado se seguía soltando en todas las oportunidades, aunque si se recupero pedazos de roscas del empacador.

Nuevamente se decidió por el Overshot con diferente configuración e intentando tensionar el equipo, se trato de enganchar pero se seguía soltando el pescado, sin recuperar nada esta vez.

Se metió por enésima vez el moledor para realizar aun más trabajos de ese tipo y ver otras oportunidades más adelante.

Se vuelve a intentar co0n Overshot y esta vez se saca el empacador en su gran mayoría y 2´de tubería.

Como esta técnica aunque sea lenta y tediosa, se la sigue probando, es decir, bajar moledor y subir lo que se pueda, hasta lograr enganchar el pescado en su totalidad, alternando la bajada de moledor, bloques impresores y herramienta Overshot. En medio de todo esto se intento también con algunas herramientas diferentes como Releasing Spear por ejemplo pero con menos éxito que la Overshot.

Hasta que finalmente con dicha herramienta se logra liberar el pescado en primera instancia, para que en un par de intentos más enganchar firme al pescado y de esta manera poder sacarlo en su totalidad. (Figura 4.14)

Luego de sacar el pescado en su totalidad y exitosamente, se continúo con los siguientes pasos del programa principal del reacondicionamiento del pozo, y la evaluación de las arenas de producción.

Figura 4.15 Pescado recuperado con Overshot

Fuente: WEB

4.4 Procedimiento general para una pesca promedio

Aunque en este tema de la pesca nada está dicho acerca de cómo conseguir sacar un pescado del hoyo con total seguridad y eficiencia, hay caminos a seguir, y los cuales son muy parecidos y que en varias oportunidades han dado buenos resultados de pesca. Cabe recalcar nuevamente que métodos hay muchísimos y también se considera que es la experiencia del encargado la que lo hace tomar una decisión u otra, aquí nos basaremos en nuestros cuatro ejemplos mencionados en anteriores puntos, y más específicamente en los resúmenes de operación de cada uno y sacar un promedio, si vale el termino, para explicar cómo seguir ciertos pasos y asi tener un mayor éxito en dichas operaciones.

4.4.1 Pasos generales de una pesca promedio

Normalmente estos son los pasos a seguir:

- Bajar una herramienta de impresión para poder ver lo q los ojos no ven en superficie. Esta herramienta será el inicio de cómo proceder a futuro.
- A veces la idea es más clara al ver la herramienta que se saco del pozo, y de esta manera ver y analizar lo que quedo adentro, de esta manera se baja directo herramienta overshot o de agarre para ver si hay éxito en un primer intento.
- Dado que el primer intento de enganche al pescado es normalmente erróneo, acá hay varios caminos a seguir, bajar otro tipo de herramienta de pesca o bajar la misma herramienta de agarre aunque con otra configuración o en varios casos bajar una herramienta moledora para desgastar la cabeza del pescado y de esta manera tener otro tipo de agarre en este.
- Como se ve, nosotros podemos acondicionar el pescado a lo que más nos convenga y para tener un mejor agarre, pero nada aquí es 100% seguro y el

punto anterior podríamos repetirlo varias veces, sin olvidarse de que el equipo impresor entra mucho en juego para tener una visión más amplia de lo que no vemos.

- Además tenemos otras herramientas como la Taper Mill o la Releasing Spear que han sido de mucha ayuda en varias ocasiones, pero la que más efectos positivos tuvo fue la Overshot.
- Este trabajo puede ser eterno si uno no atina con la herramienta correcta o la configuración correcta del BHA de pesca. pero lo que hace que esto sea más corto y con menor carga económica, es la experiencia del encargado.
- Cabe mencionar que a veces no se logro el objetivo y se tuvo que tomar medidas drásticas como el abandono de pozo o similar, y esto se debe a varios factores o malas decisiones al momento de la pesca.
- Por último solo queda decir lo que se viene repitiendo en anteriores líneas, nada ni nadie tiene la verdad absoluta en torno a la pesca y de cómo hacerlo y ser 100 % efectivo, pero la experiencia nos lleva más cerca de ese porcentaje y así ser más certeros en las pérdidas económicas a la empresa, que al final es lo que más cuenta acá.

CAPITULO V: COSTOS

5.1 Análisis de Costos

Los costos como es de conocimiento público, son muy elevados en la industria petrolera, hasta el punto de manejar números de seis cifras normalmente y hasta de siete cifras en algunos casos. Para la parte de la Pesca es muy similar, es por esta razón que a continuación se ilustrara tablas con los costos estimados de ejemplos reales y prácticos del anterior capitulo, y de esta manera tener una idea mucho más clara de lo que significa costos por servicios de uso de herramientas, alquiler de estas, material a utilizar, etc.

- Costos estimados Pozo SSF-92 (CASO 1 - Punto 4.3.1.1)

SERVICIO	GASTO ($)
Movimiento del taladro	5000
Operación del taladro	70000
Supervisión y transporte	10000
Químicos	7000
Equipo de subsuelo mas instalación eléctrica	130000
Equipo de superficie (transformador)	30000
Unidad de Wire Line	5000
Spooler mas Vacuum (Figura 4.10)	5000
Contingencias varias (30%)	80000
TOTAL	**342000**

Tabla 5.1 Tabla de estimación de costos (Caso 1)

❖ Costos estimados Pozo FRT-02 (CASO 2 - Punto 4.3.1.2)

SERVICIO	GASTO ($)
Movimiento del taladro	5000
Operación del taladro	60000
Supervisión y transporte	3000
Químicos	7000
Equipo de subsuelo mas instalación eléctrica	100000
Unidad bombeo y herramientas	40000
Unidad de cable de acero	20000
Wire Line mas Vacuum	5000
Contingencias varias (30%)	70000
TOTAL	**310000**

Tabla 5.2 Tabla de estimación de costos (Caso 2)

❖ Costos estimados Pozo SAC-14 (CASO 3 - Punto 4.3.1.3)

SERVICIO	GASTO ($)
Movimiento del taladro	5000
Operación del taladro	25000
Supervisión y transporte	5000
Químicos	5000
Equipo de subsuelo	70000
Supervisión de instalación de BHA	5000
Unidad de cable de acero mas Vacuum	5000
Contingencia varias	36000
TOTAL	**156000**

Tabla 5.3 Tabla de estimación de costos (Caso 3)

Costos estimados Pozo SSF-57 (CASO 4 - Punto 4.3.1.4)

SERVICIO	GASTO ($)
Movimiento del taladro	8000
Operación del taladro	105000
Supervisión y transporte	10000
Químicos	5000
Equipo de subsuelo y superficie	150000
Unidad de cable eléctrico mas TCP	70000
Unidad de bombeo mas herramientas	30000
Servicio Spooler mas instalación BES	10000
Unidad de Wire Line mas Vacuum	7000
Contingencia varias (30%)	100000
TOTAL	**495000**

Tabla 5.4 Tabla de estimación de costos (Caso 4)

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

El presente trabajo tiene como propósito, presentar una guía práctica y sencilla de las operaciones de pesca que se realizan en pozos, así como de los procedimientos a seguir cuando estas se presentan, además de los tipos de herramientas utilizadas en estos procedimientos, lo cual es de gran importancia dado que las herramientas son las que harán el trabajo por nosotros a profundidad de pozo y de esta manera perseguir uno de los objetivos más claros de la pesca, es decir, economizar costos a la compañía.

Cuando surge un trabajo de pesca las operaciones de pozo se suspenden, esto repercute directamente en el costo de operación del pozo, aumentándolo y retrasando las operaciones, siendo esto negativo para el pozo.

Conocer los tipos de operaciones de pesca, así como las reglas y procedimientos, ayudara a tomar medidas preventivas y a estar preparados antes que ocurran los problemas de pesca, ya que el trabajo de pesca más económico es aquél que no se realiza.

Determinar el tipo de falla que origino la pesca, nos ayudara a evaluar la situación del pozo, sus posibles soluciones y a realizar un plan de acción inmediata así como planes alternos.

Tomar precauciones adicionales, llevar a cabo operaciones con prudencia y orden en todo momento además de contar con personal capacitado, con experiencia y con buenas habilidades en comunicación serán necesarios para prevenir la pesca y para realizar con éxito operaciones de pesca cuando estas se producen.

Se vio que por medio de los casos analizados en este informe, es posible que se presente un trabajo de pesca por diferentes causas, como por ejemplo operacionales, condiciones

mecánicas del pozo, etc., pero también se vio que todos los casos se los encara de manera diferente, tal es esto, que hay algunos casos que no llegan a solucionarse ni a cumplir un objetivo planteado, por lo que a veces hay que tomar decisiones difíciles como abandonar el pozo en el peor de los casos.

Por último pero no menos importante, recalcar que con este proyecto se trata de aportar conocimientos y experiencias de campo en la solución de diferentes problemas de pesca, y lo que se espera de todo lo mencionado, es que sea un verdadero aporte para todos los lectores.

6.2 Recomendaciones

Dentro de las recomendaciones que se sugieren, pueden mencionarse las siguientes:

- **i.** Capacitación continúa a todo el personal que labora en estas operaciones para reducir problemas.
- **ii.** Contar con personal competente y con experiencia para diseñar y aplicar procedimientos correctos.
- **iii.** Llevar a cabo cualquier tipo de operación de una manera prudente y ordenada.
- **iv.** Vigilar el acondicionamiento del fluido de control, utilizando el menor peso de lodo permitido con un margen de seguridad.
- **v.** La realización de mantenimiento del equipo superficial.
- **vi.** Medir todo tipo de herramienta que se introduzca en el pozo, además de anotarse en la bitácora de operación.
- **vii.** Tener una buena comprensión y aplicación de las herramientas de pesca.
- **viii.** Aprender todos los detalles, que sucedió y qué lo causó.
- **ix.** Seleccionar el mejor curso de acción basado en el buen juicio.
- **x.** Realizar un pos análisis para evitar que en un futuro se produzca la pesca y para aprender a manejarlo con mayor eficiencia.

xi. Realizar programas de prevención para evitar los trabajos de pesca.

BIBLIOGRAFÍA

i. Schlumberger. FISH ART (Como optimizar el arte de la pesca). editorial Oilfield Review. Houston, Texas. 2013.

ii. Anónimo. INFORME TÉCNICO PESCA. Editorial anónima. Ecuador. 2009.

iii. Secretaria de Energía. GLOSARIO DE TERMINOS PETROLEROS. Editorial del Gobierno de México. México. 2015.

iv. Ing. L. Mendoza. MANUAL DE WORKOVER. Editorial anónima. 2015.

v. Joe DeGeare, David Haughton y Mark McGurk. "THE GUIDE TO OILWELL FISHING OPERATIONS", Gulf Professional Publishing, USA, 2003.

vi. Anónimo, "TERMINACIÓN Y MANTENIMIENTO DE POZOS". México. 2000.

vii. Bernt S. Aadnoy, Iain Cooper, Stefan Z. Miska, Robert F. Mitchell, Michael L. Payne: ADVANCED DRILLING AND WELL TECHNOLOGY. Society of Petroleum Engineers. USA. 2009.

viii. Transocean. DRILLING PRATICE COURSE. Edit. Transocean. USA. 2000.

ix. BP Exploration. GUIDELINES FOR DRILLING OPERATIONS. Edit. BP. United Kingdon. 2006.

x. Steve Devereux. PRACTICAL WELL PLANNING AND DRILLING. Edit. Penn Well Corporation. USA. 1998.

xi. Robello, R. G. DOWNHOLE DRILLING TOOLS. Edit. Gulf Publishing Company. USA. 2007.

xii. Anónimo. DICCIONARIO DEL PETROLEO ESPAÑOL - INGLES. Edit. Grupo Universitario. Lugar Anónimo. 2016.

GLOSARIO DE TERMINOS

Agarre externo	Acto de tomar, coger, mantener o agarrar firmemente algo desde su parte externa
Agarre interno	Acto de tomar, coger, mantener o agarrar firmemente algo desde su parte interna
Anzuelos	Parte de la herramienta de pesca que va al final de esta, y es la que engancha o agarra algún material
Aprisionamiento	Termino que se usa cuando la herramienta de fondo de pozo está estancada por razones varias
Arpón	Herramienta de agarre interno propiamente
Bache	Cantidad relativamente pequeña de un fluido especial para liberar espacio y generar circulación en la mayoría de los casos
Barrenas	La herramienta utilizada para triturar o cortar la roca. Todo lo que se encuentra en un equipo de perforación asiste directa o indirectamente a la barrena para la trituración o el corte de la roca. La barrena se encuentra en la parte inferior de la sarta de perforación y debe cambiarse cuando se desgasta excesivamente y deja de avanzar.
BES	(bombeo electrosumergible) Sistema de levantamiento artificial que funciona con una bomba de fondo de pozo. Una bomba hidráulica de superficie presuriza el petróleo crudo llamado petróleo motriz, que hace funcionar la bomba inferior.
BHA	(bottom hole asembly) La porción inferior de la sarta de perforación, que consiste (desde el fondo hacia la superficie de un pozo vertical) en la barrena, la reducción para la barrena, un motor de lodo (en ciertos casos), los estabilizadores, el portamecha, la columna de perforación pesada, los dispositivos que operan por golpes ("tijeras o percutores") y los cruces para las diversas formas de roscas. El arreglo de fondo de pozo debe proporcionar la fuerza para que la barrena fracture la roca (peso sobre la barrena), sobreviva en un ambiente mecánico hostil y proporcione al perforador el control direccional del pozo
Bitácora	Cuaderno de trabajo donde se registran todas las actividades de una acción especifica.
Bloque impresor	Parte de una herramienta de pesca que nos ayuda a ver algunas formas y posiciones del pescado a través de la impresión y desgaste de la misma herramienta.
Bloque moledor	Parte de una herramienta de pesca que se encarga de moler al pescado y así po0der sacarlo por partes.

BOP	(blowout preventer) Una válvula grande instalada en el extremo superior de un pozo, que puede cerrarse si la brigada de perforación pierde el control de los fluidos de formación. Mediante el cierre de esta válvula (operada generalmente en forma remota a través de accionadores hidráulicos), la brigada de perforación generalmente retoma el control del yacimiento, y se pueden iniciar los procedimientos para incrementar la densidad del lodo hasta que es posible abrir el BOP y mantener el control de la formación en términos de presión.
Buje	Un adaptador que sirve para conectar la mesa rotativa al vástago de perforación. El buje del vástago de perforación tiene un perfil de diámetro interno que se ajusta al del vástago, generalmente cuadrado o hexagonal.
Cabezal	El dispositivo que conecta el extremo del cable de adquisición de registros o la conexión en paralelo con el extremo superior de la herramienta de adquisición de registros.
Canasta	Una herramienta que se baja en el pozo para recuperar los detritos existentes en el fondo.
Capacitación	La capacitación se define como el conjunto de actividades didácticas, orientadas a ampliar los conocimientos, habilidades y aptitudes del personal.
Carburo de tungsteno	El carburo de tungsteno es un compuesto químico inorgánico compuesto en partes iguales de átomos de tungsteno y de carbono. En su forma más básica, el carburo es un fino polvo gris, pero se puede presionar para generar productos de joyería, maquinaria industrial, herramientas y abrasivos.
Casquillo	Los casquillos de taladrar permiten taladrar rápidamente piezas de trabajo sin tener siempre que volver a medir y marcar los puntos de perforación.
Cementación	El proceso de precipitación del cemento entre los granos minerales o los granos de rocas y la formación de rocas sedimentarias clásticas sólidas, una fase de la litificación.
Cortador de chorro	Herramienta de fondo de pozo, que se introduce generalmente mediante línea de acero o tubería flexible, que utiliza la detonación de una carga explosiva premoldeada (hueca) para cortar la tubería de producción o la pared de la tubería de revestimiento circundantes. La acción de corte deja una superficie de corte relativamente limpia, aunque la acción explosiva tiende a quemar los bordes del corte, lo que dificulta la recuperación de los tubulares cortados si la herramienta de pesca se engancha en las superficies externas.
Cortador mecánico	Herramienta de fondo de pozo que se utiliza para cortar tuberías o tubulares similares que se han atascado en el pozo. Las cuñas cortantes externas se deslizan por la pieza a recuperar o la tubería que se debe cortar.

Cortador químico	Herramienta para fondo de pozo que se introduce con un cable conductor para cortar tuberías en un punto predeterminado cuando se atasca la sarta de la tubería. Al activarse, el cortador químico utiliza una pequeña carga explosiva para dirigir de manera forzada chorros a alta presión de material altamente corrosivo en un patrón de circunferencia contra la pared de la tubería. La corrosión masiva casi instantánea de la pared de la tubería circundante crea un corte relativamente uniforme con una mínima distorsión de la tubería, lo que facilita las operaciones subsiguientes de pesca.
Costos	El costo, también llamado coste, es el gasto económico ocasionado por la producción de algún bien o la oferta de algún servicio
Crossover	Un subconjunto corto utilizado para permitir la conexión de dos componentes con diferentes tipos o tamaños de roscas.
Diámetro exterior	Diámetro mayor, ya sea de una tubería, del revestimiento, etc.
Diámetro interior	Diámetro menor, ya sea de una tubería, del revestimiento, etc.
Die collar	Lastrabarrena
Elasticidad	Capacidad de un material de experimentar esfuerzos, deformarse y luego recuperar su forma original después de cesar el esfuerzo. Una vez que el esfuerzo excede el umbral de plasticidad o límite elástico de un material se produce su deformación permanente y el material no recuperará su forma original luego de eliminar el esfuerzo. En algunos materiales, incluidas las rocas, el comportamiento elástico depende de la temperatura y la duración del esfuerzo además de su intensidad.
Empacador	Un dispositivo que puede ser bajado en un pozo con un diámetro externo inicial más pequeño, que luego se expande externamente para sellar el pozo. Los empacadores emplean elementos elastoméricos flexibles que se expanden. Las dos formas más comunes son el empacador de producción o de prueba y el empacador inflable.
Equipo subsuperficial	Equipo que se encuentra en profundidad, es decir, dentro del pozo
Equipo superficial	Equipo que se encuentra en superficie, es decir, fuera del pozo
Espacio Anular	El espacio que rodea a un objeto cilíndrico colocado dentro de otro, tal como el espacio que rodea a un objeto tubular colocado en un pozo.
Grapas	Abrazaderas para trabajo extra pesado con el lastrabarrena
Intervención de Pozo	Procedimientos de mantenimiento realizados en un pozo de petróleo o gas después de que se ha terminado el pozo
Junk	Cualquier elemento presente en el pozo cuya presencia en él no corresponde. El término se reserva generalmente para trozos pequeños de acero, tales como herramientas manuales, piezas pequeñas, boquillas de barrenas, piezas de barrenas u otras herramientas de fondo de pozo.

Juntas de seguridad	Está fabricada para que proporcione un enrosque y liberación seguras y sencillas cuando es necesario hacer un desenganchamiento.
Lastrabarrenas	Un componente de una sarta de perforación que provee peso sobre la barrena para la operación de perforación. Los portamechas son piezas tubulares de grueso espesor trabajadas a partir de barras sólidas de acero, generalmente acero al carbono común aunque a veces se utilizan aleaciones de níquel-cobre no magnético u otras aleaciones no magnéticas de calidad superior.
Línea de acero	Un cable no eléctrico delgado utilizado para la colocación selectiva y la recuperación de los componentes de terminación del pozo, tal como tapones, medidores y válvulas situadas en los mandriles de cavidad lateral. Las válvulas y las camisas también pueden ajustarse utilizando herramientas operadas con línea de acero. La tubería aplastada parcialmente puede ser reparada utilizando un mandril para tubería operado con línea de acero.
Liner	Un dispositivo utilizado para fijar o colgar las tuberías de revestimiento cortas (liners) de la pared interna de una sarta de revestimiento previa. Los colgadores para tubería de revestimiento corta se encuentran disponibles en una diversidad de tamaños y especificaciones que se adecuan a diversas condiciones de terminación.
Lingada	Porción de cosas que levanta una cuerda de una vez, en la operación de cargar o descargar una mercancía.
LWD	(logging while drilling) Registros durante la perforación.
Machuelo	Una forma de rosca macho, especialmente en los materiales tubulares y en los componentes de la sarta de perforación.
Malacate	La máquina del equipo de perforación, consistente en un tambor de acero de gran diámetro, los frenos, una fuente de potencia y diversos dispositivos auxiliares. La función principal del malacate es desenrollar y enrollar el cable de perforación, un cable de gran diámetro, de manera controlada
Mandril	Una barra, eje o husillo alrededor del cual se disponen o se ensamblan otros componentes. El término se ha ampliado en la terminología petrolera para incluir los componentes tubulares especiales que constituyen piezas clave de un arreglo o sistema, tal como el mandril para levantamiento artificial por gas o el mandril del empacador.
Metal Muncher	Herramienta de metal que trabaja con golpes a presión sobre un material especifico
Mill control	Una herramienta que tritura el metal en el fondo del pozo. Generalmente se utiliza una fresa para remover la chatarra del pozo o eliminar la totalidad o parte de la sarta de revestimiento por trituración.

Modulo de Young	Un módulo elástico es un tipo de constante elástica que involucra una medida relacionada con la tensión y una medida relacionada con la deformación.
Molino	Herramienta de perforación que se encarga de moler o destrozar los pescados atrapados en fondo de pozo.
MWD	(measurements while drilling) Medidas durante la perforación.
Niples	Cualquier tramo corto de tubería, especialmente si posee ambos extremos roscados con roscas macho
Overshot	Herramienta de fondo de pozo que se utiliza en operaciones de pesca que se engancha en la superficie exterior de un tubular o herramienta. Una mordaza, o mecanismo similar de deslizamiento, en el pescador de agarre externo sostiene la pieza a recuperar, lo que permite la aplicación de fuerza de tracción y acción de percusión. Si no se puede retirar la pieza de pesca, un sistema de liberación dentro del pescador de agarre externo permite desengancharlo y recuperarlo.
Pata de perro	Un lugar particularmente curvo de un pozo en el que la trayectoria del pozo en el espacio tridimensional cambia rápidamente.
Percutor	Un buen taladro percutor es una herramienta eléctrica muy útil para la perforar la madera y el metal.
Perno de seguridad	Dispositivo mecánico que se acopla a sartas de herramientas o a tubulares de superficie lisa cuando se arman o desarman. La abrazadera de seguridad evita que la sarta de herramientas caiga al fondo del pozo por accidente, en caso de que las cuñas o los elevadores que sujetan la sarta perdieran agarre.
Pesca	Aplicación de herramientas, equipamiento y técnicas para la remoción de basura, residuos o piezas perdidas de un pozo. Los elementos clave de una operación de pesca incluyen la comprensión de las dimensiones y la naturaleza de la pieza que se va a recuperar, las condiciones del pozo, las herramientas y las técnicas empleadas y el procedimiento por el cual se levantará la pieza recuperada hasta la superficie.
Pescados	Cualquier cosa que queda en un pozo. No importa si la pesca consiste en chatarra metálica, una herramienta de mano, una sección de columna de perforación o de portamecha, o un costoso paquete de perforación direccional y MWD. Una vez que el componente se pierde, es correcto que se aluda a éste simplemente como "la pesca". Por lo general, cualquier cosa que se introduce en el pozo se mide y se grafica con precisión, de manera de poder seleccionar las herramientas de pesca adecuadas si es preciso recuperar el elemento.

Pescante de cuñas	Herramienta de fondo de pozo que se utiliza en operaciones de pesca que se engancha en la superficie exterior de un tubular o herramienta. Una mordaza, o mecanismo similar de deslizamiento, en el pescador de agarre externo sostiene la pieza a recuperar, lo que permite la aplicación de fuerza de tracción y acción de percusión. Si no se puede retirar la pieza de pesca, un sistema de liberación dentro del pescador de agarre externo permite desengancharlo y recuperarlo.
Pozo	El agujero perforado o el pozo, incluyendo el tramo descubierto o no entubado. El término pozo puede referirse al diámetro interno de la pared del pozo, la pared de roca que limita el pozo perforado.
Preventores	Elemento de cierre del preventor de reventones (BOP) provisto de hojas de acero templado para herramientas diseñadas para cortar la columna de perforación o la tubería de producción cuando se cierra el BOP y luego cerrarse por completo para brindar aislamiento o sellado en el pozo.
Punto libre	Profundidad a la que una tubería o sarta de tubería flexible que se ha atascado en el pozo tiene libertad de movimiento. Cuando se debe cortar la sarta de tubería para facilitar la recuperación, se debe conocer el punto libre para asegurar la recuperación de la tubería cortada. Esto permite llevar a cabo una acción correctiva para resolver el mecanismo de atascamiento en la sección de la sarta por debajo del corte.
Registro de pozo	Medición, en función de la profundidad o del tiempo, o de ambos parámetros, de una o más magnitudes físicas en o alrededor de un pozo. El término proviene de la palabra inglesa "log" utilizada en el sentido de registro o nota.
Releasing spear	Herramienta de pesca de agarre interno
Revestimiento	Una tubería de gran diámetro que se baja en un agujero descubierto y se cementa en el lugar.
Rodillos	Herramienta de fondo de pozo de alta resistencia que se utiliza para restaurar el diámetro interno de una tubería de revestimiento colapsada o deformada.
Sarta	Término genérico para describir una sarta de tubería utilizada para aplicar un tratamiento o para actividades de servicios al pozo. Tanto las sartas de tubería flexible como las sartas de tuberías enroscadas se denominan sartas de trabajo.
Sedimentos	Los granos no consolidados de minerales, materia orgánica o rocas preexistentes, que pueden ser transportados por el agua, el hielo o el viento, para luego ser depositados.

Spooler	Dispositivo utilizado para manejar y almacenar temporalmente una sarta de tubería flexible. En general, los bobinadores se configuran con un tambor desmontable para poder transportar las bobinas que se van a insertar, lo que permite enrollar una nueva sarta en un carrete. En ocasiones, también se utiliza el término para describir el conjunto de enrollado automático en un carrete de tubería.
SSP	potencial espontaneo estático
Taper tap	Herramienta de pesca que se utiliza para engancharla en el diámetro interno de una pieza hueca a recuperar, como una tubería de perforación o un collar de perforación. Al rotar el macho cónico cuando está en contacto con la pieza a recuperar, se corta un perfil roscado, lo que permite que el macho enganche la pieza con seguridad antes de la recuperación.
Tapón Retenedor	Tapón sólido que se utiliza como dispositivo de aislamiento en sistemas de tuberías, conductos o tubulares de pozo.
Torquimetro	El torquímetro es una herramienta de precisión, la cual es empleada para aplicar una tensión determinada en los tornillos, tuercas, bulones, etc.
TR	(tubería de revestimiento) Una tubería de gran diámetro que se baja en un agujero descubierto y se cementa en el lugar. El diseñador de pozos debe diseñar la tubería de revestimiento para que tolere una diversidad de fuerzas, tales como aplastamiento, explosión y falla por tracción, además de las salmueras químicamente agresivas.
Tracción hidráulica	Una medida de la energía por unidad de tiempo que se consume en las boquillas de la barrena.
Vacuum	Herramienta espaciosa donde se guarda lo removido
Wash pipe	Componente de una sarta de herramientas utilizado con una zapata de abrasión para operaciones de lavado. La tubería de lavado es un tubular de diámetro interno relativamente grande que se puede hacer pasar sobre una pieza de pesca en preparación para el enganche y la recuperación de tal pieza.
Workover	Proceso de realización de mantenimiento importante o tratamientos correctivos en un pozo de petróleo o gas. En muchos casos, la remediación implica la remoción y el reemplazo de la sarta de la tubería de producción, después de que se ha matado (ahogado) el pozo y se ha colocado un equipo de reparación de pozo en su ubicación
Zapata	Un arreglo corto, fabricado generalmente a partir de un collar de acero pesado y un interior de cemento perfilado, que se enrosca en el extremo inferior de una sarta de revestimiento. El perfil redondeado ayuda a guiar la sarta de revestimiento más allá de cualquier resalto u obstrucción que podría impedir la localización correcta de la sarta en el pozo.

APENDICE

Imágenes tomadas in situ, es decir, en pozos donde se realizo la pesca y se tomo una o varias fotografías como registro de dicha operación.

(a)
(b)

REDMI NOTE 8 PRO
AI QUAD CAMERA

مهندس بترول

ANEXO A

SEGURIDAD INDUSTRIAL EN POZOS PETROLEROS

Objetivos.-

Objetivo general:

- Conocer cuáles son las normas de seguridad en un pozo petrolero para evitar accidentes de tipo personal o en el lugar de trabajo, haciendo uso de nuestros conocimientos acerca de los equipos de protección, normas de higiene y los derechos que se deben cumplir como trabajadores.

Objetivos especificos:

- Saber para qué nos sirve el equipo de protección personal.
- Conocer cuáles son las normas básicas de higiene y salud que se debe cumplir en un lugar de trabajo.
- Aprender cuales serían las posibles acciones debemos realizar en caso de incendio en nuestros puestos de trabajo.

Riesgos laborales.-

- Identificar, evaluar, y controlar los riesgos laborales, son los primeros pasos para obtener seguridad en el ambiente de trabajo.
- El daño puede ser físico, social o mental.

Maquinaria y herramientas.-

- Además de las acciones que toma los empresariados tendientes a observar y prevenir riesgos laborales, es importante destacar que los fabricantes de herramientas y maquinarias, también deben observar medidas de seguridad y calidad en el producto.

Seguridad para trabajadores.-

- Ya sea en tierra firme o en mar abierto, los equipos y las operaciones de explotación petrolera presentan riesgos para los trabajadores quienes deben trabajar bajo condiciones ambientales arduas y severas.
- En ambos casos, largas jornadas, trabajos rigurosos, superficies de trabajo húmedas y resbalosas y el terreno irregular crean condiciones potencialmente peligrosas que pueden provocar caídas y lesiones. Además, la exposición constante a ruidos excesivos es agotadora y el hecho de trabajar diariamente con equipos pesados puede ocasionar fallas en la seguridad poniendo en riesgo la salud y la vida.
- Para evitar o minimizar posibles accidentes, lesiones o fatalidades en las torres de perforación, es necesario realizar capacitaciones sobre:

    1. Seguridad
    2. Auditorias
    3. Simulacros
    4. Equipos de Protección Personal (EPP)

Evaluación de los factores de riesgo.-

- Evaluación de riesgos o identificación de peligros inadecuados.
- Capacitación inadecuada de los trabajadores para garantizar competencia y prácticas seguras.

- Barreras de protecciones defectuosas o inadecuadas.
- Equipos de protección personal defectuosos o inadecuados, falta de uso de PPE o uso inadecuado.
- Uso inadecuado de herramientas, equipos, materiales o productos.
- Dispositivos de seguridad y sistemas de advertencia defectuosos o inadecuados.
- Servicios de mantenimiento de equipos con electricidad sin el aislamiento de energía adecuado**.**

Mejores prácticas y equipos de protección necesarios para reducir los riesgos.-

- Protección de la Máquina.
- Letreros e Iluminación de Seguridad.
- Protección contra Caídas.
- Productos de Identificación Laboral.
- Cajas de Herramientas de Seguridad y Productividad Adecuada.
- Preparación para Emergencias.

Seguridad en pozos petroleros.-

- Desarrollar procesos de investigación.
- Identificar los factores de riesgo.
- Evaluar los mismos.
- Controlar y prevenir los factores.
- Elaborar el diagnostico ergonómico del sistema y actividad de trabajo objeto de intervención.
- Estructurar e implementar la intervención ergonómica.
- Gestionar interdisciplinariamente la reincorporación del trabajador al sistema de trabajo.

- Coordinar e implementar las actividades del programa de salud ocupacional de la empresa.
- Promocionar ambientes de trabajo saludables en las empresas.

Bienestar e higiene en conexión al desarrollo del trabajo.-

- Ambientes acondicionados de tal forma que provean protección contra viento, lluvia, altas y bajas temperaturas.
- Se deberá otorgar las condiciones alimenticias adecuadas que garanticen la salud de los trabajadores.
- El Titular proveerá adecuadamente de agua potable a los campamentos y lugares de trabajo.
- El Titular proveerá los servicios higiénicos adecuados en los campamentos base, de acuerdo a lo establecido en la Ley General del Trabajo.
- El manejo de los desechos en los campamentos base será diario.
- El Titular contará con el personal médico y paramédico.
- El Titular proveerá al personal la ropa adecuada para el trabajo y los equipos de protección.
- Se instalará por lo menos una estación de emergencia para lavado de ojos.
- El uso de cinturones de seguridad en los vehículos y. aeronaves es obligatorio,
- En los caminos, se colocaran avisos con indicación de límites de velocidad en puntos visibles para los conductores.
- Cada unidad de avanzada operativa de registro, topografía, perforación o de apertura de senda tendrá adecuada comunicación con el campamento base o con cualquier otro centro de control operativo.

ANEXO B

COSTOS GENERALES DE POZO

Costos promedio de pozos terrestres.-

Longitud (m)	Pozo Perforado ($us)
Hasta 500	95.667
500-1000	128.787
1000-2000	506.686
2000-2500	1.007.804
2500-3000	1.220.000
Más de 3000	1.443.000

Fuente: Joint Association Survey on Drilling Costs

Costos relativos de perforación y terminación de pozos en porcentaje.-

Rubro	Perforación (%)	Terminación (%)
Costos Intangibles		
Preparación de sitios y caminos	2,42	3,03
Equipo de perforación y herramientas	24,09	17,09
Fluidos de perforación	9,17	5,45
Alquiler de equipos	6,29	6,24
Cementación	4,00	2,53
Servicios de apoyo	12,30	12,85
Transporte	5,67	3,89
Supervisión y administración	1,88	1,44
Costos Tangibles		
Equipamiento de tubería	32,81	39,46
Equipo de boca de pozo	1,36	7,28
Equipo de terminación	0,00	0,73
Contingencia*	30,00	30,00
TOTAL	**99,99**	**99,99**

Fuente: Joint Association Survey on Drilling Costs

*** El porcentaje se aplica al costo total del pozo perforado y/o terminado**

Costos promedio en América Latina.- (Países productores de hidrocarburos)

PAIS	COSTO PROMEDIO DE PERFORACION DE POZO (MM $us)
Argentina	7,50
Bolivia	11,47
Brasil	9,37
Colombia	10.00
Ecuador	6,64
México	11,46
Perú	9,14
Venezuela	8,02

Fuentes: YPFB, PEMEX, ECOPETROL, PETROBRAS, PERUPETRO, PDVSA, YPF, PETROECUADOR