

**ANALISIS DE LOS TIEMPOS DE CORRIDA DE LA SARTA DE VARILLA EN
EL SERVICIO A POZO DE LOS EQUIPOS DE VARISUR Y COMPAÑÍA LTDA
EN EL CAMPO DINA TERCARIOS.**

JULIAN CAMILO DIAZ TRUJILLO

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA DE PETROLEOS
NEIVA
2013**

**ANALISIS DE LOS TIEMPOS DE CORRIDA DE LA SARTA DE VARILLA EN
EL SERVICIO A POZO DE LOS EQUIPOS DE VARISUR Y COMPAÑÍA LTDA
EN EL CAMPO DINA TERCARIOS.**

JULIAN CAMILO DIAZ TRUJILLO

**Informe final de proyecto de grado presentado como requisito
Para optar el título de ingeniero de petróleos**

Director

**CARLOS ERNESTO PINZÓN
Ingeniero de Petróleos
Gerente de Operaciones de VARISUR Y COMPAÑÍA LTDA.**

Codirector

**LUIS HUMBERTO ORDUZ
Ingeniero de Petróleos
Docente de la Universidad Surcolombiana**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA DE PETROLEOS
NEIVA
2013**

Nota de aceptación

Director

Codirector

Jurado

Jurado

Neiva, 3 de Mayo del 2013

DEDICATORIA

A DIOS todopoderoso por darme la vida y la fortaleza necesaria para vivirla, la sabiduría y el entendimiento para la realización de esta meta. A mis padres Benjamín Díaz Lasso Y Gloria Inés Trujillo por su apoyo incondicional, a mis hermanos Juan Sebastián Díaz Trujillo, Gloria Mercedes Díaz Trujillo, Mayra Alejandra Delgado Trujillo.

A mi compañera Jennifer Alexandra Mayorga por su paciencia y amor incondicional entregado en todos los momentos a mi lado.

A toda la familia VARISUR que me prestaron todas las herramientas necesarias para la realización de este proyecto de grado.

JULIAN CAMILO DIAZ TRUJILLO

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su agradecimiento a:

Dios por colocar todas estas personas en mi camino

LUIS HUMBERTO ORDUZ. Ingeniero de Petróleos. Profesor Titular del Programa de Ingeniería de Petróleos, jefe de programa de ingeniería de petróleo. Por su excelente labor como docente que contribuyó a la formación de la que soy hoy en día, por su asesoría y colaboración como codirector del Proyecto de grado.

ERVIN ARANDA ARANDA. Ingeniero de Petróleos. Profesor Titular del Programa de Ingeniería de Petróleos. Por sus conocimientos que contribuyeron a nuestra formación profesional. Su colaboración como evaluador del proyecto.

LUIS ENRIQUE MANTILLA. Ingeniero de petróleo, Profesor del Programa de Ingeniería de Petróleos de la Facultad de Ingeniería. Por su valiosa colaboración para la realización del mismo.

VARISUR Y COMPAÑÍA LTDA. En general a toda la familia Varisur Por su colaboración y apoyo logístico para la elaboración de este proyecto.

A todas aquellas personas que de una u otra manera aportaron su grano de arena en la realización de este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

1	GENERALIDADES DE VARISUR Y COMPAÑÍA LTDA	14
1.1	RESEÑA HISTORICA	14
1.2	MISION	14
1.3	VISION	14
2	RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS	15
2.1	PRIMERA ETAPA	15
2.1.1	Trabajo seguro, limpio y saludable.	15
2.1.2	Decálogo operacional de un ángel comprometido.....	16
2.2	SEGUNDA ETAPA.....	17
2.2.1	Generalidades de la sarta de varillas convencional.....	17
2.2.2	Diseños de roscas de la varilla Tenaris y API.....	21
2.2.3	Dimensionamiento de la sarta de varilla convencional	22
2.3	TERCERA ETAPA	22
2.3.1	Responsables y roles en la operación de la compañía.....	22
2.3.2	Operaciones en donde se realiza corrida de la sarta de varilla	25
2.3.3	Herramientas utilizadas en la corrida de la sarta de varilla.....	25
2.3.4	Clasificación de las herramientas de varilla según la compañía... 28	
2.4	CUARTA ETAPA.....	28
2.4.1	Intervenciones del equipo Varisur -14	29
2.4.2	Intervenciones del equipo Varisur -5	33
2.4.3	Resumen operacional de los equipos Varisur-14 y Varisur-5	37
3	CONCLUSIONES	38
4	RECOMENDACIONES	40
	BIBLIOGRAFIA	42

LISTA DE TABLA

Tabla 1: Dimensionamiento de la sarta de varilla convencional	22
Tabla 2: Clasificación que tiene la compañía a las herramientas de varilla.	28
Tabla 3: Servicios donde se trabajó sarta de varilla convencional. Varisur-14.	29
Tabla 4: Justificación de pérdidas de tiempo. Varisur-14	32
Tabla 5: Servicios donde se trabajó sarta de varilla convencional. Varisur-5...	33
Tabla 6: Justificación de pérdidas de tiempo. Varisur-5	36
Tabla 7: Normalización de tiempos de trabajo en condiciones normales	38

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Varilla de 7/8 con su respectivo Coupling	20
Ilustración 2: Centralizador de varilla PL-5 de 7/8"	20
Ilustración 3: Diferencia de rosca de la varilla entre Tenaris y API.....	21
Ilustración 4: Llave hidráulica de varilla.....	25
Ilustración 5: Elevador de varilla (Rod Elevator).....	26
Ilustración 6: Elevador de transferencia (Rod Elevator Socket)	26
Ilustración 7: Llave de mano (Rod Wrenches).....	27
Ilustración 8: Aguantadora de varilla (Rod Tong Wrenches)	27
Ilustración 9: Ilustración: Gancho de varilla (Rod Hook).....	28
Ilustración 10: Verificación del torque óptimo de la varilla	54
Ilustración 11: Carta de desplazamiento de varilla convencional	59

LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1: Pulling de sarta de varilla con rotor Varisur-14	30
Grafica 2: Grafica: Running de la sarta de varilla con rotor Varisur-14	30
Grafica 3: Running de sarta de varilla con OverShot Varisur-14.....	31
Grafica 4: Pulling de sarta de varilla con OverShot. Varisur-14.....	31
Grafica 5: Tiempo perdido Varisur-14	32
Grafica 6: Pulling de sarta de varilla con rotor Varisur-5	34
Grafica 7: Running de sarta de varilla con rotor Varisur-5.....	34
Grafica 8: Running de sarta de varilla con OverShot. Varisur-5.....	35
Grafica 9: Pulling de sarta de varilla con OverShot. Varisur-5.....	35
Grafica 10: Tiempo perdido Varisur-5	36
Grafica 11: Resumen operacional en el cual se trabajó varilla convencional ...	37

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: carnet de inducción ECOPETROL	44
Anexo 2: Estado mecánico de la varilla convencional del pozo DT-112	44
Anexo 3: proceso de operaciones (servicio a pozo)	45
Anexo 4: programa operacional (Well Planning) del pozo DT-90.....	46
Anexo 5: Reporte diario de operaciones del pozo DT-90. Varisur-5	49
Anexo 6: Recomendaciones para el Pulling de la sarta de varilla	54
Anexo 7: Recomendaciones para el Running de la sarta varilla.	58

GLOSARIO

ENCUELLADERO: Constituye una plataforma de trabajo ubicada en la torre, permite que el encuellador coloque en triples la sarta de varilla mientras se está sacando la misma. Para ello, este accesorio consta de una serie de espacios semejando un peine donde el encuellador coloca las varillas

LLAVE HIDRAULICA DE VARILLA: (Hydraulic lock rod); Se usa conjuntamente con la llave aguantadora para hacer las conexiones o desconexiones de la varilla.

SARTA DE BOMBEO: Es un conjunto de varillas que conecta la bomba de subsuelo o el Rotor con la barra pulida en superficie, su principal función es transmitir el movimiento recíprocante de la barra pulida a la bomba para extraer el crudo.

BHA: Para efectos del presente Instructivo se denomina BHA a la bomba, pistón o herramienta de fondo que se saca o se baja con la varilla.

TRIPLE DE VARILLA: Tres varillas conectadas.

GANCHO DE VARILLA: (Rod hook); herramienta que acoplada a un elevador de varillas permite el levantamiento de las mismas.

ELEVADOR DE VARILLA: (Rod elevator); va acoplado al gancho de varilla y es donde se coloca la varilla para elevarla.

ELEVADOR DE TRANSFERENCIA: (Rod elevator socket); Lo utiliza en encuellador para enganchar los triples de varilla y así colocarlos en la parrilla de trabajo de varilla de la torre telescópica.

LLAVE AGUANTADORA: (Rod tong wrenches); Ubicada en la parte inferior de la llave hidráulica y es la encargada de sostener “aguantar” la varilla cuando se le aplica torque.

PREVENTORA DE VARILLA: (Rod preventor); Se ubica en la parte superior del cabezal, es manual y sujeta la sarta de varilla en el momento de presentarse cualquier arremetida de fluidos.

COUPLING: Une a dos varillas ya sea de igual diámetro como también de diferente tamaño

CENTRALIZADOR: Se pueden ubicar entre dos varillas como también en el cuerpo de la misma, aislándola de las paredes del Tubing evitando así su desgaste por fricción.

LLAVE MANUAL DE VARILLA: (Rod wrenches); Utilizada para torquar manualmente la varilla.

PONY ROD: Varilla de longitud corta, generalmente de 2, 4, 6, 8, 10 y 12 pies.

PULLING: Acción de sacar la sarta de varillas del pozo.

RUNNING: Acción de bajar la sarta de varillas dentro del pozo.

RACK: Plataforma donde se ubican las varillas una vez ha sido desconectada/conectada de la sarta en las operaciones de pulling y running.

INTRODUCCION

Las operaciones de servicio a pozo en la industria petrolera son de mucha importancia en la producción final petrolera del país, pues ellas pueden aumentar la producción de determinados pozos o simplemente mantenerla por medio de una serie de trabajos y parámetros ya establecidos. Se mantiene la producción reparando o corrigiendo daños o anomalías en: el estado mecánico de un pozo, en la sarta de producción, sarta de bombeo y en el BHA. Se aumenta la producción con operaciones invasivas, entre las más comunes están fracturamiento hidráulico y acidificación.

El proyecto de grado en VARISUR Y COMPAÑÍA LTDA se desarrollo en campo y su principal limitación es que el trabajo solo se desarrollo en dos de los 15 equipos con los que cuenta Varisur para el servicio a pozo pero se espera la aplicación de las recomendaciones en la totalidad de la empresa para poder ser a futuro la mejor empresa operadora de servicio a pozo del país.

1 GENERALIDADES DE VARISUR Y COMPAÑÍA LTDA

1.1 RESEÑA HISTORICA

Fue Creada el 3 de marzo de 1.986, por iniciativa del Ingeniero CARLOS ONOFRE PINZÓN SIERRA. Egresado en el año de 1.960, de la facultad de Ingeniería de Petróleos de la Universidad Industrial de Santander, con más de 25 años de experiencia en las actividades de perforación, mantenimiento y reacondicionamiento de pozos de petróleo, orientó sus esfuerzos a la creación de una empresa de origen nacional, con capacidades humanas, técnicas y financieras, capaz de competir en un mercado hasta entonces controlado por firmas extranjeras.

Con la adquisición de un equipo básico para el mantenimiento de pozos de petróleo, marca FRANK 33, con capacidad de 48.000 libras, se iniciaron las actividades de varilleo en los pozos de la Asociación DINA 540, operada por la empresa HOCOL S. A., generando empleo directo a 12 personas e iniciando un proceso de consolidación y crecimiento en la industria.

Actualmente cuenta con 16 frentes de trabajo con equipos de capacidades entre 48.000 y 275.000 libras de tensión y una nomina que supera los 400 trabajadores, VARISUR Y COMPAÑÍA LIMITADA atiende las necesidades que en materia de mantenimiento y reacondicionamiento de pozos de petróleo, demandan en los Departamentos del Huila y Tolima, Operadoras tales como HOCOL S. A., PEROBRAS INTERNATIONAL B.V., PETROBRAS COLOMBIA LIMITED y ECOPETROL S. A. entre otras.

1.2 MISION

Prestar servicios de Completamiento, Mantenimiento y Reacondicionamiento de Pozos de PETRÓLEO, GAS y AGUA, cumpliendo con los requerimientos de los clientes, desarrollando nuestros Procesos con Personal Competente que contribuya a lograr alcanzar bienestar y desarrollo de la organización, empleados, comunidades, generando un beneficio económico apropiado para los socios a través de la Transparencia, Sostenibilidad, Responsabilidad, Confianza y Trabajo en Equipo.

1.3 VISION

Estar posicionados en el año 2016 como una alternativa confiable en el sector de Hidrocarburos a nivel nacional, siendo reconocidos por la prestación de los servicios bajo Estándares de Calidad, Gestión de Seguridad, Salud Ocupacional, Medio Ambiente y Talento Humano altamente capacitado, satisfaciendo las necesidades de los clientes internos y externos que contribuya al crecimiento de la Organización a través de la Transparencia, Sostenibilidad, Responsabilidad, Confianza y Trabajo en equipo.

2 RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS

El proyecto de grado sobre el análisis de los tiempos de corrida de la sarta de varilla en el servicio a pozo de los equipos de VARISUR Y COMPAÑÍA LTDA. En el campo DINA TERCARIOS se basó en 4 etapas fundamentales durante el tiempo de ejecución del proyecto de grado (3 meses).

2.1 PRIMERA ETAPA

Consistió en la inducción por parte de la empresa operadora ECOPEPETROL, en la cual se habló de sus políticas de seguridad, social y medio ambiente. Esto se realizó con el fin de tener un permiso de ingreso a los equipos de Workover y WellSevice de la empresa VARISUR Y COMPAÑÍA LTDA.

En el anexo 1 evidencio que aprobé dicha inducción

2.1.1 Trabajo seguro, limpio y saludable.

Uno de los objetivos de Ecopetrol S.A. es lograr que sus contratistas operen con unos estándares óptimos, asegurando que sus operaciones puedan ser sostenibles y que contribuyan al reto de empresa de producir "barriles limpios"; es decir, cumplimiento de metas sin afectación a personas, al ambiente y las comunidades.

El pilar del proceso "Fomento de trabajo seguro, limpio y saludable" es actuar para garantizar un entorno sano, seguro y limpio en las actividades diarias, propias y de los compañeros de trabajo, anteponiendo la integridad de las personas, del medio ambiente y de la comunidad como aspecto prioritario tanto dentro como fuera de la organización.

Así, para asegurar el éxito de la estrategia de FOMENTO DEL TRABAJO SEGURO, LIMPIO Y SALUDABLE, es necesario contar con el compromiso de los diferentes actores: Gestores, Contratistas, Trabajadores, de acuerdo con las fases definidas:

2.1.1.1 **Primera:** A cargo del contratista, subcontratistas o proveedor de servicios quien, previo aseguramiento de las competencias de sus trabajadores frente al oficio a realizar, adelanta las acciones para que su personal tenga conocimiento de las normas mínimas que deberá aplicar dentro de las instalaciones de Ecopetrol S.A. Al finalizar la actividad el contratista aplicará una prueba de conocimiento de estas normas mínimas y enviará a la Gestoría Administrativa del Contrato la solicitud de inscripción para la segunda fase solo el listado de los trabajadores que la hayan aprobado.

2.1.1.2 **Segundo:** Ejecutada por Ecopetrol S.A., a través de la Dirección de HSEQ o quien haga sus veces, quien desarrollará con los trabajadores de la firma contratista que hubiesen inscritos, mediante una jornada presencial en la cual se fortalecerá el compromiso con la vida, la cual iniciará con una prueba de los conocimientos revisados en la primera fase.

2.1.1.3 **Tercero:** A cargo del área operativa que recibirá los servicios de las firmas contratistas y que tendrá dentro de sus instalaciones la presencia de los trabajadores de la misma.

Este es un esfuerzo conjunto entre la Operadora y contratista que permitirá que se logren los objetivos y tengan un impacto positivo, entendiendo los beneficios que trae el trabajar de manera sana, segura y limpia. En mejora de la calidad de vida de los trabajadores.

2.1.2 Decálogo operacional de un ángel comprometido

El ángel comprometido son todos aquellos empleados directos e indirectos que dentro y fuera del entorno laboral cumplen con el decálogo operacional que se nombra a continuación. Esto tiene como objetivo fomentar el trabajo seguro, limpio y saludable.

- Porto mi carnet en un lugar visible dentro de las instalaciones de Ecopetrol y respondo por mis visitantes.
- Realizo mi trabajo libre del efecto de alcohol y drogas ilegales.
- Me abstengo de portar armas de fuego (solo la fuerza pública podrá hacerlo)
- Apago mis equipos electrónicos y de comunicación en las áreas operativas, para su utilización, solicito un permiso de trabajo en caliente salvo que sean intrínsecamente seguros.
- Sigo los procedimientos durante las actividades para cuidarme, cuidar al otro y cuidar el medio ambiente utilizando siempre los elementos de protección personal.
- En el trabajo, y fuera de el, siempre respeto las señales de tránsito utilizo los cinturones de seguridad y cuido al peatón.

- Planeo y ejecuto mis tareas teniendo en cuenta los respectivos análisis de riesgo, permisos de trabajo y certificados de apoyo; implemento los apoyos requeridos y suspendo toda actividad que ponga en riesgo la vida y el medio ambiente.
- Aislo bloqueo y tarjeteo toda fuente de energía eléctrica, neumática, mecánica, hidráulica de vapor o gas cuando intervengo sistemas y equipos.
- Hago de Ecopetrol un espacio libre de humo, por ello los fumadores deben dirigirse a las zonas permitidas.
- Reporto e investigo las fallas de control e incidentes, investigo las acciones correctivas y divulgo las acciones por aprender, para prevenir y evitar que se repitan.

2.2 SEGUNDA ETAPA

Se basó específicamente en recopilar información teórica de las operaciones, procedimientos, dimensionamiento, tipos y configuraciones de la sarta de varilla convencional.

En el anexo 2 muestro el estado mecánico referente a la varilla convencional del pozo DT-112

Las dos primeras etapas tienen una duración aproximada de un mes.

2.2.1 Generalidades de la sarta de varillas convencional

La función de la sarta de varillas convencional es transmitir el movimiento entre el motor de superficie con la bomba que se encuentra en el subsuelo. Estas operan dentro de la sarta de tubería, la cual conduce hasta superficie los fluidos bombeados.

Las varillas convencionales disponibles en el mercado son de cinco diferentes diámetros API. Su diseño consiste esencialmente en determinar la sarta más ligera, la más económica, que pueda utilizarse sin exceder el esfuerzo de trabajo de las propias varillas.

El máximo esfuerzo de trabajo para las varillas depende de su composición química y propiedades mecánicas, además de la naturaleza del fluido bombeado, es decir, si éste es o no corrosivo. Como regla general, es deseable mantener el esfuerzo de las varillas por debajo de las 30000 lbs/plg², sin embargo, la experiencia en diferentes áreas productoras puede indicar límites menores.

Cuando las bombas están colocadas a profundidades mayores de 3500 pies, generalmente es recomendable usar sarta de varillas de diferentes diámetros. La sarta de varilla más delgadas van en el fondo e inmediatamente las de mayor diámetro van encima. Esto se hace con el fin de que la sarta de varilla más gruesas soporten mayor carga por tensión.

2.2.1.1 Características del acero de las varillas convencionales

El principal componente de la sarta de varillas de bombeo es el acero. Muchas varillas contienen arriba del 90% de acero en su composición, pero esto les da una consistencia suave y débil, por lo que es recomendable agregar otros elementos para proporcionar al acero la fuerza necesaria que debe tener, así como otras propiedades. Los diferentes materiales que pueden ser agregados para lograr una cierta aleación con acero son los siguientes:

2.2.1.1.1 **Carbón.** Este elemento es agregado para incrementar la fuerza, la dureza y la susceptibilidad para tratamiento con calor, sin embargo, al incrementarse el contenido de carbón la resistencia a la corrosión, la ductibilidad y el impacto a la resistencia tienden a decrecer.

2.2.1.1.2 **Manganeso.** Hace al acero menos quebradizo y actúa como un desoxidante para reducir la formación del óxido de acero, el cual tiende a debilitar la aleación. Algunas varillas contienen arriba del 1% de manganeso.

2.2.1.1.3 **Silicón.** Es muy parecido al manganeso, es útil como un desoxidante en la refinación de aceros de alto grado. Algunas varillas contienen alrededor de 0.15 al 0.35% de este elemento.

2.2.1.1.4 **Níquel.** Es agregado para combatir las condiciones corrosivas encontradas en los pozos de aceite, también tienen un efecto de endurecimiento sobre el acero para evitar la disolución del fierro.

2.2.1.1.5 **Vanadio.** Incrementa el endurecimiento del acero aún cuando se presente en pequeñas cantidades, fomenta una estructura granular buena y retarda el ablandamiento del acero cuando se somete a altas temperaturas.

2.2.1.1.6 **Cobre.** Es agregado para resistir los ambientes corrosivos. Los aceros que contienen más del 0.6% de cobre tienen una tendencia muy pronunciada hacia el endurecimiento precipitado.

2.2.1.1.7 **Boro.** Es usado para incrementar el endurecimiento del acero, generalmente se agrega en porcentajes de 1 % por su efectividad.

2.2.1.1.8 **Cromo.** Contribuye al endurecimiento del acero y mejora la resistencia a la corrosión del acero en el aire y en otros ambientes, aunque el níquel es más efectivo.

2.2.1.1.9 **Molibdeno.** Es uno de los agentes más potentes que se agrega como elemento de aleación, aunque no es tan efectivo como el carbón, es un refuerzo en la sarta de varillas para evitar su respuesta al tratamiento con el calor.

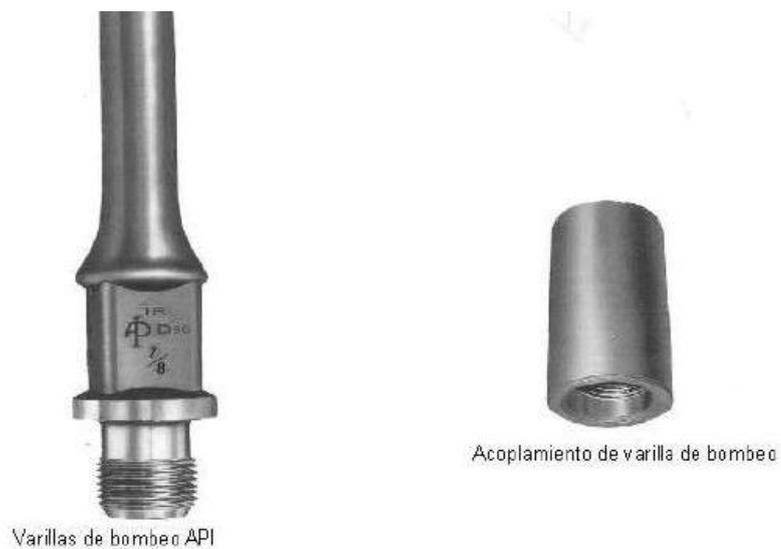
2.2.1.2 Clases de varillas

2.2.1.2.1 **Clase K.** Son varillas de níquel-molibdeno. Son resistentes a la corrosión y su resistencia mínima a la tensión es de 82000 lbs/plg².

2.2.1.3 **Clase C.** Son varillas de aleación carbón-manganeso. Son para trabajo pesado y medio; su inhibición contra la corrosión es muy efectiva, su resistencia mínima a la tensión es de 90000 lbs/plg². En la mayoría de los pozos se utiliza este tipo de varilla.

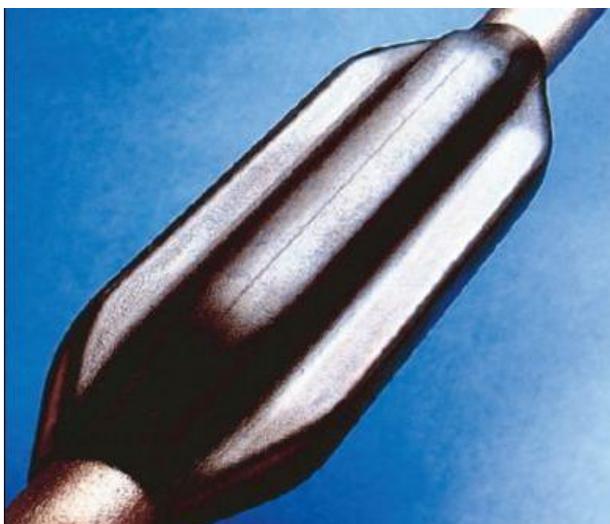
2.2.1.3.1 **Clase D.** Son varillas de aleación de níquel y cromo. Su resistencia mínima a la tensión es de 115000 lbs/plg². Estas varillas se utilizan donde las varillas tipo C quedan en punto crítico, generalmente para pozos de alta producción y que no manejen ácido sulfhídrico.

Ilustración 1: Varilla de 7/8 con su respectivo Coupling



Fuente: Manual Tenaris Blue Pág. 14

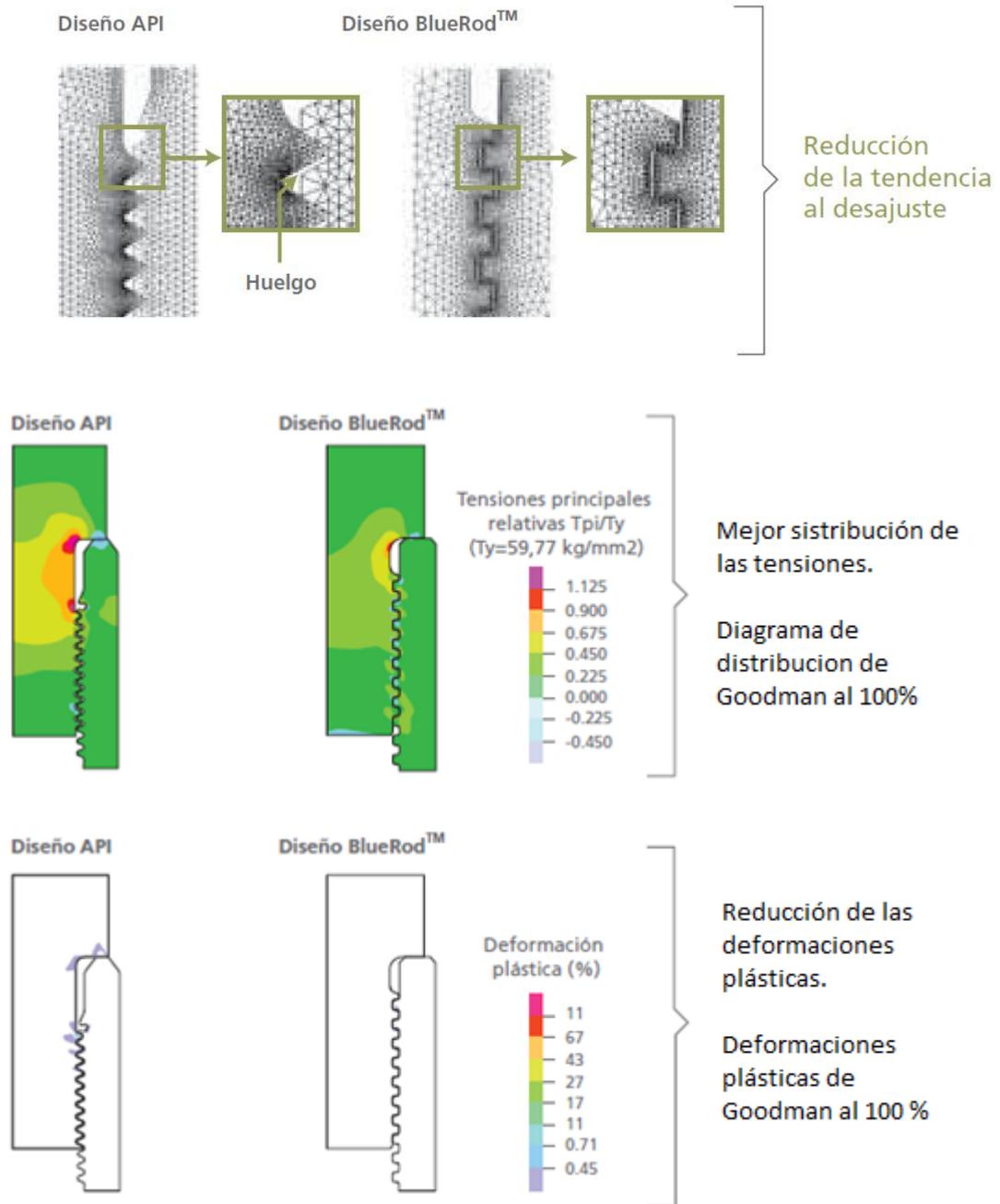
Ilustración 2: Centralizador de varilla PL-5 de 7/8"



Fuente 1: Manual Tenaris Blue Pág. 17

2.2.2 Diseños de roscas de la varilla Tenaris y API

Ilustración 3: Diferencia de rosca de la varilla entre Tenaris y API



Fuente: Manual Tenaris Blue Pág. 17

2.2.3 Dimensionamiento de la sarta de varilla convencional

La sarta de varilla convencional se encuentra de diferentes diámetros y longitudes, y dependiendo de las necesidades del pozo se configura el estado mecánico de la sarta de varilla. En la tabla 1 se observa el dimensionamiento de la sarta de varilla convencional.

Tabla 1: Dimensionamiento de la sarta de varilla convencional

LARGO (Pies)	PESOS SIN CUPLAS (Kg)										
	5/8"	3/4"	7/8"	7/8" Pin 1"	1"	1" Pin 7/8"	1 1/8" Pin 7/8"	1 1/8"	1 1/4" Pin 1"	1 1/4" Pin 1 1/8"	1 1/2" Pin 1 1/8"
2'	0,973	1,42	1,964	2,00	2,61	2,61	3,25	3,37	4,08	4,16	6,00
3'	1,45	2,105	2,90	2,93	3,83	3,83	4,79	4,91	5,99	6,07	8,74
4'	1,921	2,785	3,82	3,86	5,04	5,04	6,32	6,44	7,87	7,96	11,46
5'	2,40	3,47	4,753	4,79	6,26	6,26	7,86	7,98	9,78	9,86	14,19
6'	2,87	4,15	5,676	5,71	7,46	7,46	9,89	9,51	11,66	11,74	16,91
7'	3,344	4,834	6,611	6,65	8,68	8,68	10,93	11,05	13,57	13,65	19,65
8'	3,815	5,51	7,533	7,57	9,89	9,89	12,45	12,58	15,45	15,53	22,37
10'	4,761	6,874	9,39	9,42	12,31	12,31	15,52	15,65	19,24	19,32	27,82
12'	5,709	8,239	11,25	11,28	14,74	14,74	18,59	18,72	23,03	23,11	33,28
25'	12,31	17,84	24,01	24,66	31,90	31,18	39,39	39,39	49,10	49,10	69,53
30'	14,68	21,20	28,54	-	37,99	-	47,09	47,09	58,89	58,14	83,18

2.3 TERCERA ETAPA

La tercera etapa se llevó a cabo en los equipos VARISUR Y COMPAÑÍA LTDA. En campo, primero se recibió una inducción por parte del supervisor de operaciones en donde comentó: las actividades propias del personal, Los pasos a seguir antes de realizar cualquier servicio a un pozo, las operaciones en las cuales se realiza Pulling y Running de varilla convencional, clasificación que tiene Varisur de las herramientas de levante de varilla convencional, etc.

En el Anexo 3 se muestra el proceso de operaciones (servicio a pozo) antes de intervenir el mismo.

2.3.1 Responsables y roles en la operación de la compañía

Todas las personas que se encuentran en la cuadrilla de trabajo, cumplen con una serie de responsabilidades, y estas dependen del cargo que se encuentren cumpliendo.

2.3.1.1 Jefe de pozo o supervisor de operaciones

- ✓ Velar porque la operación se ejecute dentro de los más altos estándares de HSEQ.
- ✓ Verificar que se cumpla con el diseño propuesto por Ingeniería y/o Control de Producción.
- ✓ Asegurar de que se le den un buen manejo a las varillas.
- ✓ Dejar un registro claro y confiable acerca del tipo, cantidad, profundidad, estado, accesorios, etc.; que componen la sarta de varillas.
- ✓ Reportar a Ingeniería y/o Control de Producción cualquier anomalía, sustancia, etc. que se encuentre en la sarta de varillas.
- ✓ Disponer el equipo en condiciones óptimas para la realización del trabajo.
- ✓ Cumplir con el diseño, calidad de la herramienta y materiales ofrecidos.
- ✓ Soportar técnicamente al jefe de pozo durante la operación de corrida de la sarta de varilla.
- ✓ Junto con el jefe de pozo y supervisor de operaciones, velar porque todo el personal involucrado en la operación la ejecute de una manera segura y dentro de los más altos estándares de calidad

2.3.1.2 Maquinista

- ✓ Realizar las tareas asignadas con altos estándares de HSEQ.
- ✓ Operar el equipo de reacondicionamiento y/o mantenimiento de pozos para sacar o bajar la sarta de varillas sin causar daño a las personas, a la torre o a los equipos del pozo.
- ✓ Operar la bomba del sistema hidráulico en forma tal que durante la operación de la llave hidráulica no se lastime a ninguno de los participantes en la operación.

2.3.1.3 Encuellador

- ✓ Realizar las tareas asignadas con altos estándares de HSEQ.
- ✓ Retirar el cabezal de la unidad de bombeo y cualquier otra tarea que involucre el trabajo en alturas.
- ✓ Limpiar las roscas de la varilla y manipular las mismas en los racks.

2.3.1.4 Cuñero 1

- ✓ Realizar las tareas asignadas con altos estándares de HSEQ.
- ✓ Manipular los elevadores de varilla tanto en el pulling como en el running de las mismas.

2.3.1.5 Cuñero 2

- ✓ Realizar las tareas asignadas con altos estándares de HSEQ.
- ✓ Operar la llave hidráulica de varilla de una forma segura y aplicando el torque indicado según los lineamientos de cada área operativa.

2.3.2 Operaciones en donde se realiza corrida de la sarta de varilla

Los sistemas de levantamiento artificial que utilizan una sarta de varilla son: Bombeo Mecánico y Bombeo de Cavidades Progresivas. Cuando falla el equipo de subsuelo, cuando se requiere realizar un servicio proactivo, cambiar el estado mecánico del pozo, entre otros servicios que mencionan a continuación, se realiza corrida de la sarta de varilla.

- Bomba dañada
- Varilla parida o desconectada
- Tubería rota
- Remoción de parafinas
- Falla de equipo de subsuelo
- Optimización
- Cambio del estado mecánico del pozo
- Cambio de bomba

2.3.3 Herramientas utilizadas en la corrida de la sarta de varilla

A continuación se muestran las herramientas de varilla más utilizadas en la corrida de la sarta de varilla.

La llave Hidráulica como se indica, funciona hidráulicamente; va colgada de la torre por medio del winche. El encargado de Activar y desactivar esta llave es el Maquinista desde su tablero de control. En la ilustración 4 se observa una Llave hidráulica de varilla.

Ilustración 4: Llave hidráulica de varilla



Fuente: Varisur y Compañía LTDA

En la ilustración 5 se observa un elevador de varilla de 1" marca O'Bannon que soporta un peso de 30000 lb.

Ilustración 5: Elevador de varilla (Rod Elevator)



Fuente: Varisur y Compañía LTDA

En la ilustración 6 se observa un elevador de transferencia de 7/8" marca Oil States, con capacidad de 28000 lbs.

Ilustración 6: Elevador de transferencia (Rod Elevator Socket)



Fuente: Varisur y Compañía LTDA

En la ilustración 7 se observa una llave de mano de 1 1/8" marca O'Bannon.

Ilustración 7: Llave de mano (Rod Wrenches)



Fuente: Varisur y Compañía LTDA

En la ilustración 8 se observa una Aguantadora de varilla de 7/8" marca Tenaris USA.

Ilustración 8: Aguantadora de varilla (Rod Tong Wrenches)



Fuente: Varisur y Compañía LTDA

En la ilustración 9 se observa un gancho de varilla marca O'Bannon con capacidad de 25000 Lbs

Ilustración 9: Ilustración: Gancho de varilla (Rod Hook)



Fuente: Varisur y Compañía LTDA

2.3.4 Clasificación de las herramientas de varilla según la compañía.

La empresa Varisur y Compañía LTDA clasifica por colores las herramientas que utiliza en sus operaciones de Workover y Well Service. En la tabla 2 se muestra la clasificación que tiene la compañía a las herramientas de varilla.

Tabla 2: Clasificación que tiene la compañía a las herramientas de varilla.

COLOR	DIAMETRO
Naranja	1 1/8"
Amarillo	1
Azul	3/4" Y 7/8"

2.4 CUARTA ETAPA

Básicamente es la adquisición de datos de los tiempos de los equipos V-14 Y V-5 haciendo una comparación entre los tiempos planeados por la empresa operadora para las actividades de Pulling y Running de varilla convencional con los tiempos ejecutados por la empresa durante su intervención. Los tiempos obtenidos se evidencian en los reportes diarios de operaciones. Esta etapa tuvo una duración de 1 mes.

Con esta adquisición de datos se pudo obtener información de tiempos de Running y Pulling de la sarta de varilla convencional con lo cual se determinaron los rendimientos e inconvenientes operacionales de los equipos Varisur-14 y Varisur-5, así como la estandarización de los tiempos de servicio de Pulling y Running de varilla convencional.

En el Anexo 4 se observa el programa operacional del pozo DT-90, el cual tenía como objetivo prestar un servicio por tubería rota

En el Anexo 5 muestro un ejemplo del reporte diario de operaciones del equipo Varisur-5 en el pozo DT-90 Con el objetivo de soportar el análisis.

2.4.1 Intervenciones del equipo Varisur -14

El Varisur-14 intervino 4 pozos, los cuales tenían un sistema de levantamiento artificial por bombeo de cavidades progresivas (PCP).

Se realizó Pulling y Running de varilla convencional cuando: Se cambia el rotor o cuando se bajaba un OverShot para pescar algún tipo de herramienta.

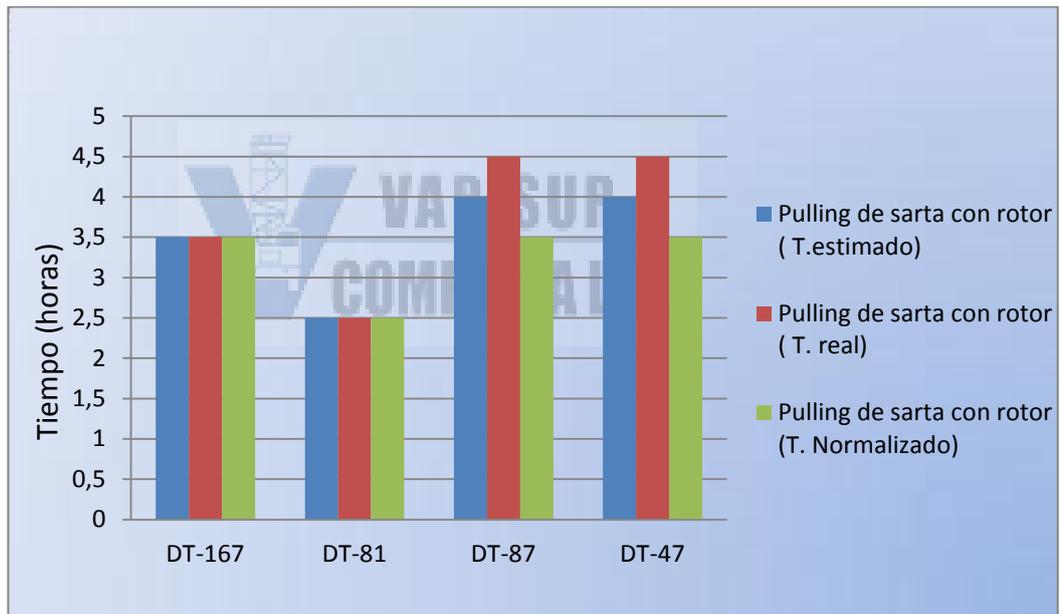
En la tabla 3 se muestran los pozos con su respectivo evento y el mes en que se realizaron.

Tabla 3: Servicios donde se trabajó sarta de varilla convencional. Varisur-14.

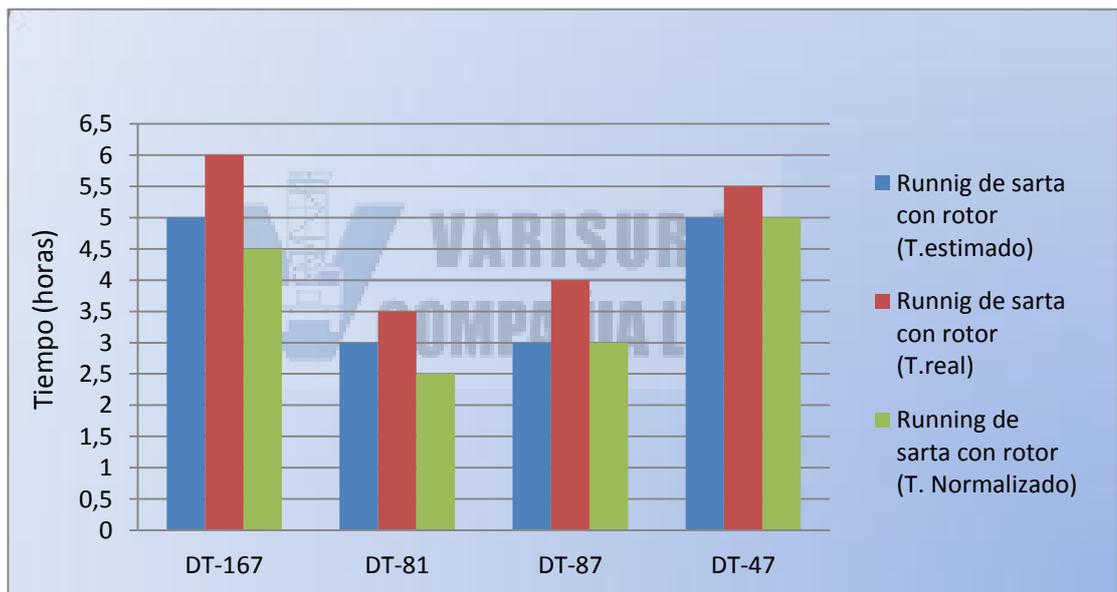
Fecha	No. Intervenciones	EVENTO	POZO
Enero de 2013	3	Cambio de bomba	DT-167
		Tubería rota	DT-81
		Cambio de bomba	DT-87
Febrero de 2013	1	Cambio de bomba	DT-47

Teniendo los tiempos de Pulling y Running de varilla convencional del Varisur-14, los tiempos asignados por Ecopetrol para dichas operaciones y los tiempos normalizados que se obtuvieron como conclusión del trabajo de grado se realizaron graficas comparativas que evidenciaron los tiempos perdidos y la mala planeación de tiempos por parte de la operadora.

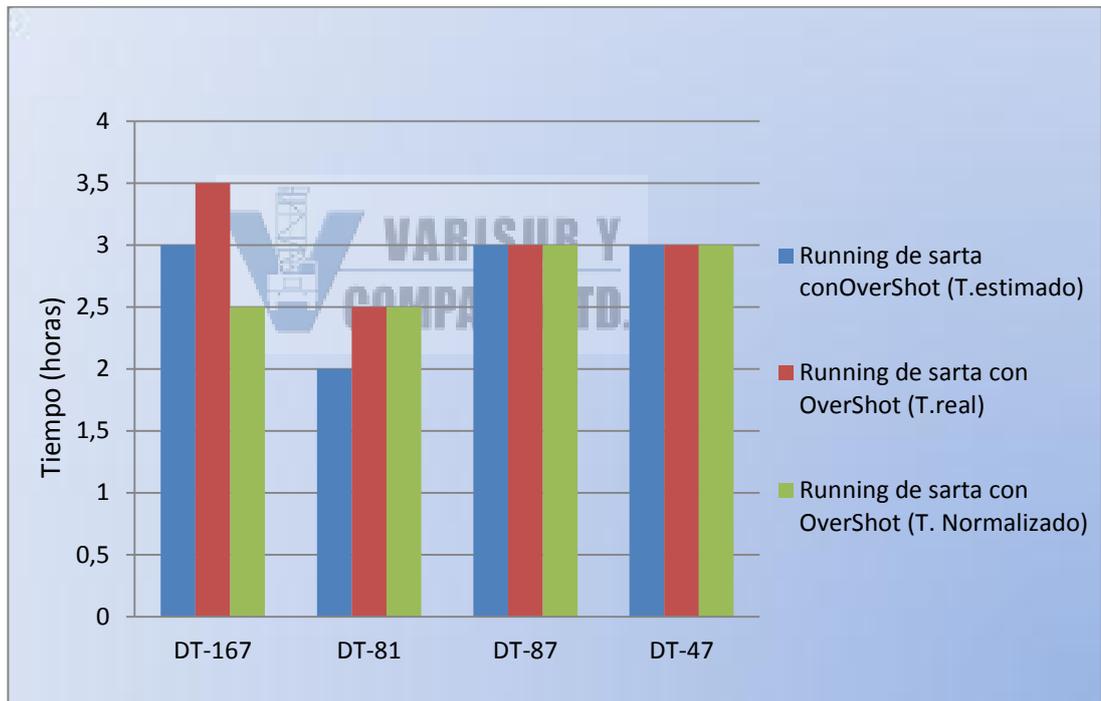
Grafica 1: Pulling de sarta de varilla con rotor Varisur-14



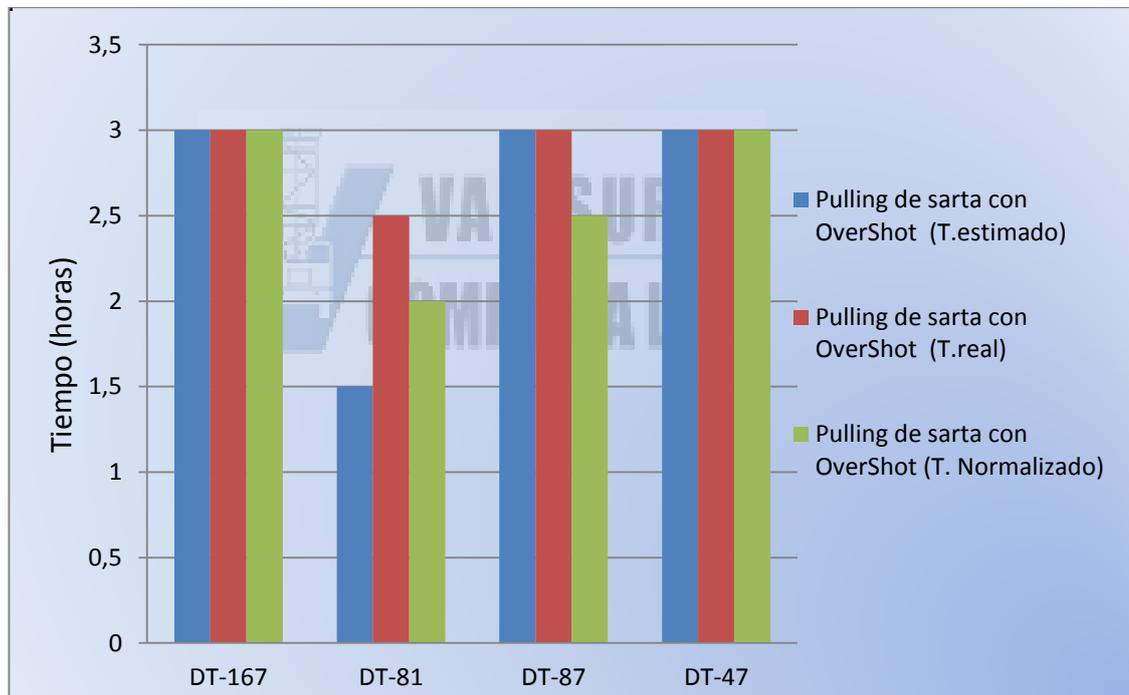
Grafica 2: Grafica: Running de la sarta de varilla con rotor Varisur-14



Grafica 3: Running de sarta de varilla con OverShot Varisur-14

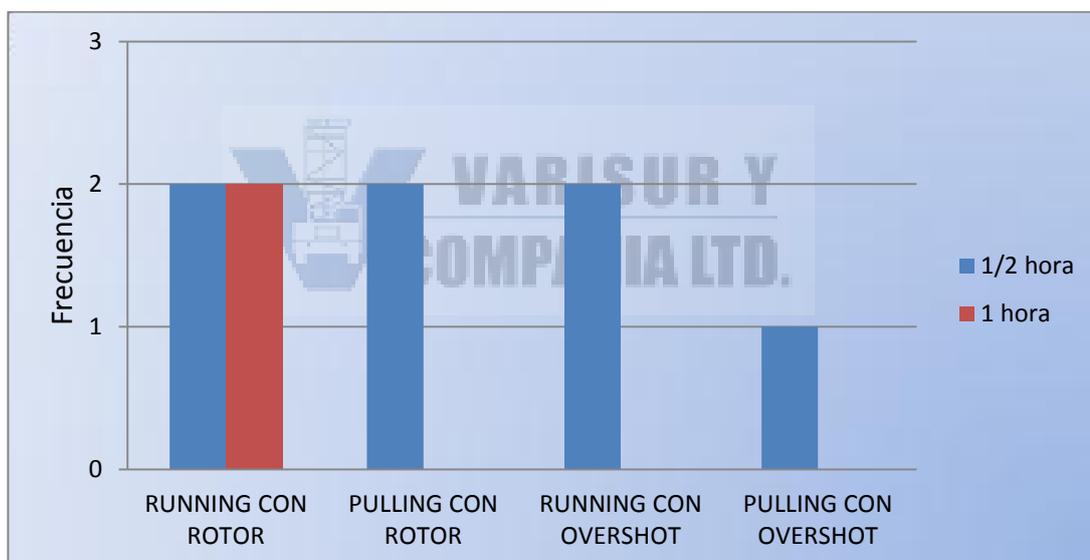


Grafica 4: Pulling de sarta de varilla con OverShot. Varisur-14



Como la frecuencia de pérdida de tiempo del Varisur-14 de fue media hora y una hora, en el grafico 5 se ilustran dichas pérdidas con su operación correspondiente.

Grafica 5: Tiempo perdido Varisur-14



En la tabla 4 se muestra la causa de las demoras en el Pulling y Running de varilla convencional del equipo Varisur-14, con esta información se realizaron las conclusiones y recomendaciones del trabajo.

Tabla 4: Justificación de pérdidas de tiempo. Varisur-14

Pozo	Pulling de varilla con rotor	Running de varilla con rotor	Pulling de varilla con OverShot	Running de varilla con OverShot
DT-167	N/A	Fisura en el seguro del elevador de transferencia	N/A	Mal clima
DT-81	N/A	Demora del personal de Varisur	Demora del personal de Varisur	Visita no planeada de Ecopetrol
DT-87	Mal clima	Contaminación de crudo en la parrilla de trabajo	N/A	N/A
DT-47	Demora del personal de Varisur	Esperando coupling nuevos	N/A	N/A

2.4.2 Intervenciones del equipo Varisur -5

El Varisur-5 intervino 5 pozos, los cuales tenían un sistema de levantamiento artificial por bombeo de cavidades progresivas (PCP).

Se realizó Pulling y Running de varilla convencional cuando: Se cambia el rotor o cuando se bajaba un OverShot para pescar algún tipo de herramienta.

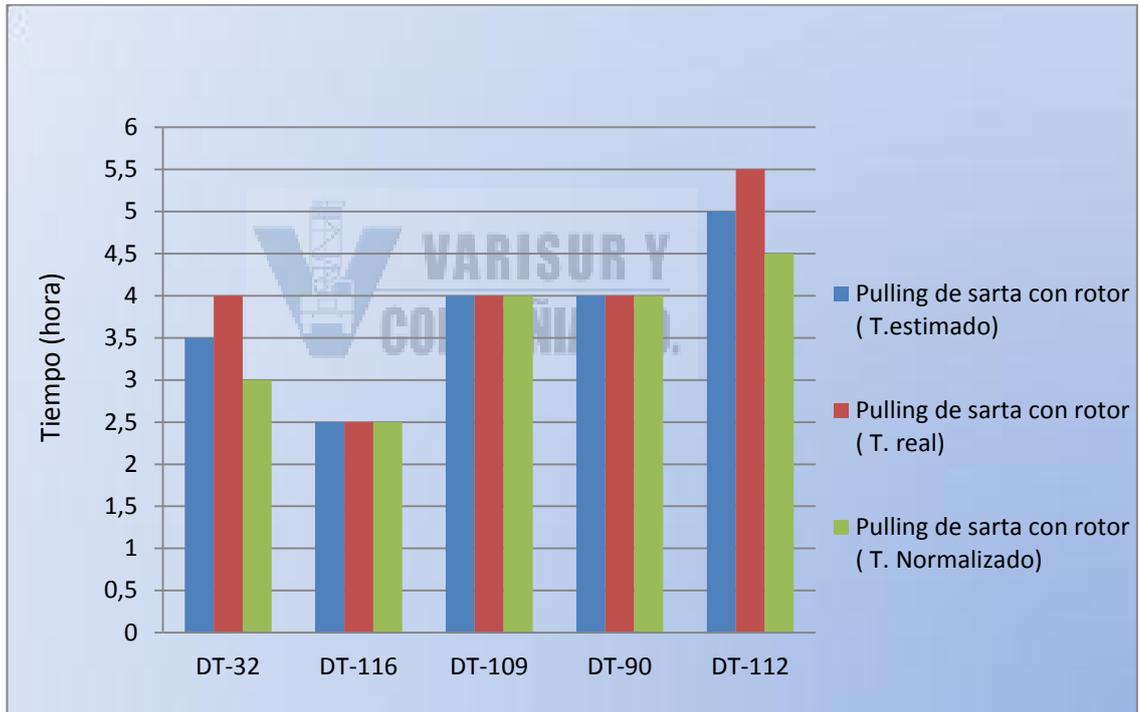
En la tabla 5 se muestran los pozos con su respectivo evento y el mes en que se realizaron.

Tabla 5: Servicios donde se trabajó sarta de varilla convencional. Varisur-5

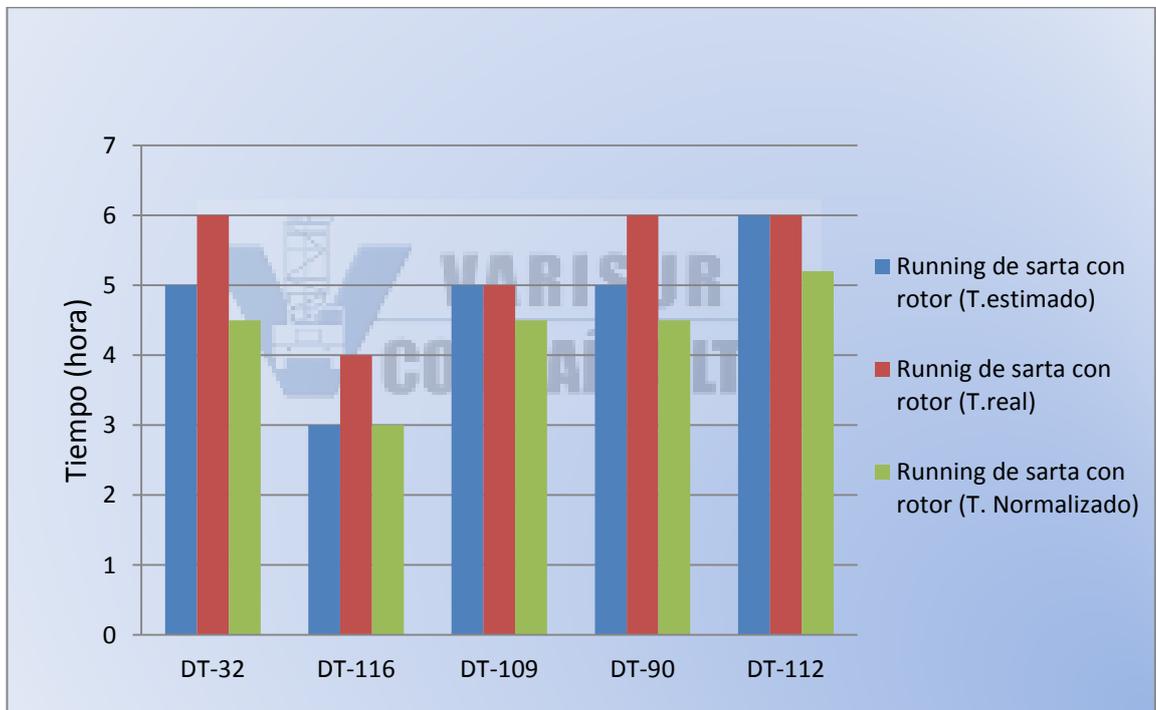
MES	No. Intervenciones	EVENTO	POZO
Enero de 2013	1	Cambio de bomba	DT-32
Febrero de 2013	1	Cambio de bomba	DT-116
Marzo de 2013	3	Varilla partida	DT-109
		Cambio de bomba	DT-90
		Tubería rota	DT-112

Teniendo los tiempos de Pulling y Running de varilla convencional del Varisur-5, los tiempos asignados por Ecopetrol para dichas operaciones y los tiempos normalizados que se obtuvieron como conclusión del trabajo de grado se realizaron graficas comparativas que evidenciaron los tiempos perdidos y la mala planeación de tiempos por parte de la operadora.

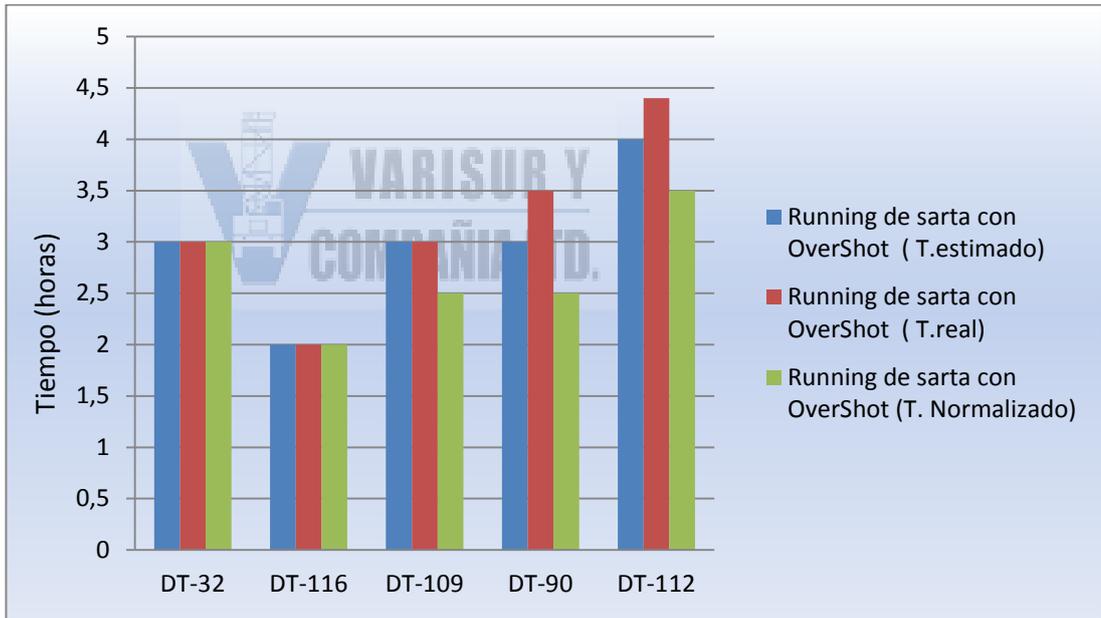
Grafica 6: Pulling de sarta de varilla con rotor Varisur-5



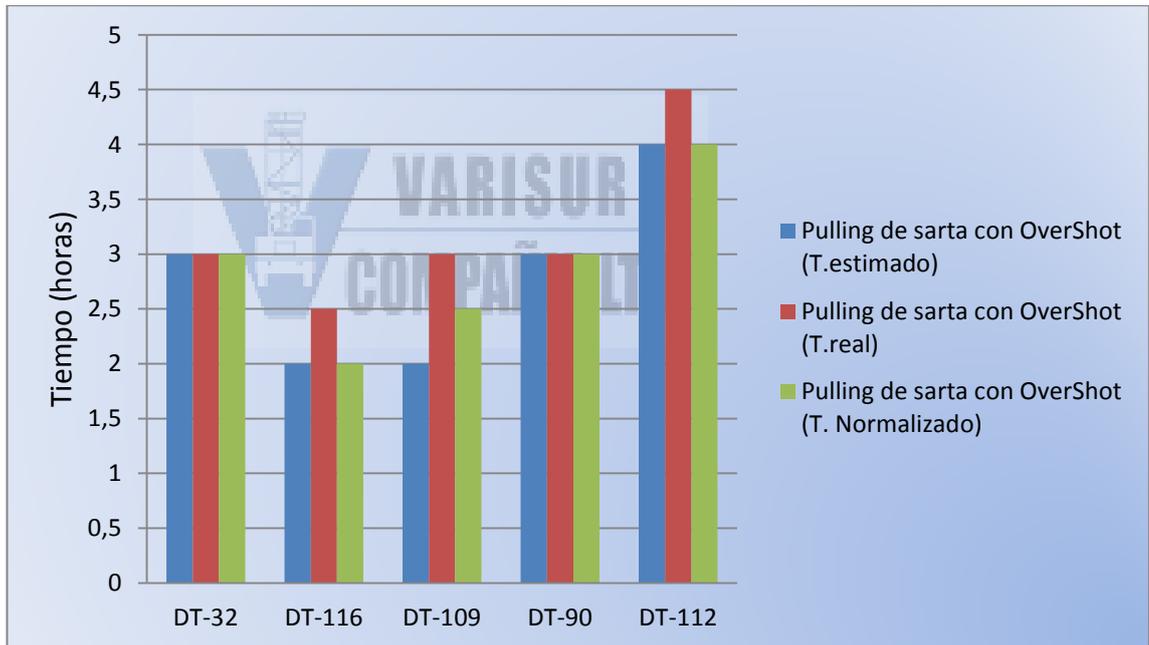
Grafica 7: Running de sarta de varilla con rotor Varisur-5



Grafica 8: Running de sarta de varilla con OverShot. Varisur-5

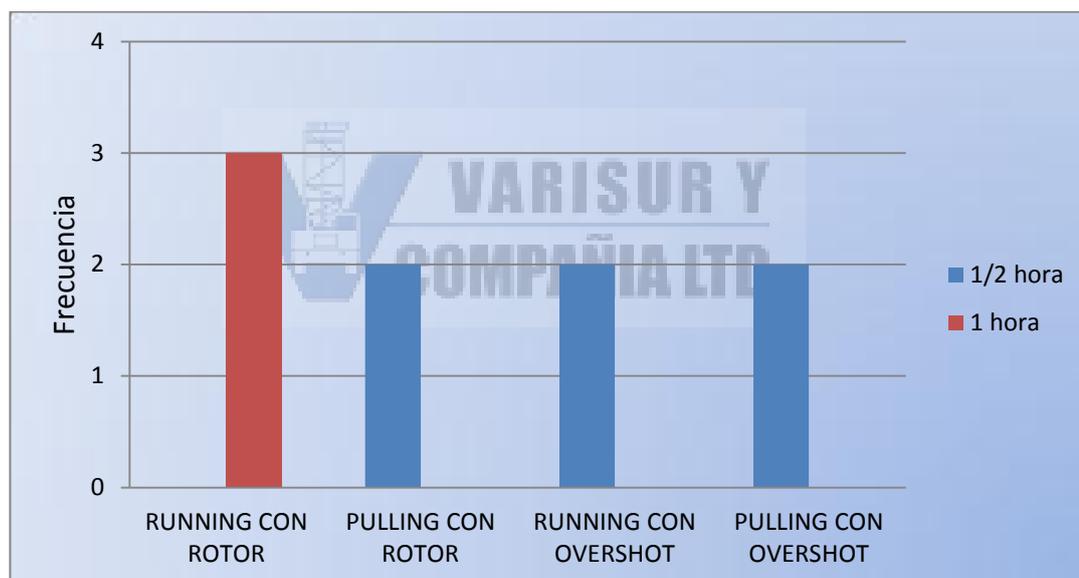


Grafica 9: Pulling de sarta de varilla con OverShot. Varisur-5



Como la frecuencia de pérdida de tiempo del Varisur-5 fue media hora y una hora, en el grafico 10 se ilustran dichas pérdidas con su operación correspondiente.

Grafica 10: Tiempo perdido Varisur-5



En la tabla 6 se muestra la causa de las demoras en el Pulling y Running de varilla convencional del equipo Varisur-5, con esta información se realizaron las conclusiones y recomendaciones del trabajo.

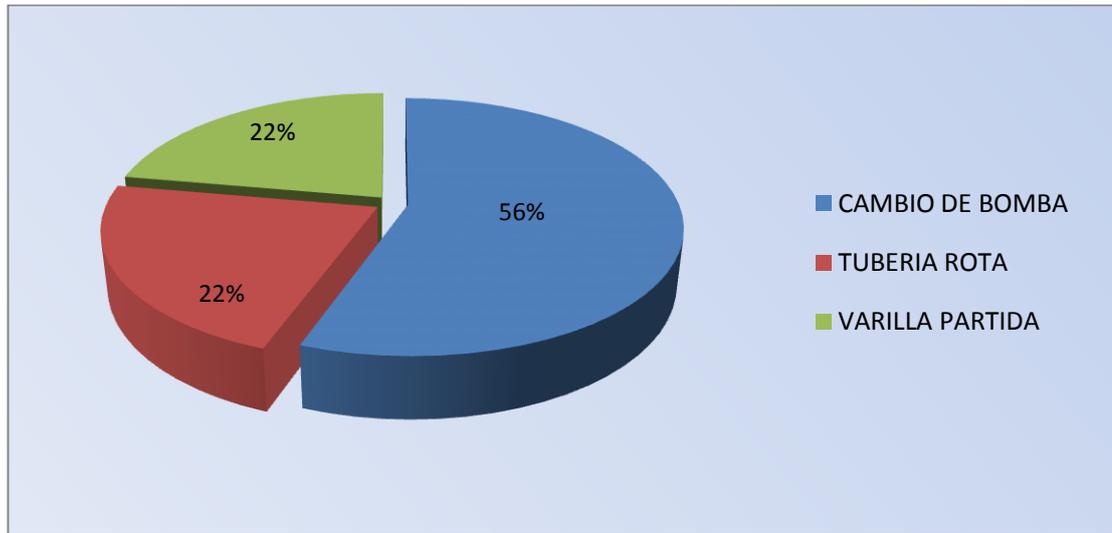
Tabla 6: Justificación de pérdidas de tiempo. Varisur-5

Pozo	Pulling de varilla con rotor	Running de varilla con rotor	Pulling de varilla con OverShot	Running de varilla con OverShot
DT-32	Caída del triple de varilla desde la torre	Equipo cerca a la comunidad	N/A	N/A
DT-116	N/A	Demora del personal de Varisur	Equipo cerca a la comunidad	N/A
DT-109	N/A	N/A	N/A	N/A
DT-90	N/A	Falla en la llave de hidráulica de varilla	N/A	Visita gerencial
DT-112	Esperando varillas nuevas	N/A	Mal clima	Demora del personal de Varisur

2.4.3 Resumen operacional de los equipos Varisur-14 y Varisur-5

En el grafico11 se muestra el resumen de los servicios realizados por los equipos Varisur-14 y Varisur-5, en donde se realizó Pulling y Running de varilla convencional. Se realizaron nueve (9) intervenciones en total.

Grafica 11: Resumen operacional en el cual se trabajó varilla convencional



3 CONCLUSIONES

- Se determinaron los tiempos de operación normalizados del Pulling y Running de la sarta de varilla convencional para cada actividad en condiciones normales de operación, ver tabla 7.

Tabla 7: Normalización de tiempos de trabajo en condiciones normales

OPERACION	Tiempo Normalizado (Ft/hrs)
Pulling sarta de bombeo en triples desde la torre.	900
Running sarta de bombeo en triples hacia la torre.	870
Pulling sarta de bombeo en sencillos desde los Rack.	650
Running sarta de bombeo en sencillos hacia los Rack.	580

- El Varisur -5 presentó mayor eficiencia tanto en el Running como en el Pulling de la sarta de varillas. Esto debido a que la cuadrilla de trabajo no ha tenido ninguna variante en el personal. Demostrando así su eficiencia operacional.
- La mayor causa de aumento en los tiempos de mantenimiento se debe a daño o fallas de la herramienta de levante de varilla de los equipos, y por la descalibración de la llave hidráulica de varilla marca Foster.
- El Varisur-5 presentó demoras en el Pulling y Running de la sarta de varilla debido a:
 - ✓ Daño en la llave hidráulica de varilla
 - ✓ Caída del triple de varilla desde la torre
 - ✓ Demora del personal
- El Varisur-14 presentó demoras en el Pulling y Running de la sarta de varilla debido a:

- ✓ Fisura en el seguro del elevador de transferencia
 - ✓ Contaminación causada por arremetida de pozo
 - ✓ Demora del personal
- Se observó que no siempre se aplican los procedimientos y normas, y es muy importante ya que aparte de disminuir los tiempos de operación minimiza lesiones al personal y daños a los activos.
- Se evidenció pérdida en los tiempos de operación debido a imprevistos. Entre los cuales se encuentran.
 - ✓ Operaciones paradas por lluvia torrencial.
 - ✓ Visitas gerenciales por parte de Ecopetrol
 - ✓ Acuerdos con la comunidad
- Se evidenció demora en los tiempos de operación que inicialmente no hacían parte de la actividad a la hora de intervenir el pozo. Entre los cuales se encuentra
 - ✓ Cambio de coupling de la sarta de bombeo por estar desgastados y por corrosión.
 - ✓ Cambio de varillas de la sarta de bombeo por presentar corrosión o desgaste.
 - ✓ Cambio de centralizadores que presentan desgaste.
- Se evidenció pérdida en los tiempos de operación por parte de la cuadrilla de trabajo que no fueron justificadas, lo cual trajo como consecuencia el no pago de estos tiempos por parte de Ecopetrol. El motivo pudo ser la rotación de casi todo el personal a los otros equipos que dispone la compañía y la falta de compromiso del personal.
- Los tiempos perdidos que más preocupan a la compañía son los que involucran directamente la calidad del servicio, entre los que estuvieron las demoras por parte del personal de Varisur y los daños consecutivos de algunas herramientas, fue un total de seis horas y media el tiempo perdido en donde la compañía dejó de recibir 5,135,575.9 pesos; cabe señalar que estos fueron los que más impactaron en las operaciones del Varisur-14 y Varisur-5.
- Los tiempos operacionales estimados por la operadora no siempre son los más acordes, esto se evidenció comparando dichos tiempos con los tiempos Normalizados.
- A través del proyecto de grado se genera una oportunidad de interacción entre el estudiante y la industria, de manera que se fortalecen las relaciones entre la universidad y las empresas, adquiriendo por parte del estudiante desarrollo personal y profesional.

4 RECOMENDACIONES

Las siguientes recomendaciones son para seguir mejorando el desempeño en las operaciones de los equipos de VARISUR Y COMPAÑÍA LTDA. Para que cada día esta empresa siga creciendo más a nivel regional y nacional con un trabajo eficiente y así convertirse en la mejor empresa prestadora de servicios de workover y wellservices por sus altos estándares de calidad sin accidentes ni incidentes.

Estas recomendaciones se hicieron en base a lecciones aprendidas de accidentes e incidentes que ocurrieron en los equipos en los cuales se realizó el proyecto de grado

- Realizar una inspección visual de todas las herramientas que tiene a disposición los equipos después de terminar un servicio.
- El objetivo de esta inspección visual es:
- Verificar daños por mala utilización de la herramienta o por corrosión, fatiga, etc; y así reportarlos oportunamente al departamento de inspección de la base de VARISUR para su remplazo sin entorpecer las operaciones.
- Permitir identificar piezas de las herramientas de levante de varilla que se encuentren desgastadas o en mal estado. Tales como:
 - ✓ Elevador de varilla
 - ✓ Elevador de transferencia
 - ✓ Llave aguantadora
 - ✓ Llave hidráulica de varilla
 - ✓ BOP de varilla
- Al momento de sacar sarta de bombeo hacer una inspección visual rápida para determinar cuál es la tubería y/o varilla que se encuentra en mal estado y así mismo poder informar oportunamente para su cambio.
- Se debe mantener al día y con soporte de trazabilidad todas las certificaciones de las herramientas a utilizar.

- Durante las operaciones puede presentarse el disparo incontrolado del pozo, provocando la emanación en superficie, sin control, de los fluidos del pozo (gas, agua y/o aceite), contaminación de la locación, zonas aledañas y espejos de agua circundantes. En este caso se debe tener en cuenta seguir los procedimientos para prevenir y controlar reventón de pozo.
- El operador de la llave hidráulica para varillas puede ser golpeado por el elevador de varillas al estar operando la llave (soltando o apretando). Para evitar esto, se debe revisar periódicamente el desgaste de la llave aguantadora y el cuadrante, y realizar acciones correctivas de ser necesario.
- Mientras se torquea la, la llave aguantadora de varilla (Rod Tong wrenches) de la llave hidráulica se puede fracturar; y si no se tienen herramientas de repuesto puede ocasionar demoras en la operación.
- Mientras se realiza Runnig y Pulling de sarta de varilla en triples, el elevador de transferencia que manipula el encuellador puede fracturarse, soltando la sarta en triple lo que puede ocasionar daños en activos como lesiones personales.
- Al Realizar Pulling de sarta en triples se puede estimular el pozo ocasionando reventones y derrame de fluidos, lo que puede ocasionar lesiones al personal y contaminación.
- Al momento de firmar un contrato con la Operadora el coordinador de operaciones de Varisur tiene que tener en cuenta que algunas veces los tiempos que estima Ecopetrol para las operaciones no son los más acordes. Lo que va en contra de las estadísticas operacionales de la compañía.

5 BIBLIOGRAFIA

Ali S, NORMAN D, WAGNER D, Ayoub j,: "Workover and Well Services", Oilfield Review (Otoño de 2002)

EAKIN, J.L. et al.: A Review of well stimulation, bureau of mines, US. Washington D.C., 1965

TENARIS BLUE: "Manual operativo de sarta de varilla convencional", WorldOil, April 2004

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Documentación. Presentación de tesis de trabajo de grado y otros trabajos de investigación. NTC 1486. Sexta actualización.

MAZZA R.L "well services ", Harts' s Oil and Gas World (Feb 1998) 54.

VARISUR Y COMPAÑÍA LTDA Documentación. Manual de operaciones en campo. Neiva 1990.

<http://varisur.com.co/espanol/rese-historica.htm>

ANEXOS

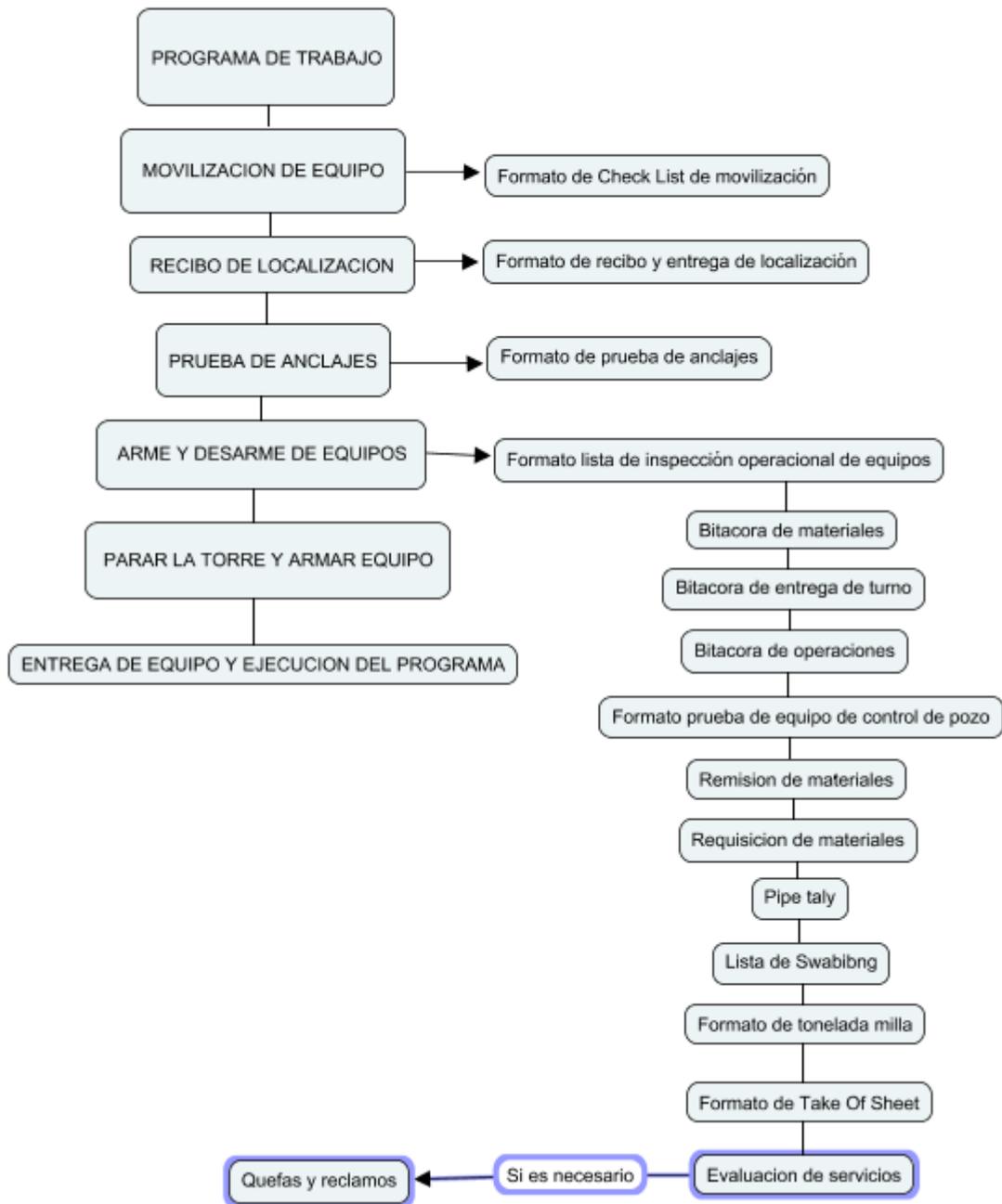
Anexo 1: carnet de inducción ECOPETROL



Anexo 2: Estado mecánico de la varilla convencional del pozo DT-112

ROD STRING				
Item Description	Joints	Top MD (ft)	Length (ft)	OD (in)
Polished Rod 1.250 in x 40.0 ft	1	15.0	40.00	1.250
Pony rod 1 in x 6.0 ft	1	55.0	6.00	1.000
Sucker Rod, 1 in x 25' Grado D	174	61.0	4,350.00	1.000
Shear Coupling 1.0 in x 50,000 lbs	1	4,411.0	1.00	1.000
Sucker Rod, 0.875 in x 25' Grado D	1	4,412.0	25.00	0.875
Centralizer 0.875" x 3 1/2" PL-5	1	4,437.0	0.66	0.875
Sucker Rod, 0.875 in x 25' Grado D	1	4,437.7	25.00	0.875
Centralizer 0.875 in x 3 1/2" PL-5	1	4,462.7	0.66	0.875
Sucker Rod(s) 0.875 in x 25 ft Grado D	1	4,463.3	25.00	0.875
ROTOR 120 TP 2000 SINHAN 747 21.15 ft	1	4,488.3	21.15	1.250

Anexo 3: proceso de operaciones (servicio a pozo)



Fuente: Varisur y Compañía LTDA

Anexo 4: programa operacional (Well Planning) del pozo DT-90

Step no.	Target duration (hr)	Code	Subcode	operation
1	4.00	3000	3004	Movilizar unidad el equipo Varisur-5 al pozo DT-90, se realizará un servicio reactivo por posible tubería rota o daño sobre la bomba. NOTA: solicitar al personal de mantenimiento ECOPETROL S.A desenergizar los equipos y realizar prueba y medición de aislamiento a las líneas que van al VSD y que alimentan al motor. Nota: el planning puede ser modificado por producción de acuerdo a los hallazgos que se presenten en el servicio.
2	1.00	1600	1602	Realizar charla preoperacional de seguridad (Procedimientos arme de equipo y programa de trabajo)
3	1.00	3000	3006	Realizar Rig Up.
4	3.00	1200	1209	Registrar presión de tubing y casing. Si registra presiones descargar pozo. Desinstalar cabezal, el personal de TDA debe revisar el estado del cabezal – motor - stuffing box - variador y realizar las recomendaciones inmediatas de cambio de partes o ajustes si es requerido lo cual debe ser reportado a través del company del equipo.
5	1.00	1000	1009	Instalar preventora de varillas y herramientas de manejo
6	1.00	2100	2111	Probar tubería con 500 psi de presión por 5 minutos usando salmuera (KCl al 2.0% aditivado con Phasetreat 6692 a 1.5 GPT). Liberar presión.
7	4.00	1100	1151	Sacar sarta de varillas con la siguiente configuración: (1) Polished rod 1-1/2" x 40' pin 1"; (1) Coupling PR 1"; (6) Pony Rods 1"; (85) Sucker rod 1" x25 ft, (34) Sucker rod 7/8" con centralizador PL5; (1) Shear coupling 1" x 50.000 lbs; (3) Sucker rod 3/4" x 25 ft (1) Coupling XO 1-1/8" x 1"; (1) Rotor 24.40-1500 STD.. Realizar inspección visual de rotor - varillas. Reportar estado. (Intake bomba 4617')

8	2.00	3000	3002	Retirar Set de guías - cabeza inyectora y BOP para manejo de varilla.
9	4.00	1000	1007	Instalar BOP de tubería y mesa de trabajo.
10	2.00	2100	2111	En caso de que el pozo no requiera control favor no adicionar ningún tipo de fluido de control. En caso de requerir control usar fluido compatible con la formación KCl al 2.0% aditivado con Phasetreat 6692 a 1.5 GPT por anular y tubing de manera que se pueda controlar el pozo. Es importante en caso que la salmuera sea almacenada en tanques del equipo, realizar filtración previa a su disposición en pozo para minimizar riesgo por aporte en TSS y Fe ++, de igual manera para salmueras que se requieran disponer por periodos prologandos de tiempo en almacenamiento Y/o pozo es conveniente la aditivación con agentes bactericidas y Sec. Oxígeno. Nota: El fluido de control deberá ser transportado en un camión de vacío limpio, además deberá ser filtrado con la unidad de Albert Caquimbo en la locación y se deberán aislar los tanques que contengan fluidos sucios para evitar contaminar el fluido. Los fluidos de control se deberán almacenar en tanques limpios.
11	1.00	1100	1153	Desasentar ancla Non turn Anchor Catcher CSG- 7 x 3 1/2" EUE.
12	6.00	1100	1162	Sacar tubería y realizar inspección visual de todos los tubos buscando puntos de corrosión o tubos rotos quebrando los que estén en mal estado y cambiándolos por nuevos: (1) Tubing hanger 3-1/2" EUE; (150) Juntas de tubing 3-1/2" EUE N-80; (1) Setting nipple 3-1/2" EUE; (1) Collar tubing 3-1/2" EUE box-box; (1) Tubing pup joint 3-1/2" EUE box-pin; (1) Crossover 4" NU x 3-1/2" EUE BOX-BOX; (1) Tubing pup joint 4" NU x 10 ft pin-pin; (1) Collar tubing 4" NU box-box; (1) Stator 24.40-1500 Clase B; (1) Collar tubing 4" NU box-box; (1) Nipple espaciador de 4" NU; (1) Pin de paro 4" NU x 3-1/2" EUE Box-pin; (1) Ancla antitorque torqstopper TX7-3; (1) Collar tubing 3-1/2" box-box. Verificar si la nipplesilla es la requerida por Ecopetrol para poder probar tubería, en caso de que no sea la requerida o se encuentre en mal estado solicitar una nueva. En caso que se observe efectos de corrosión implementar inyección de química para el control de ésta. Movilizar bomba a base TDA para su inspeccion . NOTA: Probar el ancla Non turn Anchor Torqstopper TX- 7" CSG x 3-1/2" EUE del sistema cuando se está sacando la sarta de tubería en las últimas paradas.

13	12.00	1100	1116	Bajar con raspador y reciprocarse frente a perforados desde 5010' hasta 4500'. El pozo tiene casing de 7" x 23#. Tomar muestras de sólidos y enviarlas al Ing. Ivan Sánchez, según los análisis que genere se toma la decisión de realizar limpieza orgánica a la cara de la formación lo cual se manejaría como un complemento al Well Planning.
14	24.00	1100	1116	Verificar fondo. Dependiendo la medida del fondo determinar la limpieza de arena con bomba desarenadora de 3-1/2" teniendo en cuenta el último fondo de referencia 4806 ft y el fondo del pozo 4838 ft.
15	8.00	1100	1160	Según el estado de la bomba WTF 24.40-1500 Clase B y la respectiva prueba en banco que realice el personal de TDA se determinará si se bajara con bomba WTF 24.40-1500 Clase B (si la bomba tiene el elastómero íntegro y no está hinchada) o una WTF 24.40-1500 Nueva (si la bomba del pozo sale dañada). Se bajará la sarta de tubería de 3-1/2" con BHA WTF 28.40-500 según sea el caso Nueva o Clase B, probando contra Hold Down con 1500 Psi, usando el fluido adecuado filtrándolo en el equipo de workover. La sarta presentaría la siguiente configuración: (1) Collar tubing 3-1/2" box-box; (1) Ancla torqstopper TX7-3; (1) Pin de paro 4" NU x 3-1/2" EUE box-pin; (1) Nipple espaciador 4" NU; (1) Collar tubing 4" NU box-box; (1) Stator 24.40-1500 (Clase B o nuevo según caso); (1) Collar tubing 4" NU box-box; (1) Tubing pup joint 4" NU x 10 ft; (1) Crossover 4" NU x 3-1/2" EUE box-box; (1) Tubing pup joint 3-1/2" EUE box-pin; (1) Collar tubing 3-1/2" box-box; (1) Setting nipple 3-1/2"; (150) Juntas de tubing 3-1/2" N-80; (1) Tubing hanger 3-1/2" EUE. Circular pozo hasta que quede controlado.
16	4.00	1000	1006	Asentar ancla. Desinstalar mesa de trabajo y BOP de tubería.
17	7.00	1000	1009	Instalar BOP de varilla - cabeza inyectora - set de guías y herramientas de manejo. Se recomienda tener en el pozo un stock de pony rod por si se necesitan realizar ajustes imprevistos en la configuración del pozo. Nota: Tener en cuenta que se deberá tener fluido compatible con la formación KCl al 2.0% aditivado con Phasetreat 6692 a 1.5 GPT para bombearle al pozo en caso tal de que se requiera durante la operación de inserción del rotor en el estator. Bajar a pescar Hold Down según profundidad de referencia.

18	5.00	1100	1110	Se bajará la sarta de varilla con la siguiente configuración: (1) Rotor WTF 24.40-1500; (1) Coupling XO 1-1/8" x 1"; (3) Sucker Rod 1" Pin 1" Grado Electra; (1) Shear coupling 1" x 50.000 lbs; (174) Sucker Rod 1" pin 1" Grado Electra con centralizador PL5; Pony Rod complementarios; (1) Coupling PR 1" box-box; (1) Polished rod 1-1/2" x 40'. Proceder a espacear bomba (46"). Instalar Grapa de Seguridad.
19	2.00	1000	1008	Desinstalar BOP de varilla - cabeza inyectora - set de guías
20	2.00	1000	1005	"Realizar espaciamiento e Instalar cabezal, hacer llamado a Radio-Ecopetrol para solicitar el personal de Mantenimiento-Ecopetrol para la energización del equipo y dejar pozo en producción. Inicialmente operando en 80 RPM. NOTA: El personal de TDA, debe monitorear el pozo hasta dos (2) horas después de colocar fluido en cabeza. NOTA: Realizar una toma de nivel estático en el pozo antes de poner el pozo en producción.
21	4.00	3000	3002	Desarmar equipo de well service y hacer aseo a locación. Realizar entrega al responsable del área.

Anexo 5: Reporte diario de operaciones del pozo DT-90. Varisur-5

Date	Time	Duration	Code	Sub	P/N	Operation
14/5/2013	6:00 6:30	0.50	1600	1602	P	Charla de seguridad bajada de torre, cambio de cuadrillas. NOTA: a las 06:18 paró pozo para bajar torre
	6:30 8:30	2.00	3000	3004	P	Bajo torre recogió vientos, movió a un lado de la localización. NOTA: a las 07:02 arrancó pozo con 37 HZ, PIP 620 psi, THP: 750 psi.
	8:30 9:30	1.00	1800	1808	C	Realizando programa de trabajo, equipo inactivo con cuadrilla.
	9:30 12:00	2.50	3100	3107	C	Inspeccionó vías, locación DT 90; Realizó plan de movilización para DT 90.
	12:00 22:00	10.00	3000	3004	P	Realizó charla de seguridad movilización de equipo. Movilizó equipo de SF 98 para DT 90, Km: 14.60; Armó Rig 100%.
	22:00 22:30	0.50	1600	1602	P	Reunión preoperacional, entrega de turnos, divulgó well planning report DT 90, análisis de riesgos para instalar parrilla de trabajo, alistar herramientas de manejo, manuales y POOH sarta de bombeo PCP en triples.
	22:30 23:30	1.00	2900	2905	P	Registró THP/CHP: 20/70 psi, descargó presiones a través del chock manifold-poor boy a la tea, quemó gas.
	23:30 0:00	0.50	1100	1142	P	Realizó conexión, bombeó en directa (tbg) 18 Bbls salmuera KCL de 8.4 ppg, probó integridad de la sarta de producción 3.5" EUE, N-80, 9.3 #/ft con 500 psi por cinco (5') minutos, OK.
	0:00 1:00	1.00	1000	1005	P	Levantó sarta de bombeo PCP, WSU: 20K lbs.; Retiró Drive Head Model: MGX 1.5, S/N: 23053199
	1:00 2:00	1.00	1100	1129	P	Instaló adapter flange 3 1/8"- 3M x 3.5" EUE, BOP para varilla 3.5" EU-Pin, parrilla de trabajo, llave hidráulica; Alistó herramientas de levante-manejo y manuales.
	2:00 4:00	2.00	1100	1151	P	POOH sarta de bombeo PCP desde 4613' en triples a la torre hasta 2288 ft M.D. Base del rotor. POOH 53%. NOTA: Soltó triples con centralizador PL5 manualmente.
	4:00 4:30	0.50	3100	3103	X	Suspendió operación de POOH sarta de bombeo PCP por lluvia torrencial.

15/5/2013	4:30 7:30	3.00	1100	1151	P	POOH sarta de bombeó PCP desde 2288 ft en triples a la torre así: 1 barra lisa 1.5" x 40' + 1 subcoupling 1" PR + 1 pony rod 1" x 4' grado EL + 77 varillas 1" x 25' grado EL + 98 varillas 1" x 25' grado EL con centralizador PL5 + 1 shear coupling 1" x 50K lbs. + 3 varillas 1" x 25' grado EL + 1 subcoupling 1" x 1-1/8" + 1 rotor PCM 300 TP 1800. NOTA: Soltó triples con centralizador PL5 manualmente, la sarta de varilla, centralizadores y el rotor salen en aparente buen estado.
	6:00 6:30	0.50	1600	1602	P	Realizó charla preoperacional, de seguridad, cambio de turno entre cuadrillas, ATS para instalación de BOP's parrilla de trabajo, llave hidráulica.
	6:30 7:30	1.00	1000	1005	P	Retiró líneas de producción, tornillería y Té compuesta, levantó sarta WS= 50 K# desasentó ancla Torque Stopper de 7" @ 4615 ft, sentó sarta en THS.
	7:30 10:30	3.00	1000	1007	P	Instaló set de BOP's así: 2 QRC CAMERON 7 1/16" 3M con blind rams y pipe rams de 3,5" + 1 Preventor anular 7 1/16" 5M ajustó tornillería, probó cierre y apertura.
	10:30 12:00	1.50	1100	1129	P	Instaló parrilla de trabajo, llave hidráulica y herramientas de levante. Acondicionó controles del maquinista en el segundo nivel por altura del set de BOP's.
	12:00 14:00	2.00	1100	1147	P	Sacó revisando sarta de tubería 3,5" eue N-80 en dobles con BHA de bomba PCP desde 4616 ft, hasta 3741 ft. Salió en la parada # 15 nivel de fluido interno.
	14:00 14:30	0.50	1600	1602	P	Realizó charla preoperacional, de seguridad, cambio de turno entre cuadrillas, ATS para sacar sarta de tubería en dobles con BHA de bomba PCP.
	14:30 15:00	0.50	1100	1142	P	Conectó líneas, presurizó en directa con 2500 psi, sin lograr liberar el taponamiento, descargó presión retiró líneas.
	15:00 16:00	1.00	1100	1119	P	Realizó charla preoperacional, check lizt a herramientas; instaló equipo de achicamiento.
16:00 18:30	2.50	1100	1117	P	Realizó 8 viajes de 500 ft, achicó tubería hasta 3700 ft, retiró herramientas.	

	18:30 22:00	3.50	1100	1147	P	Continuo sacando revisando sarta de tubería 3,5" eue N-80 en dobles con BHA de bomba PCP desde 3741 ft hasta 1701.4 ft NOTA: Salió en la parada # 47 nivel de fluido interno (agua de formación)
	22:00 22:30	0.50	1600	1602	P	Realizó charla preoperacional, de seguridad, cambio de turno entre cuadrillas, ATS para sacar sarta de tubería en dobles con BHA de bomba PCP.
	22:30 0:00	1.50	1100	1147	P	Continuo sacando revisando sarta de tubería 3,5" eue N-80 en dobles con BHA de bomba PCP desde 1701.4 ft hasta 664.4 ft el 86 % sarta futura NOTA: presento demora en la sacada de la tubería, drenando al contrapozo (agua de formación)
16/5/2013	0:00 1:00	1.00	1100	1147	P	Continuo sacando revisando sarta de tubería 3,5" eue N-80 en dobles con BHA de bomba PCP desde 664.4 ft hasta superficie
	1:00 2:30	1.50	2300	2302	P	Saco quebro BHA PCP NOTA: el stator sale con elastomero desgarrado, se encuentran restos en el ancla y en el primer filtro de arriba hacia abajo 6.30 ft taponado el segundo filtro se observa limpio, en el tapon se observa pedasos de lastumero, sarta salio asi:1 tubing anger + 150 juntas de 3.5" eue N-80 + 1 niplesilla de 3.5" eue + 1 pup joint de 3.5" eue N-80 + 1 cross coupling 3.5" x 4 NU + 1 extención larga 4 NU + 1 coupling 4 NU + 1 stator 300 tp 1800 + 1 pin de paro + 1 ancla antitorque 7" + 1 pup joint 3.5" eue + 1 filtro 3.5" + 1 pup joint 3.5" eue + 1 filtro 3.5" + 1 tapòn
	2:30 3:00	0.50	1100	1144	P	Descargo de la planchada de la mula de Meneses ramirez,un stator + un rotor
	3:00 3:30	0.50	1100	1144	P	quebró 4 dobles de 3.5" eue N-80 por pin malos
	3:30 4:00	0.50	1600	1602	P	Charla de seguridad pre operacional, armada, bajada del BHA PCP con tubería 3.5" eue N-80
	4:00 5:30	1.50	1100	1104	P	Calibro, midió armo BHA PCP bajo con un doble de 3.5" eue N-80, realizo líneas probo integridad con KCL 2% con 1500 psi, por 5 minutos OK.

5:30 6:00	0.50	1100	1105	P	Bajo BHA PCP con tubería 3.5" eue N-80 midiendo, calibrando el ID, probando con KCL al 2% con 1500 psi cada 1500 ft hasta 351.32 ft el 8 %
6:00 6:30	0.50	1600	1602	P	Realizó charla preoperacional, de seguridad, cambio de turno entre cuadrillas, tomo peso y tensión arterial a personal de cuadrilla entrante, divulgó ATS para bajar sarta de producción en dobles calibrando ID.
6:30 7:30	1.0	1100	1105	P	Continuo bajando sarta de tubería 3,5" eue N-80 en dobles con BHA de bomba PCP calibrando ID, midiendo, probando integridad cada 1500 ft, con 1500 psi, desde 351 ft hasta 4612 ft. WS= 54 K#.
7:30 10:30	3	1100	1114	p	Bajo sarta de varilla con OverShop para pescar Hold Down de prueba @ 4612 ft
10:30 14:00	3.5	1100	1156	p	Pesco con éxito. Saco OverShop con Hold Down de prueba desde 4612 ft hasta superficie
14:00 14:30	0.50	1600	1602	P	Realizó charla preoperacional, de seguridad, cambio de turno entre cuadrillas, divulgó ATS para retirar BOP's, asignó responsabilidades.
14:30 15:30	1.00	1100	1129	P	Retiró herramientas de levante, llave hidráulica, parrilla de trabajo, bajó controles del maquinista.
15:30 17:30	2.00	1000	1006	P	Retiró set de BOP's así: 1 Preventor anular 7 1/16" 5M + 2 QRC 7 1/16" 3M.
17:30 18:30	1.00	1100	1130	P	Sentó ancla antitorque Torque Stopper de 7" @ 4612 ft, compuesta, tornillería y líneas de producción.
18:30 19:00	0.50	1100	1129	P	Instalo herramientas para manejo de varillas (llave hidráulica)
19:00 22:00	3.00	1100	1110	P	"Izo rotor 44-1800- S/N 38059, bajo sarta de bombeo con varillas de 1x25 ft grado EL, centralizada con PL-5 -1" x 3.5" desde superficie hasta 4610.89 FT
22:00 22:30	0.50	1600	1602	P	Charla de seguridad pre operacional, espaciada de rotor instalada de Drive Head Model: MGX, cambio da cuadrillas
22:30 23:30	1.00	2300	2303	P	Espacio rotor con 42", instalo barra liza de 1-1/2" x 40 ft , motor eléctrico y líneas de superficie

	23:30 0:00	0.50	3100	3104	P	Espero luz día para arrancar pozo por contingencia, orden publico
17/5/2013	0:00 6:00	6.00	3100	3104	P	Espero luz día para bajar torre y arrancar pozo por contingencia, orden publico
	6:00 8:00	2.00	3000	3005	P	Realizó reunión preoperacional, bajó torre telescópica, recogió vientos retiró unidad del área del contrapozo.
	8:00 9:00	1.00	3000	3002	P	Limpió locación e instaló corrales. Nota: Arrancó pozo a las 08:50 con 80 RPM 50 % de torque y 140 psi, en cabeza.

Anexo 6: Recomendaciones para el Pulling de la sarta de varilla

Ilustración 10: Verificación del torque óptimo de la varilla



Fuente: Varisur y Compañía LTDA

1. Diligenciar el respectivo permiso de trabajo.
2. Realizar la reunión preoperacional. Revisar y divulgar la evaluación de riesgos correspondiente a la actividad, verificar el cumplimiento de los controles establecidos. Asegurarse de que cada persona comprende su rol dentro de la operación y el objetivo de la labor. Distribuir funciones al personal de cuadrilla y exponer el plan de contingencia. Puesto que esta es una operación en equipo, debe existir total coordinación entre los participantes, ya que el descuido de uno de ellos puede comprometer la integridad física de los demás.
3. Colocar un piso de madera con antideslizante sobre las rejillas del contrapozo; esto hará más cómodo el trabajo de los cuñeros y evitará que sus extremidades inferiores pasen a través de dicha rejilla.
4. Si es posible, acondicionar la plataforma de trabajo. En caso de que la plataforma de trabajo quede demasiado alta, para el trabajo se cuenta con el piso instalado en el punto 3.
5. Verificar que el pozo se encuentre descargado por tubing y anular; en caso de no ser así se debe liberar la presión.
6. Si el bombeo es mecánico retirar el cabezal.
Nota: Si el bombeo es de cavidades progresivas retirar motor eléctrico de superficie con transmisión ejecutando los siguientes controles para realizar este punto:

7. Acoplar el grillete a los brazos de la polea del bloque viajero e instalar el gancho de varilla en el grillete. Se debe tener especial cuidado de no poner la mano en los puntos de atrapamiento entre estas dos herramientas.
8. Instalar el elevador en el gancho, según el diámetro de la barra lisa a sacar.
9. Verificar la estabilidad de las “patas” del equipo.
10. Conectar un pony rod en la barra lisa y retirarle la grapa. Puede requerirse una escalera para alcanzar la altura donde el encuellador debe hacer dicha conexión.
11. Enganchar la barra lisa y tomar el peso de la sarta de varilla. Tensionar la sarta, teniendo en cuenta que no se deben sobrepasar los límites de elongación o rompimiento de la varilla (la de menor diámetro) o del Shear couplin; al aplicar dicha tensión, el personal debe alejarse del área de la boca del pozo.
12. Desanclar la bomba de subsuelo, si aplica. Si es el bombeo de cavidades progresivas sacar suavemente el rotor que se encuentra dentro del Stator.
13. Instalar un elevador del diámetro de la varilla a sacar por debajo del coupling de la barra lisa, soportar el peso de la sarta sobre este y sobre el tronco de tubería; soltar la barra lisa con sus respectivos ajustes.
14. Se debe tener cuidado de no poner la mano en los puntos de atrapamiento que se dan entre el elevador de varilla y la tubería; así mismo cuando se sienta la sarta sobre el elevador el personal se debe alejar de dicha herramienta porque podrían ser golpeados por el elevador.
15. Si es bombeo mecánico el stuffing box se debe colocar siempre en el extremo inferior de la barra lisa, Esto se hace con el fin de evitar que este resbale por la barra lisa ocasionando un accidente en la mano del trabajador.
16. Instalar el preventor de varilla en la tubería de producción. Este debe tener sus cauchos en buen estado y operar de manera optima.
17. Conectar el gancho al elevador ubicado en el tronco de la tubería del pozo, sacar el doble o sencillo de varilla e instalar otro elevador por debajo del coupling inferior y descargar el peso de la sarta sobre este.

18. Acondicionar la plataforma de trabajo, si no se ha hecho. En caso de que la plataforma de trabajo quede demasiado alta para el trabajo se cuenta con el piso instalado en el punto 3.
19. Posicionar la llave hidráulica de varillas con el winche del equipo, conectarle el cable con el que se sujeta la llave hidráulica de tubería (por medio del grillete instalado sobre su swivel) y acoplarle las mangueras del sistema hidráulico.
20. Realizar el mantenimiento de las mordazas, limpiándolas con cepillo de alambre.
21. Instalar las mordazas en la llave hidráulica, deben quedar en la posición de desenrosque. Las mordazas deben ser seleccionadas según el diámetro y tipo de varilla a ser soltada, deben ser alistadas con suficiente tiempo de anticipación.
22. Cuando se realiza el cambio de las mordazas de la llave hidráulica, esta debe ser manipulada únicamente y exclusivamente por el operador (de la llave), de igual manera debe existir comunicación constante entre este y el operador del equipo para engranar y desengranar la bomba hidráulica.
23. Instalar la llave aguantadora en la parte inferior de la llave hidráulica, se le debe instalar el pasador con su respectivo resorte.
24. La llave aguantadora debe ser probada y seleccionada según el diámetro y tipo de varilla a ser sacada
25. El resorte del pasador debe estar en buenas condiciones
26. Revisar el desgaste de la aguantadora de la llave hidráulica de varilla, cambiarla si es necesario
27. Verificar que la llave hidráulica de varilla quede a la altura del cuadrante de las varillas que se van a soltar. Una vez ubicada en la posición adecuada, si es necesario se debe alargar o acortar el cable con la que está sostenida, dicho cable debe poseer en su extremo una cadena que permita hacer lo anteriormente descrito.
28. El cuñero 2 debe instalar la llave en el cuadrante de las varillas que se van a soltar.

29. El maquinista debe accionar la bomba hidráulica en el panel de control en el sentido de desenroscar hasta soltar el doble o sencillo mientras el cuñero 1 sujeta el doble o el sencillo. El maquinista y el cuñero 2 deben cerciorarse de que ninguna persona tenga las manos en puntos de atrapamiento antes de operar y/o activar la llave. Cuando esté operando la llave hidráulica de varillas, el operador debe mantener su cuerpo fuera del alcance del elevador de varillas, ya que podría ser golpeado severamente.
30. Durante la operación puede presentarse la ruptura de las mangueras de la llave hidráulica, ocasionando derrames de aceite hidráulico en la localización. Si se presenta esta situación, primero se debe apagar el equipo y luego cerrar la válvula de suministro de aceite.
31. Tan pronto se suelte la varilla se deben regresar las mordazas a su posición inicial y desactivar la llave hidráulica. El cuñero 2 debe ubicar la llave a un lado de la torre de tal manera que quede fuera del recorrido del triple o junta de varilla y la polea cuando esta se baje.
32. El maquinista del equipo debe subir el triple con el elevador hasta la altura del encuellador que se encuentra en el trabajadero de varilla, allí este lo engancha en el elevador de transferencia el cual le ayuda a ubicarlo en los trinchos de la torre.
33. Si se saca en sencillos el cuñero 1 recibe la varilla del extremo que se acaba de soltar, mientras que el otro extremo sigue suspendida
34. por el elevador, simultáneamente esta se baja lentamente hacia los rack. Se debe tener instalado el caucho para limpiar varillas.
35. Enganchar el elevador que está soportando el peso de la sarta en el pozo al rod hook, luego el maquinista debe subir la polea lentamente hasta volver a conseguir el peso de la sarta.
36. Subir la polea, verificando que no haya movimientos bruscos y/o que no vaya a golpear la unidad de bombeo y/o el encuelladero de tubería, hasta que salga el coupling inferior de la siguiente varilla o doble a desconectar. Instalar el elevador liberado en el punto 23 por debajo del coupling y descansar el peso de la sarta sobre este.
37. Repetir los puntos 28 al 36 hasta sacar el número necesario de varillas.

Anexo 7: Recomendaciones para el Running de la sarta varilla.

Ilustración 11: Carta de desplazamiento de varilla convencional



Fuente: Tenaris Blue Pág. 28

La sarta de varillas se baja dentro de la tubería por diferentes razones, entre las cuales se tienen:

- Llevar a fondo una nueva bomba, pistón o rotor
 - Bajar a pescar otras varillas
 - Recuperar dispositivos de prueba de tubería
 - Desparafinar la sarta de tubería
 - Bajar cortadores mecánicos de tubería
 - Bajar arpones a pescar cable
1. Ejecutar los puntos 1 al 10 del anexo 6, excepto el punto 8.
 2. Ejecutar los puntos 17 al 21 del anexo 6, con la excepción de que las mordazas deben quedar en posición de enroscar "MAKE UP".
 3. Instalar el preventor de varilla en la tubería de producción. Este debe tener sus cauchos en buen estado y operar de manera óptima.
 4. Acoplar manualmente con unas llaves de varila un pony rod al BHA.

5. Instalar un elevador al pony que sostiene el BHA, engancharlo al hook rod e introducir el BHA en la tubería que está dentro del pozo, descargando el peso sobre la preventora de varilla. Se debe tener cuidado de no poner la mano en los puntos de atrapamiento que se dan entre el elevador de varilla y la tubería; así mismo cuando se sienta la sarta sobre el elevador el personal se debe alejar de dicha herramienta porque podrían ser golpeados por el bail del elevador.
6. Preparar la primera varilla en triple, el encuellador debe colocar el elevador de transferencia en el cuadrante de la varilla que se encuentra en la parrilla de la torre para poder y sacar la misma, luego enganchar la sarta en triple al elevador de varilla para que el maquinista se disponga a bajarla. Los pines de cada varilla deben ser limpiados y cada área operativa debe definir si se le aplica algún tipo de lubricante o no, según las especificaciones de las varillas.
7. Si se realiza en simples la varilla en simples se levanta de los racks, el cuñero 2 la debe tomar siempre por el extremo inferior y transportarla a un lado del su cuerpo.
8. El cuñero 1 debe sujetar la varilla en simple con el elevador, luego el maquinista debe subir la varilla o el doble controladamente, evitando golpear la unidad de bombeo y/o el trabajadero de tubería de la torre; acto seguido debe tomar la primera varilla o doble y roscarlo a mano con el BHA. Mientras todo esto ocurre el encuellador debe alistar el siguiente doble o sencillo, colocándolo al alcance de los cuñeros.
9. Verificar que la llave hidráulica de varilla quede a la altura del cuadrante de las varillas que se van a torquear. Una vez ubicada en la posición adecuada, si es necesario se debe alargar o acortar el cable con la que está sostenida, dicho cable debe poseer en su extremo una cadena que permita hacer lo anteriormente descrito.
10. Una vez ajustada la altura de la llave, el cuñero 2 debe torquear la conexión entre el primer triple o varilla con el BHA. Cada área operativa debe definir el procedimiento de torqueo de sus varillas, dependiendo de las especificaciones técnicas de las mismas. Una vez ajustada la conexión, el cuñero 2 debe retirar la llave hidráulica de varilla hacia una posición que permita el desarrollo normal de la operación. Es importante anotar que el maquinista solo debe activar la llave hidráulica cuando este seguro de que ninguna persona tiene sus manos en los puntos de atrapamiento que se pueden generar con la llave hidráulica y la debe desactivar tan pronto se termine el ajuste de la conexión.

11. Cuando esté operando la llave hidráulica de varillas, el operador debe mantener su cuerpo fuera del alcance del elevador de varillas, ya que podría ser golpeado severamente. Durante la operación puede presentarse la ruptura de las mangueras de la llave hidráulica, ocasionando derrames de aceite hidráulico en la localización. Si se presenta esta situación, primero se debe apagar el equipo y luego cerrar la válvula de suministro de aceite.
12. El maquinista debe levantar la sarta de varillas para que el cuñero 1 saque el elevador del tronco y luego debe bajar dicha sarta hasta que el elevador llegue al tronco de la tubería que está en el pozo.
13. El cuñero 1 debe soltar el hook rod del elevador que bajó y enganchar el elevador liberado. Se debe tener cuidado de no poner la mano en los puntos de atrapamiento que se dan entre el elevador de varilla; así mismo cuando se sienta la sarta sobre el elevador el personal se debe alejar de dicha herramienta porque podrían ser golpeados por el bail del elevador.
14. El cuñero 1 debe sujetar la siguiente varilla o triple con el elevador y engancharlo con el hook rod, luego el maquinista debe subir la varilla o el triple controladamente, evitando golpear la unidad de bombeo y/o el trabajador de tubería de la torre, hasta llevar el extremo inferior de la varilla que sube hasta el coupling de la varilla que está en el pozo. Se puede presentar que durante el izamiento de la varilla, tropiece el grillete o el elevador contra la unidad de bombeo, lo cual puede abrir el elevador o el grillete, ocasionando graves lesiones al personal. Para evitar esto, entre todos los funcionarios de la cuadrilla debe existir una completa comunicación, coordinación y cuidado. Se debe tratar de mantener despejada el área de caída de la varilla.
15. El maquinista debe bajar lentamente el sencillo o el doble para realizar la conexión con el coupling de la varilla que está en el pozo; luego debe activar la bomba hidráulica en el panel de control, teniendo la precaución de que ninguna persona tenga metidas sus manos en los puntos de atrapamiento generados por la llave hidráulica y/o las mordazas de la misma. Si es necesario, antes de activar la bomba hidráulica, se debe nivelar la llave, de tal manera que quede perpendicular a la sarta de varilla; esto se logra ajustando con llave expansiva el tornillo del soporte que va suspendido del cable que sostiene la llave.

16. Una vez se verifique que la llave esta nivelada y perpendicular a la varilla que se va a conectar se procede a torquear la varilla de acuerdo a los parámetros de torque establecidos según las especificaciones de la varilla. Cada área operativa debe establecer cuáles son los lineamientos de aplicación del torque a las varillas, según las características técnicas de las mismas.
Cuando esté operando la llave hidráulica de varillas, el operador debe mantener su cuerpo fuera del alcance del elevador de varillas, ya que podría ser golpeado severamente.
Durante la operación puede presentarse la ruptura de las mangueras de la llave hidráulica, ocasionando derrames de aceite hidráulico en la localización. Si se presenta esta situación, primero se debe apagar el equipo y luego cerrar la válvula de suministro de aceite.
17. Cuando se ha aplicado el torque adecuado a la conexión, el maquinista debe desactivar la bomba hidráulica en el panel de control y el cuñero 2 debe retirar la llave hidráulica hacia la torre en un lugar que no interrumpa el recorrido de la polea y/o la varilla; luego el maquinista procede a levantar la sarta de varillas 6" para que el cuñero 1 pueda retirar el elevador; paso seguido debe bajar la sarta de varillas controlada mente hasta introducir totalmente el sencillo o el doble de varilla dentro del pozo. Simultáneamente el encuellador debe llevar la siguiente varilla o doble hasta el alcance de los cuñeros. Luego el cuñero 1 debe acoplar el elevador liberado anteriormente al siguiente sencillo o doble de varilla a ser bajado y sacar el hook rod del elevador que sostiene la sarta de varillas en el pozo.
18. Repetir los puntos 10 al 17 hasta bajar la totalidad de la sarta o llegar hasta la profundidad requerida.

