


	<b>GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS</b>				  		
	<b>CARTA DE AUTORIZACIÓN</b>						
<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-06</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>1 de 2</b>

Neiva, 29 de enero de 2016

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

JORGE OSWALDO CARDENAS FALLA \_\_\_\_\_, con C.C. No. 1075260712 \_\_\_\_\_,  
 \_\_\_\_\_, con C.C. No. \_\_\_\_\_,  
 \_\_\_\_\_, con C.C. No. \_\_\_\_\_,  
 \_\_\_\_\_, con C.C. No. \_\_\_\_\_,

autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado o \_\_\_\_\_

Titulado IMPLEMENTACIÓN DEL USO DE UNA GUÍA METODOLÓGICA, PARA OPERACIONES 'WORKOVER', CON EMPAQUES RECUPERABLES TIPO TAPÓN Y TIPO FULL BORE.

presentado y aprobado en el año 2016 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.



## GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

### CARTA DE AUTORIZACIÓN



**CÓDIGO**

**AP-BIB-FO-06**

**VERSIÓN**

**1**

**VIGENCIA**

**2014**

**PÁGINA**

**2 de 2**

- 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.

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:

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma:

*Jorge O. Cardenas F.*

Firma: \_\_\_\_\_

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_



## GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

### DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO



**CÓDIGO**

**AP-BIB-FO-07**

**VERSIÓN**

**1**

**VIGENCIA**

**2014**

**PÁGINA**

**1 de 3**

**TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:**

**AUTOR O AUTORES:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
CARDENAS FALLA	JORGE OSWALDO

**DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
LEÓN ARCIA	JUAN SEBASTIÁN
ORDUZ	LUIS HUMBERTO

**ASESOR (ES):**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
----------------------------	--------------------------

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE: INGENIERO DE PETRÓLEOS**

**FACULTAD: INGENIERÍA**

**PROGRAMA O POSGRADO: INGENIERÍA DE PETRÓLEOS**

**CIUDAD: NEIVA**

**AÑO DE PRESENTACIÓN: 2016**

**NÚMERO DE PÁGINAS: 77**

**TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):**



## GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

### DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO



<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-07</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>2 de 3</b>
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

Diagramas\_\_\_ Fotografías\_\_**X**\_ Grabaciones en discos\_\_\_ Ilustraciones en general\_\_**X**\_ Grabados\_\_\_  
 Láminas\_\_\_ Litografías\_\_\_ Mapas\_\_\_ Música impresa\_\_\_ Planos\_\_\_ Retratos\_\_\_ Sin ilustraciones\_\_\_ Tablas  
 o Cuadros\_\_**X**\_

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

**MATERIAL ANEXO:**

- Carta compañía PARKO SERVICES S.A.
- Carta director proyecto de grado.
- Guía de selección de elastómeros, compatibilidad química.
- Guía Metodológica

**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. <u>Normas</u>	<u>Norm</u>	6. <u>Especificaciones técnicas</u>	<u>technical specifications</u>
2. <u>Implementación</u>	<u>Implementation</u>	7. _____	_____
3. <u>Empaques de completamiento</u>	<u>Completion packaging</u>	8. _____	_____
4. <u>Clases de empaques</u>	<u>Packaging classes</u>	9. _____	_____
5. <u>Guía metodológica</u>	<u>Methodological guide</u>	10. _____	_____

**RESUMEN DEL CONTENIDO:** (Máximo 250 palabras)

Este trabajo estudia los procesos actuales plasmados en las normatividades concernientes a las técnicas sobre el cuidado, manejo y uso adecuado de los empaques, es por esto que se acude al conocimiento de las normas que brindan estos parámetros, los cuales sirven como guía y se deben verificar para tener una confiabilidad de lo que se realiza y para cumplir con estándares internacionales para obtener el mejor desempeño. Con las especificaciones de los componentes y/o piezas de los empaques de completamiento, se realiza una descripción gráfica y escrita de las diferentes clases de empaques de completamiento usados por la compañía. Allí se caracteriza y se enuncian sus ventajas y desventajas a la cual se puede aplicar cada una, dependiendo de las condiciones de pozo. Todos estos aspectos, con el único objetivo de obtener una guía metodológica la cual se tiene en cuenta para darle un paso a paso adecuado, siguiendo especificaciones técnicas, al manejo y



## GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

### DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO



CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

3 de 3

cuidado de los empaques de completamiento para realizar una correcta operación en el momento de ser necesitada por los operadores.

#### ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

This paper studies the current process embodied in the normativity concerning techniques about the care, handling and the proper use of packaging, which in this case is the reason why they go acknowledge of the rules that provide these parameters, which work as a guide and should be analyzed for the reliability of what is done, also to meet a international standard to obtain a better performance. With the specifications of the components and/ or parts of the packages of completion, a graphical and written description is made on the different types of packaging used by the company completion. In this case it is characterized and giving its advantages and disadvantages, which could be made, applied one by one, depending on the condition of the water well. All of these aspects are being said with the only goal of obtaining a methodological guide, who is taken into consideration to give a suitable step by step, following specified technics, to manage and care about the completion packaging, this way a proper operation is made when the operators need it.

#### APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado: JUAN SEBASTIÁN LEÓN ARCIA

Firma:

Nombre Jurado: ENRIQUE SÁNCHEZ

Firma:

Nombre Jurado: CONSTANZA VARGAS CASTELLANOS

Firma:

**TESIS SUPERVISADA POR LA COMPAÑÍA PARKO SERVICES S.A**

**IMPLEMENTACIÓN DEL USO DE UNA GUÍA METODOLÓGICA, PARA  
OPERACIONES 'WORKOVER', CON EMPAQUES RECUPERABLES TIPO  
TAPÓN Y TIPO FULL BORE.**

**PRESENTADO POR:  
JORGE OSWALDO CÁRDENAS FALLA.  
COD: 2009179129**

**ESTUDIANTE DE INGENIERÍA DE PETROLEOS**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE PETROLEOS  
NEIVA  
2015**

**TESIS SUPERVISADA POR LA COMPAÑÍA PARKO SERVICES S.A**

**IMPLEMENTACIÓN DEL USO DE UNA GUÍA METODOLÓGICA, PARA  
OPERACIONES 'WORKOVER', CON EMPAQUES RECUPERABLES TIPO  
TAPÓN Y TIPO FULL BORE.**

**PRESENTADO POR:  
JORGE OSWALDO CÁRDENAS FALLA.  
COD: 2009179129**

**ESTUDIANTE DE INGENIERÍA DE PETROLEOS**

**DIRECTOR:  
JUAN SEBASTIÁN LEÓN ARCIA - PARKO SERVICES S.A  
INGENIERO DE PETRÓLEO**

**CODIRECTOR:  
LUIS HUMBERTO ORDUZ – UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
INGENIERO DE PETRÓLEO**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE PETROLEOS  
NEIVA  
2015**

## **Nota de Aceptación**

---

---

---

---

---

---

**Firma del Director**

---

**Firma del Codirector**



## DEDICATORIA

*Le dedico este logro a Dios por permitirme conseguir cada sueño que he tenido en mi vida.*

*A mis padres Jorge Eliecer Cardenas Cediell y Carmenza Falla Muñoz por su apoyo durante toda la vida para cada objetivo que me he trazado.*

*A mi familia que ha sido parte importante durante mi crecimiento, con sus consejos y enseñanzas.*

*A todas las personas que me rodean porque de manera especial y con un todas sus palabras me han hecho crecer, ya han compartido conmigo momentos de felicidad que hoy se ven reflejados en este logro.*

*JORGE OSWALDO CARDENAS FALLA*

## **AGRADECIMIENTOS**

A PARKO SERVICES S.A., por brindarme la oportunidad de realizar mí proyecto de grado y aplicar los conocimientos aprendidos durante, el curso de formación académica en la universidad. Al ingeniero JUAN SEBASTIAN LEON ARCIA por su dedicación y tiempo durante el desarrollo del proyecto; a su vez por brindarme los conocimientos aprendidos durante su experiencia en el campo petrolero. Al personal de la compañía porque en cada momento que participaron me acogieron y facilitaron sus conocimientos.

A la UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA, siendo la encargada de darme lo oportunidad de adquirir conocimiento durante mi pregrado, al ingeniero Luis Humberto Orduz que siempre estuvo dispuesto a corregir, apoyar y asesorar durante el desarrollo del trabajo.

## RESUMEN

La compañía PARKO SERVICES S.A. durante el desarrollo de sus actividades de operaciones 'workover' principalmente con empaques, ha presentado una serie de complicaciones, lo que ha generado un problema que se ha impactado los tiempos productivos de las operaciones, por falta de procedimientos que no se han establecido con anterioridad.

Es importante el conocimiento de los procesos actuales plasmados en las normativas concernientes a las técnicas sobre el cuidado, manejo y uso adecuado de los empaques, es por esto que se acude al conocimiento de las normas que brindan estos parámetros, los cuales sirven como guía y se deben verificar para tener una confiabilidad de lo que se realiza y para cumplir con estándares internacionales para obtener el mejor desempeño.

Con las especificaciones de los componentes y/o piezas de los empaques de completamiento, se realiza una descripción gráfica y escrita de las diferentes clases de empaques de completamiento usados por la compañía. Allí se caracteriza y se enuncian sus ventajas y desventajas a la cual se puede aplicar cada una, dependiendo de las condiciones de pozo.

Todos estos aspectos, con el único objetivo de obtener una guía metodológica la cual se tiene en cuenta para darle un paso a paso adecuado, siguiendo especificaciones técnicas, al manejo y cuidado de los empaques de completamiento para realizar una correcta operación en el momento de ser necesitada por los operadores.

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	13
1. MARCO TEORICO.....	14
1.1 MARCO INSTITUCIONAL.....	14
1.1.1 Descripción de la empresa <sup>1</sup> .....	14
1.1.2 Descripción de la tesis supervisada.....	14
1.1.4 Completamiento .....	15
1.1.5 Producción.....	24
1.1.6 Otros servicios .....	25
LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL.....	25
2. COMPLETAMIENTO DE POZOS .....	28
2.1 FACTORES QUE DETERMINAN EL DISEÑO DE LA COMPLETAMIENTO DE POZOS.....	29
2.2 EMPAQUES DE PRODUCCIÓN.....	31
2.2.1 TIPOS DE EMPAQUES DE PRODUCCIÓN .....	35
3. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	41
3.1 OPERACIONES ESPECIALES.....	41
3.2 CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA SELECCIÓN y OPERACIÓN DE EMPAQUES .....	44
3.2.1 CARACTERÍSTICAS A TENER EN CUENTA EN EL MOMENTO DEL USO DEL EMPAQUE .....	45
3.2.2 GENERALIDADES DE OPERACIÓN CON EMPAQUES MECÁNICOS.....	46
3.3 EMPAQUE RECUPERABLE HD .....	47
3.4 EMPAQUE MECÁNICO M-5.....	49
3.5 TAPÓN RECUPERABLE DE RETENCIÓN (RBP) 7”.....	51
3.6 TAPON MECANICO TRV-3 .....	54
3.7 PESCADOR P-T.....	56
CONCLUSIONES .....	58
RECOMENDACIONES .....	59
BIBLIOGRAFIA.....	60
PROLOGO .....	66
OBJETIVO .....	67
ALCANCE Y ASPECTOS A TENER EN CUENTA .....	68
PROCEDIMIENTO OPERACIONAL .....	69

<b>1. Corrida de empaques para pruebas de inyektividad y suabeo.....</b>	<b>69</b>
<b>2. Corrida de empaques para operación de fracturamiento: .....</b>	<b>72</b>
<b>3. Corrida de empaques para operación de estimulación: .....</b>	<b>75</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Empaque para fracturamiento hidráulico (fuente: Parko Services S.A).....	16
<b>Figura 2</b> Empaque para pruebas de inyectividad (Fuente: Parko Services S.A) .....	16
<b>Figura 3</b> Empaques para sartas selectivas (Fuente: Parko Services S.A) .....	17
<b>Figura 4</b> Empaque Dual (Fuente: Parko Services S.A).....	17
<b>Figura 5</b> Empaque térmico (Fuente: Parko Services S.A).....	18
<b>Figura 6</b> Cement retainer (Fuente: Botil Oil Tools India).....	18
<b>Figura 7</b> Empaque Hinchable (Fuente: Parko Services S.A) .....	19
<b>Figura 8</b> Camisas de circulación (Fuente: Parko Services S.A) .....	20
<b>Figura 9</b> Niples de asentamiento (Fuente: Parko Services S.A) .....	20
<b>Figura 10</b> Herramienta ON-OFF (Fuente: Parko Services S.A).....	21
<b>Figura 11</b> Empaque RBP (Fuente: Parko Services S.A).....	21
<b>Figura 12</b> Empaque HD (Fuente: Parko Services S.A) .....	22
<b>Figura 13</b> Empaque Stradasnap (Fuente: Parko Services S.A) .....	22
<b>Figura 14</b> Empaque full bore (Fuente: Parko Services S.A).....	22
<b>Figura 15</b> Empaque DLH (Fuente: Parko Services S.A).....	23
<b>Figura 16</b> Empaque Hydro IV (Fuente: Parko Services S.A) .....	23
<b>Figura 17</b> Empaque térmico IE (Fuente: Parko Services S.A).....	24
<b>Figura 18</b> Empaque Cup Caker (Fuente: Parko Services S.A).....	24
<b>Figura 19</b> Taller Parko (Fuente: Parko Services S.A) .....	25
<b>Figura 20</b> Banco de pruebas Gas Lift (Fuente: Parko Services S.A).....	26
<b>Figura 21</b> Válvula de inyección de agua (Fuente: Parko Services S.A) .....	27
<b>Figura 22</b> Camión de vacío (Fuente: Parko Services S.A) .....	27
<b>Figura 23</b> Empaque de producción Sencillo (Fuente: Universidad de America (2011). Producción 1: completamiento [diapositivas de PowerPoint]). .....	31
<b>Figura 24</b> Mandril (Fuente: Universidad de America (2011). Producción 1: completamiento [diapositivas de PowerPoint]). .....	32
<b>Figura 25</b> Conos de un empaque de producción (Fuente: Universidad de America (2011). Producción 1: completamiento [diapositivas de PowerPoint]). .....	32
<b>Figura 26</b> Cuñas de un empaque de producción (Fuente: Universidad de America (2011). Producción 1: completamiento [diapositivas de PowerPoint]). .....	33
<b>Figura 27</b> Elemento Sellante (Goma) (Fuente: Universidad de America (2011) Producción 1: completamiento [diapositivas de PowerPoint]). .....	34
<b>Figura 28</b> Dispositivo de Fricción (Fuente: Universidad de America (2011). Producción 1: completamiento [diapositivas de PowerPoint]). .....	34
<b>Figura 29</b> Empaque recuperable por tensión (Fuente: Universidad de America (2011). Producción 1: completamiento [diapositivas de PowerPoint]). .....	36
<b>Figura 30</b> Empaque Mecánico de compresión doble (Fuente: Universidad de America (2011). Producción 1: completamiento [diapositivas de PowerPoint]). .....	37
<b>Figura 31</b> Empaque mecánico de tensión sencillo (Fuente: Universidad de America (2011). Producción 1: completamiento [diapositivas de PowerPoint]). .....	38
<b>Figura 32</b> Empaque mecánico de compresión y tensión (Fuente: Universidad de America (2011). Producción 1: completamiento [diapositivas de PowerPoint]). .....	38
<b>Figura 33</b> Empaque recuperable por tensión (Fuente: Universidad de America (2011). Producción 1: completamiento [diapositivas de PowerPoint]). .....	39

<b>Figura 34</b> Empaque recuperable HD (Fuente: Parko Services S.A).....	47
<b>Figura 35</b> Empaque mecanico M-5 (Fuente: Oil Tools) .....	49
<b>Figura 36</b> Tapon Recuperable (Fuente: Parko Services S.A).....	51
<b>Figura 37</b> Tapon Mecanico TRV-3 (Fuente: Oil Tools) .....	54
<b>Figura 38</b> Pescador P-T (Fuente: Oil Tools) .....	56

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> ventajas y desventajas de empaque mecánicos de compresión. ....	36
<b>Tabla 2</b> especificaciones de empaque HD. ....	47
<b>Tabla 3</b> materiales empaque HD.....	48
<b>Tabla 4</b> Especificaciones técnicas empaque M-5. ....	49
<b>Tabla 5</b> Especificaciones técnicas tapón Rbp.....	52
<b>Tabla 6</b> Especificaciones técnicas tapon recuperable Trv-3. ....	54
<b>Tabla 7</b> Especificaciones técnicas pescador P-T .....	56



## LISTA DE ANEXOS

<b>ANEXO 1</b> Carta compañía PARKO SERVICES S.A. ....	61
<b>ANEXO 2</b> Carta director proyecto de grado. ....	62
<b>ANEXO 3</b> Guía de selección de elastómeros, compatibilidad química.....	63
<b>ANEXO 4</b> Guía Metodológica .....	64

## INTRODUCCIÓN

Los manuales e instructivos representan la manera óptima de evaluar y controlar los procedimientos de acuerdo a lo establecido por las normas. En la industria del petróleo es de gran importancia el cumplimiento de los instructivos y manuales que garanticen la práctica segura de las actividades y el desarrollo correcto de las mismas, es por eso que para PARKO SERVICES S.A compañía de servicios en el sector de hidrocarburos, es de prioridad el cumplimiento, evaluación y actualización de los procedimientos que ayude al mejoramiento continuo de la calidad en los servicios que ofrece como en el suministro, reparación, instalación, diseño y optimización del sistema integral en bombeo mecánico, que incluyen actividades como es la reparación, transporte y venta de las bombas de subsuelo.

Por pedido especial de la compañía se hace una descripción de la sarta de perforación con el fin de que la guía metodológica sea una base para ingenieros y técnicos recién ingresados a la compañía. Los servicios de workover tienen por objeto reacondicionar y aumentar la producción de los pozos, para este caso específicamente se van a trabajar tres procedimientos los cuales son: fracturamiento, inyectividad y suabeo y estimulación acida. Estas herramientas se utilizan para aislar zonas agotadas, estimular (Fracturar y Acidifica) pozos con el fin de recuperar producción, la cual se pudo ver afectada por las condiciones del mismo yacimiento.

Bajo este escenario, se requiere implementar procedimientos con el fin de cumplir con la disciplina operativa establecida por las diferentes compañías operadoras, lo que generaría que al trabajar con cada pozo se tenga un orden lógico de ideas y un patrón que permita el desarrollo exitoso del trabajo; como ya se conoce cada pozo tiene características diferentes, lo que indica que cada trabajo que se realice no se hará bajo los mismos parámetros, si no, siguiendo una guía detallada de proceso. De esta manera y con el fin de poder garantizar las operaciones ante las compañías operadoras, se hace necesario establecer una guía para las operaciones y dar un constante entrenamiento a las personas involucradas en todo el proceso de la prestación de un servicio.

## **1. MARCO TEORICO**

### **1.1 MARCO INSTITUCIONAL**

#### **1.1.1 Descripción de la empresa<sup>1</sup>**

PARKO SERVICES S.A. se encuentra incorporada a Colombia desde febrero de 1978, por iniciativa de CHARLES DALE PARKS. A partir de allí, como compañía de servicios para el sector de Hidrocarburos, ha venido suministrando equipos y maquinaria, y prestando servicios técnicos con personal altamente calificado a las empresas de exploración, perforación y producción de petróleo en el país.

Desde su vinculación a Colombia, PARKO SERVICES S.A., ha sido representante exclusivo de prestigiosas empresas extranjeras, fabricantes de equipos y herramientas, con personal técnico competente, que puede dar el soporte necesario a las compañías del sector.

En la actualidad contamos con cuatro bases estratégicas: Campo Dina en Huila, Yopal, Barrancabermeja y Bogotá D.C., desde donde suministramos los productos de nuestras representadas y los servicios técnicos en las áreas de perforación, producción y reacondicionamiento de pozos; todo ello bajo los más altos niveles de calidad y seguridad.

#### **1.1.2 Descripción de la tesis supervisada**

Se realiza visita técnica a la base de PARKO SERVICES S.A, recibiendo inducción y presentación de las áreas y locaciones de la base con sus rutas de evacuación para una posible emergencia. Se realiza la presentación al grupo de trabajo en la base. Y, posteriormente, se inicia un proceso de inducción por parte de la empresa; que consiste en el conocimiento de la normatividad incluyendo políticas, códigos, deberes, derechos, visión, misión y procesos de HSEQ.

<sup>1</sup> Productos y servicios que ofrece la empresa Parko Services S.A, [en línea], disponible en: <http://www.parkoservices.com.co>, 2014

Dentro de esto último, se recibe una charla de conocimiento sobre los negocios, inversiones, empresas representadas y contratos en que Parko Services S.A tiene actualmente; y por ultimo una presentación de materiales, máquinas y herramientas utilizadas en esta.

#### **1.1.4 Completamiento**

Se define como el diseño, la selección e instalación de tuberías, empaques y demás herramientas u equipos dentro del pozo con el propósito de producir el pozo de manera controlada, segura y rentable. Esta etapa es el resultado de diferentes estudios realizados al pozo<sup>2</sup>, empezando por la exploración hasta la evaluación del pozo en flujo algún tiempo después de haber sido perforado.

Desde hace más de 10 años, Parko Services S.A. es el representante exclusivo de Techtol International en Colombia (D&L Oil Tools, Fabricante de USA).

Se cuenta con todas las herramientas necesarias para el completamiento y prueba de pozos. Dentro de estas operaciones encontramos: Fracturamientos, Estimulaciones Acido-Orgánicas, Pruebas de agotamiento, Pruebas de inyectividad, Estimulaciones mecánicas, Completamientos Selectivos para inyección de agua, Completamientos para inyección de vapor, Completamientos tipo Scab liner, Completamientos Duales, Corrida de Tapones perforables.

Del mismo modo, se cuenta con todos los accesorios requeridos para los diferentes servicios y completamientos, entre ellos tenemos: Seating Nipple, Sliding Sleeve, On-Off Tool, Hydro Trip Sub, Safety Joint, Standing Valve, Blanking Plug, Bull Plug, Pup Joint, etc.

Así mismo contamos con el mejor personal técnico, capacitado para llevar a cabo los trabajos en taller y en pozo, utilizando Software especializados para los diferentes diseños.

#### **✓ EMPAQUES PARA ESTIMULACIÓN DE POZOS**

En Parko Services se cuenta con diferentes tipos de empaques para este tipo de trabajos de acuerdo a la necesidad y exigencia de cada pozo, podemos trabajar

<sup>2</sup> Perforación y Terminación de Pozos Petroleros, Juan Pedro Azcona [en línea], disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos11/pope/pope.shtml>

en pozos altamente desviados, profundos, con altas temperatura de fondo y con cualquier tipo de fluido que generen ambientes corrosivos. Se empaques para estimulaciones mecánicas (Empaque RBP) y ácido-orgánicas (Empaque RBP, Empaque HD, Empaque Stradasnap).

#### ✓ **EMPAQUES PARA FRACTURAMIENTO HIDRÁULICO**

Se manejan dos tipos de herramientas de servicio, una para trabajos convencionales que incluyen empaques para 10.000 psi de diferencial de presión la otra para fracturamiento a 15.000 psi de diferencial.



**Figura 1** Empaque para fracturamiento hidráulico (fuente: Parko Services S.A)

Para los procesos de fracturamiento resulta necesario utilizar los siguientes tipos de empaques:

- Empaque RBP
- Empaque Full Bore o T-Squeeze

#### ✓ **PRUEBAS DE INYECTIVIDAD**

En las pruebas de inyectividad suele utilizarse una amplia línea de empaques, estos son: empaque RBP, HD y T-Squeeze.



**Figura 2** Empaque para pruebas de inyectividad (Fuente: Parko Services S.A)

### ✓ **SARTAS SELECTIVAS**

Se cuenta con la experiencia en este tipo de completamientos, tanto en el diseño como en la corrida de la sarta, provee todas las herramientas y accesorios requeridos para tal operación. Se ofrece desde empaques duales hasta empaques con mandril sencillo, como: empaques hidráulicos DLH y HYDRO IV.



**Figura 3** Empaques para sartas selectivas (Fuente: Parko Services S.A)

### ✓ **COMPLETAMIENTO TIPO ESP**

Para este tipo de completamiento se trabaja con empaques duales con diferentes combinaciones de mandriles, de acuerdo con el diámetro del revestimiento. Los empaques son compatibles con todos los tipos de conectores. Los empaques Hidráulicos Duales tienen las mismas ventajas de cualquier empaque hidráulico, el sistema de cizallamiento de pines permite que la operación de desasentamiento de la sarta sea de forma segura y eficaz. Este empaque puede venir con puertos para instalar capilares para inyección de química y para utilizar sensores de fondo<sup>3</sup>.

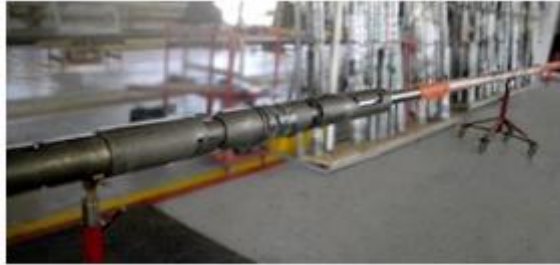


**Figura 4** Empaque Dual (Fuente: Parko Services S.A)

<sup>3</sup>Productos y servicios que ofrece la empresa Parko Services S.A, [en línea], disponible en: <http://www.parkoservices.com.co>, 2014

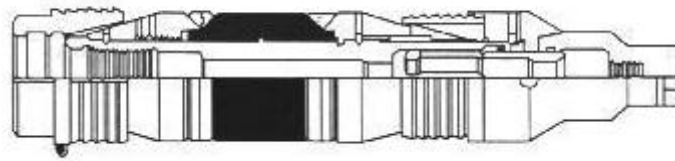
### ✓ **COMPLETAMIENTO TÉRMICO**

Se cuenta con personal calificado para brindar un excelente soporte donde se trabajan pozos verticales, pozos altamente desviados y horizontales.



**Figura 5** Empaque térmico (Fuente: Parko Services S.A)

### ✓ **CORRIDA DE TAPONES PERFORABLES**



**Figura 6** Cement retainer (Fuente: Botil Oil Tools India)

Un empaque tipo tapón es un empaque diseñado para aislar zonas, cerrar pozos, cambio de cabezales que se encuentran en el yacimiento. Parko Services ofrece tapones tipo EZ y Cement Retainer para 5.000 y 10.000 psi, con sus respectivos adapter kits para ser corridos con wireline o tubería.

### ✓ **TAPONES PUENTE TIPO EZ**

El tapón puede sentarse con herramientas de presión de línea fija, así como con herramientas de fraguado hidráulico. Los tapones puente están diseñados en hierro fundido y aluminio para una rápida perforación. Pueden soportar hasta a 10.000 psi a 300°F. Disponibles con diferentes elastómeros para temperaturas más altas.

### ✓ TAPONES TIPO CEMENT RETAINER

Este tipo de tapones posee una sleeve valve en el interior que permite la comunicación entre la sección superior e inferior y con ayuda del stinger, éste permite la salida del cemento hacia la formación de interés. Contamos con suficiente stock para cubrir los diferentes diámetros de casing.

### ✓ EMPAQUES INFLABLES E HINCHABLES

El empaque deslizante inflable es utilizado para aplicaciones donde las presiones diferenciales sean superiores a 1.000 psi. Estos empaques utilizan una línea de inflado externo y puede funcionar con una variedad de métodos de transporte, incluyendo la tubería estándar, tubo espiral, barras de perforación, etc.; se puede ajustar en tamaño de los agujeros que van desde 2" a 30" de diámetro.



**Figura 7** Empaque Hinchable (Fuente: Parko Services S.A)

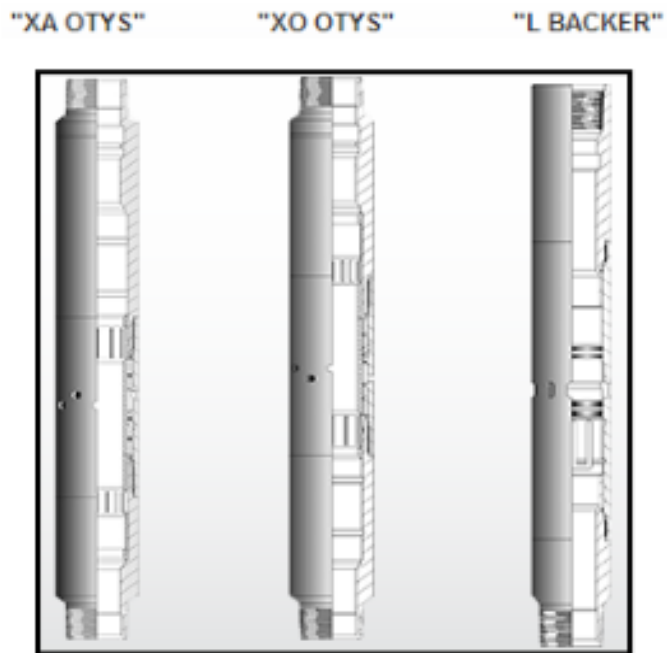
### ✓ ACCESORIOS

Parko Services ofrece un amplio portafolio de herramientas requeridas para los diferentes tipos de completamiento y operaciones de workover, para cubrir los diferentes trabajos en el país.



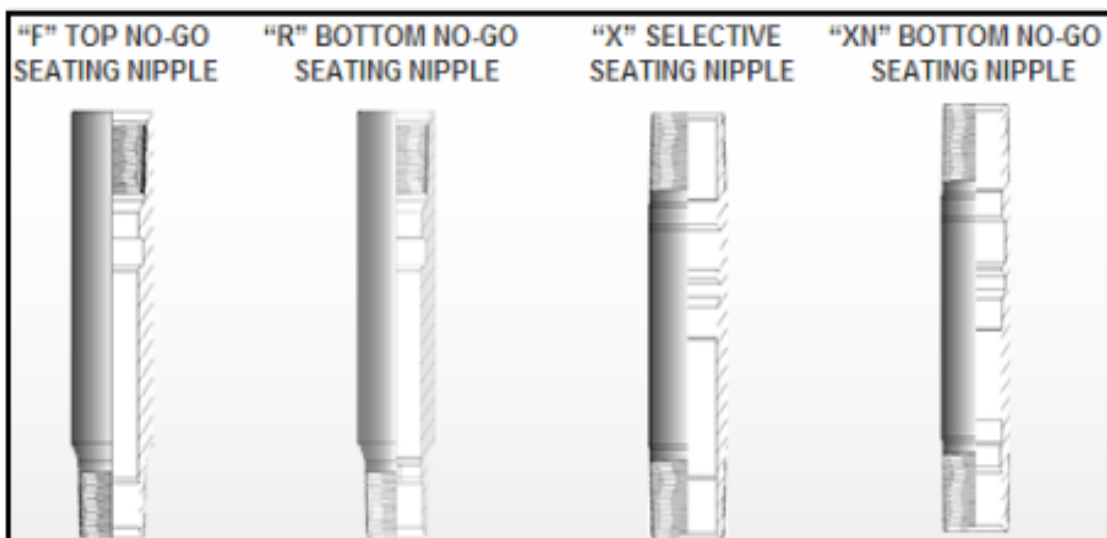
✓ **CAMISAS DE CIRCULACIÓN**

En la compañía se encuentran camisas desde 2-3/8" hasta 3-1/2".



**Figura 8** Camisas de circulación (Fuente: Parko Services S.A)

✓ **NIPLES DE ASENTAMIENTO**



**Figura 9** Niples de asentamiento (Fuente: Parko Services S.A)

✓ **ON-OFF TOOL**



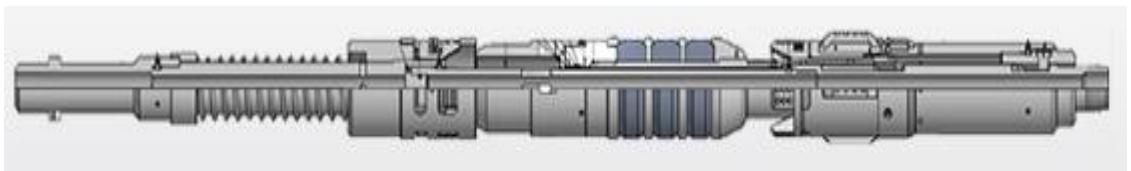
**Figura 10** Herramienta ON-OFF (Fuente: Parko Services S.A)

✓ **TIPOS DE EMPAQUES**

Para los distintos procesos y servicios de completamiento son utilizados los siguientes tipos de empaques:

**EMPAQUE RBP**

Los empaques RBP Maneja altas diferenciales de presión, poseen, Bypass interno largo para mejorar igualación de presiones, tienen doble agarre, asentamiento y desasentamiento por rotación, cuentan con un mecanismo de recuperación de emergencia.



**Figura 11** Empaque RBP (Fuente: Parko Services S.A)

## **EMPAQUE HD**

Se encargan de energizar las gomas por peso, poseen bypass interno para igualar columnas, cuentan con doble juego de cuñas, Hold-down hidráulico para manejar altos diferenciales de presión.



**Figura 12** Empaque HD (Fuente: Parko Services S.A)

## **EMPAQUE STRADASNAP**

Este empaque está Diseñado para realizar acidificaciones ácidas selectivas en intervalos cortos, posee bypass interno para igualar presiones, energización de gomas por peso, cuenta con un mecanismo (J) automático, tiene desasentamiento por tensión, Se requiere una sola operación de asentamiento para fijar ambas secciones.



**Figura 13** Empaque Stradasnap (Fuente: Parko Services S.A)

## **FULL BORE Ó T-SQUEEZE**

Maneja altas diferenciales de presión, posee bypass interno largo para mejorar igualación de presiones, está diseñado para operaciones de cementaciones correctivas, Asentamiento y desasentamiento por rotación, además tiene Liberación de emergencia y por ultimo Energización de gomas por tensión.



**Figura 14** Empaque full bore (Fuente: Parko Services S.A)

✓ **EMPAQUES HIDRÁULICOS**  
**EMPAQUE DLH**

Es un empaque de doble agarre, posee By-pass interno que permite igualizar presiones durante la bajada y la recuperada, Desasentamiento por tensión, tiene pines de asentamiento y desasentamiento ajustables a la profundidad del pozo, se pueden utilizar para inyección selectiva de agua, gas lift, producción, entre otros.



**Figura 15** Empaque DLH (Fuente: Parko Services S.A)

**EMPAQUE HYDRO IV**

Empaque hidráulico diseñado para correr en sartas selectivas, obligatoriamente debe ir acompañado de un empaque de doble agarre, más económico y por ende ayuda a minimizar costos, posee bypass interno que permite igualizar presiones durante la bajada y la recuperada, se utiliza en una longitud corta para pozos altamente desviados, cuenta con pines de asentamiento y desasentamiento ajustables a la profundidad del pozo y desasentamiento por tensión.

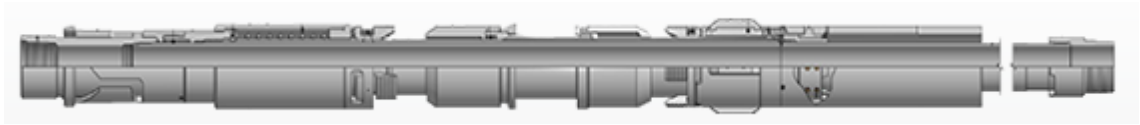


**Figura 16** Empaque Hydro IV (Fuente: Parko Services S.A)

✓ **EMPAQUES TÉRMICOS**  
**EMPAQUE TÉRMICO IE**

Es un empaque recuperable y reutilizable de Doble juego de cuñas, diseñado para producción e inyección de vapor, es asentamiento y desasentamiento por

rotación, el desasentamiento de emergencia por cizallamiento de pines, La sarta puede quedar con peso, en posición neutra o con tensión, está equipado con gomas y sellos en Aflas para soportar temperaturas hasta 650 °F y tiene junta de expansión incorporada con stroke de 20.



**Figura 17** Empaque térmico IE (Fuente: Parko Services S.A)

### **EMPAQUE TIPO COPAS (CUP PACKER)**

Se aplican en pozos horizontales para ser sentados en Liners ranurados, en su estructura no tienen cuñas y no necesitan rotación y presión para el asentamiento.



**Figura 18** Empaque Cup Caker (Fuente: Parko Services S.A)

#### **1.1.5 Producción**

Para la compañía Parko Services S.A la producción es uno de los procesos que involucra la eficiencia económica que poseen los diferentes yacimientos para ser explotados, porque a partir de esta vamos a encontrar la verdadera rentabilidad, ya que a partir de lo que se explota y se obtiene va a ser realmente el hidrocarburo que se va a comercializar, dependiendo de las buenas técnicas para conseguir el objetivo.

Entonces se puede decir que la producción se define como el proceso encargado de la explotación racional de petróleo y gas natural de los yacimientos, cumpliendo con las leyes y normas ambientales y de seguridad, para obtener el mayor beneficio a menos costos.

Se cuenta con sistemas integrales (suministro, servicio de instalación, servicio de taller, monitoreo, optimización) en levantamiento artificial de bombeo mecánico, bombas de cavidades progresivas y gas lift, igualmente somos integrales en la inyección selectiva de agua. Además se tienen servicios asociados a la producción de pozos, como preparación de fluidos de control de pozo, instrumentación y control en facilidades de producción y oleoductos, conectores de superficie y fondo para los sistemas de bombeo electro sumergibles, suministro y/o renta de generadores de vapor superior a 25 MBT, herramientas de Wireline y grasas para tubería y revestimiento.

#### **1.1.6 Otros servicios**

##### **LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL**

- **SISTEMA INTEGRAL DE BOMBEO MECÁNICO**



**Figura 19** Taller Parko (Fuente: Parko Services S.A)

Los servicios ofrecidos en esta área son:

- Suministro de bombas API Harbison Fischer.
- Suministro de bombas especiales para manejo de gas, arena, altos volúmenes de fluidos, corrosión, fluido con gravedad API alta o baja.
- Varillas grado D y grados especiales.
- Stuffing boxes, grapas, barras lisas, Pumping T, BOP, lubricadores de barra lisa, rotadores de varillas, rotadores de tubería.
- Centralizadores de varillas.

- Filtros manejo de arena.
- Separadores de gas.

En el taller se cuentan con todas las herramientas adecuadas para el desarme, inspección y armado de las bombas, con control de torque y pruebas de calidad.

Para monitoreo de pozos se cuenta con equipos de Echo meter para la toma de niveles de fluido y dinagramas, para su interpretación oportuna y corrección de las condiciones de operación de los pozos.

- **SISTEMA INTEGRAL DE GAS LIFT**

Los Productos y Servicios son:

Mandriles de todo tipo y metalurgia

- Válvulas de inyección o producción
- Válvulas de orificio
- Dummy Valves
- Plunger Lift
- Diseño y Optimización



**Figura 20** Banco de pruebas Gas Lift (Fuente: Parko Services S.A)

- **SISTEMA INTEGRAL DE INYECCIÓN SELEC.TIVA DE AGUA**

Los servicios ofrecidos por la compañía en esta área son:

- Mandriles de todo tipo, rango, tamaño y metalurgia.
- Válvulas de inyección de agua lateral o de fondo, combinando diferentes tamaños de puertos y metalurgias según condiciones de los fluidos.
- Dummy Valves.
- Empaques mecánicos o hidráulicos.

- Diseño y optimización.



**Figura 21** Válvula de inyección de agua (Fuente: Parko Services S.A)

- **VAC TANKS**



**Figura 22** Camión de vacío (Fuente: Parko Services S.A)



## 2. COMPLETAMIENTO DE POZOS

El completamiento de un pozo representa la concreción de muchos estudios que, aunque realizados por separado, convergen en un mismo objetivo: la obtención de hidrocarburos. Se han venido realizando, en los últimos años, un trabajo en equipo permitiendo una interacción de las ramas que conforman la ingeniería de petróleo. La elección y el adecuado diseño de los esquemas de completamiento de los pozos perforados, constituyen parte decisiva dentro del desempeño operativo, productivo y desarrollo de un Campo. La eficiencia y la seguridad del vínculo establecido entre el yacimiento y la superficie dependen de la correcta y estratégica disposición de todos los parámetros que lo conforman, de esta manera podría hablarse de la productividad del pozo en función de la completamiento, que incluye un análisis de sus condiciones mecánicas y la rentabilidad económica que justifique su existencia.

Se entiende por completamiento o terminación al conjunto de trabajos que se realizan en un pozo después de la perforación o durante la reparación, para dejarlos en condiciones de producir eficientemente los fluidos de la formación o destinarlos a otros usos, como inyección de agua o gas. Los trabajos pueden incluir el revestimiento del intervalo productor con tubería lisa o ranurada, la realización de empaques con grava o el cañoneo del revestidor y, finalmente, la instalación de la tubería de producción.

Mecánicamente, el diseño de completamiento es un complejo problema de ingeniería. La filosofía básica es diseñar para condiciones específicas del pozo, del campo y del área, buscando:

- Máximo beneficio económico.
- Mantener una instalación simple tanto de equipo como de operación.
- Anticipar todas las condiciones de operación, y las fuerzas asociadas con la presión y la temperatura.
- Seguridad. Sistemas automáticos de cierre y métodos para control de presión en zonas aisladas, habitadas o costa afuera deben ser considerados.

Los puntos básicos a determinar en el diseño de un completamiento son:

- El método de completamiento.
- El número de completamientos dentro del hueco.
- Configuración del revestimiento y de la tubería de producción.
- El intervalo del completamiento.

## **2.1 FACTORES QUE DETERMINAN EL DISEÑO DE LA COMPLETAMIENTO DE POZOS.**

La productividad de un pozo y su futura vida productiva es afectada por el tipo de completamiento y los trabajos efectuados durante la misma. La selección de la completamiento tiene como principal objetivo obtener la máxima producción en la forma más eficiente y, por lo tanto, deben estudiarse cuidadosamente los factores que determinan dicha selección, tales como:

- Tasa de producción requerida.
- Reservas de zonas a completar.
- Mecanismos de producción en las zonas o yacimientos a completar.
- Necesidades futuras de estimulación.
- Requerimientos para el control de arena.
- Futuras reparaciones.
- Consideraciones para el levantamiento artificial por gas, bombeo mecánico, etc.
- Posibilidades de futuros proyectos de recuperación adicional de petróleo.
- Inversiones requeridas.

Básicamente existen tres tipos de completamientos de acuerdo a las características del pozo, es decir cómo se termine la zona objetivo:

1. Hueco Abierto.
2. Hueco Abierto con Forro o Tubería Ranurada.
3. Tubería de Revestimiento Perforada (Cañoneada).

- **COMPLETAMIENTO A HUECO ABIERTO.**

Este tipo de completamiento se realiza en zonas donde la formación está altamente compactada, siendo el intervalo de completamiento o producción

normalmente grande (100 a 400 pies) y homogéneo en toda su longitud. Consiste en correr y cementar el revestimiento de producción hasta el tope de la zona de interés, seguir perforando hasta la base de esta zona y dejarla sin revestimiento. Este tipo de completamiento se realiza en yacimientos de arenas consolidadas, donde no se espera producción de agua/gas ni producción de arena o derrumbes de la formación

- **COMPLETAMIENTO CON FORRO O TUBERÍA RANURADA**

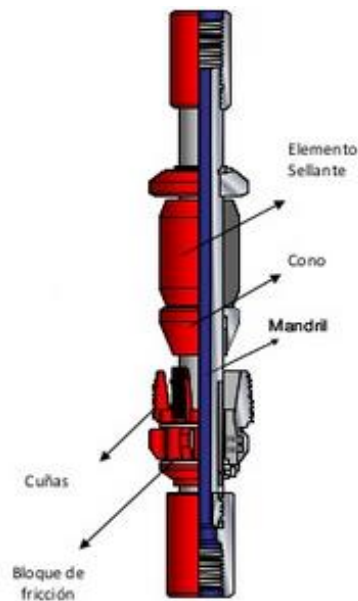
Este tipo de completamiento se utiliza mucho en formaciones no compactadas debido a problemas de producción de fragmentos de rocas y de la formación, donde se produce generalmente petróleos pesados. En una completamiento con forro, el revestido se asienta en el tope de la formación productora y se coloca un forro en el intervalo correspondiente a la formación productiva.

- **COMPLETAMIENTO CON REVESTIDOR CAÑONEADO.**

Es el tipo de completamiento que más se usa en la actualidad, ya sea en pozos poco profundos (4000 a 8000 pies), como en pozos profundos (10000 pies o más). Consiste en correr y cementar el revestimiento hasta la base de la zona objetivo, la tubería de revestimiento se cementa a lo largo de todo el intervalo o zonas a completar, cañoneando selectivamente frente a las zonas de interés para establecer comunicación entre la formación y el hueco del pozo.

## 2.2 EMPAQUES DE PRODUCCIÓN

Un empaque de producción es una herramienta de fondo que se usa para proporcionar un sello entre la tubería de producción y la tubería de revestimiento (o la tubería de producción y el hoyo abierto). Su función es evitar el flujo vertical de fluidos, desde la empaque y por el espacio anular. Los empaques de camisa y los colgadores de tensión se incluyen entre los tipos de empaque. Sin embargo, no se utilizan como empaques de producción.



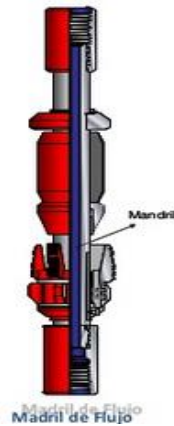
**Figura 23** Empaque de producción Sencillo (Fuente: Universidad de America (2011). Producción 1: completamiento [diapositivas de PowerPoint]).

### Funciones

1. Confinar las presiones en el fondo del pozo, evitando que la presión de formación entre al anular tubería-revestidor.
2. Proteger la tubería de revestimiento del estallido bajo condiciones de alta producción o presiones de inyección.
3. Mantener los fluidos de la formación alejados de la sección del revestidor que está por encima de la empaques.
4. Mantener los fluidos pesados para el control del pozo en el espacio anular.
5. Aislar perforaciones y zonas de producción en completamientos múltiples.
6. Permitir el uso de ciertos métodos de levantamiento artificial.

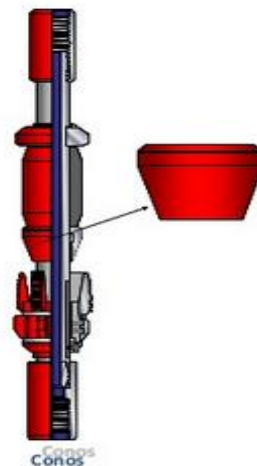
Los elementos básicos de un empaque son los siguientes:

- **Mandriles de Flujo:** Es un medio o conducto interior que permite mantener todas las secciones del obturador como un sistema individual (unida desde sellos, conos, cuñas, válvulas y bloques de fricción), de esta forma comunica el flujo que proviene de la formación con la tubería de producción y continúa su recorrido hasta la estación de flujo.



**Figura 24** Mandril (Fuente: Universidad de America (2011). Producción 1: completamiento [diapositivas de PowerPoint]).

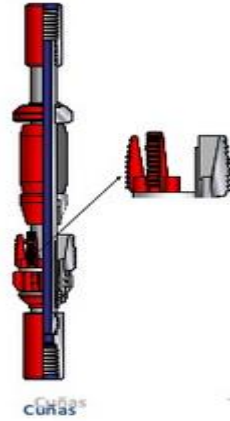
- **Conos:** Son dispositivos que transmiten de la tubería bien sea los movimientos de compresión o de tensión a las cuñas para su expansión y anclaje al revestidor.



**Figura 25** Conos de un empaque de producción (Fuente: Universidad de America (2011). Producción 1: completamiento [diapositivas de PowerPoint]).

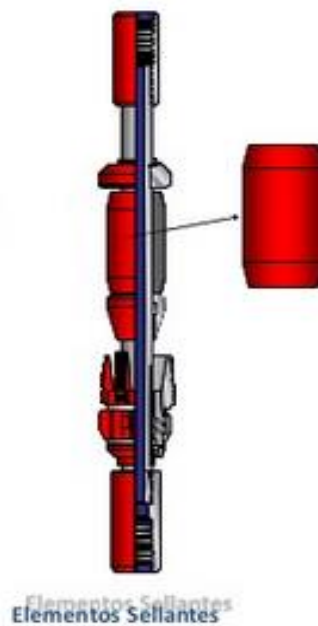
- **Cuñas:** Las cuñas pueden ser de una variedad amplia de formas. Es deseable que posean un área superficial adecuada para mantener la

empaques en posición, bajo los diferenciales de presión previstos a ocurrir a través de las empaques. Las cuñas se deben reemplazar si ya se han utilizado una vez en el pozo.



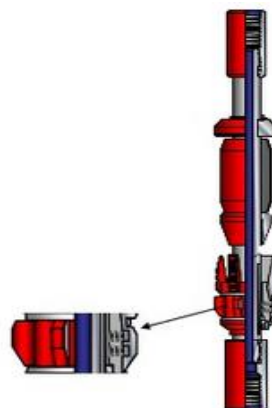
**Figura 26** Cuñas de un empaque de producción (Fuente: Universidad de America (2011). Producción 1: completamiento [diapositivas de PowerPoint]).

- **Elementos Sellantes:** Son los sistemas para lograr el aislamiento hidráulico. Están constituido bien sea por una pieza o varias hasta tres anillos de elastómeros, construidos de nitrilo y que pueden ser fabricados de diferentes dureza de acuerdo a rangos de presión y temperaturas donde se vayan a usar. Cuando se asienta un empaque, el elemento sellante se comprime para formar un sello contra la tubería del revestimiento. Durante la compresión, el elemento de goma se expande entre el cuerpo de la empaques y la pared de la tubería de revestimiento.



**Figura 27** Elemento Sellante (Goma) (Fuente: Universidad de America (2011)  
Producción 1: completamiento [diapositivas de PowerPoint]).

- **Dispositivos de Fricción:** Los elementos de fricción son una parte esencial de muchos tipos de empaques, para asentarlas y en algunos casos para recuperarlas. Pueden ser flejes, en resortes o bloques de fricción y, si están diseñados apropiadamente, cada uno de éstos, proporciona las fuerzas de sostenimiento necesarias para asentar la empaques



**Figura 28** Dispositivo de Fricción (Fuente: Universidad de America (2011).  
Producción 1: completamiento [diapositivas de PowerPoint]).

## **2.2.1 TIPOS DE EMPAQUES DE PRODUCCIÓN**

Los empaques pueden ser agrupados de acuerdo con los métodos de asentamiento, la dirección de la presión a través de los empaques y el número de orificios a través de empaques. Existen dos tipos de empaques que pueden ser mecánicos e hidráulicos, de los cuales vamos a mencionar los empaques mecánicos, que son:

### **2.2.1.1 EMPAQUES MECÁNICOS**

Estos empaques son bajadas con la tubería de producción y su asentamiento se logra girando la tubería en el sentido de las agujas del reloj. El número de vueltas está determinado por profundidad y el diseño de cada fabricante. De acuerdo a la característica de la operación superficial para anclarlas se clasifican en:

1. Compresión
2. Tensión
3. Compresión/tensión/rotación (peso/rotación).

- **EMPAQUES MECÁNICOS DE COMPRESIÓN**

Son sencillas debido a que poseen solo un sistema de anclaje al revestidor, no tienen válvula interna de circulación, el elemento sellante puede trabajar hasta 250 F. Se anclan cuando se llega a la profundidad de asentamiento rotando la tubería en dirección de las agujas del reloj para que salga la “J” del perfil interno del mandril, de esta manera salen las cuñas y se coloca peso sobre el obturador para anclarlo al revestidor. Para desasentarlos basta con tensionar la tubería.





**Figura 29** Empaque recuperable por tensión (Fuente: Universidad de America (2011).  
Producción 1: completamiento [diapositivas de PowerPoint]).

**Tabla 1** ventajas y desventajas de empaque mecánicos de compresión.

Ventajas	Desventajas
Bajo costo	Pozos someros
Se puede usar como empaques por tensión	Yacimientos de baja presión
El diámetro interno está completamente abierto al flujo	No se pueden realizar trabajos de estimulación

- **EMPAQUES MECÁNICOS DE COMPRESIÓN DOBLES**

Similar a las sencillas, son equipos recuperables, son dobles debido a que tienen doble sistema de anclaje, el agarre mecánico igual a la sencilla y adicional un sistema de candados hidráulicos los cuales son accionados mediante presión hidráulica y los mismos son localizados por debajo de la válvula de circulación.



**Figura 30** Empaque Mecánico de compresión doble (Fuente: Universidad de America (2011). Producción 1: completamiento [diapositivas de PowerPoint]).

- **EMPAQUES MECÁNICOS DE TENSIÓN SENCILLAS**

Son equipos recuperables y muy similares a los empaques de compresión sencillas, la diferencia es que presenta las cuñas y cono invertidos, por esta razón el sistema de anclaje es tensionando la tubería.

Su mayor aplicación se encuentra en los pozos inyectoros de aguay en pozos productores someros y con tubería de completamiento de diámetros pequeños donde el peso de esta es insuficiente para asentar los obturadores de compresión o peso.



**Figura 31** Empaque mecánico de tensión sencillo (Fuente: Universidad de America (2011). Producción 1: completamiento [diapositivas de PowerPoint]).

- **EMPAQUES MECÁNICOS DE TENSIÓN Y COMPRESIÓN**

Al igual que todos los anteriores son equipos recuperables, presenta la versatilidad que se pueden asentar aplicándole esfuerzos de compresión, tensión y rotación.

Usado para producción, inyección, fracturas, zonas aisladas y aplicaciones de cementación remedial. Posee capacidad de resistir altas presiones diferenciales en caso de estimulaciones después de haber completado el pozo.

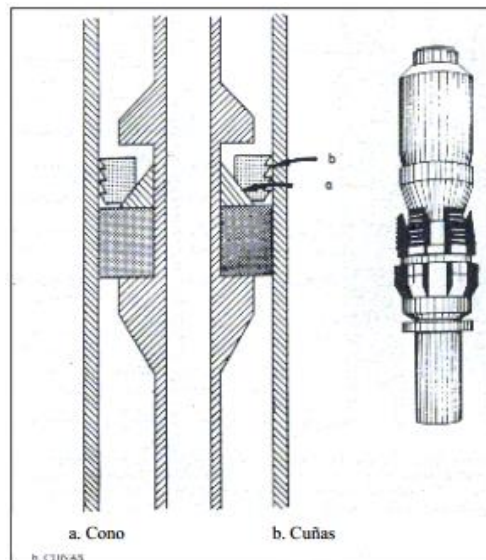


**Figura 32** Empaque mecánico de compresión y tensión (Fuente: Universidad de America (2011). Producción 1: completamiento [diapositivas de PowerPoint]).

Los tipos más importantes de empaques son los siguientes

### 2.2.1.2 Recuperables

Se bajan con la tubería de producción o tubería de perforación y se pueden asentar: por compresión, mecánica e hidráulicamente. Después de asentadas pueden ser desasentadas y recuperadas con la misma tubería.



**Figura 33** Empaque recuperable por tensión (Fuente: Universidad de America (2011). Producción 1: completamiento [diapositivas de PowerPoint]).

- **Empaques recuperable de tensión**

Clasificación de los empaques recuperables:

Se pueden clasificar tomando en cuenta la dirección del diferencial de presión en los siguientes tipos

- Empaques de compresión
- Empaques de tensión
- Empaques de Compresión-Tensión
- Empaques sencillas y duales de asentamiento hidráulico

### **2.2.1.2 Permanentes:**

Los empaques permanentes se pueden considerar como parte integrante de la tubería de revestimiento, ya que la tubería de producción se puede sacar y dejar el empaque permanente asentada en el revestidor. Usualmente, para destruirla es necesario fresarla, por lo que frecuentemente se le denomina empaques perforable. Las unidades sellantes se corren con las tuberías de producción y se empacan con ancla en el orificio de los empaques permanentes, juntos con los niples sellantes. Este último arreglo permite que la tubería de producción sea colgada bajo tensión.

### 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

#### 3.1 OPERACIONES ESPECIALES

➤ **Estimulaciones.**

Una estimulación de un pozo se define como el proceso mediante el cual se restituye o se crea un sistema extensivo de canales en la roca productora de un yacimiento que sirven para facilitar el flujo de fluidos de la formación al pozo, o de este a la formación.

Los objetivos de la estimulación son: para pozos productores, incrementar la producción de hidrocarburos; para pozos inyectores, aumentar la inyección de fluidos como agua y gas.

En pocas palabras se introduce un agente especial (generalmente químico u orgánico) con el fin de aumentar la permeabilidad de la formación para así poder aumentar la producción.

La función de la estimulación de pozos es mejorar la productividad o inyectabilidad, y el éxito de la operación depende estrictamente de las condiciones del pozo. Por esto se hace necesario conocer los parámetros del pozo en producción, para decidir si se hace o no necesario el uso de la estimulación, obtener el mayor aprovechamiento analizando la variable costo-beneficio.

➤ **Pruebas selectivas.**

Estas pruebas son las encargadas de aislar zonas, donde se puede seleccionar uno o más intervalos, ya sean intervalos productores o inyectores con el fin de determinar si la zona está operando correctamente o con para determinar potencial ya sea del intervalo productor o inyector.

La operación consiste principalmente en verificar la permeabilidad del intervalo productor o inyector. Para esto inicialmente se succiona o suabea el pozo, con el fin de remover las arenas e inducir flujo.

### ➤ **Cementaciones.**

La cementación de los pozos petroleros se divide en dos operaciones principales:

- La cementación primaria es el proceso de colocación de cemento en el espacio anular existente entre la tubería de revestimiento y la formación.
- La cementación secundaria o conocida con fines de reparación tiene lugar después de la cementación primaria, cuando los ingenieros inyectan cementos en posiciones estratégicas de los pozos con diversos fines, incluidos la reparación del pozo o su abandono de ser necesario.

El cemento es un material usado en las operaciones de Perforación y de terminación o Reacondicionamiento de Pozos.

Entre los propósitos principales de la cementación están los siguientes:

- Proteger y asegurar la tubería de revestimiento en el hoyo.
- Aislar zonas de diferentes fluidos.
- Aislar zonas de agua superficial y evitar la contaminación de las mismas por el fluido de perforación o por los fluidos del pozo.
- Evitar o resolver problemas de pérdida de circulación y pega de tuberías.
- Reparar pozos por problemas de canalización de fluidos.
- Reparar fugas en el revestidor.

La cementación tiene una gran importancia en la vida del pozo, ya que los trabajos de una buena completación dependen directamente de una buena cementación.

### ➤ **Fracturamientos.**

Se define como fractura la separación por el uso de presión en dos o más fragmentos un cuerpo sólido, ya sean cristales, cuerpos rocosos o una superficie tectónica. En la industria petrolera el fracturamiento hidráulico consiste en el proceso de inyección de un fluido fracturante, que es altamente viscoso, y por encima de la presión de fractura de la formación con el fin de generar una fractura (canales de flujo) o sistema de fracturas en una formación

productora, que permita incrementar la conductividad de la formación y, por ende, el flujo de fluidos hacia el pozo.

El fracturamiento hidráulico consiste en la inyección de un fluido fracturante, altamente viscoso, por encima de la presión de fractura de una formación, con el objeto de generar en ella canales de flujo (fracturas) y colocar un elemento de empaque (arena) que permita incrementar la conductividad de la formación y, por ende, el flujo de fluidos hacia el pozo.

Son utilizadas para mejorar o posibilitar la extracción de petróleo o gas desde el subsuelo. Mediante la cual se mejora la permeabilidad y se hace mucho más fácil la extracción de hidrocarburos. El fracturamiento hidráulico se considera una herramienta para realizar una adecuada administración del yacimiento. Un fracturamiento selectivo, con buena planeación optimiza la recuperación de reservas y controla la producción en los yacimientos de hidrocarburos, tanto de petróleo como de gas.



### 3.2 CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA SELECCIÓN y OPERACIÓN DE EMPAQUES

Para seleccionar el empaque con el que desea operar es importante analizar los objetivos que se tienen para dicha operación. Teniendo en cuenta el trabajo a realizar por parte del operador, ya sea fractura, pruebas de inyectividad, swabing, estimulación orgánica, La selección se va a realizar teniendo en cuenta el empaque que cueste menos pero a su vez el que sea capaz de soportar las condiciones presentes y futuras del pozo.

Factores a tener en cuenta para la selección del empaque

- Precio de alquiler o compra:

Se va a encontrar que los empaques de tensión o compresión de agarre simple son los más económicos, se debe tener en cuenta que utilizar o implementar un empaque hidráulico aumentara el costo inicial en un 20-100%. Generalmente los empaques hidráulicos para sartas múltiples son los más costosos. Además el precio de compra va a variar dependiendo de las características del pozo (composición del fluido, profundidad, presión, tipo de pozo)

- Características de diseño:

Los empaques convencionales poseen tres elementos principales para su funcionamiento los cuales son:

- Elemento sellante: se deben conocer condiciones de presión y temperatura. Además del tipo de fluido con el que se va a circular el pozo.
- Sistema de cuñas:
- Conos o superficies inclinadas (incluye el mandril)

- Facilidad para recuperar del empaque:

Depende de factores relacionados con el diseño y el uso del empaque.

- Características de pesca:

Es indispensable el uso de juntas de seguridad para minimizar el tiempo de pesca.

### 3.2.1 CARACTERÍSTICAS A TENER EN CUENTA EN EL MOMENTO DEL USO DEL EMPAQUE

- Garantizar que la tubería de revestimiento mantenga el diámetro interno de la tubería por debajo de la profundidad a la cual se va a asentar el empaque.
  - No colocar el empaque en el mismo lugar en el cual ha sido asentado anteriormente. Se debe tener en cuenta que hay casos especiales en los que no se tienen otra alternativa.
  - Después de asentar el empaque se debe circular para poder eliminar al máximo partículas que se encuentran en el fluido de control.
  - No aplicar más del peso recomendado en el empaque, con el fin de evitar que ocurra buckling (se ondula la tubería), se debe realizar un análisis de movimiento de tubería para compensar fuerzas.
  - revisar registro ccl (casing collar locator)
- Especificaciones

Para cada operación existe un empaque adecuado, por lo que es necesario que se tenga en la cuenta la siguiente información.

- Tipo de empaque con el que se va a realizar la operación.
- Tamaño del empaque:
  - Diámetro del empaque. (El diámetro del empaque varía de acuerdo al casing del pozo).
  - Recorrido del mandril para su asentamiento y longitud.(Stroke)
- Rango de operación:
  - Peso del revestimiento donde va a ser asentado.
  - Temperatura máxima.
  - Presión máxima.
  - Numero de giros para asentar
- Prueba de presión del empaque
  - Prueba interna a la tubería de producción.
  - Prueba externa bajando por el revestimiento.

### 3.2.2 GENERALIDADES DE OPERACIÓN CON EMPAQUES MECÁNICOS

- Revisar el empaque en superficie; observar que las cuñas estén afiladas ver seguros, cauchos y que todas las conexiones tengan el ajuste correcto.
- Se verifica que el tamaño del empaque sea el indicado respecto al diámetro del hueco o casing en suelo.
- Realizar las respectivas conexiones con llaves manuales, para evitar daños en las roscas por exceso de ajuste.
- Determinar el peso de la sarta bajando y subiendo.
- Se coloca al empaque peso por lo cual el indicador debe mostrar la disminución del peso (W).
- Dependiendo el empaque que se selecciona tiene que rotar para liberar o simplemente liberar (Se tensiona el empaque por encima del peso (W) de la sarta subiendo y con la sarta libre).
- Rotar  $\frac{1}{4}$  de giro efectivo en fondo para la operación del empaque, manteniendo el torque con el fin de tener un correcto asentamiento del empaque. Se debe tener en cuenta la profundidad de operación.

### 3.3 EMPAQUE RECUPERABLE HD

El empaque recuperable HD es el ideal para diferentes tipos de servicio como: cementación, fracturamiento de formaciones y acidificación a altas presiones; sus partes están diseñadas para soportar grandes presiones.



**Figura 34** Empaque recuperable HD (Fuente: Parko Services S.A)

El empaque soporta altas presiones por la parte superior o por la parte inferior, utilizando un sistema de tres cubiertas, un J y un mecanismo de arrastre de fácil ajuste. Posee un by-pass que permite igualar presiones y al mismo tiempo circular fluidos. Esto funciona bien para procesos de fractura.

**PRECAUCIÓN 1:** Antes de correr la herramienta, comprobar la presión, trazar las zonas afectadas y considerar otros efectos para estar seguro de que el By-pass del empaque permanecerá cerrada durante el funcionamiento.

**PRECAUCIÓN 2:** Si el empaque HD se corre con un RBP, se debe asegurar que los sentidos de las j son compatibles, ya que de no serlo, se puede complicar la operación al sentar los dos empaques al mismo tiempo.

**Tabla 2** especificaciones de empaque HD.

Casing		Recommended hole size (inches)	Tool OD (inches)	Tool ID (inches)	Thread connection box up/ pin Down
size (inches)	weight(lbs/ft)				
7	17 -26	6,276- 6,538	6	2,5	2-7/8 EUE

	26 -32	6,094-6,276	5,875	2,5	2-7/8 EUE
	29- 35	6,004-6,184	5,812	2,5	2-7/8 EUE
	35- 38	5,920-6,004	5,75	2,5	2-7/8 EUE

**Tabla 3** materiales empaque HD

Tipo de goma	Rango de Temperatura
NITRILO	70-300 °F
HSN	70-325 °F
VITON	100-350°F
AFLAS	200-400°F

✓ **PROCEDIMIENTO**

**ASENTAMIENTO DE HERRAMIENTA**

- Bajar hasta profundidad deseada
- Mantener pescador abierto y girar ¼ de vuelta efectiva en fondo.
- Descargar peso que generara que las cuñas se activen por el recorrido del cono.

Nota 1: ¼ de vuelta efectivo en fondo, quiere decir que a mayor profundidad tengo que dar mayor número de vueltas en superficie. Por cada 2000 ft un giro en superficie es ¼ de giro en fondo. Influye también si el pozo es desviado, ya que el torque se incrementa.

Nota 2: El peso mínimo requerido para activar el empaque debe ser de 14000 Lbs.

**DESASENTAMIENTO DE HERRAMIENTA**

- Liberar presión y verificar en manómetros 0 psi
- Levantar sarta y verificar sarta libre.

Nota: de observar overpull (definir overpull), presurizar anular para que el sistema de hold down se relaje.

- ✓ Una vez se libere empaque dar tiempo para relajar gomas.

### 3.4 EMPAQUE MECÁNICO M-5



**Figura 35** Empaque mecánico M-5 (Fuente: Oil Tools)

El empaque mecánico M-5 es la herramienta con sistema de fijación mecánico con jota interna, y accionamiento por aplicación de peso, que permite realizar operaciones de estimulación a gran escala, soportando presiones diferenciales de hasta 10000 psi.

La herramienta permite múltiples fijaciones en la misma corrida con un eficiente desempeño; la válvula equalizadora permite circulación entre tubing y casing mientras se baja o libera el empaque. Posee un sistema hidráulico y múltiples pistones que evitan movimientos axiales el mandril, se fija por rotación  $\frac{1}{4}$  de vuelta hacia la izquierda, o por conveniencia del cliente se puede fijar rotando a la derecha.

**Tabla 4** Especificaciones técnicas empaque M-5.

modelo	Casing OD	Peso	dimensiones		máxima presión de trabajo		máxima tensión de trabajo sobre mandril	máxima tensión de fluencia sobre mandril	máximo torque admisible sobre mandril
			ID	Long	arriba	abajo			
	inch	mm	inch	mm	psi	psi	lbs	lbs	lbs/ft
5" 1.050.500	5" 127	11,5-18	1,77 45	79,6 2022	10.000 703	10.000 703	123600 56200	206580 93900	4100
5 1/2" 1.050.550	5 1/2" 139,7	13-23	2 50,8	76 1930	10.000 703	10000 703	136400 62000	227900 103600	4500
7" 1.050.700	7" 177,8	17-38	2,44 62	81,5 2070	10.000 703	10000 703	173800 79000	290500 132060	5300

✓ **PROCEDIMIENTO**

**ASENTAMIENTO DE HERRAMIENTA**

1. Bajar el empaque hasta la posición deseada.
2. Circular fluido para limpiar, de ser necesario.
3. Elevar suavemente la tubería mientras se gira a la izquierda, sin exceder número de vueltas para no soltar tubería.

**DESASENTAMIENTO DE HERRAMIENTA**

1. Levantar sarta hasta alcanzar punto neutro, ver en indicador de superficie y verifica igualdad de zonas.
2. Elevar sarta y girar  $\frac{1}{4}$  de vuelta efectiva en fondo a la derecha (para posicionar herramienta en jota) y quedar en posición libre.
3. Poner en funcionamiento la herramienta

### 3.5 TAPÓN RECUPERABLE DE RETENCIÓN (RBP) 7”



**Figura 36** Tapon Recuperable (Fuente: Parko Services S.A)

El empaque RBP se usa para aislar zonas de un pozo por encima y por debajo del mismo, Generalmente se usa en operaciones de pruebas selectivas, acidificaciones o cementaciones en compañía del full bore. Este empaque se encuentra diseñado con cuñas ensambladas.

El tapón recuperable se baja junto a otro empaque (bajar en tándem) de alta presión que son utilizados para una sola zona y múltiples zonas, con el fin de realizar tratamientos selectivos y operaciones de prueba tales como: acidificación, fracturamiento de formaciones, cementación y pruebas.

El by-pass se cierra durante el ajuste del sujetador y se abre antes de liberar las cuñas superiores todo esto con el fin de igualar presiones. Además se encuentra directamente debajo de los peldaños superiores para lavar los residuos que se encuentren.

Otra característica del tapón es asentar y empaquetar en tensión, siendo ideal para para probar en profundidades cercanas a la cabeza del pozo.

Nota: Al correr esta herramienta en el programa de compresión se debe tener en cuenta que la J, el pescador y el empaque sean todos compatibles.



**Tabla 5** Especificaciones técnicas tapón Rbp.

Casing		Recommended hole size (inches)	Tool OD (inches)	Thread connection box up/ pin Down	Part number
size (inches)	weight(lbs/ft)				
7	17 -26	6,276- 6,538	5,969	2-3/8 EUE	72570RR
	26 -32	6,094-6,276	5,875	2-3/8 EUE	72571RR

✓ **PROCEDIMIENTO**

**ASENTAMIENTO DE HERRAMIENTA POR TENSION**

- Bajar hasta profundidad deseada enganchado al pescador.
- A través de las válvulas circula el fluido mientras se baja la herramienta permitiendo iguales presiones. (La barra de control mantiene la válvula de inferior abierta y la presión del fluido abre la válvula superior. Así el fluido dentro del pozo pasa a través del RBP cuando este se está bajando).
- Para asentar el empaque se levanta un poco la tubería. Girar ¼ de vuelta a la izquierda con el fin de evitar fugas por el tapón. Con el fin de soltar el empaque de la tubería.
- Mantener el torque para evitar que se envuelva a enganchar la tubería y el empaque.
- Tensionar y girar para que quede libre el pescador
- Levantar sarta hasta observar sarta libre, y dejar empaque rbp en posición.
- Verificar que el tapón ha quedado bien puesto (observar el monitor y leer datos)
- Liberar y sacar tubería

**ASENTAMIENTO DE HERRAMIENTA POR COMPRESIÓN**

- Bajar hasta profundidad deseada enganchado al pescador y circular si es necesario para limpiar exceso de sólidos arriba del tope del RBP.
- Girar ¼ de vuelta a la izquierda con el fin de evitar fugas por el tapón.
- Aplicar peso suficiente para que las cuñas superiores estén firmemente sujetadas al revestimiento

- Verificar que el tapón ha quedado bien puesto (observar el monitor y leer datos)
- Liberar y sacar tubería

NOTA 1: La mayoría de los componentes son fabricados en aleación de acero con tratamiento térmico. Por lo tanto, una exposición prolongada a agentes corrosivos puede ser perjudicial para la metalurgia. El cuidado en la limpieza de la herramienta poco después de la extracción del pozo puede ayudar a prolongar la vida útil de los componentes. Una inspección detallada de las partes es necesario, después de la eliminación, para identificar las piezas que requieren el cambio.

#### **DESASENTAMIENTO DE HERRAMIENTA**

- Baja pescador hasta la profundidad deseada (profundidad a la que se encuentra el tapón), y de maneja lenta engancharse con el tapón.
- Circular fluido para el lavado de la parte superior del tapón
- Liberar peso y girar a la derecha para que se abra la válvula by-pass hasta igualar presiones.
- Subir lentamente para la liberación de cuñas superiores
- El tapón puede ser retirado y re-situado.

### 3.6 TAPON MECANICO TRV-3



**Figura 37** Tapon Mecanico TRV-3 (Fuente: Oil Tools)

Se utiliza en operaciones de aislamiento de zonas en forma selectiva, soportando presiones diferenciales por encima y debajo de la herramienta, su sistema de fijación es mecánico y se acciona por aplicación de peso sobre el tapón alcanzando a soportar presiones diferenciales hasta de 10000 psi. Ejerce la misma función que el RBP. Este empaque es más eficiente para asentarse en intervalos muy estrechos ya que su sistema por rotación para el sentamiento es más efectivo.

Los tapones TRV-3 permiten múltiples fijaciones en la misma corrida, se pueden combinar las durezas de las gomas según la operación y de acuerdo a la profundidad y temperatura de trabajo.

**Tabla 6** Especificaciones técnicas tapon recuperable Trv-3.

Modelo	Casing OD	Peso	dimensiones		máxima presión de trabajo		máxima tensión de trabajo sobre mandril	máxima torque admisible sobre mandril
			ID	Long	arriba	Abajo		
	inch	lbs/ft	inch	inch	psi	Psi	lbs	lbs/ft
5"	5"	11,5-18	4	86,3	10000	10000	101200	3850
205,05	127		101	2193	703	703	46000	
5 1/2"	5 1/2"	13-23	4,5	91	10000	10000	184800	4200
205,055	139,7		114,3	2340	703	703	84000	
7"	7"	17-38	5,5	99	10000	10000	268400	4800
205,07	177,8		139,7	2520	703	703	122000	

## ✓ PROCEDIMIENTO

### **OPERACIÓN ASENTAMIENTO**

1. Asegurar el correcto ajuste entre el TRV-3 y el pescador P-T.
2. Bajar la herramienta hasta la posición deseada.
3. Girar sarta a la derecha (3 giros efectivos) y bajar hasta notar pérdida de peso, seguir asentando según condiciones de trabajo.
4. Tensionar sarta a 6000 Lbs aproximadamente para asegurar el correcto anclaje del tapón.
5. Volver a aplicar peso para una correcta fijación.

### **SOLTAR PESCADOR**

1. Asentar pescador a 1000 Lbs de peso sobre el tapón.
2. Girar sarta a la izquierda para levantar pescador y quedar en posición libre.

### **DESASENTAMIENTO DE HERRAMIENTA**

1. Asentar pescador en el punto de pesca y circular fluido para limpiar la herramienta.
2. Ajustar pescador permitiendo apertura de la válvula superior, se espera a que se igualen presiones.
3. Levantar tapón con 2000 Lbs y girar a la derecha hasta notar en superficie perdida de tracción.
4. Rotar a la derecha y tensionar hasta observa que la sarta este libre.
5. Continuar con las siguientes operaciones.

### 3.7 PESCADOR P-T



**Figura 38** Pescador P-T (Fuente: Oil Tools)

La herramienta está diseñada para ser usada con el tapón recuperable TRV. El pescador asegura una correcta fijación con el hombro del tapón, logrando que se baje, se fije y se recupere eficientemente.

Cuando se conectan el pescador acciona la válvula igualadora de presión logrando que se abra dicha válvula y cuando sea desvinculada se cierre automáticamente. La herramienta posee en su extremo inferior un zapato dentado que permite romper y lavar residuos de los diferentes trabajos realizados.

**Tabla 7** Especificaciones técnicas pescador P-T

modelo	Casing OD	dimensiones		máxima presión de trabajo		máxima tensión de trabajo	máxima tensión de fluencia	máximo torque admisible
		OD	Long	arriba	abajo			
	inch	inch	inch	psi	psi	Lbs	lbs	lbs/ft
	mm	mm	mm	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg	kg	
5" 106,050	5" 127	4 101	28,7 730	10.000 703	10.000 703	101200 46000	160090 72770	3850
5 1/2" 106,055	5 1/2" 139,7	4,5 114,3	32,3 820	10.000 703	10000 703	184800 84000	293360 132890	4200
7" 106,07	7" 177,8	5,5 139,7	33,5 850	10.000 703	10000 703	268400 1200	424620 193010	4800

#### ✓ PROCEDIMIENTO

##### ASENTAMIENTO DE HERRAMIENTA

1. Enganchar el tapón al pescador y bajar hasta la profundidad deseada.
2. Una vez en la profundidad deseada, asentar a 1000/2000 Lbs luego de haber activado el empaque.

3. Girar con llave manual  $\frac{1}{4}$  de vuelta a la izquierda (manteniendo el torque)
4. Tensionar suavemente hasta observar liberación del pescador.

### **PESCAR TAPÓN**

Recomendaciones: Colocar cabeza de inyección rotativa o vástago.

1. Bajar pescador lentamente hasta la profundidad del tapón
2. Circular fluido para limpiar punto de pesca.
3. Seguir bajando hasta que el pescador se conecte automáticamente al tapón.
4. Circular unos minutos y observar si está funcionando de manera correcta la válvula ecualizadora.
5. Girar un  $\frac{1}{4}$  de vuelta a la derecha con la llave manual.
6. Tensionar manteniendo torque para asegurar una correcta conexión entre el pescador y tapón.
7. Girar tubería a la derecha tensionando suavemente hasta observar que el tapón este libre.

## CONCLUSIONES

Para la realización de trabajos de completamiento especialmente las operaciones con empaques, se debe analizar cuidadosamente todos los factores para que se pueda obtener el mayor beneficio económico. Al realizar el proyecto se obtiene una guía técnica, que en el momento de realizar las operaciones servirá de soporte a operadores.

- En la selección de cualquiera de los empaques mencionados en la guía se deben tener muy en cuenta los parámetros del pozo descritos por las compañías, como: especificaciones técnicas, propiedades, estado mecánico del pozo y dimensiones del pozo.
- Se hace necesario tener y conocer los parámetros de operación y recomendaciones del fabricante para realizar un proceso correcto en el momento de trabajar con los empaques.
- Se concluye que los instructivos elaborados con diagramas de flujo permite un paso a paso adecuado y sencillo en la ejecución del trabajo.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso esta guía: GUÍA METODOLÓGICA, PARA OPERACIONES 'WORKOVER', CON EMPAQUES RECUPERABLES TIPO TAPÓN Y TIPO FULL BORE, para realizar una excelente ejecución de operaciones con empaques.
- Fomentar la elaboración y seguimiento de más guías técnicas como ésta que faciliten el desempeño de los profesionales y técnicos que quieran profundizar en las Operaciones con empaques



## BIBLIOGRAFIA

API 5CT: Especificaciones para Casing y Tubing.

Division of United States Steel, "Oil Well Blocks, Installation Care and Operating Instructions", USA. P. 1-11

Ecopetrol, Manual de Operaciones de Perforación, Capítulo 3, Selección de equipos, noviembre 19 2006 p.6

FMQHAS-30: Análisis de Seguridad en el Trabajo – AST

FMQHIP-60 Matriz de Identificación de Peligros Mantenimiento, Reparación y Corrida de Empaques

FMQHMA-114 Matriz de identificación y evaluación de aspectos e impactos

IN00IH-04 Instructivo de levantamiento e izaje de herramientas

JUAN B. PÉREZ. Operaciones de Workover. ECOPETROL

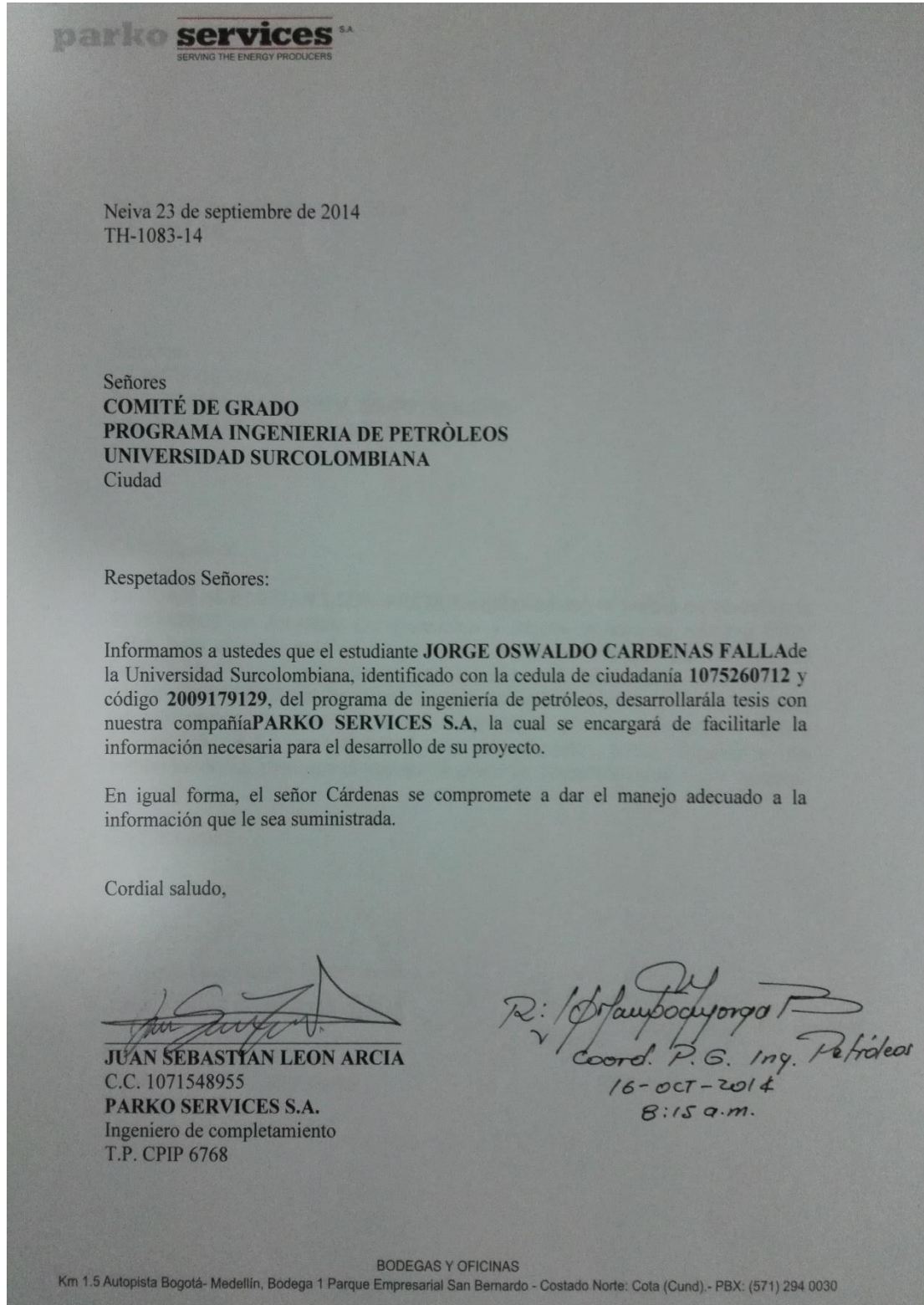
National Oilwell Varco , "Varco BJ Manual Elevators", Capítulo 4.2, Diciembre 2005.

Productos y servicios que ofrece la empresa Parko Services S.A, [en línea], disponible en: <http://www.parkoservices.com.co>, 2014.

PR00SP-08 Procedimiento de Seguridad en Operaciones que Involucren Presiones

## ANEXOS

### ANEXO 1 Carta compañía PARKO SERVICES S.A.



**ANEXO 2** Carta director proyecto de grado.

**parko services** S.A.  
SERVING THE ENERGY PRODUCERS

Neiva, 23 de septiembre de 2014  
TH-1082-14

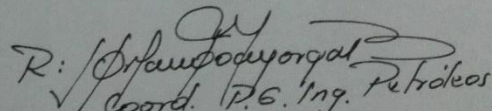
Señores  
**COMITÉ DE GRADO**  
**PROGRAMA INGENIERIA DE PETRÓLEOS**  
**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA**  
Ciudad

Cordial saludo,

Yo **JUAN SEBASTIAN LEON ARCIA**, identificado con la cedula de ciudadanía **1071548955** de Arbeláez Cundinamarca y tarjeta profesional número **CPIP 6768**, seré el encargado de dirigir la tesis del estudiante **JORGE OSWALDO CARDEAS FALLA**, identificado con la cedula de ciudadanía **1075260712**, código **2009179129** del Programa de Ingeniería de Petróleos de la Universidad Surcolombiana, la cual va a ser supervisada por la compañía **PARKO SERVICES S.A.**, en la cual me desempeño como Ingeniero de completamiento, para que el trabajo de grado se desarrolle de la mejor manera.

Cordialmente,

  
**JUAN SEBASTIAN LEON ARCIA**  
C.C. 1071548955  
**PARKO SERVICES S.A.**  
Ingeniero de completamiento  
T.P. CPIP 6768

R:   
✓ Coord. P.E. Ing. Petróleos  
16-OCT-2014  
8:15 a.m.

**ANEXO 3** Guía de selección de elastómeros, compatibilidad química.

	Temperatura Rango F	Agua	Aceites	Brines	Aminas	CO2	H2S	Bromuros
Nitrilo	Más de 350	Si	Si	Si	No	Si	No	a 175F
Viton	Más de 400	Si	Si	Si	No	Si	a 15%	Si
Aflas	Más de 450	Si	No	Si	Si	Si	a 25%	Si
Kalrez	60-550	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si

**ANEXO 4** Guía Metodológica

**GUÍA METODOLÓGICA PARA OPERACIONES 'WORKOVER', CON  
EMPAQUES RECUPERABLES TIPO TAPÓN Y TIPO FULL BORE.**

**NEIVA**

**10 DE NOVIEMBRE DE 2015**

**DEPARTAMENTO DE COMPLETAMIENTO**

## INDICE

	<b>Pág.</b>
<b>PROLOGO</b> .....	66
<b>OBJETIVO</b> .....	67
<b>ALCANCE Y ASPECTOS A TENER EN CUENTA</b> .....	68
<b>PROCEDIMIENTO OPERACIONAL</b> .....	69
1. <b>Corrida de empaques para pruebas de inyectividad y suabeo</b> .....	69
2. <b>Corrida de empaques para operación de fracturamiento:</b> .....	72
3. <b>Corrida de empaques para operación de estimulación:</b> .....	75

## PROLOGO

El petróleo es un recurso finito que está constantemente en declinación por la gran demanda que tiene en todo el planeta. Por lo cual, se requiere aprovechar al máximo por medio de estrategias que permitan optimizar su producción de manera eficiente, teniendo como objetivo mantener su producción dentro de límites económicos. De igual manera las compañías operadoras, están en constantes cambios con el fin de cada día asegurar los procesos de forma eficiente y con el menor costo posible, para de esta forma tener los mejores resultados y de menor impacto sobre las áreas involucradas.

En la actualidad, Parko Services S.A. como prestadora de servicios, se ha convertido en un aliado estratégico para las compañías operadoras de campos petrolíferos en todo el país, por lo cual, se hace necesario adaptarse a los constantes cambios que se presentan en toda la industria. De esta manera y con el fin de poder garantizar las operaciones ante las compañías operadoras, se hace necesario establecer una guía para las operaciones y dar un constante entrenamiento a las personas involucradas en todo el proceso de la prestación de un servicio.

La guía metodológica se basa en experiencias y registros de trabajos realizados por operadores de la compañía, la práctica obtenida es uno de los mayores factores a tener en cuenta para que la guía elaborada sea realmente funcional.

## OBJETIVO

Con el fin de realizar un adecuado uso de los empaques empleados en operaciones de estimulación y fractura en pozos, se decide plasmar en el presente documento las siguientes recomendaciones durante cada paso del procedimiento, con el fin de generar entrenamiento y minimizar así las posibles fallas por error humano.

Es importante tener presente que el procedimiento de armado del ensamble de fondo, es igual para las diferentes operaciones con empaques en Workover, de esta manera se recomienda tener presentes las siguientes recomendaciones:

- Calibrar diámetros internos (ID) y externos (OD) de cada una de las herramientas que componen el ensamblaje de fondo (BHA).
- Tomar longitudes gomas arriba y gomas abajo, con el fin de poder identificar la profundidad de asentamiento.
- Aplicar el torque adecuado para cada una de las conexiones según tablas.
- Durante la corrida del ensamble de fondo, evitar rotar la sarta en cualquier dirección ya que en el sentido de las manecillas del reloj o al contrario puedo conseguir el asentamiento de cualquiera de los empaques según sea lo que se haya establecido.



## **ALCANCE Y ASPECTOS A TENER EN CUENTA**

La guía metodológica está dirigida a todo el personal que está involucrado en la prestación de servicios en corrida de empaques de la empresa Parko Services S.A y compañía a la que vaya dirigida la operación. De igual manera, es importante tener en cuenta que el documento está delimitado por el procedimiento de corrida únicamente, el análisis y experiencias de las operaciones que han tenido cada uno de los miembros (técnicos e ingenieros) encargados de operar con empaques en la compañía Parko Services S.A, base Neiva.

Es de suma importancia tener en cuenta al momento de realizar la implementación, factores como:

- Objetivo de operación y quienes intervienen.
- Disponibilidad y limitaciones de las herramientas en base.
- Documentos y operador (es) a realizar el trabajo.
- Diagrama de tomas de decisiones.
- Realizar reunión antes y después de operación, para socializar objetivos y resultados obtenidos.

## PROCEDIMIENTO OPERACIONAL

Con el fin de realizar un adecuado uso de los empaques empleados en operaciones de estimulación y fractura en pozos, se decide plasmar en el presente documento las siguientes recomendaciones durante cada paso del procedimiento, con el fin de generar entrenamiento y minimizar así las posibles fallas por error humano.

Es importante tener presente que el procedimiento de armado del ensamble de fondo, es igual para las diferentes operaciones con empaques en Workover, de esta manera se recomienda tener presentes las siguientes recomendaciones:

- Calibrar diámetros internos (ID) y externos (OD) de cada una de las herramientas que componen el ensamblaje de fondo (BHA).
- Tomar longitudes gomas arriba y gomas abajo, con el fin de poder identificar la profundidad de asentamiento.
- Aplicar el torque adecuado para cada una de las conexiones según tablas.
- Durante la corrida del ensamble de fondo, evitar rotar la sarta en cualquier dirección ya que en el sentido de las manecillas del reloj o al contrario pueden conseguir el asentamiento de cualquiera de los empaques según sea lo que se haya establecido.

Los servicios de workover tienen por objeto aumentar la producción o reparar pozos existentes. Estos equipos se utilizan para sellar zonas agotadas en pozos existentes, abrir nuevas zonas productoras para aumentar la producción o bien activar zonas productoras mediante procesos de fracturación o acidificación. Se utilizan también para convertir pozos productores en pozos de inyección a través de los cuales se bombea agua o dióxido de carbono a la formación, para aumentar la producción del yacimiento. Otros servicios de workover incluyen reparaciones importantes en el subsuelo, como reparaciones de la cañería de revestimiento (casing) o el reemplazo de equipamiento de fondo de pozo que ha sufrido deterioro.

Los equipos de workover se usan en el proceso de terminación de pozos, que es la preparación de un pozo de petróleo o gas natural recientemente perforado para ponerlo en producción.

### 1. Corrida de empaques para pruebas de inyektividad y suabeo

1. Solicitar al cliente información del pozo: Estado mecánico, registros de cementación y parámetros de prueba.	<b>NORMA</b>
2. Seleccionar el tipo de empaque, teniendo en cuenta: Disponibilidad, parámetros asentamiento y liberación de empaques. <b>NOTA:</b> Se debe tener muy en cuenta la composición de las gomas (observar el instructivo de selección de gomas).	DL-ENG-TABL-424

3. transportar herramienta hasta el pozo donde se realizara el servicio.	FMQHAS-30
<b>PROCEDIMIENTO EN CAMPO</b>	
4. Especificar peso, tensión y fluidos requeridos para lograr un correcto empaquetamiento y/o liberación de la herramienta y condiciones especiales si son requeridas.	FMQHIP-60 PR00SP-08
5. realizar calibración, medición y ensamble de las herramientas de fondo (Esta operación de calibración y medición, se debe realizar en locación de pozo con los medidores de ID y OD, flexómetro)	FMQHMA-114
6. Realizar un sub-ensamble superior en piso con torque óptimo compuesto por llave pescante, pup joint, empaque tipo fullbore, válvula igualadora, pup joint. <b>NOTA:</b> Se debe medir específicamente longitudes (longitud gomas arriba y gomas abajo del empaque), ID y OD del sub-ensamble.	API 5CT
7. Indicar al personal del RIG que levante el sub-ensamble con el elevador que corresponda, amarrando las manijas; y que sea colocado en boca de pozo a una altura mínima de 10ft, vigilando en todo momento la integridad de la herramienta, y que las personas se encuentran fuera de la línea de peligro.	API 5CT FMQHAS-30 IN00IH-04
8. Antes de realizar el ensamble total se debe medir en piso longitudes (longitud gomas arriba y gomas abajo), ID y OD del empaque. <b>NOTA:</b> Amarrar la cadena mínimo en dos puntos del cuerpo del ensamble, y colocarlo sobre plataforma de manera vertical para poder enganchar la llave pescante.	FMQHIP-60 FMQHAS-30
9. Asegurar el enganche colocando 5 K# de peso sobre la llave pescante y levantar el bloque viajero progresivamente sin soltar el Winche que asegura el tapón (repetir esta maniobra mínimo tres veces).	PR00SP-08
10. Volver a medir las gomas.	FMQHIP-60
<b>INGRESO AL POZO Y CORRIDA DE LA HERRAMIENTA.</b>	
<b>Nota:</b> Antes de bajar se debe recomendar al encargado de pozo, correr raspador y broca de mayor tamaño al máximo OD del empaque. Se debe recomendar bajar la sarta a una velocidad moderada (10-12) juntas por hora. La tubería debe ser medida, calibrada y torqueada con el valor adecuado (ver anexo), así nos aseguramos de no desenroscar la sarta debido a que en cualquier momento se coloca torque a la izquierda. El trabajador encargado debe asegurarse que en todo momento de la corrida la sarta no se vaya a girar, para evitar asentamiento o desenganche del empaque Tándem.	
11. Bajar el BHA a la profundidad deseada teniendo en cuenta que al pasar por el set de preventoras del pozo puede presentarse pérdida de peso.	PR00SP-08
12. Tener en cuenta la alineación del equipo a la boca del pozo y las cuñas de arrastre que tienen los empaques, donde se debe aplicar 1K# de peso y movimientos horizontales para ayudar a la sarta a pasar libremente, nunca gire la sarta en ningún sentido, podría accionar el mecanismo de asentamiento de cualquier empaque.	PR00SP-08 FMQHIP-60

13. Cuando se comience a conectar y bajar tubería se debe supervisar que la sarta se mida, calibre, aplique torque adecuado.	IN00IH-04
<b>PROCESO PARA SENTAR O LIBERAR LOS EMPAQUES</b>	
<b>NOTA:</b> Tome los pesos de la sarta subiendo, bajando y neutro; el peso subiendo se necesita para tensionar y/o ponerle peso al empaque.	
1. Realizar la prueba sello entre los empaques; esto consiste en realizar el asentamiento de los empaques en ciego por encima o por debajo de los intervalos. <b>NOTA:</b> La prueba se considera exitosa cuando se sostiene la presión determinada durante 10 minutos.	FMQHIP-60
<b>ASENTAMIENTO EMPAQUES</b>	
<b>NOTA:</b> Tener en cuenta que la profundidad donde quedan los empaques (centro de gomas), debe estar +/- 5 ft de diferencia de la profundidad del tope o base del intervalo a evaluar.	
1. Registrar los pesos (subiendo, neutro, bajando).	IN00IH-04
2. El primer empaque en sentar es el tipo tapón recuperable y aplicar el instructivo de asentamiento. <b>NOTA:</b> El instructivo para cada empaque se observa al final de la guía para el empaque deseado.	FMQHIP-60
3. Una vez verificado que el empaque está sentado, se procede a la liberación de la llave pescante.	
4. Espaciar la sarta para sentar el empaque superior (full bore), según instructivo que aplique para la referencia de empaque que se seleccionó. <b>NOTA:</b> Evitar que la diferencia entre la punta de la llave pescante y el del empaque tipo tapón recuperable sea de 10 ft para que en el momento de realizar el asentamiento del empaque superior(full bore) no quede enganchado.	FMQHIP-60
<b>DESASENTAMIENTO DE EMPAQUES</b>	
1. Aplicar instructivo del empaque. <b>NOTA:</b> El instructivo para cada empaque se observa al final de la guía para el empaque deseado.	FMQHIP-60
2. Se debe esperar 5 minutos para igualar columnas y relajar las gomas del empaque.	
<b>ENGANCHE Y LIBERACIÓN DEL EMPAQUE TIPO TAPÓN RECUPERABLE.</b>	
1. Aplicar instructivo del empaque. <b>NOTA:</b> El instructivo para cada empaque se observa al final de la guía para el empaque deseado.	FMQHIP-60

## 2. Corrida de empaques para operación de fracturamiento:

Aspectos a tener en cuenta:

El momento de fracturar es un factor muy importante para obtener el total beneficio de este procedimiento. Fracturar en el momento que empieza la pendiente negativa en relación costo-producción, generalmente resulta en una mayor producción de hidrocarburos antes de llegar a su límite económico. La técnica que radica en generar en la roca reservorio una fractura, mediante la inyección a alta presión de un fluido viscoso o fluido fracturante, este fluido penetra por los poros y canales, de forma tal, que los canales se separen aumentando entre sí el área disponible mejorando significativamente su capacidad productiva, entre más profunda sea la fractura, mayor es el aumento de producción

- **Material apuntalante (tipos)**

La efectividad del procedimiento de la fractura depende de dos factores principalmente: la capacidad de flujo creada por el material apuntalante en la fractura y de la resistencia que ofrece éste material para que permanezca abierta.

Los materiales apuntalantes utilizados para un fracturamientos hidráulico son muy diversos, donde se encuentra la arena como el primer material utilizado y el más convencional. Con el paso del tiempo y a través de estudios y nuevas tecnologías se han desarrollado nuevos materiales capaces de soportar las altas presiones en el fondo del pozo. Donde se encuentran los siguientes materiales como los más comunes:

- Arena.
- Cascara de nuez.
- Bolas de aluminio.
- Cristales de vidrio.
- Bauxita.
- Cerámicos.
- Cerámicos cubiertos con resina.
- Arenas cubiertas con resina (curado parcial y completo).

- **Presión de Fractura**

Es la presión necesaria en el fondo para fracturar la formación. También es llamada como presión de tratamiento en el fondo, BHTP.

Donde:

G<sub>f</sub> : Gradiente de fractura, psi/ft.

TVD: Profundidad total medida, ft.

La presión de fractura es la requerida para que permanezca abierta la fractura creada.

- **Gradiente de Fractura**

Al conocer la presión necesaria para extender la fractura, se puede relacionar con la profundidad de la formación en forma de gradiente de fractura.

$$G_f = \frac{BHTP}{TVD}$$

Donde:

- G<sub>f</sub>: Gradiente de fractura.
- BHTP: Presión de extensión de fractura.
- TVD: Profundidad

- **Litología**

Las propiedades de las rocas cambian a medida que la profundidad se incrementa, por ejemplo la porosidad y la permeabilidad tienden a cambiar debido a la presión de los estratos superiores.

La presión para fracturar está relacionada con el estado de tensiones en la formación. Debido a esto las fracturas inducidas hidráulicamente pueden desarrollarse y propagarse en las direcciones del material donde exista menor concentración de tensiones.

Procedimiento.

1. Solicitar al cliente información del pozo: Estado mecánico, registros de cementación y parámetros de prueba.	<b>NORMA API</b>
2. Seleccionar el tipo de empaque, teniendo en cuenta: Disponibilidad, parámetros asentamiento y liberación de empaques. <b>NOTA:</b> Se debe tener muy en cuenta la composición de las gomas (observar el instructivo de selección de gomas).	FMQHIP-60
3. transportar herramienta hasta el pozo donde se realizara el servicio.	FMQHAS-30
<b>PROCEDIMIENTO EN CAMPO</b>	
4. Especificar peso, tensión y fluidos requeridos para lograr un correcto empaquetamiento y/o liberación de la herramienta y condiciones especiales si son requeridas.	FMQHIP-60 PROOSP-08

5. Realizar calibración, medición y ensamble de las herramientas de fondo (Esta operación de calibración y medición, se debe realizar en locación de pozo con los medidores de ID y OD.	FMQHIP-60
6. Se debe medir y calibrar herramienta por herramienta, como dato para ser tenida en cuenta para la sentada del empaque.	FMQHMA-114
7. Antes de iniciar a bajar la sarta se debe asegurar el BHA al elevador de tubería. Verificar en presencia del company man que el mecanismo recorre sin restricciones y además se debe vigilar en todo momento la integridad de la herramienta, y que las personas se encuentran fuera de la línea de peligro.	FMQHAS-30 FMQHMA-114
8. Correr el ensamblaje del empaque usando los elementos de seguridad. <b>Nota:</b> para identificar el sentido de asentamiento del empaque, referirse a la ficha técnica del empaque.	FMQHIP-60
<b>INGRESO AL POZO Y CORRIDA DE LA HERRAMIENTA.</b>	
9. Bajar el BHA a la profundidad deseada, una vez en profundidad tomar pesos de la sarta subiendo, en neutro y bajando. <b>Nota:</b> Supervisar la velocidad de bajada de la sarta de tubería (12 – 15 paradas/hora) para evitar asentamiento prematuro del empaque y pérdida de peso en la sarta no controlado.	IN00IH-04
10. Realizar maniobra de asentamiento de empaque tipo tapón (RBP ó TRV-3) y luego liberación de llave pescante.	FMQHIP-60
11. Armar sarta de tratamiento de acuerdo: La presión máxima de trabajo (psi) se calcula a partir de un gradiente de fractura de psi/ft a punto medio de perforados, presión hidrostática correspondiente en este punto y presión de fractura. $P_{fr} = \text{Gradiente fractura} * \text{profundidad}$ $P_{wh} = \text{Máxima presión de trabajo} = P_{fr} - P_h$	IN00IH-04 PROOSP-08
12. Tener en cuenta para armar la sarta de tratamiento: -Empaque (con válvula de circulación). -Tubería Drill Pipe hasta superficie.	
13. Bajar sarta a profundidad de acuerdo a medida de tubería, sentar empaque, cerrar BOP y probar sello en el anular.	FMQHIP-60
14. Se debe recuperar tapón con unidad de wireline.	
15. Bombear volumen del fluido de fracturamiento a una presión máxima de trabajo por debajo de la presión de fractura. <b>Nota:</b> El fluido de fracturamiento debe cumplir con unos parámetros y será seleccionado en el momento de la selección del empaque de acuerdo al estado y litología del pozo.	FMQHIP-60 PROOSP-08
16. Desplazar fluido restante de acuerdo al volumen correspondiente a la capacidad de la tubería de trabajo.	
<b>Nota:</b> Finalizada la operación de fractura se debe realizar un des-asentamiento del empaque tipo fullbore con el anular presurizado para evitar que arena llegue a la parte superior del empaque. Se debe tener presente la posibilidad de correr coiled tubing para realizar limpieza.	
17. Desasentar empaque y recuperar sarta de prueba.	FMQHIP-60

### 3. Corrida de empaques para operación de estimulación:

#### Aspectos a tener en cuenta

La estimulación se lleva a cabo con el propósito primordial de aumentar la producción, ya sea de petróleo o gas. También se realiza con el fin de mejorar la inyección en los pozos.

- Tipos de fluidos

Los sistemas ácidos en uso pueden clasificarse como:

- Ácidos minerales: Son el HCl y el HF.
- Ácidos orgánicos: Las principales virtudes de los ácidos orgánicos son su menor corrosividad y más fácil inhibición a altas temperaturas. Están compuestos por: el ácido fórmico (HCOOH) y (CH<sub>3</sub>COOH). Que son los que contienen carbono.
- Ácidos en polvo: - Los ácidos sulfámico y cloroacético tienen un uso limitado; asociado con la facilidad de transportarlos a localizaciones remotas en forma de polvo.
- Mezclas de ácidos: Como el HCl con ácido acético, HCl con fórmico, ácido fluorhídrico con fórmico.
- Sistemas de ácidos retardados: Estos son ácidos químicamente retardados y ácidos emulsificados.

#### Procedimientos de una estimulación.

Generalmente las estimulaciones consisten en:

- Tratamiento a la matriz o intersticial:  
Es la inyección de ácido a la formación, a una presión menor que la de fractura. El objetivo del tratamiento consiste en lograr la penetración radial del ácido a la formación.

La estimulación se efectúa para eliminar los efectos de la reducción de permeabilidad en la vecindad del pozo, disolviendo las partículas que obturan la formación.

- Tratamiento de lavado o limpieza:  
Los tratamientos de limpieza están diseñados para remover las incrustaciones solubles en ácido que se presenten en el pozo o para abrir las perforaciones. Consiste este tratamiento en colocar una pequeña cantidad de ácido en el lugar adecuado o deseado, permitiendo que reaccione con los depósitos o la formación



1. Solicitar al cliente información del pozo: Estado mecánico, registros de cementación y parámetros de prueba.	<b>NORMA API</b>
2. Seleccionar el tipo de empaque, teniendo en cuenta: Disponibilidad, parámetros asentamiento y liberación de empaques. <b>NOTA:</b> Se debe tener muy en cuenta la composición de las gomas (observar el instructivo de selección de gomas).	DL-ENG-TABL-424
3. transportar herramienta hasta el pozo donde se realizara el servicio.	FMQHAS-30
<b>PROCEDIMIENTO EN CAMPO</b>	
4. Especificar peso, tensión y fluidos requeridos para lograr un correcto empaquetamiento y/o liberación de la herramienta y condiciones especiales si son requeridas.	FMQHIP-60 PROOSP-08
5. Realizar calibración, medición y ensamble de las herramientas de fondo (Esta operación de calibración y medición, se debe realizar en locación de pozo con los medidores de ID y OD.	FMQHIP-60
6. Se debe medir y calibrar herramienta por herramienta, como dato para ser tenida en cuenta para la sentada del empaque.	FMQHMA-114
7. Antes de iniciar a bajar la sarta se debe asegurar el BHA al elevador de tubería. Verificar en presencia del company man que el mecanismo recorre sin restricciones y además se debe vigilar en todo momento la integridad de la herramienta, y que las personas se encuentran fuera de la línea de peligro.	FMQHAS-30 FMQHMA-114
8. Correr el ensamblaje del empaque usando los elementos de seguridad. <b>Nota:</b> para identificar el sentido de asentamiento del empaque, referirse a la ficha técnica del empaque.	FMQHIP-60
<b>INGRESO AL POZO Y CORRIDA DE LA HERRAMIENTA.</b>	
9. Bajar el BHA a la profundidad deseada, una vez en profundidad tomar pesos de la sarta subiendo, en neutro y bajando. <b>Nota:</b> Supervisar la velocidad de bajada de la sarta de tubería (12 – 15 paradas/hora) para evitar asentamiento prematuro del empaque y pérdida de peso en la sarta no controlado.	IN00IH-04
10. Realizar maniobra de asentamiento de empaque tipo tapón (RBP ó TRV-3) y luego liberación de llave pescante.	FMQHIP-60
11. Armar sarta de tratamiento de acuerdo, tener en cuenta para armar la sarta de tratamiento: -Empaque (con válvula de circulación).	IN00IH-04 PROOSP-08 FMQHIP-60
12. Bajar sarta a profundidad de acuerdo a medida de tubería, sentar empaque, cerrar BOP y probar sello en el anular.	FMQHIP-60
13. Con la válvula de circulación del RTTS abierta y el empaque sentado, realizar tratamiento: -Bombear fluido acido hasta completar el volumen de desplazamiento permitiendo tener unos barriles de tratamiento en la cara de la formación. - Permitir la acción del ácido mediante el tiempo establecido previamente en remojo.	PROOSP-08 FMQHIP-60

<ul style="list-style-type: none"> <li>-Bombear fluido de volumen postflujo considerado previamente, forzando el fluido hacia la formación y manteniendo una presión máxima de fractura por debajo de la presión de fractura.</li> <li>- Bombear barriles de salmuera (de acuerdo al volumen correspondiente de la capacidad de trabajo de la tubería), buscando forzarla hacia la formación.</li> <li>- Permitir que el fluido actúe mediante un tiempo establecido de remojo.</li> </ul>	
<p>14. Desasentar empaque y recuperar sarta de prueba.</p>	