



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, 6 de Junio de 2019

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Diego Antonio Santander Montaña, con C.C. No. 1.075.221.314,

Milton Andrés Narváez Roa, con C.C. No. 83.169.536,

_____, con C.C. No. _____,

_____, con C.C. No. _____,

autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado titulado **Análisis De Técnicas Y Equipos De Pesca Usados Con Mayor Frecuencia En La Perforación De Pozos De Petróleo**

Presentado y aprobado en el año 2019 como requisito para optar al título de

Ingeniero de Petróleos;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

Vigilada Mineducación



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE: Diego Antonio Santander

EL AUTOR/ESTUDIANTE: Milton Andrés Narváez Roa

Diego Santander

Milton Narvaez

Firma: _____

Firma: _____

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: _____

Firma: _____



TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: Análisis De Técnicas Y Equipos De Pesca Usados Con Mayor Frecuencia En La Perforación De Pozos De Petróleo

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Santander Montaña	Diego Antonio
Narváez Roa	Milton Andrés

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Rubiano Quiroga	Gilberto
Aranda Aranda	Ervin

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Ingeniero De Petróleos

FACULTAD: Facultad De Ingeniería

PROGRAMA O POSGRADO:

CIUDAD: Neiva

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2019

NÚMERO DE PÁGINAS: 61

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas Fotografías Grabaciones en discos___ Ilustraciones en general___ Grabados___
Láminas___ Litografías___ Mapas___ Música impresa___ Planos___ Retratos___ Sin ilustraciones___
Tablas o Cuadros___



CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 4
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento:

MATERIAL ANEXO:

PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Herramientas de Pesca	Fishing Tools	6. _____	_____
2. Punto Libre	Free Point	7. _____	_____
3. Martillo de Pesca	fishing Jar	8. _____	_____
4. Perforación	Drilling	9. _____	_____
5. Zapata Guía	Guide Shoe	10. _____	_____

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

La operación de recuperación de tubería aprisionada, empaques, equipo suelto o caído en un pozo es generalmente llamada “pesca”. Un “pez” es parte de una sarta de tubería o cualquier otra pieza metálica considerable que podría ser suelta en un pozo durante una operación y quedar atrapada. El problema podría ser causado por falla mecánica, corrosión o desgaste, cualquier equipo mecánico activado dentro de un pozo, puede fallar tarde o temprano a pesar del cuidado de manufactura, manejo o instalación, si se le opera bajo sobrecarga. Un pez es un objeto indeseable en el interior del pozo y debe ser recuperado por una herramienta de pesca o “pescante”. Cuando un trabajo de pesca se desarrolla, todos los progresos de perforación o reacondicionamiento (según donde ocurra el pez) cesan y las herramientas y procedimientos apropiados deben ser utilizados para recuperar el pez. La falla en recuperar un pez puede requerir re perforación y aun peor el abandonar el pozo. No todas las herramientas de pesca son iguales. Una herramienta de pesca que provee calidad y confiabilidad es fundamental para la ejecución correcta de la operación de pesca. Cada herramienta está diseñada para una tarea o función específica. Por lo tanto, según la aplicación de pesca, la selección de la herramienta correcta puede hacer la diferencia entre el éxito y el fracaso de la operación. Cuando un pozo queda fuera de servicio, el tiempo es



dinero. En esta tesis describiremos la manera correcta de usar y aplicar las herramientas de pesca así como las principales causas que ocasionan el problema.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

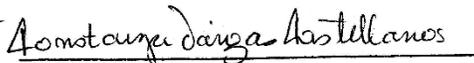
The operation of recovery of trapped pipe, packers, loose or fallen equipment in a well are generally call "fishes." A "fish" is a part of a pipe or any other considerable metallic piece that could be loose in a well during a drill operation and it could be caught. The problem could be caused by flaw mechanics, corrosion or waste, any activated mechanical equipment inside a well; it could fail sooner or later in spite of the factory care, handling or installation, if it is operated with heavy overloads. A fish is an undesirable object inside the well and debit side to be recovered by a fishing tool or "davit." When a fishing work is developed, all the drilling progresses or the workover (according where it happens the fish) they cease and the tools and appropriate procedures should be used to recover the fish. The flaw in recovering a fish can require re-drilling and even abandoning the well. Not all the fishing tools are same. A fishing tool that provides quality and dependability is fundamental for the correct execution of the fishing operation. Each tool is designed for a task or specific function. Therefore, according to the fishing application, the selection of the correct tool can make the difference between the success and the failure of the operation. When a well is outside of service, the time is money. In this thesis we will describe the correct way to use and to apply the fishing tools as well as the main causes that cause the fishing problem.

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado:

Firma:

Nombre Jurado: Constanza Vargas Castellanos



Firma: FIRMA DEL JURADO

Nombre Jurado: Luis Humberto Orduz Perez



Firma:



**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS**



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	4 de 4
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

Vigilada mieducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

**ANÁLISIS DE TÉCNICAS Y EQUIPOS DE PESCA USADOS CON MAYOR
FRECUENCIA EN LA PERFORACIÓN DE POZOS DE PETRÓLEO**

**DIEGO ANTONIO SANTANDER
CÓDIGO: 2005100266
MILTON ANDRES NARVAEZ
CÓDIGO: 2004102908**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
NEIVA
2019**

**ANÁLISIS DE TÉCNICAS Y EQUIPOS DE PESCA USADOS CON MAYOR
FRECUENCIA EN LA PERFORACIÓN DE POZOS DE PETRÓLEO**

**DIEGO ANTONIO SANTANDER
CÓDIGO: 2005100266
MILTON ANDRES NARVAEZ
CÓDIGO: 2004102908**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero de Petróleos**

**Director:
GILBERTO ANDRES RUBIANO
Ingeniero de Petróleos
Codirector:
ERVIN ARANDA ARANDA**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
NEIVA
2019**

DEDICATORIA

A Dios. Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor. A mis padres Isabel y Jesús, a mi abuela Carmen. Por apoyarme en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor. A todos mis familiares y amigos que hicieron parte de este camino y siempre estuvieron apoyándome durante los momentos difíciles a ellos gracias.

DIEGO ANTONIO SANTANDER

Esta tesis se la dedico a Dios y a mis padres Iván Narváez Losada y María Elena Roa Ángela por brindarme todo su apoyo incondicional, comprensión, y por haberme dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

MILTON ANDRES NARVAEZ

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	8
ABSTRACT.....	9
INTRODUCCION.....	10
1. OBJETIVOS.....	11
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	11
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	11
2. ANTECEDENTES.....	12
3. PEGA DE TUBERÍA	13
3.1 PEGA MECÁNICA.....	14
3.1.1 Asentamiento De Las Herramientas	14
3.1.2 Formaciones no consolidadas.....	15
3.1.3 Pérdidas de circulación	16
3.1.4 Cemento y basura	17
3.2 PEGA DIFERENCIAL.....	17
3.3 GEOMETRÍA DEL POZO.....	19
3.3.1 Problemas en las herramientas	19
3.3.2 Ojo de llave (key seat).....	20
3.3.3 Mala circulación	22
3.3.4 Hinchamiento de las arcillas	22
3.4 MÉTODOS DE DETECCIÓN EN LAS OPERACIONES DE PESCA.....	23
3.4.1 Localización Del Punto De Aprisionamiento Ó Indicador Del Punto Libre.....	23
3.4.2 Mediante El Indicador Ó Método Magna-Tector.....	24
3.4.3 Aplicación De La Ley De Hooke	25
3.4.4 Mediante Tabulaciones.....	26
3.4.5 Método Sónico.....	27
4. TIPOS DE PESCA.....	28
4.1 TIPOS DE PESCA DE ACUERDO CON LAS CONDICIONES DEL POZO	28
4.1.1. Pesca En Hueco Abierto (Open Hole).....	28

4.1.2 Pesca En Hueco Entubado (Cased Hole)	28
4.2 TIPOS DE PESCA DE ACUERDO CON LA FORMA DEL PESCADO.....	29
5. HERRAMIENTAS DE PESCA	30
5.1 HERRAMIENTAS USADAS PARA PESCA DE BASURA O CHATARRA.....	30
5.1.1. Fishing Magnets (Imán Pescante)	30
5.1.2. Junk Basket (Cesta O Canasta De Desperdicios)	31
5.1.3. Boot Basket	33
5.1.4 Arpones.....	34
5.2. HERRAMIENTAS PARA PESCA DE TUBERÍA	36
5.2.1 Enchufe Recuperable (Releasing Overshot).....	37
5.2.2. Arpon Recuperable ("Bowen" Releasing Spear)	39
5.2.3 Collarin De Dados Rotatorio O Terraja (Box Tap)	40
5.2.4 Rabo De Rata De Caja (Taper Tap)	41
5.2.5 Screw-In Sub Or Joint	41
5.3. HERRAMIENTAS DE DESENROSQUE DE TUBERÍAS.....	41
5.3.1 Tiro De Desenrosque (String-Shot Back-Off).....	42
5.3.2 Desenrosque Por Tuberías Izquierdas	43
5.3.3. Herramientas Inversoras De Fuerza (Reversing Tool).....	43
5.3.4. Herramientas De Corte	44
5.4. HERRAMIENTAS AUXILIARES DE PESCA PARA EL ENGANCHE Y RECUPERACIÓN	46
5.4.1. Bloque Impresor (Impression Block).....	46
5.4.2. Zapata Guia (Guide Shoe)	46
5.4.3. Junta De Seguridad (Safety Joint)	47
5.4.4. Substituto Destrabador (Bumper Jar Sub)	47
5.5. MARTILLOS.....	48
5.5.1. Martillos Hidráulicos	49
5.5.2. Martillos Mecánicos.....	50
5.5.3. Martillos Hidraulicos Mecánicos (Hidromecanicos)	51
6. OPERACIONES REMEDIALES.....	52
6.1 OPERACIONES DE MOLIENDA Y LAVADO.....	52

6.1.1 Tubería Lavadora (Washover Pipe).....	52
6.1.2. Rodillo Para Casing (Casing Roller).....	53
6.1.3 Fresadora O Fresa (Mill).....	54
6.2 OPERACIONES DE DESVIACIÓN DE UN POZO	55
7. CONCLUSIONES.....	57
8. RECOMENDACIONES.....	59
BIBLIOGRAFIA.....	61

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Mecanismos de pega de tubería.....	13
Figura 2. Perforado	16
Figura 3. Drill Collar.....	19
Figura 4. Indicador del punto libre	24
Figura 5. Bodega De Fishing & Re-Entry Knight Oil Tools	30
Figura 6. Proceso Imán Pescante.....	31
Figura 7. Finger Catchers	32
Figura 8. Cesta Pesca Fierros	33
Figura 9. Boot Basket.....	34
Figura 10. Arpón para cable.....	35
Figura 11. Tipos de arpones.....	35
Figura 12. Opciones de BHA	37
Figura 13. Overshot	39
Figura 14. Bumper Jar sub	48
Figura 15. Martillo	50

RESUMEN

La operación de recuperación de tubería aprisionada, empaques, equipo suelto o caído en un pozo es generalmente llamada “pesca”. Un “pez” es parte de una sarta de tubería o cualquier otra pieza metálica considerable que podría ser suelta en un pozo durante una operación y quedar atrapada. El problema podría ser causado por falla mecánica, corrosión o desgaste, cualquier equipo mecánico activado dentro de un pozo, puede fallar tarde o temprano a pesar del cuidado de manufactura, manejo o instalación, si se le opera bajo sobrecarga. Un pez es un objeto indeseable en el interior del pozo y debe ser recuperado por una herramienta de pesca o “pescante”. Cuando un trabajo de pesca se desarrolla, todos los progresos de perforación o reacondicionamiento (según donde ocurra el pez) cesan y las herramientas y procedimientos apropiados deben ser utilizados para recuperar el pez. La falla en recuperar un pez puede requerir re perforación y aun peor el abandonar el pozo.

No todas las herramientas de pesca son iguales. Un buen rendimiento, diseño, ingeniería y tolerancias controladas en el proceso de fabricación, así como una inspección rigurosa, aseguran que las herramientas de pesca que llegan al pozo son herramientas de calidad. Una herramienta de pesca que provee calidad y confiabilidad es fundamental para la ejecución correcta de la operación de pesca. Cada herramienta está diseñada para una tarea o función específica. Por lo tanto, según la aplicación de pesca, la selección de la herramienta correcta puede hacer la diferencia entre el éxito y el fracaso de la operación. Cuando un pozo queda fuera de servicio, el tiempo es dinero. En esta tesis describiremos la manera correcta de usar y aplicar las herramientas de pesca así como las principales causas que ocasionan el problema. Debemos tener presente que cuando estamos en una operación de pesca, lo que realmente estamos pescando es dinero, tiempo y producción.

Hoy en día se cuenta con una variedad de herramientas de pesca. Para ayudar a realizar la tarea con un mínimo de tiempo improductivo y de gastos, es imprescindible entender la aplicación para la cual cada herramienta es más apropiada.

Los operadores pueden ahorrar tiempo y dinero examinando detenidamente el extremo inferior de la rotura al sacarla del pozo. Este examen, junto con las respuestas a algunas preguntas, ayudará al operador a determinar lo que se debe “pescar” dentro del pozo. Para una operación de pesca exitosa, empieza determinando en qué punto de la sarta de ocurrió la falla, así como lo que la herramienta de pesca debe agarrar. Luego determine el tipo de herramienta de pesca que es más apropiado para la aplicación considerada y determine el tamaño de la herramienta midiendo el diámetro interior de la tubería o del hueco perforado.

Es importante seguir estos pasos, porque el uso de la herramienta de pesca apropiada y la determinación correcta del punto libre del pez, son de vital importancia para el éxito de la operación.

ABSTRACT

The operation of recovery of trapped pipe, packers, loose or fallen equipment in a well are generally call “fishes.” A “fish” is a part of a pipe or any other considerable metallic piece that could be loose in a well during a drill operation and it could be caught. The problem could be caused by flaw mechanics, corrosion or waste, any activated mechanical equipment inside a well; it could fail sooner or later in spite of the factory care, handling or installation, if it is operated with heavy overloads. A fish is an undesirable object inside the well and debit side to be recovered by a fishing tool or “davit.” When a fishing work is developed, all the drilling progresses or the workover (according where it happens the fish) they cease and the tools and appropriate procedures should be used to recover the fish. The flaw in recovering a fish can require re-drilling and even abandoning the well.

Not all the fishing tools are same. A good yield, design, engineering and tolerances controlled in the manufacturing process, as well as a rigorous inspection, it could assured that the fishing tools that arrive to the field are tools of quality. A fishing tool that provides quality and dependability is fundamental for the correct execution of the fishing operation. Each tool is designed for a task or specific function. Therefore, according to the fishing application, the selection of the correct tool can make the difference between the success and the failure of the operation. When a well is outside of service, the time is money. In this thesis we will describe the correct way to use and to apply the fishing tools as well as the main causes that cause the fishing problem.

We should have present that when we are in a fishing operation, what we are really fishing is money, time and production.

Nowadays there is a variety of fishing tools. To help to carry out the task with a minimum of unproductive time and of expenses, it is indispensable to understand the application for which each tool is more appropriate.

The operators can save time and money examining the inferior end attentively from the pipe when taking it out of the well. This exam, together with the answers to some questions, will help to the operators to determine what owes you “to fish” inside the well. For an operation of successful fishing, begin determining in what point of the string of it happened the flaw, as well as that the fishing tool should capture. Then determine the which type of fishing tool is the most appropriate for the considered application and determine the size of the tool measuring the interior diameter of the pipe or of the perforated hole.

It is important to follow these steps, because the use of the tool of appropriate fishing and the correct determination of the point free of the fish, there are things of vital importance for the success of the operation.

INTRODUCCION

En operaciones de perforación es común que se presenten problemas que originen un pez que necesite ser recuperado, lo que llamamos un trabajo de pesca. Los más frecuentes han sido por pega de tubería y para solucionar esto existen las operaciones de pesca, que es un conjunto de herramientas, técnicas y trabajos que se aplican en la recuperación de pescados, y este problema no solo se genera al perforar un pozo sino también en operaciones de reacondicionamiento, acidificación y en fin en cualquier momento puede darse una operación de pesca.

Las operaciones de pesca pueden ser simples y relativamente económicas o extremadamente complicadas y muy costosas. No sólo hay el gasto de la producción perdida, de tiempo del equipo de perforación y gastos similares, sino que también incluye el costo del alquiler de las herramientas de pesca y posiblemente el costo del reemplazo o de la reparación de varios componentes de la herramienta que pueden sufrir daños durante la operación; por tanto la selección y aplicación de la herramienta más adecuada ayudará a recuperar el pescado exitosamente evitando gastos exagerados en contratación de equipo, personal y pérdida de tiempo que es muy valioso en las operaciones de perforación.

Es decir, si el programa se lo hace en forma equivocada y el pescante elegido no es el adecuado, la operación que puede ser sencilla y rápida se traduce a un problema grave y a una demora del trabajo, en algunas situaciones puede llegarse a desviarse el pozo o en el peor de los casos a taponarlo.

En el desarrollo de este trabajo se revisarán las causas frecuentes que provoca un problema de pesca, la selección del pescante adecuado y en general medidas preventivas para poder enfrentar de mejor manera en el futuro, los problemas de pesca que se dan en la perforación de pozos de Petróleo.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Selección y aplicación del método más eficiente y habitual usado para la recuperación de una herramienta atrancada o perdida durante la operación de un pozo petrolero.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Conocer gran parte de las herramientas y equipos con las que se trabaja para recuperar un instrumento perdido en el fondo del pozo.
- Determinar las causas por las cuales el equipo bajado por la sarta de perforación ha quedado aprisionado.
- Determinar las causas de un problema de pesca
- Parámetros de selección de equipo y método de pesca
- Encontrar directrices para evitar problemas de pesca

2. ANTECEDENTES

Las herramientas y técnicas de pesca han sido modificadas y mejoradas al mismo tiempo que se ha desarrollado la industria de perforación y reacondicionamiento de pozos. Es así como en rápida sucesión se ha visto el advenimiento de cuerdas explosivas, instrumentos electrónicos para determinar el punto libre de la tubería aprisionada, martillos a base de aceite, martillos de nitrógeno, pescantes hidráulicos, cestas magnéticas para chatarra, y muchos otros.

El comercio de herramientas de pesca utiliza personal altamente capacitado, herramientas sofisticadas y métodos opcionales que han simplificado el problema de buscar herramientas perdidas y tubería aprisionada. La recuperación de equipo aprisionado en un pozo es una función de ingeniería que requiere conocimiento de los procedimientos y esfuerzos mecánicos que pueden ser aplicados para evitar fallas en las herramientas y complicaciones futuras, de lo cual pueden dar crédito aquellos que han dominado, a través de años experiencia, las técnicas de pesca y recobro, puesto que tales operaciones en una sarta de tubería de muchos pies es algo diferente a cualquier operación en el mundo.

Los estudios sobre pozos reales muestran que lo que se ha supuesto ser un hueco recto no es siempre la distancia más corta entre dos puntos. Si sucediera algo malo en dichas operaciones no hay manera de ver que ha sucedido y aún peor, la fuente del problema no está siempre accesible. Casi todos los trabajos de pesca presentan problemas especiales que requieren cuidadoso análisis y ejercicio de buen juicio en cada paso del procedimiento. Es absolutamente necesario para un operador de la herramienta de pesca tener completo conocimiento del funcionamiento y trabajo de sus herramientas y las alternativas relacionadas.

3. PEGA DE TUBERÍA

Este tipo de aprisionamiento se produce, generalmente por la falta de capacitación del personal y deficiente supervisión de las tareas de perforación, con la consecuente falta de atención a la sintomatología presentada por el pozo. Por supuesto que el punto de partida para evitar aprisionamiento previsible es una adecuada programación y planificación del proyecto. Esto implica evaluar toda la información geológica disponible, la apropiada elección de las distintas configuraciones de los *bhas*¹, propiedades físico- químico del o los Iodos del diseño adecuado, estados mecánicos propuestos (Figura 9).

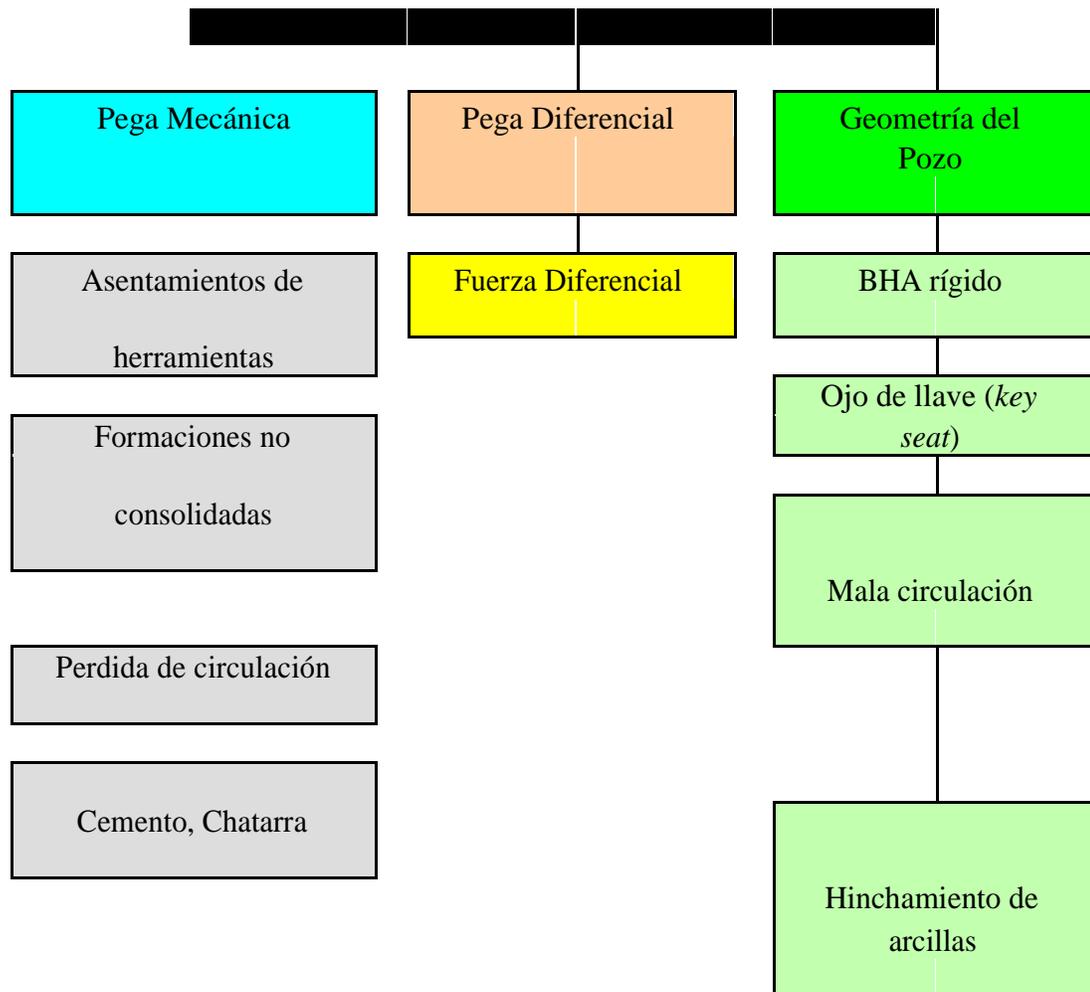


Figura 1. Mecanismos de pega de tubería

¹ Diego González Cabrero (2016): Evaluación de los parámetros de perforación en barrenos y correlación con la Geología del terreno. Documento de internet disponible en http://oa.upm.es/40237/1/PFG_DIEGO_GONZALEZ_CABRERO.pdf

3.1 PEGA MECÁNICA

Este tipo de pega se da por acciones mecánicas² que se suscitan en el pozo y que serán descritas a continuación.

3.1.1 Asentamiento De Las Herramientas

Este tipo de aprisionamiento se produce bajando la herramienta. Generalmente, ocurre al bajar una nueva broca, la que puede atascarse en un pozo acuñado, por haber ido perdiendo diámetro la broca anterior, este es, a medida que una broca vaya perforando un pozo que en lugar de un cilindro es un cono truncado. Al extraer la broca gastada debe comprobarse y medirse esta posible pérdida de diámetro a fin³, tomar las precauciones necesarias al bajar la nueva, para evitar su posible atascamiento. Es frecuente utilizar rectificadores de diámetro (*rollerreamer*) por encima de la broca.

Este tipo de aprisionamiento se recupera tensionando. En caso de no obtenerse respuesta positiva, puede recurrirse a la mezcla lubricante frente a la broca y mantener la tubería en tensión. De no conseguirse la liberación, se procede a trabajar la zarta con acción del martillo de perforación. Otra opción proceder a determinar el punto libre y a desenroscar. El desenrosque, normalmente de los Drill Collar conviene hacerlo en una zona del pozo que sea adecuado por sus condiciones de diámetro y desviación a efecto de no tener inconvenientes y enganchar con martillo golpeador hacia arriba (*fishingjar*) con una columna de *DRILL COLLAR*, de acuerdo con la masa (peso del BHA) que quedo en el fondo, para ser más efectivo el golpe. De desenroscarse a muchos pies de la broca, deberá cuidarse al rotar para no desenroscar la unión de seguridad. '

Si bien el atascamiento de la broca en un pozo "conificado" por desgaste de la broca anterior, es uno de los casos más comunes de pega mecánica.

En efecto, cuando un pozo esta "desviado", cosa bastante frecuente, si se baja una herramienta más rígida, mal calibrada, que la que se había estado utilizando, la misma puede atascarse ya que su rigidez impide que se acomode a las irregularidades del pozo.

² Weatherford (2006) Tecnología de pesca y Re-Intervención. Documento de internet disponible en <https://es.slideshare.net/magnusgabrielhuertafernandez/operaciones-de-pesca-y-re-intervencion>

³ Pegas de tubería, daños a la formación y píldoras. Documento de internet disponible en <https://es.scribd.com/document/92840827/Pegas-de-tuberia-danos-a-la-formacion-y-pildoras>

La tubería de revestimiento, especialmente la de mayor diámetro son los elementos que suelen ser más rígidos que la herramienta que perforo el pozo, por lo que es conveniente el calibrado y eventual rectificado del pozo, antes de revestir, para evitar el atascamiento del casing.

Una fórmula empírica (Ec.3), que suele ser bastante eficaz para saber si una tubería puede bajarse es considerar el diámetro efectivo (De).

$$De = \frac{\text{Diametro DC} + \text{Diametro Broca}}{2}$$

Dónde:

DC = Diámetro del Drill Collar.

De = Diámetro efectivo.

Si el diámetro efectivo se aproxima al de la tubería a bajar, los riesgos de aprisionamiento de la misma son bajos⁴. En caso contrario, deberá rectificarse el pozo. Lo mismo que en casos ya descritos, de producirse un atascamiento, y de no agarrarse su recuperación o pesca por tensión hacia arriba debe procederse en primera - instancia, a la inyección de una píldora lubricadora de petróleo.

3.1.2 Formaciones no consolidadas

La inestabilidad de las paredes del pozo es atribuible a varios motivos⁵, suele ser la causa frecuente y grave de atascamiento. Las causas pueden dividirse en mecánicas y químicas, pudiendo aparecer ambas.

En caso de derrumbe es útil y conveniente relacionar el volumen de los cortes obtenidos por la zaranda del pozo que se está perforando. Aquí, generalmente, volumen de ripios supera a los lodos.

⁴ Aprisionamiento y Pesca. Documento de internet disponible en <https://es.scribd.com/doc/291672722/Aprisionamiento-de-La-Tuberia-y-Pescass>

⁵ Diaz, Danielys (2014), Problemas comunes de perforación relacionados con los fluidos de perforación. Documento de internet disponible en <https://es.slideshare.net/patiinu/problemas-comunes-de-perforacin-relacionados-con-1>

Además, el geólogo puede colaborar con el desmoronamiento mediante un análisis de muestras que están saliendo del pozo.

Muchas formaciones se muestran sometidas a tensiones naturales importantes debido a las fuerzas tectónicas. Al perforarse un pozo este constituye una zona debilitada y según el grado de debilidad o fragilidad de la formación y de las tensiones a la que está sometida, podrá producirse un derrumbe del tamaño de las partículas desmoronadas en función básicamente, de la litología de la formación.

Un derrumbe de tipo mecánico solo puede detenerse por el incremento la presión hidrostática del lodo ⁶y por lo tanto de su densidad (Figura 10).

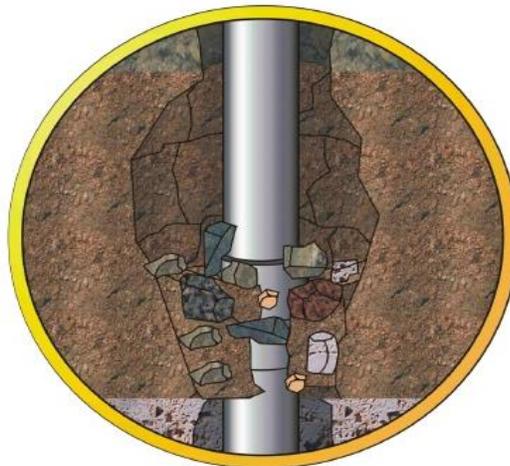


Figura 2. Perforado
Fuente: Weatherford

3.1.3 Pérdidas de circulación

Ante una pérdida de circulación brusca⁷, la parte superior del pozo puede quedar vacía por lo que se derrumba aprisionando la herramienta. Estos casos suelen ser los más difíciles de lograr por inyección de píldoras lubricantes si es que no se consigue restablecer la circulación, aunque en algunos se ha logrado librar inyectando petróleo en forma directa hasta la zona de pérdida y luego de algunas horas por inversa a la parte superior. Conviene revisar los programas de características del lodo con el objeto de evitar pérdidas bruscas donde se requiera.

⁶ DATALOG (2001): Análisis de las Presiones Anormales de Formación. Documento de internet disponible en <https://issuu.com/biliovirtual/docs/analisis-de-las-presiones-anormales-de-la-formacio>

⁷ Pérdida de Circulación (2001). Documento de internet disponible en http://www.academia.edu/11332206/Pérdida_de_Circulación_Pérdida_de_Circulación

Independientemente de las causas naturales de pérdida tales como alta permeabilidad, fracturas naturales cavernas, etc. Debe tenerse especial cuidado en no provocar fracturas inducidas que, lógicamente llevan a pérdidas de circulación.

Un análisis detallado de sus causas, pueden mencionarse brevemente algunas de ellas:

- Bajada muy rápida de una herramienta al pozo.
- Excesiva densidad del lodo.
- Excesiva gelificación del lodo.
- Formación de tapones por mala limpieza y derrumbe.

3.1.4 Cemento y basura

Cualquier elemento que obstruya el movimiento de la tubería es considerado chatarra y estos pueden ser conos de broca, las mismas brocas, slip(cuña) o cualquier otra herramienta que este caído en el fondo del pozo y dentro de esta categoría también está el cemento que su mal fraguado ocasiona pega mecánica. Hasta el mismo lodo puede ocasionar

3.2 PEGA DIFERENCIAL

- La sarta de perforación entra en contacto con una zona permeable.
- Alto sobre balance aplica una fuerza sobre el área de contacto de la sarta.

El efecto de la fuerza resultante será proporcional a la presión diferencial actuante a través de o los Drill Collar y tubería aislada de la presión hidrostática, por el aumento de espesor del revoque de inyección del lodo.

Dicha fuerza lateral será (Ec. 4):

Fuerza de aprisionamiento

$$F = PxS \quad (\text{Ec. 4})$$

Dónde:

F= Fuerza de aprisionamiento.

P= Presión Diferencial.

S= Superficie de la tubería pegada.

La relación entre el diámetro del pozo, de la tubería y Drill Collar hace variar al área inicial de la tubería aislada por presión hidrostática y con el transcurso del tiempo, debido al continuo filtrado el área aislada aumenta.

La rapidez con que aumenta el revoque depende del filtrado y del contenido de sólidos del lodo. Puede deducirse, por lo tanto, que la posibilidad de aprisionamiento

por presiones diferenciales puede ser disminuida, usando lodos de bajo contenidos de sólidos, manteniéndose entre los diámetros del pozo y de la tubería, la mayor relación posible compatible con los demás requisitos de perforación y acortando tanto como sean posible los periodos en que la tubería puede permanecer inmóvil.

En el atascamiento, debido a las diferencias de presiones, la fuerza que mantiene la tubería contra la pared del pozo es proporcional ⁸a la diferencia entre la presión hidrostática y la presión del fluido de formación. Esta presión actúa sobre el área de la tubería en contacto con el revoque y aislada de la presión de la inyección en el pozo por una nueva capa de revoque.

La fuerza total necesaria para liberar la tubería de un intervalo dado⁹, de cualquier aprisionamiento, depende de la proporción que se aumenta el área aislada, la cual depende de la relación entre los diámetros de la tubería; del pozo y la proporción en que se aumenta el espesor del revoque.

El mecanismo de liberación consiste en la reducción de la fuerza sobre la tubería, lo que puede lograrse reduciendo la columna hidrostática, la superficie en contacto o bien agregando petróleo para mejorar la superficie metálica, equilibrando así la presión diferencial restaurando la presión hidrostática debajo del hueco.

Si la herramienta esta aprisionada por presiones diferenciales¹⁰, este puede librarse por varios métodos.

Puede inyectarse petróleo para mejorar la tubería o el agregado de tenso activos al petróleo puede mejorar la rapidez del mojado.

Si el petróleo inyectado es ineficaz debido a las canalizaciones o dificultad para alcanzar el lugar crítico en el pozo, en algunos yacimientos, el pozo puede lavarse con petróleo para reducir la presión diferencial.

Por supuesto que el mejor método para remediar el aprisionamiento es tener la precaución de evitarlo¹¹.

Por eso se recomienda el método para precautelar es la revisión de los programas de características físico- químico de la inyección, reducción de la relación entre diámetro del pozo y la herramienta, el uso del Drill Collar y tuberías en espiral, el uso de estabilizadores y aplicación de programas de capacitación. Estos programas recalcan

⁸ Atascamiento de la Tubería de Perforación. Documento de internet disponible en <https://es.scribd.com/doc/36554110/ATASCAMIENTO-DE-LA-TUBERIA-DE-PERFORACION>

⁹ Pega de tubería, cap 15. Documento de internet disponible en <https://es.scribd.com/doc/53976643/Cap-15-Pega-de-Tuberia>

¹⁰ <https://es.slideshare.net/williamcastro790/1-15395845>

¹¹ Pegas de Tubería, daños a la formación y píldoras. Documento de internet disponible en <https://es.scribd.com/document/92840827/Pegas-de-tuberia-danos-a-la-formacion-y-pildoras>

la importancia que tiene que mantener la herramienta en reposo el menor tiempo posible frente a formaciones permeables.

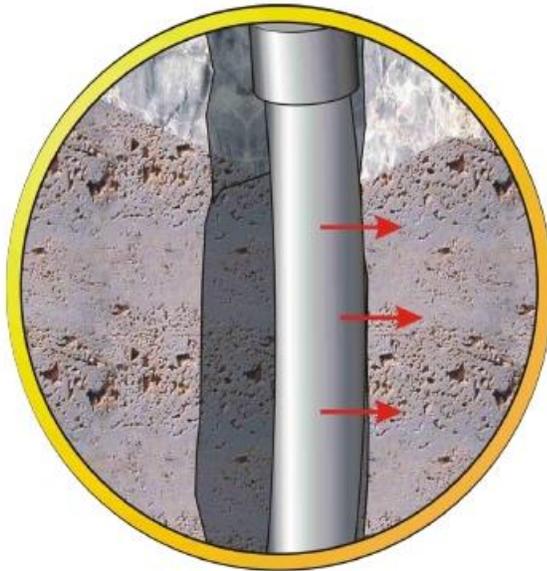


Figura 3. Drill Collar

Fuente: Weatherford

3.3 GEOMETRÍA DEL POZO

Otro de los factores influyente en la pega de tubería es la geometría del pozo y a este se le atribuyen las siguientes causas:

3.3.1 Problemas en las herramientas

La rotura de algún eje de transmisión de la rotaria, caja o transmisión que lleva a tener inmovilizado el eje del malacate por un lapso prolongado, puede determinar en un aprisionamiento debido a lo que la columna pasa quieta por un largo periodo.

Por lo general la rotura de los ejes se produce al levantar la herramienta sacando tubería para cambio de broca¹², de manera que, en general la broca se encontrará a algunos pies del fondo. Si este es el caso, es sumamente importante no perder la

¹²Atascamiento de la Tubería de Perforación. Documento de internet disponible en <https://es.scribd.com/doc/36554110/ATASCAMIENTO-DE-LA-TUBERIA-DE-PERFORACION>

movilidad de la herramienta (recordar que los aprisionamientos son mucho más frecuentes cuando la herramienta esta quieta).

Estando la broca separada del fondo existe la posibilidad de ir bajando la tubería por tramos, intentando evitar el aprisionamiento mientras se repara el equipo.

Si en lugar de hacer esto se colocan cuñas, se perdería toda posibilidad de movilidad de la herramienta aumentando riesgo de aprisionamiento. Suele ser conveniente en algunos casos para la circulación si el pozo está relativamente limpio, y cada tramo poner la bomba en marcha y circular por cortos intervalos, a la vez que se va bajando la herramienta por tramos. Si pese a esto la herramienta se aprisiona, no es conveniente asentarla bruscamente con el afán de liberarla, hasta que se haya finalizado la recuperación. En general en estos casos suelen liberar con algunas maniobras y buena circulación o luego de la inyección del primer tapón liberador.

Otro tipo de aprisionamiento vinculado con inconvenientes con herramientas es cuando se desliza dentro del pozo, partes de cuñas, mordazas y otros elementos metálicos que se acuñan entre el pozo y la tubería, en estos casos la única forma de liberar, es empalmar con martillo golpeador, y también moliendo la herramienta caída.

La introducción de estos elementos metálicos al pozo se evita mediante el uso de wiper en la boca del pozo.

Puede producirse también un aprisionamiento si se rompe una bomba y la otra no funciona o no tiene caudal suficiente para levantar los recortes. Si se produjera un aprisionamiento por caída de la herramienta por corte de cable, sería falta de supervisión y mantenimiento.

3.3.2 Ojo de llave (key seat)

Durante la perforación normal la porción de columna perforadora¹³ correspondiente a las tuberías de perforación, se encuentra trabajando en tensión. Si el pozo está desviado o si hay cambios bruscos de dirección, la herramienta tensionada se encontrará recostada sobre la pared en las zonas de cambio de dirección. Estas zonas de cambio brusco suelen llamarse doglegs "pata de perro".

La acción rotativa de la tubería rozando sobre la pared del pozo, hace que las mismas perforen su propio pozo. Este pozo, por su puesto, tendrá el diámetro inferior al de la broca o de los DRILL COLLAR ya que, se asume, su diámetro será el de las uniones

¹³ CASANOVA, Esteban: COMPONENTES DEL TALADROS DE PERFORACIÓN PETROLERA. Documento de internet disponible en <https://es.slideshare.net/5esteban5/componentes-del-taladros-de-perforacin-petrolera>

de las tuberías (tool joint). En el mismo anexo, se muestra una forma idealizada de la canaleta. Como puede verse tiene parecido al "ojo de llave".

La extensión de las canaletas depende de la tensión en la tubería, el tipo de formación, naturaleza y tipo de la curvatura y el tiempo durante el que se ha ejercido la acción.

Si bien las lutitas y otras formaciones blandas son adecuadas para la formación de canaletas¹⁴, también se ha observado este efecto en formaciones duras.

Al sacar las herramientas, la broca o el drill collar cuyo diámetro es mayor que las canaletas, puede quedar acunado, provocando un aprisionamiento. La magnitud del aprisionamiento es tanto mayor, cuanto más alto haya sido el esfuerzo de tensión ejercido.

Debe tenerse también en cuenta que, además de las canaletas, la pata de perro genera flexión y si además hay corrosión puede producirse fatiga acelerada.

La forma de evitar las canaletas es perforando pozos verticales o con inclinación suave, evitando especialmente los cambios de rumbo.

Es importante recalcar que, no basta solo una variación suave de la verticalidad, sino que debe evitarse o por lo menos conocerse el cambio de rumbo. Para esto es conveniente, especialmente en zonas de exploración, correr un perfil que permita ver la trayectoria especialmente del pozo. Generalmente es más barato emplear dinero en mediciones, que perder días en operaciones de pesca o perder el pozo.

Una vez formada la canaleta, puede distribuirse mediante la aplicación de rectificadores de tal forma que a medida que la broca avance, se vaya eliminando, progresivamente el canal. La localización del rectificador es tal que puede por encima de la canaleta cuando se apoya la broca sobre el fondo. En formaciones blandas puede bastar con rectificar las aletas, pero en las duras, es necesario utilizar los de rodillos.

Como es lógico suponer que este tipo de aprisionamiento se produce sacando la herramienta. Esto es por efecto de la tensión la herramienta viene recostada sobre la pata de perro donde se forma la canaleta cuando el cuello de los Drill Collar o los hombros de la broca alcanzan la restricción puede quedar "clavos" en el canal, como se dijo la gravedad del aprisionamiento depende del esfuerzo de tensión efectuada.

Por ello, en pozos donde se sospecha la posible formación de canaletas¹⁵, es necesario sacar la herramienta con velocidades bajas. A veces por encima de los Drill Collar se suele colocar herramientas que eviten la introducción de la columna en la canaleta.

¹⁴ Pegas de tubería, daños a la formación y píldoras. Documento de internet disponible en <https://es.scribd.com/document/92840827/Pegas-de-tuberia-danos-a-la-formacion-y-pildoras>

¹⁵ Pegas de tubería, daños a la formación y píldoras. Documento de internet disponible en <https://es.scribd.com/document/92840827/Pegas-de-tuberia-danos-a-la-formacion-y-pildoras>

Cuando se sospecha la presencia de canaletas se baja Martillo Golpeador como elemento constituyente de las columnas, especialmente se trabaja con tuberías extra pesada. Lógicamente este martillo se ubica por encima de los Drill Collar.

3.3.3 Mala circulación

La causa del aprisionamiento es las formaciones de tapones o anillos, alrededor de una herramienta provocados por una deficiente limpieza del espacio anular, esta falta de limpieza puede deberse a un caudal insuficiente y falta de propiedades tixotrópicas adecuadas en el fluido de perforación.

La falta de caudal puede ser por fallas mecánicas de la bomba o de una mala planificación. Por ejemplo' el empleo de una, inadecuada combinación de caudal y problema.

En general, este tipo de aprisionamiento provoca un aumento de la presión de bomba por restricción del área de pasaje, pudiendo llegar a la no-circulación.

Existen distintas fórmulas que relacionan los parámetros reológicos del fluido de perforación, con el caudal, la geometría del pozo y el tamaño de los recortes que permiten evaluar la capacidad de acarreo o de limpieza del lodo.

Otro punto se debe tener en cuenta al evaluar la capacidad de limpieza es la velocidad excepcional entre los recortes y la herramienta en caso de muy altas velocidades de penetración.

3.3.4 Hinchamiento de las arcillas

Cuando durante la perforación de pozos se encuentra arcillas reactivas¹⁶, hinchables, no es fácil cuantificar el grado de hinchamiento para seleccionar el fluido de perforación más adecuado técnica y económicamente.

Los métodos de análisis de arcilla, si bien permiten su identificación y determinación de algunas de sus propiedades, no dan un dato cuantitativo del hinchamiento.

Además, estos métodos no estudian la arcilla en las condiciones de presión en que se encuentra la misma al ser atravesada.

¹⁶ ASENCIOS, David (2015): MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DE POZO EN LAS SECCIONES PRODUCTORAS DE LA SELVA PERUANA.

El hinchamiento de las arcillas presentes en las formaciones atravesadas durante a perforación, suele acarrear problemas de estabilidad de las paredes del pozo y por ende el aprisionamiento de las herramientas de perforación.

Los métodos habituales de identificación de arcilla y de determinación de sus propiedades como difracción de rayos x, capacidad de intercambio iónico, nos permite una fácil cuantificación del grado de hinchamiento frente a los fluidos de perforación.

Para evitar o minimizar el hinchamiento de las arcillas,¹⁷ es necesario evaluar un método, para evaluar y cuantificar el efecto de los distintos fluidos con el propósito de seleccionar el lodo de perforación más adecuado para que de esta manera dé mayor estabilidad a las arcillas que se van atravesando.

3.4 MÉTODOS DE DETECCIÓN EN LAS OPERACIONES DE PESCA

Una vez determinada la existencia de un problema de pesca, para saber con certeza a que distancia desde la superficie se encuentra el tope del pescado se han desarrollado varios métodos y técnicas, que a través de los años han ido mejorando y hoy en día nos establecen directamente y sin falla donde se encuentra el pescado.

La profundidad del punto de aprisionamiento o pega de la tubería¹⁸ puede ser determinada mediante el indicador, con cálculos, gráficamente o usando tabulaciones; como se explica a continuación.

3.4.1 Localización Del Punto De Aprisionamiento Ó Indicador Del Punto Libre

También se conoce como localización del punto libre (“*Locating the Freepoint*“). El detector o indicador del punto de aprisionamiento¹⁹, es una instalación especial que se activa dentro del tubing, de la tubería de perforación o del *casing* para determinar la profundidad a la cual la sarta de tubería está aprisionada (Figura 1), que es lo primero que se trata de establecer antes de intentar liberarla.

¹⁷ Carvajal, Luis Alex (2003): Estudio de los problemas de inhibición y dispersión de arcillas para mejorar un lodo de Perforación. Documento de internet disponible en <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/110/1/101.pdf>

¹⁸ <http://perfob.blogspot.com/2015/06/determinando-profundidad-de-una-pega-de.html>

¹⁹ <https://es.scribd.com/document/242762597/DETERMINACION-DEL-PUNTO-LIBRE-docx>



Figura 4. Indicador del punto libre
Fuente: Wheaterford

3.4.2 Mediante El Indicador Ó Método Magna-Tector

El indicador, llamado comercialmente Magna-tector, hace uso de los principios eléctricos con los cuales se miden los cambios en la estructura molecular del acero causados durante la aplicación del torque, la tensión, la compresión, o una combinación de éstas, que pueden ser ejecutadas durante la operación²⁰. Este método es muy exacto, confiable y da consistentemente buenos resultados. El aparato es activado mediante una línea de alambre conductor (*wire line*) que es medido mientras se baja dentro del pozo para determinar la profundidad del instrumento. Las lecturas de los impulsos eléctricos observadas en la superficie. Estos impulsos variarán cuando los contactores están arriba del punto de aprisionamiento de la tubería cuando ésta es sobrecargada mediante la aplicación de esfuerzo vertical (tensión) o momento torsor (torque). El instrumento es muy sensible y permitirá la observación de movimiento microscópico o sobrecarga molecular en la sarta mientras el indicador esté sobre el punto de aprisionamiento, midiendo la elongación de la tubería de acero, la misma que se estira en igual forma que lo hace una banda de goma. Cuando la

²⁰ <https://es.scribd.com/document/242762597/DETERMINACION-DEL-PUNTO-LIBRE-docx>

herramienta baja más allá de la profundidad a la cual la sarta esta aprisionada, las indicaciones eléctricas del movimiento de la tubería cesaran, señalando el punto donde no habrá más alargamiento, puesto que la tensión hacia arriba no puede hacerse sentir en ese punto ni por debajo de ese punto. Las herramientas, indicadoras del punto libre están disponibles en diámetros tan pequeños como de $\frac{3}{4}$ de pulgada; lo cual permite que sean activadas a través de herramientas de pesca ya ensartadas a un pescado. El método puede ser costoso, pero también ofrece la ventaja de que una cuerda explosiva de desenrosque de juntas (back-off) puede ser utilizada en conjunto con la misma unidad de servicio y operador que determina el punto de aprisionamiento, tan pronto como éste haya sido localizado. Si la tubería no puede ser sacada, es posible hacer un tiro de desenrosque (back-off) en el primer cuello inmediatamente encima del punto de aprisionamiento a fin de recuperar la parte no aprisionada de la tubería; también podría cortarse la tubería. La tubería de perforación o el tubing debe ser y permanecer girada a la izquierda para hacer funcionar un back-off.

En problemas de pesca en trabajos de reacondicionamiento con la sarta de producción en el hueco, un registro localizador de cuellos (CCL), en el cual, además se identifican las herramientas de fondo (canasta, crossover, botellas, camisas, etc.), ayuda al indicador a determinar el punto más exacto de aprisionamiento.

Cuando no sea posible bajar un indicador, un operador experimentado puede estimar la profundidad del aprisionamiento por el estiramiento de la tubería se estira mucho, es indicación de que el punto de aprisionamiento está bastante profundo. Cuando el elongamiento es pequeño, la tubería está pegada muy cerca de la superficie.

3.4.3 Aplicación De La Ley De Hooke

Este método para localizar el punto de aprisionamiento de una sarta de tubería, fue desarrollado en la década de los 30. El procedimiento está basado sobre la elongación de la tubería después de aplicar una tensión conocida sobre la sarta desde la superficie²¹, de acuerdo con la ley de *Hooke*,²² que dice: “Dentro de los límites elásticos la deformación producida es proporcional al esfuerzo que la origina”.

Si la fuerza producto del estiramiento es conocida, la longitud de la tubería libre puede ser calculada, y de esto la profundidad del punto de aprisionamiento. El método es razonablemente exacto, si las observaciones y las hipótesis son

²¹

https://books.google.com.co/books?id=iB2kAwAAQBAJ&pg=PR7&hl=es&source=gs_selected_pages&cad=2#v=onepage&q&f=false

JOE P. DEGEARE, The Guide to Oilwell Fishing Operations: Tools, Techniques, and Rules of Thumb, 2003.

²² <https://www.euston96.com/ley-de-hooke/>

cuidadosamente hechas; y es a menudo usado como posibilidad o para proveer un chequeo comparativo con el punto libre observado eléctricamente con el indicador. La siguiente ecuación es utilizada para calcular la profundidad aproximada a la cual una sarta de tuberías está aprisionada (Ec.1):

$$L = \frac{E * e * A}{12P} \text{ (Ec.1)}$$

Dónde:

L = Longitud libre de tubería de perforación (o de producción), sobre el punto de aprisionamiento, pies.

E = 30'000.000, el módulo de elasticidad del acero, psi.

e = Elongación (estiramiento) de la tubería, pulgadas.

A = Área de la sección transversal de la tubería, pulgadas cuadradas.

P = Diferencia entre las tensiones máxima y mínima, libras.

Por cierto que los valores obtenidos no son exactos por la imposibilidad de tener una sección constante de las uniones, estiramiento, rozamiento por desviación, etc... pero que nos da una información aproximada.

Por su puesto el esfuerzo debe ser tal que no supere el límite elástico de la barra superior, es el punto de mayor elasticidad en la columna.

3.4.4 Mediante Tabulaciones

Un cuarto método permite determinar el punto de aprisionamiento utilizando tabulaciones²³ existentes en manuales de compañías de servicios, elaboradas en función de las características de la tubería y la aplicación de tensión sobre el peso normal de la sarta; para lo cual se utiliza la siguiente expresión matemática (Ec. 2):

$$L = \frac{S * 1000 * 1000}{P * C} \text{ (Ec. 2)}$$

Dónde:

L= Longitud de tubería sobre el punto de aprisionamiento, pies

S= Elongación (estiramiento) de la tubería, en pulgadas

P=Tensión de tubería para lograr la elongación "S", libras

²³ <https://es.scribd.com/document/242762597/DETERMINACION-DEL-PUNTO-LIBRE-docx>

C = Constante dada de acuerdo con el tamaño y peso de la tubería tensionada (o estirada). Para esta ecuación se usa un factor C para 1000 pies de longitud de tubería

Aunque el promedio de elongación y la diferencia de tensiones, utilizadas en los métodos anteriores, les hacen a estos más exactos y laboriosos, este último constituye un método más directo y sencillo para determinar la profundidad de aprisionamiento de una sarta de tubería atrapada.

3.4.5 Método Sónico

Similar al usado para los perfiles sónicos de cementación que tiene la ventaja sobre el Magna-Tector que no solamente determina el último punto libre sino también va determinando las zonas libres y aprisionamiento por debajo de la anterior con lo que colaborará a un registro por etapas.

4. TIPOS DE PESCA

4.1 TIPOS DE PESCA DE ACUERDO CON LAS CONDICIONES DEL POZO

Los trabajos de pesca en hueco abierto (desnudo, sin revestimiento) y en hueco revestido, involucran de alguna manera técnicas y herramientas similares²⁴, pero los problemas y peligro difieren. Los trabajos en hueco abierto están usualmente relacionados a las operaciones de perforación, tamaños más grandes y cargas más pesadas que los comúnmente encontrados en la producción y operaciones de reacondicionamiento.

4.1.1. Pesca En Hueco Abierto (Open Hole)

La pesca en hueco abierto²⁵ casi siempre tiene lugar con lodo en el pozo, así que el peligro de aprisionamiento de la tubería por la existencia de presión diferencial (adherencia a las paredes) debe ser considerado. Si una sarta se parte en un hueco abierto, la posición del pez pasa a ser tema de ensayo y error, podría estar tapado por material de formación en el centro del pozo, podría estar encajado en la pared lateral de un hueco, o podría estar perdido en una cavidad(caverna) o en un derrumbe. Bajo tales circunstancias el operador de herramientas de pesca tiene que confiar ocasionalmente en su propia intuición. Los problemas de aprisionamiento de la sarta (BHA) durante la ejecución de un pozo y la posible pesca de herramientas, generalmente se originan por la presencia de formaciones inestables en las cuales se dificulta el control de la estabilidad de las paredes del pozo con el lodo de perforación debido al hinchamiento de ciertas arcillas.

4.1.2 Pesca En Hueco Entubado (Cased Hole)

Este tipo de pesca se da por lo general en producción y operaciones de reacondicionamiento de pozos. Para esto se utilizan las mismas herramientas que las de hueco abierto pero la diferencia es que estas son más pequeñas y sus esfuerzos son menores, pero esto no quiere decir que la operación de pesca será más sencilla ya que de igual forma son operaciones peligrosas y que requieren de mucha experiencia para su éxito.

²⁴ <https://es.scribd.com/document/271499132/Pesca-en-hueco-abierto-pdf>

²⁵ RANDY SMITH TRAINING SOLUTIONS/Eventos no programados en perforación,81

4.2 TIPOS DE PESCA DE ACUERDO CON LA FORMA DEL PESCADO

Esta división ha sido hecha para facilitar un poco la selección de herramientas ya que existen en el mercado una gran cantidad y variedad de herramientas con diferentes nombres pero que para el problema de pesca son similares y tienen los mismos principios de operación en nuestro caso están tres empresas prestadoras de servicios muy conocidas como son Weatherford con su segmento FISHING & RE-ENTRY, *Schlumberger* con su segmento y Baker con su segmento de OIL FISHING TOOLS, pero bueno en las tareas de pesca, lo esencial es no perder el tiempo y si no se tiene a mano la herramienta apropiada se demora la recuperación y por ende aumentan los costos.

La división es la siguiente:

- Pesca de Basura o Chatarra
- Pesca de Tubería

Esta división es la más adecuada y será la que se utilizará para la posterior descripción de herramientas en el siguiente capítulo.

5. HERRAMIENTAS DE PESCA

5.1 HERRAMIENTAS USADAS PARA PESCA DE BASURA O CHATARRA

Cuando no se trata de tubería, casing, collares o similares, el rescate presenta problemas muy diferentes. El pez puede constituir en conos de brocas, brocas, herramientas manuales, segmentos de cuñas, empaques y otras partes del equipo o pez destruido. En este caso, los pescantes son herramientas para rescatar piezas no tubulares (Figura 2).



Figura 5. Bodega De Fishing & Re-Entry Knight Oil Tools

Fuente: www.knightoiltools.com

5.1.1. Fishing Magnets (Imán Pescante)

Llamados magnetos o imanes²⁶. Cada herramienta está diseñada para permitir el uso del más grande y poderoso elemento magnético que pueda ser contenido dentro de su diámetro externo. Es ideal para recuperar todos los tipos de objetos pequeños de forma irregulares y no perforables, que tengan atracción magnética.²⁷

²⁶ PAUL MINCHALA GARCIA, DISEÑO DE DOS HERRAMIENTAS PARA LA RECUPERACION DE OBSTRUCCIONES EN LOS POZOS DE PACIFETROL S.A. 2006.

²⁷ <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1587/1/3110.pdf>

Imanes permanentes y de gran poder se usan para sacar objetos pequeños de acero o de hierro que yacen libremente en el fondo del pozo y tienen atracción magnética, evitando así el desgaste innecesario de la broca en el intento de molerlos.

Los imanes de pesca pueden ser bajados en línea de alambre de acero o en tubería. Las operaciones del magneto con cable de acero tienen la ventaja de ser rápidas y económicas. Las operaciones con la tubería en cambio tienen la gran ventaja de poder utilizar la circulación en el pozo, a través del magneto, para eliminar posibles sedimentos sobre el pescado y también para aflojarlo (Figura 3).



Figura 6. Proceso Imán Pescante

Fuente: Weatherford

5.1.2. Junk Basket (Cesta O Canasta De Desperdicios)

Con desviación del fluido desde las paredes del pozo hacia el centro de la herramienta, acoplada con circulación invertida, empuja o arrastra todos los desperdicios hacia la cesta en lugar de forzarlos hacia arriba y afuera. Usa la presión total de la bomba. Una herramienta de recuperación de muestras cilíndricas, como también para la pesca.

También es conocida como canasta de desperdicios o cesta pesca fierros. Es semejante a un cilindro saca núcleos y útil para recobrar objetos más grandes. En el fondo, una zapata moledora rotatoria corta núcleo y el objeto depositado al fondo es entonces levantado por el centro de la zapata, la que lo suelta en la cesta, esta última con una especie de dedos que permiten que los objetos penetren en la tubería e impiden que salgan.

Nuevas cestas tienen tubos e ductores que inducen flujo de lodo ascendente a través de la zapata rotatoria, hacia dentro de la cesta. Tal circulación "inversa" lleva el pescado pequeño hacia dentro de la cesta y limpia cualquier arena que esté sobre esos desperdicios. Hay otro tipo de canasta que se coloca encima de la broca y allí caen los desperdicios levantados por la circulación.

Un método a menudo usado para limpiar un hueco abierto (sin tubería de revestimiento) es perforar los pequeños desperdicios metálicos²⁸ con una broca o con una fresadora (*Junkmill*). A veces los desperdicios quedan aislados, apartados, forzados contra la formación y se pierden (Figura 4 y 5).



Figura 7. *Finger Catchers*

Fuente: Weatherford

²⁸ **MARYELING RAMIREZ** (2015) OPERACIONES DE PESCA Y EQUIPOS DE PESCA.
<http://operacionesdepescayequipos.blogspot.com/2015/07/>

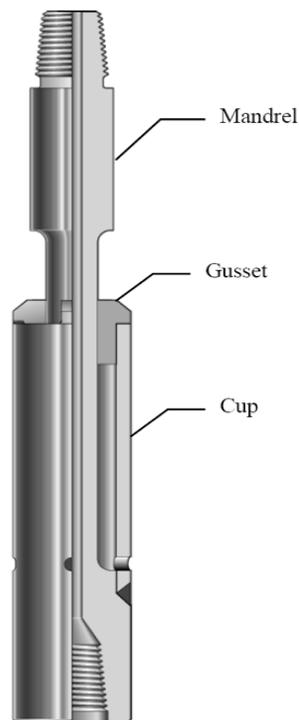


Figura 8. Cesta Pesca Fierros
Fuente: Weatherford

5.1.3. Boot Basket

- Usado para recuperar objetos pequeños.
- Se corre en conjunto con una broca o moledor.
- La broca o moledor reduce la basura o chatarra a pedazos pequeños que pueden ser transportados por el fluido de circulación.
- La turbulencia en el espacio anular causará que la basura caiga dentro de la canasta²⁹(*bootbasket*).

En la figura 6, se puede apreciar el dispositivo.

²⁹ Tecnología de Pesca y Re-Intervención (2006) Weatherford. Documento de internet disponible en <https://es.slideshare.net/magnusgabrielhuertafernandez/operaciones-de-pesca-y-re-intervencion>



Figura 9. *Boot Basket*

Fuente: Weatherford

5.1.4 Arpones

5.1.4.1 Arpón Para Cable

Es un agarrador de cable (Figura 7), accionado mediante cable o con tubería, cuando ocasionalmente el pescado es un cable de acero atrapado durante operaciones de suaveo ("*swab*") o un cable eléctrico quedado durante la corrida de registros. Cualquier tipo de cable o guaya puede romperse inesperadamente y quedar apreciable cantidad de él dentro del hueco.

Este arpón es una herramienta adaptada para este tipo de pesca³⁰. Una forma especial del mismo, que opera bajo igual principio es conocido como el "*grab*" o "pescador de gancho". Se debe tener especial cuidado durante la operación de este pescante a fin de no sobrepasar mucha guaya, la cual puede apelonarse encima de la herramienta y hacer que ésta quede aprisionada, complicando las operaciones. Siempre debe correrse con un *spear stop sub*³¹ (se utiliza para que el cable no sobrepase la herramienta pescante) y un *safety joint* (en caso de presentarse una pega mecánica entre la herramienta pescante y el cable nos podamos liberar fácilmente).

³⁰ Maryeling Ramirez (2015): Operaciones de Pesca y Equipos. Documento de internet disponible en <http://operacionesdepescayequipos.blogspot.com/>

³¹ David Zuñiga Lopez: Fishing Fundamentals. Documento de internet disponible en <https://es.scribd.com/document/391206017/Curso-Pesca>



Figura 10. Arpón para cable
Fuente: Weatherford

5.1.4.2 Agarradores De Puas (Wire Line Spears Prongs Internal)

Los arpones, son herramientas diseñadas especialmente para pescar y recuperar cables en un pozo que ya está entubado³².

Estas herramientas son muy efectivas. Cuando se usan con habilidad, recuperan cables perdidos donde otras herramientas fallaron. Cuando se tiene peces consistentes en cuerdas, cables, cable armado, alambre y otros artículos similares, el arpón puede ser usado efectivamente para engancharlos y recuperarlos.

Operación, El arpón se ensambla a la sarta de pesca y se profundiza o se introduce dentro del pozo para pescar a profundidad (figura 8)

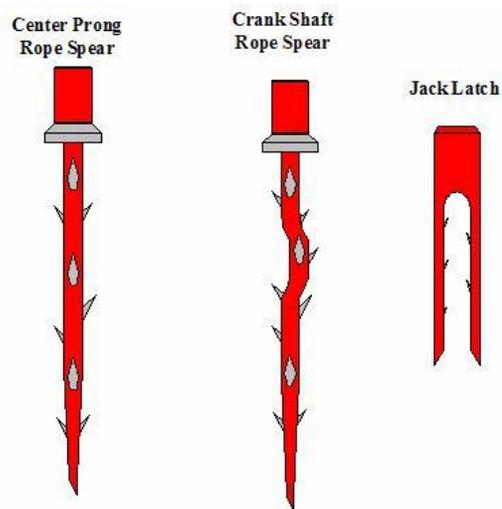


Figura 11. Tipos de arpones
Fuente: Weatherford

³² Global Quality Oilfield Services (2016): Arpón pesca cable de acero. Documento de internet disponible en <https://hothedmexico.com.mx/arpn-pesca-cable/>

5.2. HERRAMIENTAS PARA PESCA DE TUBERÍA

Las herramientas y técnicas modernas de pesca hacen uso de los servicios de wire line, descritos anteriormente, para desenroscar o cortar la tubería, siempre y cuando el interior del pescado no esté taponado. Dichos servicios datan de 1946 Y revolucionaron el proceso desde cuando fueron presentados. Los indicadores eléctricos de punto libre han eliminado en gran parte el trabajo al azar acerca de donde realizar un tiro de desenrosque o un corte y empezar a pescar. El enchufe de pesca(overshot) y otras herramientas pescantes son ahora diseñadas para permitir tiros de desenrosque o aparatos de punto libre a través de su diámetro interior, de manera que pueden ser activados para operaciones de desenrosque después que el pescado ha sido atrapado por el pescante.

Generalmente el pescante es introducido en el pozo después que la porción superior de la tubería libre ha sido desenroscada ó cortada y sacada. El tipo de pescante será adecuado para recuperar la longitud restante de tubería aprisionada. La selección de la herramienta dependerá de un análisis de varios factores, incluyendo tamaño, localización y condiciones del pez, y el método de completación original usado en el pozo. Si hay alguna duda acerca de la condición o posición del tope del pescado, se podrá bajar un "bloque de impresión", que es un sólido de superficie lisa y blanda de plomo, para obtener información sobre aquél dudoso factor.

A continuación, se enumeran algunas reglas generales que se deben tener en consideración durante una operación de pesca, ya sea en hueco abierto o en hueco revestido:

Cualquier herramienta seleccionada para enganchar el tope del pescado, necesita ser una que pueda soltar el pescado si éste no puede ser recobrado. Es generalmente deseable proveer dos mecanismos de soltar en la sarta de trabajo como un seguro contra la falla de uno de ellos. Con éste propósito se usan juntas de seguridad.

Se entiende que un pescante es liberable y de circulación, cuando durante el sellamiento que se produce al atrapar el pescado, ya sea interior o exteriormente, es posible mantener circulación a través del pescado cuando existe comunicación por el fondo de éste. De igual manera, el pescante está diseñado para que sea liberable por si solo y sin ninguna dificultad en caso³³ de que no se pueda halar el pescado y sea necesario desprenderse para salir del pozo y buscar otros métodos de pesca. De este tipo son exclusivamente el arpón (spear) y el enchufe (overshot), los cuales veremos a continuación.

³³ Hives Porcos, Misael: Operaciones de pesca. Documento de internet disponible en <https://es.slideshare.net/hives/operaciones-de-pesca>

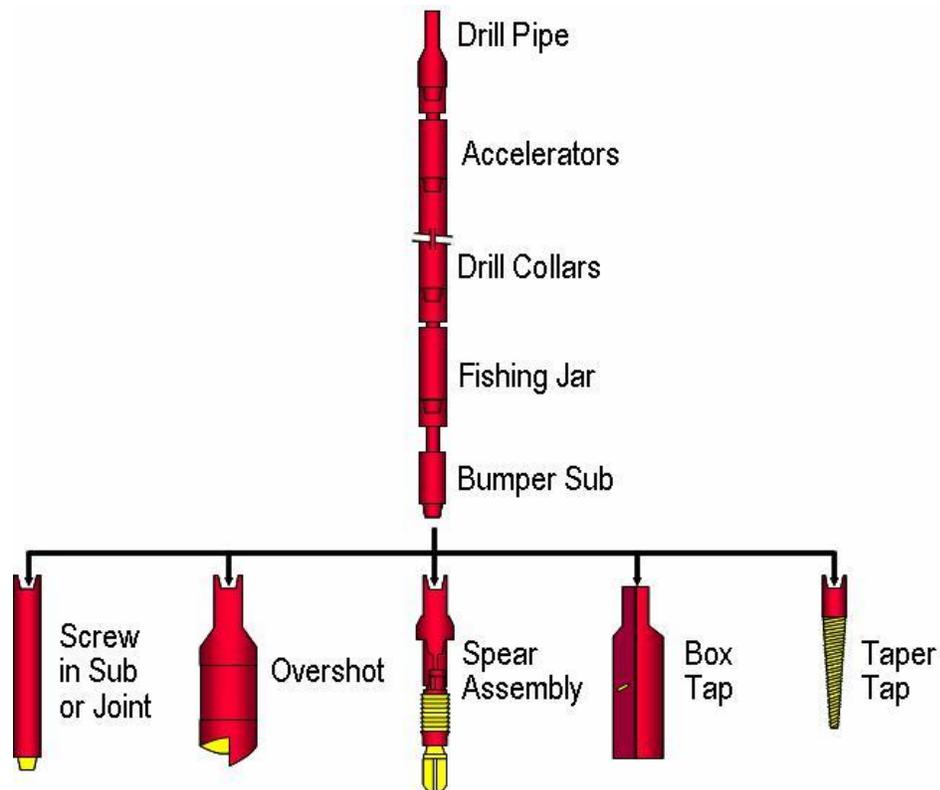


Figura 12. Opciones de BHA
Fuente: Weatherford

5.2.1 Enchufe Recuperable (Releasing Overshot)

Este pescante es por su eficacia y fuerza, el más popular en los campos petroleros. Su sencillez, resistencia y versatilidad han hecho de este, al pescante obligado en pesca externa.

Permite buen agarre, o separación, y nunca será necesario girar a la izquierda durante la operación. Se fija y se suelta con vueltas a la derecha en cualquier momento de la operación. En lo posible debe correrse junto con un bumper sub.

Es la herramienta más fuerte disponible para enganchar externamente, sujetar y halar un pez. Los overshots de serie 150 son sobresalientes por su versatilidad, simplicidad y variedad de usos. Cada herramienta está diseñada para enganchar y sellar un tamaño específico, y puede fácil y sencillamente ser acondicionada para enganchar y sellar cualquier diámetro menor. Se engancha y se suelta hacia la derecha, instantánea y positivamente.

El "overshot" ("enchufe de pesca" o "pescante de enchufe"), que es una herramienta de agarre externo³⁴, es una de las más útiles para la mayoría de las operaciones de pesca. Hay dos razones para ello:

Generalmente es más fácil enganchar el pescado llegándole por su exterior que entrándole interior.

El overshot es el más fuerte de herramientas liberables, y quizás de todos los pescantes.

El overshot, es también una herramienta muy adaptable. Se podría usar con una variedad de accesorios, por ejemplo las zapatas fresadoras, el wallhookguide(gancho lateral) y algunos tipos de zapatas de lavado. El uso de estos accesorios hace posible fresar, moler acondicionar enderezar-embocar y enganchar el pez donde otras herramientas fallarían. También, el mecanismo de liberación del overshot es de más confianza que el de las otras herramientas, asegurando que el pescado puede ser soltado cuando sea imposible halarlo y recuperarlo.

El overshot moderno puede estar equipado con un dispositivo de empaque que permita la circulación a través de él. La circulación es de gran ayuda en la liberación del pescado aprisionado en formaciones blandas. Cuando se usa en conjunto con una sarta de lavado es a menudo posible recobrar la tubería aprisionada mediante el lavado en el tope superior del pescado seguido del enganche con el overshot y el recobro respectivo.

La construcción del overshot permite aplicar torsión apreciable sobre el pescado. También capacita la herramienta para soportar el impacto del martillo, otra herramienta que será explicada más adelante. En conclusión, el overshot con una variedad de accesorios, siempre que sea posible utilizarlo, es la mejor herramienta de pesca disponible actualmente.

Un salo tazón o armazón cilíndrico del overshot (bowl) se puede acondicionar acorde al tamaño del tope de pesca poniéndole distintos tipos de accesorios pescantes, sean éstos de tipo espiral(spiral) o de cesta(basket), de manera que al mismo tiempo sea capaz de agarrar peces de diversos diámetros. Por ejemplo, cuando se está pescando una tubería aprisionada, el overshot³⁵ se puede acondicionar con dos secciones (dos bowl), uno que enganche la caja o cuello del tubo y la otra que enganche el cuerpo del tubo, aumentando así la probabilidad de éxito donde la tubería se ha retorcido encima de la unión misma.

Es posible incluso, que se logre agarrar hasta los drill collars, aunque si estos últimos son muy grandes, o si el diámetro del pozo es muy pequeño, quizá haya que usar otro

³⁴ Schlumberger: Operaciones de pesca herramientas. Documento de internet disponible en <https://es.slideshare.net/PerfoBloggerAch/83-operaciones-de-pesca-herramientas-1>

³⁵ Aprisionamiento y Pescas. Documento de internet disponible en <https://es.scribd.com/document/58940844/capitulo-5>

overshot para agarrar las drill collar posteriormente. Para casos menos frecuentes, hay a la venta overshots especiales (Figura 13).

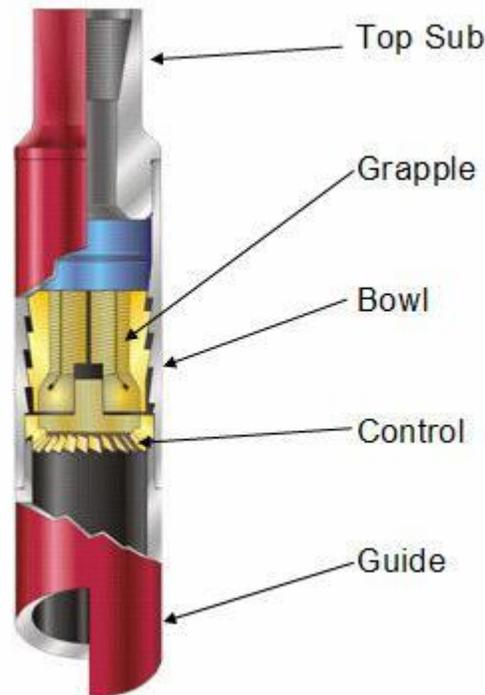


Figura 13. *overshot*

Fuente: Weatherford

5.2.2. Arpon Recuperable ("Bowen" Releasing Spear)

Ofrece ciertas ventajas en todos los trabajos de pesca donde es necesario agarrar el pez internamente y donde hay muy poco espacio entre pez y hueco como para usar un overshot. Es sencillo y seguro, con un agarre positivo y un mecanismo de liberación efectiva. Sin embargo; a pesar de que tienen un área de enganche de las cuñas de 35 a 45% mayor que cualquier otro pescante interior en el mercado, evitando con esto deformación del pescado, no se usan tanto como los overshots porque es más difícil penetrar en el interior del pez que deslizarse por afuera del mismo. Además, el arpón tiene que ser de diámetro angosto para que funcione dentro del pescado; no es, pues, tan fuerte ni confiable en su resistencia como las herramientas de agarre externo. Un arpón puede fácil y sencillamente, con poco gasto, equiparse con un accesorio de empaque cuando se requiere la circulación en las operaciones de pesca. El arpón recuperable entra en el pez y tranca en su sitio como se describe anteriormente. Si el

pescado no responde, se puede romper el agarre y aflojar las cuñas bajando la sarta de trabajo y posicionando la herramienta más abajo.

Donde sea posible se usará preferiblemente una herramienta de agarre externo, en lugar de un arpón, debido a su mayor diámetro y mayor efectividad.

5.2.2.1 Enganche Del Pez

Cuando el arpón ha alcanzado el punto de enganche deseado con el pescado rote lo suficiente para mover el mandril un giro total a la izquierda. Esto gira el agarre a través del mandril, localizando el agarre dentro de la posición de encaje. Una tensión recta encajará entonces el agarre dentro del acoplamiento positivo con el pescado.

5.2.2.2 Desenganche Del Pez

Golpee hacia abajo para romper el agarre, luego gire dos o tres vueltas a la derecha. Esto mueve el agarre hacia arriba a través del mandril, forzando el agarre contra el anillo liberador y poniendo el arpón en la posición de desenganche. Una tensión recta hacia arriba generalmente liberará el arpón; sin embargo, se recomienda que el arpón sea girado lentamente a la derecha cuando está saliendo.

5.2.3 Collarin De Dados Rotatorio O Terraaja (Box Tap)

Realmente constituye una sección hembra de terraaja que engancha la parte externa del pescado. Esta herramienta está hecha en forma de un acoplador (cuello) de tubería, de construcción muy fuerte y de un metal muy duro. Está equipado interiormente con dados rascados los cuales van haciendo roscas a medida que bajan sobre el tope del pescado (tubería), enroscando así firmemente el pescado con el pescante. Estas roscas, normalmente ásperas, no aguantan presión, así que la circulación no es forzada al pasar por el pescado.

Esta herramienta, por supuesto, no está construida para soltar o liberar el pescado en caso de que éste no pueda ser halado. Consecuencia de esto es su uso limitado.

- Box Tap: Herramienta de pesca de agarre externo.
- Box Tap corta sus propios hilos para realizar la conexión.
- Tiene limitaciones de transmisión de torque y tensión, martilleo.

- No puede ser liberado (debe correrse siempre con un safety joint). Utilizado en casos especiales. Última opción.

5.2.4 Rabo De Rata De Caja (Taper Tap)

Constituye un ahusado macho de terraja o simplemente un macho cónico, utilizado en casos en que no hay suficiente espacio en el hueco como para usar un pescante de enganche, exterior y la habilidad para pescar puede ser provista por esta herramienta que entraría en el diámetro interno del pescado agarrándose firmemente. El pescante "rabo de rata" está construido para pasar por dentro del pescado y hacerle roscas en la Forma ya descrita para el collarín de dados. Una unión o junta de seguridad, será colocada como un medio efectivo de liberación del pescante.

- TaperTap: Herramienta de pesca de agarre interno.
- El TaperTap corta sus propios hilos para realizar la conexión.
- Tiene limitaciones de transmisión de torque y tensión, martilleo.
- No puede ser liberado. Utilizado en casos especiales

5.2.5 Screw-In Sub Or Joint

Es la mejor opción cuando una conexión en buen estado es el tope del pescado. Tiene las mejores propiedades de circulación, transmisión de torque, martilleo hacia arriba y abajo y liberabilidad. Esta opción de pesca es llamada (pesca con punta abierta)

5.3. HERRAMIENTAS DE DESENROSQUE DE TUBERÍAS

Estas operaciones también están inmersas en las operaciones de pesca ya que son actividades que permiten recuperar tubería desde el fondo del pozo³⁶ por la aplicación de ciertas herramientas que permiten desenroscar y otras que hacen cortes para la recuperación de tubería.

Con el objeto de recuperar la parte libre de la herramienta, a fin de poder intervenir en el pozo, para recuperación de restos, se debe proceder a su desenrosque, que puede ser desde el método más sencillo cuando no se tiene herramientas y aparatos especiales, determinando el punto libre de la ley de Hooke, previamente apretada la tubería con la mesa, variando la tensión en forma gradual y ejerciendo torsión hacia la

³⁶ Lambert B,Angel (2009): Pega y Pesca de tubería de pozos. Documento de internet disponible en http://www.academia.edu/5414851/PEGA_Y_PESCA_DE_TUBERIA

derecha, luego coloca una tensión equivalente al peso de la tubería de la parte libre descontando la flotación, y con la mesa rotaría, vueltas a la izquierda hasta que se desenrosque, este método puede desenroscar, en varios puntos con el siguiente inconveniente de caer al costado las siguientes partes, donde el pozo muestra ensanchamiento notables por desmoronamiento.

Luego sacar la parte desenroscada con la llave de cadena y nunca con la mesa, pues puede venir algunas partes con pocos hilos enroscados que por la velocidad de la mesa, puede terminar de desenroscarse y caerse al pozo.

Es conveniente contar la tubería y medirlas con el fin de poder ubicar el punto de pesca exacto y en lo posible, en todas las maniobras posteriores, efectuar el menor cambio posible de tubos para no variar el punto de pesca, que muchas veces suelen conducir a errores.

5.3.1 Tiro De Desenrosque (String-Shot Back-Off)

Para desenroscar la tubería en el primer cuello inmediato superior al punto de aprisionamiento, se usa un dispositivo conocido como "Tiro de Desenrosque", generalmente llamado "Back Off", dentro del ambiente petrolero; el cual sirve para aflojar la conexión. Esta herramienta, se baja en el hueco por dentro de la tubería hasta la profundidad donde se conoce que esta aprisionada. Luego se sube unos pocos pies por encima de este punto hasta donde el localizador de cuellos (CCL) indica estar a la profundidad del primer cuello inmediatamente arriba del punto de aprisionamiento. El tiro de desenrosque, que es cierta longitud de cable explosivo se coloca a profundidad o en posición en este cuello y se dispara por medio de un fulminante (impulso) eléctrico desde la superficie mientras se mantiene una torsión hacia la izquierda sobre la tubería con la mesa rotaria.

La combinación de fuerzas de torsión y explosión causa que la conexión se afloje. Entonces se puede desenroscar, y luego sacar la tubería en la manera acostumbrada. Si el torque hacia la izquierda es correctamente aplicado en el punto de peso neutro (no en tensión o compresión en el lugar 'del disparo) el choque de la explosión causará que la conexión enroscada se desenrosque. Un apropiado manejo del tiro de desenrosque (back-off) no dañará la tubería ni las roscas de la unión involucrada. Los ensamblajes para desenroscar tubería están disponibles en diámetros tan pequeños como de 3/4 pulgadas y son con frecuencia activados simultáneamente con un indicador del punto libre.

La aplicación de torque hacia la izquierda, en la superficie, es una operación peligrosa que debe ser hecha bajo la dirección de un operador experimentado, generalmente lapersona de la Cía. de servicios que provee el detector del punto libre y activa el tiro de desenrosque, o el especialista en herramientas de pesca.

Cuando no es posible desenroscar la tubería por arriba del punto de aprisionamiento³⁷, para así al menos rescatar la parte libre, es necesario cortarla para recuperarla con tal propósito se pueden bajar corta tubos por dentro o por fuera de la tubería aprisionada.

Interiormente se baja un tubo de diámetro inferior o cable eléctrico; haciéndole un corte interno. En el caso de tubería ya rota, obstruida o partida a una distancia más arriba del punto de aprisionamiento, se utiliza corta tubos externos; bajándoles por medio de un tubo de diámetro mayor encima de la parte libre y se hace un corte externo. Al momento nos estamos refiriendo únicamente a cortes ejecutados con explosivos, a chorro y con químicos; para más adelante tratar los de tipo mecánico e hidráulico. De acuerdo con las condiciones los cortes pueden ser ejecutados interior o exteriormente.

5.3.2 Desenrosque Por Tuberías Izquierdas

En casos que no se dispongan de herramientas antes citadas, o bien por cualquier obstrucción del pasaje anterior, se puede efectuar el desenrosque por tuberías izquierdas luego de un previo desenrosque en la mesa rotaria.

Las tuberías izquierdas son similares a las tuberías de perforación estándar (por lo general por uniones soldadas), pero de rosca de paso izquierdo, de tal forma que, al dar la torsión a la derecha, la parte superior del pescado no se desenrosque, con lo que asegura el desenrosque en la parte inferior. Presenta problemas de que se puedan desenroscar en varios puntos a la vez, con la caída al costado de las mismas, y en ciertos casos de torcedura por excesiva tensión, lo que dificulta maniobras posteriores de pesca.

5.3.3. Herramientas Inversoras De Fuerza (Reversing Tool)

Existen herramientas que bajadas con tuberías derechas y afianzadas a la tubería de revestimiento (casing), invierten mecánicamente el sentido de rotación.

Es usada para desenroscar y recuperar secciones de sarta de tubería con rosca derecha³⁸ que se pega o aloja en el pozo. El uso de esta herramienta con tubería de perforación

³⁷ Operaciones de punto Libre y Back off. Documento de internet disponible en

<https://es.scribd.com/doc/212208781/EXPOSICION-OPERACIONES-DE-PUNTO-LIBRE-Y-BACK-OFF>

³⁸ Valbuena, Rafael (2009): Principales herramientas utilizadas en campo castilla para operaciones de workover. Documento de internet disponible en

https://issuu.com/biliovirtual/docs/principales_herramientas_utlizadas_

o de producción con rosca derecha elimina la necesidad de sarta completa de tubería con rosca izquierda para recuperar sargas de tuberías perdidas.

La herramienta inversora es capaz de convertir la torsión a la derecha que se aplica desde la superficie, a una potente torsión a la izquierda abajo de la herramienta y el pescado.

Los diámetros internos permiten efectuar otras operaciones de pesca tales como lavar, agarrar y soltar el pescado. También permite el uso de cordón explosivo.

La herramienta inversora de rotación H-E de HOUSTON ENGINEERS. INC. está diseñada para usarse solamente dentro de hueco revestida, y por ningún motivo se debe operar en hueco abierto (descubierto). Se conecta una sarta de pesca con rosca izquierda en el extremo inferior de la herramienta inversora y se deben seguir procedimientos operacionales específicos al agarrar el pescado y al anclar la herramienta, luego de lo cual se desarrolla lentamente torsión a la izquierda abajo de la misma hasta que se desenrosca y recupera el pescado. De ser necesario, la herramienta inversora se puede desanclar y se puede soltar el pescado.

5.3.4. Herramientas De Corte

5.3.4.1 Empleo De Corta Tubos

Otra forma de recuperar la zona libre de la columna es utilizar corta tubos. Estos pueden ser: exteriores o interiores.

Los corta tubos de exterior son de tipo mecánico. Los de interior pueden ser mecánicos o hidráulicos, y hay aplicables no-solo a tuberías de perforación sino también tuberías de revestimiento y de producción.

Cuando el largo de las columnas a recuperar es mayor conviene recuperar por tramos. En todos los casos en que se genera un punto de pesca antes de recuperar la parte libre de la herramienta³⁹, debe colocarse, exactamente sobre dicho punto un tapón de inyección viscoso (píldora viscosa). Su función es impedir la introducción de suciedades en la tubería.

³⁹ Briceño, Jose: Operaciones de pesca en la Perforación. Documento de internet disponible en <http://josegregoriob.blogspot.com/>

5.3.4.2 Cortador Jet O De Boquilla (Jet Cutter)

La fuerza explosiva del disparo está orientada literalmente a desintegrar el metal de la tubería para hacer un corte transversal. Esto causa un ligero ensanche donde el corte es hecho, pero la parte externa de la tubería no será dañada. La figura ilustra un corte típico hecho con un cortador de boquilla. La sección ensanchada puede ser esmerilada o pulida con una fresadora interna (tapermill o pilotmill). Un localizador de cuellos es necesario adicionar con el cortador jet para permitir que el corte sea hecho sobre o debajo de una unión, es decir, a la profundidad deseada.

5.3.4.3. Cortador Químico (Chemical Cutter)

Esta herramienta utiliza un chorro de ácido poderoso para hacer un corte casi liso, sin ensanchamiento o deformación del metal. La acción cortante es casi controlada; así una tubería exterior o casing no será dañada cuando la sarta interior (tubing) es cortada. Ninguna parte del aparato cortante es dejada en el hueco, haciendo la operación completamente libre de desperdicios. Los cortes con químicos y a chorro (jet) no requieren que se haga torque en la tubería, como se requiere cuando se utiliza el tiro de desenrosque (back-off). Los cortes usualmente proporcionan una operación más segura y efectiva en un punto preciso y deseado. Muchos tiros de desenrosque no siempre logran el resultado deseado; a veces es necesario realizar varios disparos para que la sarta se afloje y en ocasiones no se consigue hacerlo y en otras se desenrosca en algún lugar inesperado.

5.3.4.4. Cortadores Mecánicos Internos Y Externos

Los dos esencialmente son los mismos, con la diferencia característica que los unos son para efectuar cortes internos y los otros para cortes externos. Sus cortes con precisión de torno, sin vibración ni asperezas, hacen a estas herramientas ideales para todo trabajo de cortar y sacar tuberías de revestimiento, de perforación, o de producción. Una acción positiva permite múltiples cortes sin tener que sacar la herramienta. No requiere operaciones peligrosas. Se bajan con una sarta de tubería de pescar. Una sección del cortador contiene cuñas que al fijarse sostienen el cortador en un sitio mientras las cuchillas rotatorias efectúan el corte.

Modelos más recientes usan un resorte para añadir una cantidad controlada de peso a las cuchillas después que el perforador (maquinista) ha aplicado el peso aproximado utilizando el mecanismo del freno.

5.4. HERRAMIENTAS AUXILIARES DE PESCA PARA EL ENGANCHE Y RECUPERACIÓN

Antes o junto con los pescantes exteriores o interiores se bajan una o más herramientas auxiliares que proveen un servicio suplementario de seguridad o de soporte. No todas estas herramientas son liberables y tampoco son de circulación propiamente dicha, puesto que algunas solamente permitirán circular sobre el pescado. A continuación, consideramos las siguientes herramientas auxiliares.

5.4.1. Bloque Impresor (Impression Block)

Si bien el bloque de impresión no cabe en este tema, puesto que se lo baja independientemente sin ninguna otra herramienta y además no es de enganche ni de recobro, los servicios que presta como herramienta auxiliar indicadora, es de considerable importancia; de esa manera trata de revelarnos las condiciones del fondo del pozo, antes y durante las operaciones de pesca.

Es el más sencillo indicador, construido de material blando, generalmente de plomo; se baja en el pozo con la sarta de pesca, aunque también puede ser acondicionado para bajar con servicio de cable de acero (wireline o slick line braided line), para obtener una impresión del tope del pescado. Tales impresiones revelan la posición del extremo superior del pescado, respecto al hoyo, y bien pueden revelar el estado en que dicho pescado se encuentra en ese punto y en determinado momento. De acuerdo a la interpretación de esas marcas decidiremos el tipo de enganche y la herramienta de recuperación que debemos utilizar.

5.4.2. Zapata Guia (Guide Shoe)

Siendo solo un suplemento de herramienta, más que una herramienta individual, provee una función muy importante. Se usa con el pescante cuando el pescado está recostado contra las paredes del pozo⁴⁰; con este auxiliar, mediante rotación, es posible enderezar y colocar en posición el pescado a fin de que el pescante pueda engancharlo. Existen diferentes tipos de zapatas: largas con gancho, llanas, zapatas guías con gancho de paredes; otras que tienen fresadora para limpiar el tope del pescado, para poder ingresar a él y atraparlo.

⁴⁰ Minchala García, Paul (2006): Diseño de dos herramientas para la recuperación de obstrucciones en los pozos de Pacifetrol. Documento de internet disponible en <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1587/1/3110.pdf>

5.4.3. Junta De Seguridad (Safety Joint)

Es una herramienta de seguridad muy eficiente para todas las operaciones de perforación y de pesca. Ejerce una capacidad de torsión total de la sarta en ambas direcciones suelta solamente con acciones mecánicas definidas. De simple construcción, solo dos piezas, elimina así partes extras.

Como sugiere su nombre, es un dispositivo para efectuar la liberación de la sarta de pesca, del pescado; cuando este último no puede ser halado y recuperado. Aunque el pescante de enchufe (overshot) y el arpón(spear) están diseñados para liberarse en tales casos, la junta de seguridad le agrega éxito para lograrlo. Al igual que el sello o empaadura de tensión, hay veces que el principio de liberación de estas dos herramientas no funciona.

Las juntas de seguridad generalmente se las utiliza junto con pescantes "rabo de rata" tapertap y con "collarines de dados" die collar-box tap para así poder soltar el pescado cuando no puede ser recuperado. La junta de seguridad es simplemente una conexión de enrosque o enganche controlados como el sistema "J", asegurando que la junta será la primera en soltarse en lugar de las herramientas y tubería encima de ella. Por esta razón, las juntas de seguridad deben armarse con mucha precaución.

- Utilizado para liberar fácilmente la sarta de trabajo dejando un mínimo de tubería y herramientas en el pozo disminuyendo así problemas posteriores de pesca.
- La junta con hilo grueso permite la desconexión de la misma a 40% del torque de apriete.

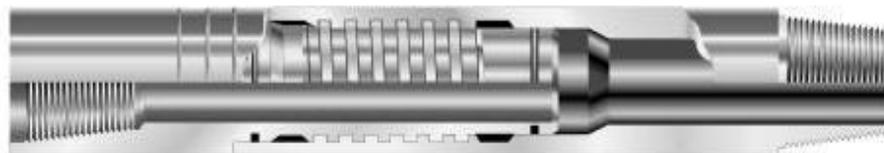


Figura 14. Junta de seguridad

5.4.4. Substituto Destrador (Bumper Jar Sub)

Es un martillo sencillo, que desarrolla un martilleo hacia abajo con el propósito de soltar el arpón (spear) o el enchufe (overshot). Este sustituto desbravador, también llamado sustituto amortiguador, está diseñado para aplicar fuerza sobre el pescante con el fin de desmontar las cuñas y así soltar el pescado.

Tiene las características de una junta de expansión, de manera que puede levantarse la sección superior sin movimiento de la parte inferior, cerca de 20 pulgadas. Dejando

caer la sarta rápidamente producirá un golpe en la parte inferior que puede aflojar el pescado si existen condiciones apropiadas. Normalmente es instalada en la sarta de pesca inmediatamente sobre la herramienta pescante o la unión de seguridad. Su inclusión asegura al operador la habilidad para liberar el pescante en el caso de que sea imposible halar y recuperar el pescado. La herramienta distribuirá un agudo golpe hacia abajo y transmitirá el momento torsor requerido para romper el agarre del pescante y liberarlo del pescado.

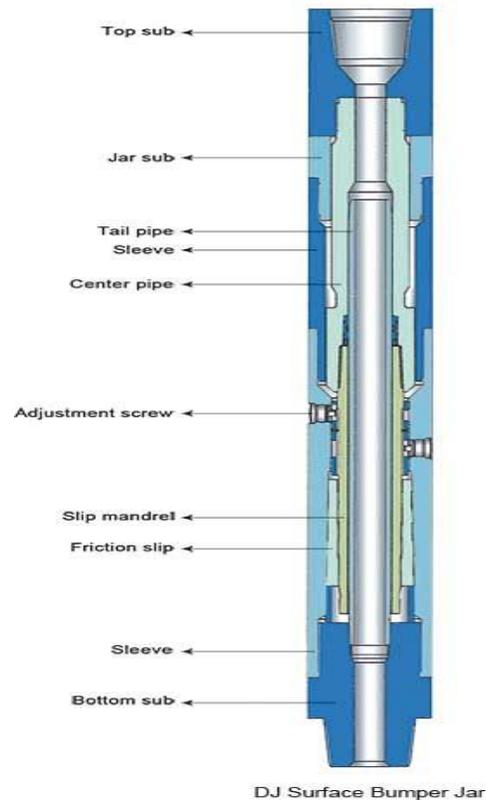


Figura 14. Bumper Jar sub

5.5. MARTILLOS

La operación de martilleo (jarring) es la conversión de energía potencial almacenada (deformación de la sarta) a energía cinética.⁴¹

⁴¹ Weatherford (2006): Operaciones de pesca y re intervención. Documento de internet disponible en <https://es.slideshare.net/magnusgabrielhuertafernandez/operaciones-de-pesca-y-re-intervencion>

Esto se lleva a cabo mediante un mecanismo de retardo que se encuentra dentro del martillo.

Cuando la longitud de la columna que ha quedado en pesca no es demasiado, puede intentarse su recuperación por medio del uso de martillos. Para ello se empalma la pesca con una columna que incluya el martillo que corresponda, unión de seguridad, Drill Collar y demás herramientas que sean necesarias. Una clasificación de martillos es:

- Hidráulicos
- Mecánicos

Impacto Vs Impulso

Impacto: Es la fuerza aplicada sobre el pescado en el punto de pega⁴² (masa x aceleración). Este funciona solamente si la fuerza de impacto es mayor a la fuerza de pega.

Impulso: Es la fuerza aplicada multiplicada por el tiempo que esta dura. Está gobernada por la cantidad de miembros de peso (elementos de masa tales como drill collar y/o heavy weight drill pipes) por encima del martillo.

Se prefiere más impacto que impulso cuando el pescado puede ser liberado con un pequeño movimiento (packers).

Se prefiere más impulso que impacto cuando el pez se encuentra atrapado en una gran longitud (pega diferencial).

5.5.1. Martillos Hidráulicos

Hoy en día son los martillos que más se usan en la industria ya que ofrecen muchas más ventajas que los mecánicos.

El martillo fue diseñado especialmente para operaciones de pesca en pozos de petróleo. Este martillo es fuerte y especialmente valioso en operaciones que requieren de alta torsión.

El martillo es sencillo y fácil de operar, no necesita ajustes durante su uso, solo un jalón (overpull) es necesario para operar esta herramienta. El operador siempre tiene un control completo y puede dar fuertes impactos tan rápidos y seguros como se puede operar el malacate. Además, la intensidad de cada impacto puede ser controlada al variar el jalón aplicado al BHA.

⁴² Weatherford (2006): Operaciones de pesca y re intervención. Documento de internet disponible en <https://es.slideshare.net/magnusgabrielhuertafernandez/operaciones-de-pesca-y-re-intervencion>

La torsión completa puede ser aplicada en cualquier dirección y cualquier posición de choque. Durante la operación la circulación puede mantenerse siempre que se desee. El martillo está diseñado para altas temperaturas de hasta 350 grados Fahrenheit

Este martillo se usa para pescar, probar, rimar, lavar, y perforar vertical o en forma direccional.

Su operación es después de que el martillo ha sido conectado y probado, éste se añade al aparejo. En operaciones de pesca el martillo se instala en el aparejo inmediatamente debajo de los collares de perforación los cuales deben pesar más o igual que el pescado. En pozos de cualquier profundidad o bien en pozos desviados, es recomendable añadir un acelerador al aparejo, colocándolo arriba de los collares de perforación. Para aplicar el primer golpe, levante la sarta lo suficiente para tomar la fuerza que sea necesaria para producir el impacto (Figura 14).

-Utilizado para martillar hacia arriba.

-Operado con deformación de la sarta. Emplea principios hidráulicos y mecánicos

La fuerza del disparo se controla con la sobretensión aplicada en la sarta.

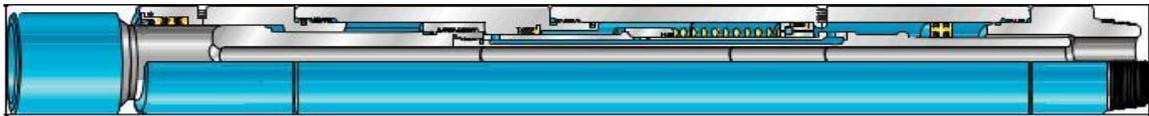


Figura 15. Martillo
Fuente: Weatherford

5.5.2. Martillos Mecánicos

La herramienta está diseñada para todas las necesidades de una operación de pesca muy severa. Está particularmente adaptada para pescar en pozos profundos donde las operaciones requieren de fuertes impactos⁴³. Su presencia en el pescante permite al operador dar fuertes golpes hacia abajo para liberar tubería de perforación, y el drill collar que hayan quedado atrapados.

Este tipo de herramientas se usa para pescar, perforar, moler, rimar. Es usada como una herramienta complementaria en operaciones de cortes y perforación con peso predeterminado

⁴³ Ramirez, Maryeling (2015): OPERACIONES DE PESCA Y EQUIPOS. Documento de internet disponible en <http://operacionesdepescayequipos.blogspot.com/2015/07/operaciones-de-pesca-y-equipos.html>

Para lanzarlo hacia abajo, se sube primero la sarta lo suficiente para que el martillo se abra. Se lo deja caer fuertemente. El martillo se cerrará y mandará un golpe fuerte hacia abajo.

Otro método consiste en levantar la sarta lo suficiente para que se abra la herramienta; luego bajar 8 a 10 pies y parar con el freno.

Esto causa que el extremo inferior del aparejo salte hacia abajo, cerrando el martillo y mandando un gran impacto hacia abajo.

No se puede dar golpes hacia arriba, ni elevando el aparejo lo suficiente para tensarlo. Se puede utilizar para perforar.

No pierden efectividad con el tiempo y la temperatura.

Puede regularse en superficie o en profundidad.

Golpean hacia abajo.

5.5.3. Martillos Hidraulicos Mecánicos (Hidromecánicos)

Se los usa combinadamente uno a continuación de otro, pueden trabajar el uno hacia arriba y el otro hacia bajo; el hidráulico superficial y el mecánico en la parte inferior; son muy utilizados cuando queremos trabajar en el doble sentido.

Existen también martillos Hidráulicos- Mecánicos que golpean en los sentidos al mismo tiempo: el hidráulico hacia arriba y el mecánico hacia abajo.

El funcionamiento de estas herramientas es muy sencillo, ya que la finalidad es proveer un verdadero golpe de impacto, ya sea dejando un recorrido libre a fin de que la carga adquiera velocidad en su bajada, y produzca en su tope un impacto. Por esta razón debe tener una parte móvil y una fija, con sus correspondientes empaquetaduras, razón está por la que su diámetro interior se ve restringido notablemente, lo que impide correr por su interior otra herramienta.

6. OPERACIONES REMEDIALES

6.1 OPERACIONES DE MOLIENDA Y LAVADO

Antes de tratar otros métodos de recuperación de tubería aprisionada, recordemos en esta sección las medidas que ya se han discutido anteriormente. Cuando la tubería queda aprisionada, los pasos generales para recobrarla se siguen en el siguiente orden:

Tratar de despegar el pescado moviendo la tubería y circulando ⁴⁴(si es posible).

Recuperar la tubería en secciones, si se da el caso, desenroscándola sucesivamente mediante tiros de desenrosque (stringshot back-off), hasta donde sea factible.

Recobrar el pescado restante con un overshots y martillos. (Se puede usar un tapertap o unspear en lugar del overshot en algunos casos). Circular si es posible.

Si el procedimiento anterior falla, será posible todavía meter un cortador interno por dentro de la tubería aprisionada y cortarla en secciones pequeñas que sean fáciles de halar o martillar. Se puede también usar una sarta de pescantes de diámetro abierto que pueda pasar el cortador y así combinar las operaciones de corte con las de tensión. En casos extremos y mientras sea posible, habrá que destruir el pescado en pedacitos que se puedan sacar por circulación.

Los moledores son usados en casi todo objeto que ha sido accidentalmente arrojado o está agarrado en el pozo.⁴⁵

También son utilizados para moler completamente tubería que ha sido cementada por dentro y por fuera y no puede ser recuperada por ningún otro método

A continuación, consideraremos algunas herramientas que tienen que ver con estas posibilidades.

6.1.1 Tubería Lavadora (Washover Pipe)

Si existe suficiente espacio entre las paredes del hueco o revestimiento y la tubería aprisionada, se puede usar un procedimiento conocido como "operaciones de lavado". Con tal propósito, una zapata de extremo abierto, con algunas secciones de revestimiento (tubos de lavado) ensambladas encima de la zapata, y todo en el

⁴⁴ Atascamiento de la tubería de Perforación. Documento de internet disponible en <https://es.scribd.com/doc/36554110/ATASCAMIENTO-DE-LA-TUBERIA-DE-PERFORACION>

⁴⁵ Weatherford (2006): Operaciones de pesca y re intervención. Documento de internet disponible en <https://es.slideshare.net/magnusgabrielhuertafernandez/operaciones-de-pesca-y-re-intervencion>

extremo de una sarta de tubería de trabajo, se baja rotando por fuera y cubriendo la tubería aprisionada para desprenderle de la pared del hoyo. La arena o cualquier otra cosa que esté aprisionando la tubería será removida al perforar y circular. Un cortador externo se usa luego para cortar la tubería lavada (pescado) en secciones adecuadas que puedan ser recobradas con un pescante apropiado. Como al sacar y bajar el pescante, se pierde tiempo valioso y el pescado se puede atascar otra vez, se han diseñado pescantes que se bajan en el extremo superior de una tubería lavadora, una de esas herramientas es la "lavadora aflojadora". De igual manera, por ejemplo, un overshot y un cortador pueden ser ensamblados con la tubería de lavado para así combinar operaciones de lavado, de corte y de tensión, en una herramienta que puede llamarse "cortador externo con overshot lavador recuperable".

Respecto a los cortadores de tubería, estos pueden ser externos e internos. Existen varios tipos disponibles, entre los que encontramos: mecánicos, hidráulicos, explosivos y químicos.

6.1.2. Rodillo Para Casing (Casing Roller)

Aunque no es propiamente una herramienta cortadora, ni tampoco destructora del "pescado", el rodillo para casing es fuerte y de fabricación simple, utilizado para restaurar tuberías de revestimiento (casings) colapsadas, aplastadas o abolladas, siempre y cuando sea posible.

Debido a su construcción áspera, esta herramienta opera más eficientemente a muy baja velocidad rotativa, debajo de su peso máximo y con circulación completa, tratando de dar la redondez y el diámetro normal a la sección dañada del casing.

Consiste de un mandril con una serie de rodillos excéntricos mantenidos en posición mediante una nariz cónica inferior, la cual a la vez es sostenida en su lugar por balineras dentro de una caja tanto en el mandril como en ella misma. Está diseñado para permitir separar, cambiar y alternar tamaños más grandes de rodillos, de manera rápida. Una importante cualidad de esta herramienta es la ausencia de pasadores, resortes y otras partes pequeñas que pueden desprenderse y dificultar las operaciones. La herramienta es rotada lentamente y bajada gradualmente a través del casing hasta que el área dañada es localizada. Sobre el contacto del casing colapsado se aumenta la velocidad de rotación a 50 ó 75 RPM y se establece circulación completa a medida que se continúa bajando lentamente rectificando el daño.

Respecto a la posibilidad de destruir un pescado, para que pueda ser recobrado, se refiere a los casos en que ni las mejores herramientas ni el adelanto tecnológico permiten pescar económicamente para recuperar piezas intactas. Entonces es preciso moler el pescado para sacarle en pedacitos mediante circulación. Esto se consigue utilizando herramientas fresadoras (o fresas), las mismas que existen en el mercado

en variados tipos como: fresadora ahusada, fresadora piloto, fresa obturadores, etc. Nos referiremos únicamente a la fresadora, en términos generales.

6.1.3 Fresadora O Fresa (Mill)

Se llama fresa a aquella herramienta que se usa para taladrar o dar forma a una pieza de metal. Parece muy sencilla, pero su éxito exige pericia y análisis, porque se usa en gran variedad de materiales, tamaños y formas (de nariz redondeada, de pico de manguera, de fondo plano, etc.) de acuerdo con el trabajo que se va a ejecutar. En la figura, se representan algunas de ellas.

A menudo son utilizadas para perforar desperdicios metálicos (chatarra) en el fondo del hueco. Tales fresas tienen lados lisos para no dañar las paredes del revestimiento, y a veces tienen un fondo plano o cóncavo para mantener los desperdicios en su sitio, o también una guía para centrar la fresa si la tubería está siendo perforada. Las fresas se usan con frecuencia para limpiar encima del tope de un pescudo dañado para permitir que el pescante agarre la superficie homogénea, que es para lo que está diseñado. También se utilizan las fresas para abrir ventanas en el revestimiento; zapatas fresadoras se utilizan para bajar sobre la tubería aprisionada, perforando cualquier material que esté entre la tubería y las paredes, liberando así la tubería.

La fresa debe siempre estar hecha de un material más duro que la pieza que se va a cortar y recubierta con tungsteno en los ángulos de ataque o donde se requiera la acción de desbaste. La circulación de lodo, píldoras viscosas o agua a través de la fresa ayuda a enfriarla además de remover las partículas cortadas. A medida que la fresa está rotando y se va aplicando peso, el metal se calienta debido a la fricción. Si la fresa gira muy rápido o si se aplica demasiado peso, el calor de fricción puede rebajar la resistencia del metal de la fresa y así disminuir su capacidad de corte.

Anteriormente todas las fresas estaban hechas de acero templado. No obstante, como el acero era a penas más duro que los desperdicios dentro del hueco, las fresas se gastaban rápidamente y el fresado era en general un proceso bastante lento. Sin embargo, en años recientes se ha venido utilizando el carburo de tungsteno en las fresas (triturado e insertos). El carburo de tungsteno ha sido usado por algún tiempo en talleres mecánicos donde todo es mantenido firme, estable y todo gira con suavidad. En un pozo de petróleo, sin embargo, el pescudo y la fresa pueden moverse y dañar cualquier aleación frágil. Aunque el carburo de tungsteno, como el diamante, es uno de los materiales más duros conocidos, no puede ser usado en piezas grandes porque se fractura. Ha sido inventado un nuevo principio que utiliza piezas pequeñas de carburo de tungsteno, incrustadas en un metal más blando.

A medida que las aristas cortantes se desgastan o se parten, nuevas aristas quedan expuestas y toman su lugar. Esto asegura el tener siempre aristas cortantes frescas en contacto con la superficie que va a cortarse. El material fresador de esta clase puede

ser aplicado a la superficie de prácticamente todo tipo de herramienta, y esto ha acelerado tremendamente la velocidad de las operaciones de fresado. Por ejemplo, un revestimiento de 7", 23 lbs/pie y J-55 puede ser fresado completamente a una rata de tres pies por hora. Esto a su vez no solamente mejora las operaciones de reparación, sino que abre nuevas posibilidades en los métodos de completación original.

Otro tipo de operación usa tubería de rosca izquierda. Normalmente cada tubería y herramienta en el hueco está conectada por una rosca derecha, es decir, que para apretar cualquier conexión se usa una rotación hacia la derecha (en sentido de las agujas del reloj). Como el objetivo de los pescantes es aflojar y recobrar la tubería y no apretar la, hay disponible una sarta completa de pescantes, martillos, etc., y tuberías con roscas invertidas o de conexión izquierda para usarlas en agarrar la tubería aprisionada. Al rotar la sarta pescante hacia la izquierda se afloja una de las conexiones de la tubería ⁴⁶aprisionada mientras se aprietan las de la sarta de pesca. Esto permite sacar la tubería aprisionada tubo por tubo o en secciones de tubos. En huecos revestidos se puede usar una herramienta reversible con una sarta de pesca convencional, la cual Fijándose al revestimiento invierte todo el movimiento debajo de la herramienta, convirtiendo la torsión derecha en torsión izquierda por medio de una junta universal. Todas las herramientas usadas por debajo de la herramienta reversible deben necesariamente tener conexiones izquierdas.

6.2 OPERACIONES DE DESVIACIÓN DE UN POZO

Cuando se llega a la conclusión definitiva que el pescado o la obstrucción en el hueco no puede ser sacado, o no puede hacerse económicamente, y que tampoco puede ser fresado; el próximo procedimiento a ser considerado es el de la desviación; Esto puede presentarse tanto en hueco abierto como en hueco revestido y los métodos utilizados son los mismos que se aplican en la desviación controlada de un pozo.

En secciones gruesas de hueco abierto de lutitas blandas, arcillas y arenas no consolidadas, la pesca es probablemente dificultosa y con riesgos. En estas áreas, la desviación o re-perforación del hueco es relativamente barata, y la tendencia es consumir muy poco tiempo en trabajos de pesca. En huecos revestidos o en formaciones duras, tales como secciones gruesas de areniscas, calizas y lutitas duras, la pesca es probablemente más fácil pero la desviación es más costosa; en este caso la tendencia es hacer el necesario esfuerzo para recobrar o fresar el pescado.

Puede ser posible hacer un desvío alrededor del pescado o de la obstrucción y llegar a la zona productiva. Esto se llama "desviación"(sidetrack). Si el hueco original es casi recto, cercano a la vertical, se puede perforar un hueco desviado a un lado del

⁴⁶ Vera, Genesis: Operaciones de Pesca (Perforación Avanzada). Documento de internet disponible en <http://genesisandkim.blogspot.com/>

pescado, y la dirección no será de importancia. Pero si el hueco original no es vertical, entonces la dirección y el ángulo del hueco desviado tendrán que ser cuidadosamente controlados para asegurarse que el nuevo hueco no tocará al viejo. Ya que los huecos originales son más o menos verticales y el control de la dirección del hueco es por si sólo un estudio considerable, únicamente trataremos aquí del estudio simple de la desviación, originada como consecuencia de la obstrucción de un pescado.

7. CONCLUSIONES

En un caso de pesca se debe realizar una serie de consideraciones debido a los parámetros que intervienen en la misma, logrando la mayor información posible de la operación ejecutada en el momento del fallo.

El mal manejo de los equipos y herramientas, ya sea por descuidos o falta de precaución por el personal, lleva a que se registren fallos en la operación por objetos caídos en el pozo teniendo que realizarse maniobras de pesca.

Las maniobras de pesca en casos de pega de tubería, se dan generalmente por los Drill Collars debido a su gran diámetro y porción en el BHA con respecto al resto de la tubería.

La calibración permanente y un registro detallado y completo de longitudes y diámetros de las herramientas que son bajadas en el pozo, dará menos inconvenientes en las operaciones, ya que sería más fácil su identificación más precisa a la hora de elegir mayor conveniencia.

Las maniobras de pesca se realizan en el aprisionamiento de una herramienta o tubería, ya sea por el desmoronamiento de las paredes del pozo o características reológicas inadecuadas del fluido de perforación.

Al ser las operaciones de pesca de mucho riesgo, es necesario seleccionar una compañía de servicios o grupo de mayor experiencia para poder evitar gastos exagerados y mayor confiabilidad en este tipo de maniobras.

Muchas veces al querer sacar la tubería se aplica demasiada tensión ocasionando ruptura de la misma, lo cual nos lleva a realizar maniobras de pesca.

Luego de realizar el ensamblaje de la sarta de pesca, es importante revisar todas las conexiones o juntas, para evitar el riesgo de que alguna se pueda soltar y esta nos ocasione otro pescado.

En las maniobras de pesca es importante tener en cuenta los límites de resistencia de capacidades tratando siempre de mantener un margen de seguridad del 15 – 25%, sin embargo a mayor uso de la tubería, mayor será su margen de seguridad.

Se debe conocer el diámetro mínimo de paso permisible antes de proceder a meter cualquier herramienta de pesca en el pozo, ya que este será el recomendado para seleccionar la herramienta precisa y se permita el paso libre de ellas sin ningún tipo de obstrucción o complicaciones al realizar la maniobra.

Para ayudar a prevenir una maniobra de pesca es necesario tener en cuenta unas recomendaciones como realizar las operaciones con prudencia y orden en todo

momento, además de contar con el personal capacitado, con experiencia y buenas habilidades de comunicación.

8. RECOMENDACIONES

Antes de entrar a realizar una operación de pesca se debe seleccionar la herramienta adecuada, ya sea por la recomendación de técnico de la compañía de servicios o por la experiencia del companyman y verificar que las herramientas estén en buenas condiciones (inspeccionadas) para de esta forma evitar contratiempos y que la operación tenga éxito.

Para evitar el aprisionamiento de herramientas o tubería, se recomienda realizar un programa adecuado del pozo. Esto implica evaluar toda la información geológica disponible, una apropiada selección de las BHAs, propiedades físico-químicas del o de los lodos de perforación, este debe ser chequeado cada cierto tiempo y saber por que formaciones estamos atravesando; saber las condiciones, parámetros de dicha formación, para si tener un buen lodo.

Antes del viaje asegurarse que las zarandas y el hoyo estén limpios.

Monitorear y registrar las profundidades y magnitud de la sobre tensión (llevar control del viaje).

Si es posible circular para trabajar la tubería a través de profundidades que presentan apretamiento en donde exista riesgo de pega diferencial mantener la sarta en movimiento.

Siempre rimar al menos los tres últimos tubos de perforación en el fondo.

Mantener el peso del lodo en el nivel mas bajo que sea posible. Para minimizar las presiones diferenciales a lo largo de las formaciones permeables.

Tener espacio disponible en los tanques para el bombeo de píldoras.

Utilizar drill collars o botellas espiraladas y estabilizadores para centralizar el conjunto de fondo (BHA) en las áreas que puedan presentar problemas.

Maximizar el movimiento de la tubería y rotar la sarta en las conexiones, siempre iniciando el movimiento hacia abajo.

Evitar métodos de registro de desviación en los cuales la tubería debe permanecer estática por un largo período de tiempo.

Si se sospecha la existencia de una pega diferencial y la tubería no puede ser liberada, trabaje con torque hacia la derecha y deje caer súbitamente la tubería. Si la broca esta en el fondo continúe trabajando la tubería halándola al máximo y martillando.

Utilice los martillos tan pronto como sea posible, si se pega bajando, martille hacia arriba, y si se pega subiendo martille hacia abajo.

Mantener un stock de herramientas de pesca en la locación y estos pueden ser: overshots, canastas, magnetos, mills, bloques, impresores; dichas herramientas son las más utilizadas.

Se recomienda al maquinista de perforación que tenga mucha precaución al sacar o meter la tubería ya que puede golpear la corona u ocasionar el desprendimiento de la tubería causando así una operación de pesca.

Tener disciplinada a toda la gente, ya que el costo de una operación diaria es muy costoso, con la finalidad de que tengan cuidado para realizar su trabajo, porque un descuido podría causar que objetos no deseados caigan al hueco, lo que presentará un problema de pesca.

Tensionar la tubería y dar peso sobre la broca según rangos de seguridad.

Analizar los potenciales problemas de pega de tubería antes de iniciar la perforación de un pozo.

Cuando se han realizado varios intentos de pesca y no se ha podido recuperar el pescado, para evitar pérdida de tiempo y dinero lo mejor será desviar el pozo o ir moliendo el pescado.

BIBLIOGRAFIA

BOWEN TOOLS INC, General Catalog, 1984- 1985.

BOWEN TOOLS INC, General Catalog, Cased Hole and Open Hole Fishing Tools, 1985.

QUIROGA KLEBER, Pruebas Completaciones y Reacondicionamientos de Pozos Petrolíferos, Manual, QUITO, Abril 1991

WEATHERFORD, Fishing & Re-Entry Services Catalog Ecuador, Fishing Tools, 2000.

WEATHERFORD, Tech Data Handbook Electronic, Drilling & Interval Services, Edición 2002

www.weatherford.com

www.loganoiltools.com/Product-Quick-Select.php

www.osha.gov/SLTC/etools/oilandgas/illustrated_glossary.html

oilfield.tenaris.com/tcn/default.asp

www.gotco-usa.com

www.accessoiltools.com/products.htm