

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO CUANTITATIVO PARA LA
EVALUACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS EN EL ÁREA DE WORKOVER Y
COMPLETAMIENTO**

**KAREN NATHALIA BEJARANO ARÉVALO
DELCIA ALEJANDRA SÁNCHEZ OBREGÓN**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD INGENIERIA FISICO-QUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA DE PETROLEOS
BUCARAMANGA**

2015

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO CUANTITATIVO PARA LA
EVALUACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS EN EL ÁREA DE WORKOVER Y
COMPLETAMIENTO**

**KAREN NATHALIA BEJARANO ARÉVALO
DELCIA ALEJANDRA SÁNCHEZ OBREGÓN**

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero de petróleos.

**Director,
KATHY MARGARITA DAZA BROCHERO
Ingeniera Industrial**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD INGENIERIA FISICO-QUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA DE PETROLEOS
BUCARAMANGA**

2015

DEDICATORIA

A Dios. Por haberme bendecido, darme salud y fortaleza necesaria que me permitido llegar hasta este punto como inicio de los logros de mis objetivos y metas.

A mi madre Sonia Arévalo. Por sus ejemplos de valor, perseverancia y constancia que la caracterizan y que han hecho de mi la persona que soy, por su incondicional apoyo para seguir creciendo como profesional, por la motivación brindada en cada momento difícil y por su amor.

A mis tías Mabel Arévalo y Leonor Arévalo, mi tío Ariel Arévalo, mi abuelita Cecilia Rodríguez y a Benur Arévalo, por su apoyo incondicional en la culminación de mi carrera de pregrado.

A mi tía Jazmín Bejarano quien me apoyo y me ayudo con toda la gestión de las visitas a campo realizadas indispensable para la realización de la investigación

Karen Nathalia Bejarano Arévalo

DEDICATORIA

Primero a Dios, por ser el Autor principal de mi vida.

Con toda mi adoración, a mi hermosa madre, Mirian Obregón Roper, quien ha sido la fuente de Inspiración para poder lograr Todos mis sueños.

A mi padre Roberto Sánchez y Hermanos Johnny Camargo y Yener Camargo quienes siempre confiaron en esto.

Finalmente a Diego Mariño, Marilyn Gélves y muchos de mis compañeros, de esos que compartimos un mismo sueño, por hacerme ver la vida lejos de casa, un poco menos difícil.

Alejandra Sánchez Obregón

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

A Dios, por permitirnos terminar este meta propuesta, como inicio de nuestra carrera profesional.

A nuestros padres por su motivación incondicional para no decaer, por su gran esfuerzo económico necesario para el desarrollo del proyecto.

A la Escuela de Ingeniería de Petróleos de la Universidad Industrial de Santander, que nos dio la oportunidad de presentar y desarrollar el tema propuesto.

A la Ingeniera Industrial Kathy Margarita Daza Brochero, por su acompañamiento, la pautas, sugerencias y dedicación durante este proceso.

Al ingeniero de petróleo Luis Abaunza por su gestión para lograr llevar a cabo las actividades anexas al trabajo, como lo fue la visita a Campo Castilla. Lo cual fue de vital importancia para el cumplimiento de los objetivos propuestos.

A mis tías Mabel Arévalo y Leonor Arévalo y a Benur Arévalo, por su apoyo incondicional en el desarrollo de esta tesis, y por su ayuda económica. Nathalia Bejarano.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	20
1. ACTIVIDADES OPERACIONALES EN EL ÁREA DE WORKOVER Y COMPLETAMIENTO	22
1.1 COMPLETAMIENTO DE POZOS.....	22
1.1.1 Tipos de completamiento de pozos en la industria del petróleo.....	22
1.1.1.1 Completamiento en hueco abierto	22
1.1.1.2 Completamiento en hueco revestido.....	22
1.1.1.3 Completamiento Sencillo	22
1.1.1.4 Completamiento Múltiple.....	22
1.1.1.5 Completamiento con Liners.	23
1.1.2 Sistemas de operación	25
1.2 TRABAJOS DE WORKOVER - REACONDICIONAMIENTO DE POZOS	25
1.2.1 Recomendaciones para la ejecución de operaciones de Workover.....	26
1.2.2 Metodología de un Workover general	26
1.3 CEMENTACIÓN	26
1.3.1 Generalidades.....	26
1.3.1.1 Tipos de cementos.....	29
1.3.1.2 Tapones de cemento/ Squeez	30
1.3.2 Metodología de la cementación de pozos.....	31
1.4 CAÑONEO	33
1.4.1 Generalidades.....	33
1.4.2. Tipo de Cañones.....	33
1.4.3 Métodos de Cañoneo.....	34
1.4.3.1 Cañoneo con Sobre-balance	34
1.4.3.2 Cañoneo con Desbalance.....	34

1.4.4 Parámetros que afectan la eficiencia del cañoneo.....	36
1.4.4.1 Parámetros atribuidos del proceso de cañoneo	36
1.4.4.2 Parámetros atribuidos al yacimiento	36
1.4.4.3 Parámetros bajo los cuales se realiza el cañoneo de un pozo	36
1.4.4.4 Otros factores a determinar	36
1.4.4.5 Parámetros que el cañoneo permite :	36
1.4.5 Recomendaciones para Operación de Cañoneo	37
1.4.6 Metodología de la operación de cañoneo	38
1.5 CONTROL DEL POZO	40
1.6 ABANDONO DEL POZO Y TAPONAMIENTO	41
1.6.1 Tapones balanceados de cemento	41
1.7 LAVADO DE ARENA Y EMPAQUETAMIENTO	41
1.7.1 Generalidades.....	41
1.7.1.1 Técnica tipo puente.....	42
1.7.2 Recomendaciones para lavado de arena.....	45
1.7.3 Metodología de la operación de lavado de arenas	46
1.8 PESCA.....	48
1.8.1 Tipos de pesca.....	48
1.8.1.1 Pesca de acuerdo a las condiciones del pozo	48
1.8.1.2 Tipos de pesca de acuerdo a la forma del pescado.....	49
1.8.2 Metodología de las Operaciones de Pesca.....	50
1.9 SUABEO O ESTIMULACIÓN MECÁNICA.....	51
1.9.2 Estimulación ácida	58
1.9.3 Estimulación con surfactantes	59
1.9.4 Recomendaciones para acidificación de pozos	61
1.9.5 Metodología de la operación de acidificación	61
1.10 FRACTURAMIENTO	62
1.10.1 Fracturamiento ácido	62
1.10.2 Fracturamiento hidráulico.....	63

2. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.....	65
2.1 GENERALIDADES	65
2.1.1 Definición De Riesgo	65
2.1.2 Factores De Riesgo	65
2.1.2.1 Medio Ambiente Físico:.....	66
2.1.2.2 Psicosocial:	67
2.1.3 Organización Del Trabajo	69
2.1.4 Condiciones Relativas Propias De La Salud.....	69
2.1.5 Identificación De Riesgos.....	69
2.1.4 Valor Del Riesgo	69
2.1.5 Evaluación Del Riesgo	70
3. DISEÑO DEL MÉTODO Y PROGRAMACIÓN	71
3.1 GENERALIDADES DEL MÉTODO.....	71
3.2 PSEUDOCÓDIGO Y FLUJO DE TRABAJO	71
4. RESULTADOS.....	74
4.1 IDENTIFICACION DE RIESGOS EN EL ÁREA DE WORKOVER Y COMPLETAMIENTO	74
4.1.1 Identificación de factores de riesgo.....	74
4.1.2 Identificación de riesgos operacionales	76
4.2 PROGRAMACIÓN DEL MÉTODO DISEÑADO.....	79
4.2.1 Código del programa en Visual Studio c++.....	103
4.3 APLICACIÓN	80
4.3.1 Procedimiento desarrollado	81
5. CONCLUSIONES	83
6. RECOMENDACIONES.....	85

BIBLIOGRAFIA.....	86
ANEXOS.....	88

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de cemento	29
Tabla 2 Tipos de Empaques más Usados	45
Tabla 3 Tipos de goma	52
Tabla 4 Riesgos operacionales en el área de Workover y Completamiento	76
Tabla 5 Riesgos generales	77
Tabla 6 Análisis de resultado para la evaluación y valoración de riesgos en manejo de tubería para Campo Castilla-Torre 28.....	82

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. Equipo completamiento múltiple	23
Ilustración 2 Equipo de reacondicionamiento de pozos	24
Ilustración 3 Cementación de pozos	27
Ilustración 4 Cañoneo	33
Ilustración 5 Método de Wireline	34
Ilustración 6 Cañoneo TCP	35
Ilustración 7 Liner Ranurado Típico	44
Ilustración 8 Estimulación de pozos / Acidificación	60
Ilustración 9 Inyección de BRV (Bio Reductor de la Viscosidad) y Nitrógeno para disminuir la viscosidad	60
Ilustración 10 Fracturamiento hidráulico	64

LISTA DE FOTOS

	Pág.
Foto 1 Mapa de Campo Castilla.....	92
Foto 2 Torre de perforación Campo Castilla-Pozo28 RIG 303	93
Foto 3 Tubería Campo Castilla-Pozo28.....	94
Foto 4 Inspección de tubería Nivel 3 Campo Castilla-Pozo28	94
Foto 5 Inspección de tubería Nivel 3 Campo Castilla-Pozo28	95
Foto 6 Inspección de tubería Nivel 3 Campo Castilla-Pozo28	95
Foto 7 Inspección de tubería Campo Castilla-Pozo28.....	96
Foto 8 Inspección de tubería Nivel 5 Campo Castilla-Pozo28	96
Foto 9 Inspección de tubería Nivel 5 con ultrasonido Campo Castilla-Pozo28	97
Foto 10 Company Man ejecutando el método	98
Foto 11 Company Man ejecutando el método	99
Foto 12 Company Man ejecutando el método	100
Foto 13 Resultado para la evaluación y valoración de riesgos en manejo de tubería para Campo Castilla-Torre 28. (Pantallazo).....	101
Foto 14 Resultado para la evaluación y valoración de riesgos en manejo de tubería para Campo Castilla-Torre 28 (Pantallazo ampliado)	101

LISTA DE DIAGRAMAS

	Pág.
Diagrama 1 Metodología de la cementación de pozos	31
Diagrama 2 Metodología de la operación de cañoneo.....	38
Diagrama 3 Metodología de la operación de lavado de arenas	46
Diagrama 4 Metodología de las Operaciones de Pesca	50
Diagrama 5 Metodología de la operación de suabeo.....	53
Diagrama 6 Metodología de la operación de acidificación.....	61
Diagrama 7 Pseudocódigo y flujo de trabajo	79

RESUMEN

TÍTULO: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO CUANTITATIVO PARA LA EVALUACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS EN EL ÁREA DE WORKOVER Y COMPLETAMIENTO*

AUTOR: KAREN NATHALIA BEJARANO ARÉVALO, DELCIA ALEJANDRA SÁNCHEZ OBREGÓN

**

PALABRAS CLAVES: Workover, Completamiento, Evaluación de Riesgos, Valoración de Riesgos.

DESCRIPCIÓN:

La seguridad, la identificación de peligros y la evaluación de riesgos, son hoy, de los factores más importantes a tener en cuenta, antes de realizar cualquier actividad, operación o proyecto en la industria petrolera. En el área de Workover y Completamiento, existen actividades como La cementación, el lavado de arenas, el control de pozos, la pesca, entre otras, en las cuales fueron identificados unos factores de riesgo o peligros, los cuales posiblemente se convertirían en riesgos para la operación.

Para desarrollar un método que cuantificara esos riesgos, se debió conocer cada operación, describiendo su proceso, escenario y condiciones de trabajo. Luego de contar con esa información, entonces se formularon unas preguntas para que el usuario u operador interesado en conocer los riesgos que corre su operación, las desarrollara.

Dichas preguntas, entonces, fueron programadas en Visual Studio, un software, llamado RiPetCo, de fácil acceso, el cual fuera capaz de diferenciar las posibles respuestas del usuario. Seguidamente se programaron los rangos, o intervalos, en los que el usuario debía ser selectivo, concreto y consecuente, al responder.

Estos rangos de respuestas están programados para ser cuantificados con el método estadístico de la MODA, es decir, el rango de alta ocurrencia que más se repitiera, arrojaría como respuesta los riesgos identificados para dicha operación y a que ocurrencia, están sometidos.

El objetivo principal del Software RiPetCo, fue y es permitir optimizar el tiempo que requiere la evaluación de riesgos previa a cada actividad u operación de Workover y Completamiento de la industria de los hidrocarburos, permitiendo entonces el rápido aval para realizar dicho trabajo.

* Trabajo de grado.

** Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físico-Químicas, Escuela de Ingeniería de Petróleos, Director: Kathy Margarita Daza Brochero Ing.

ABSTRACT

TITLE: DESING AND IMPLEMENTATION OF A QUANTITATIVE METHOD FOR EVALUATION AND ASSESSMENT OF RISK IN THE AREA WORKOVER AND COMPLETION*

AUTHOR: KAREN NATHALIA BEJARANO AREVALO, DELCIA ALEJANDRA SANCHEZ OBREGON

**

KEY WORDS: Workover, Completamiento, evaluation of risks, assessment of risks.

DESCRIPTION:

Safety, hazard identification and risk assessment, are today the most important factors to consider before doing any activity, operation or project in the oil industry. In the area of Completion and Workover, there are activities like Cementation, washing sand control wells, fisheries, among others, which were identified some risk factors or hazards, which possibly become risks operation.

To develop a method to quantify those risks, he must have known each operation, describing his process stage and working conditions. After you have that information, then some questions were formulated for the user or operator interested in knowing the risks to its operation, develop them.

These questions, then, were programmed in Visual Studio, a software called RiPetCo, easily accessible, which was able to differentiate the possible user responses. Then ranges or intervals, in which the user should be selective, specific and consistent, programmed to respond.

These ranges of responses are scheduled to be quantified using the statistical method of MODA, ie, the range of high occurrence that recur more, throw in response to identified risks that operation since occurrence, they are subjected.

The main objective of RiPetCo Software, was and is possible to optimize the time required risk assessment prior to each activity or operation of Workover and Completion of the hydrocarbon industry, then allowing quick endorsement to perform such work

* Bachelor thesis

** Physic-chemist Engineering. Petroleum Enginnering School, Director Eng. Kathy Margarita Daza Brochero.

INTRODUCCIÓN

El completamiento es un conjunto de trabajos y técnicas invasivas “Workover” realizados en un pozo para dejarlo produciendo eficientemente o prepararlo para inyección de agua o gas. El no tomar medidas de prevención y seguridad necesarias para evitar peligros aumenta la probabilidad de ocurrencia de incidentes durante las operaciones, afectando las condiciones del pozo reflejado negativamente en la producción e incidiendo leve o fatalmente en la integridad de los operarios y personas involucradas en la operación, efectos que se muestran en estadísticas realizadas; de esta manera nace la necesidad de evaluar y valorar la ocurrencia de posibles riesgos y así proceder a mitigar y prevenir. Por tal motivo en el desarrollo de este trabajo se diseñó e implemento un método cuantitativo que permite evaluar y valorar los riesgos operacionales que se pueden presentar en esta área. El método es cuantitativo debido a que estos brindan mayor exactitud y subjetividad en el momento de calificar riesgos, precisando los valores numéricos y se ajusta a situaciones de la industria petrolera.

Como se dijo antes el workover y completamiento son definitivas para la óptima producción y buenos resultados en posteriores procesos e intervenciones requeridos en el pozo; con esto presente, en el primer capítulo se especifica las generalidades de cada una de las operaciones pertinentes a esta etapa de la ingeniería de petróleos, haciendo una recolección de información incluyendo el para que se hace cada técnica, la respectiva metodología o procedimiento y para algunas de ellas, recomendaciones a tener en cuenta a la hora de operar. Todo con el fin de poder determinar y analizar las condiciones operacionales a las cuales se llevan a cabo estos procesos; que se presente riesgos o no depende de estas condiciones, y el nivel de ocurrencia de la magnitud de las mismas .

El análisis de riesgos permite tomar decisiones preventivas y adoptar una política activa de gestión de riesgos de acuerdo a la medición de la ocurrencia del riesgo y si este ocurre, el impacto sobre el bienestar de las personas y buen desarrollo de las actividades llevadas a cabo; impactos relacionados con: ¿Qué podría pasar si no hago esto? ¿Qué alternativas hay para evitarlo? ¿Si hago esto, podría afectar otra operación más adelante? Por ello se diseñó este método cuantitativo basado en tres etapas: determinación de factores, evaluar las consecuencias (identificar riesgos) y calcular el nivel de ocurrencia del riesgo; etapas para las cuales es necesario tener claro ¿qué es riesgo? ¿Cómo identificarlos? ¿Qué son factores de riesgos y cuáles son? ¿Cómo se evalúa y valora un riesgo? Conceptos que se encuentra en el segundo capítulo de este mismo.

Prosiguiendo al diseño del método y con él listo entra a jugar la importancia que tiene el tiempo en la industria, razón por la cual se decidió programar dicho método en el software Visual Studio (C++) haciendo más sencillo el trabajo de evaluar y valorar riesgos minimizando el tiempo que usualmente se invierte en inspección y trabajos HSEQ el cual podrá ser utilizado en mitigación y prevención. De esta manera en el tercer capítulo se encuentra las generalidades del método y el flujo de trabajo.

Para terminar el trabajo, se aplicó en Campo Castilla, atendido por el company Man y el HSEQ de la respectiva locación, de quienes se recibió buenos comentarios acerca del método; comentarios que condescienden decir que la metodología de las operaciones ayudo en gran escala al diseño del método cuantitativo y llevarlo a medio virtual mediante un software es lo que permite catalogarlo como herramienta útil de prevención y seguridad, por el fácil acceso y poco tiempo requerido para evidenciar la ocurrencia de riesgos operacionales, comparado con métodos tradicionales como la inspección directa y llenado de tablas.

1. ACTIVIDADES OPERACIONALES EN EL ÁREA DE WORKOVER Y COMPLETAMIENTO

1.1 COMPLETAMIENTO DE POZOS

El conjunto de completamiento de un pozo tiene como fin facilitar la conducción de fluidos desde el yacimiento hasta la cabeza del pozo. Una vez el pozo es revestido y cementado, se realizan varias operaciones ya sea con el fin de evaluar la formación, el casing o la cementación, para establecer comunicación entre el pozo y el yacimiento o para evaluar los intervalos productores.

1.1.1 Tipos de completamiento de pozos en la industria del petróleo

1.1.1.1 Completamiento en hueco abierto. En este tipo de completamiento el revestimiento es sentado en el tope del intervalo productor, bien sea cementando hasta el tope del intervalo productor y perforando luego hasta la profundidad final o perforando hasta la profundidad final y se cementa luego como ya se indicó.

1.1.1.2 Completamiento en hueco revestido. En este tipo de completamiento el intervalo productor es revestido, cementado y luego cañoneado.

1.1.1.3 Completamiento Sencillo. Se da cuando un solo intervalo produce o varias zonas producen de manera conjunta, o en el caso de que los fluidos que se producen fluyan a través de un solo conducto.

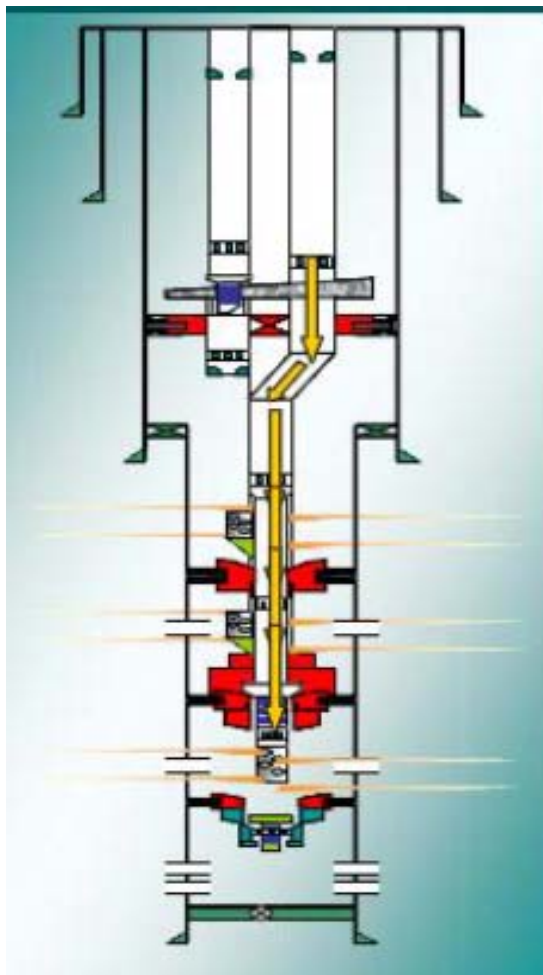
1.1.1.4 Completamiento Múltiple. Se utiliza cuando se tienen varios yacimientos. Algunos arreglos de completamiento múltiple son:

- Una sarta – un empaque.
- Una sarta – dos empaques: Para aislar un intervalo productor específico.

- Sartas paralelas – empaques múltiples: Varios intervalos producen independiente y simultáneamente.

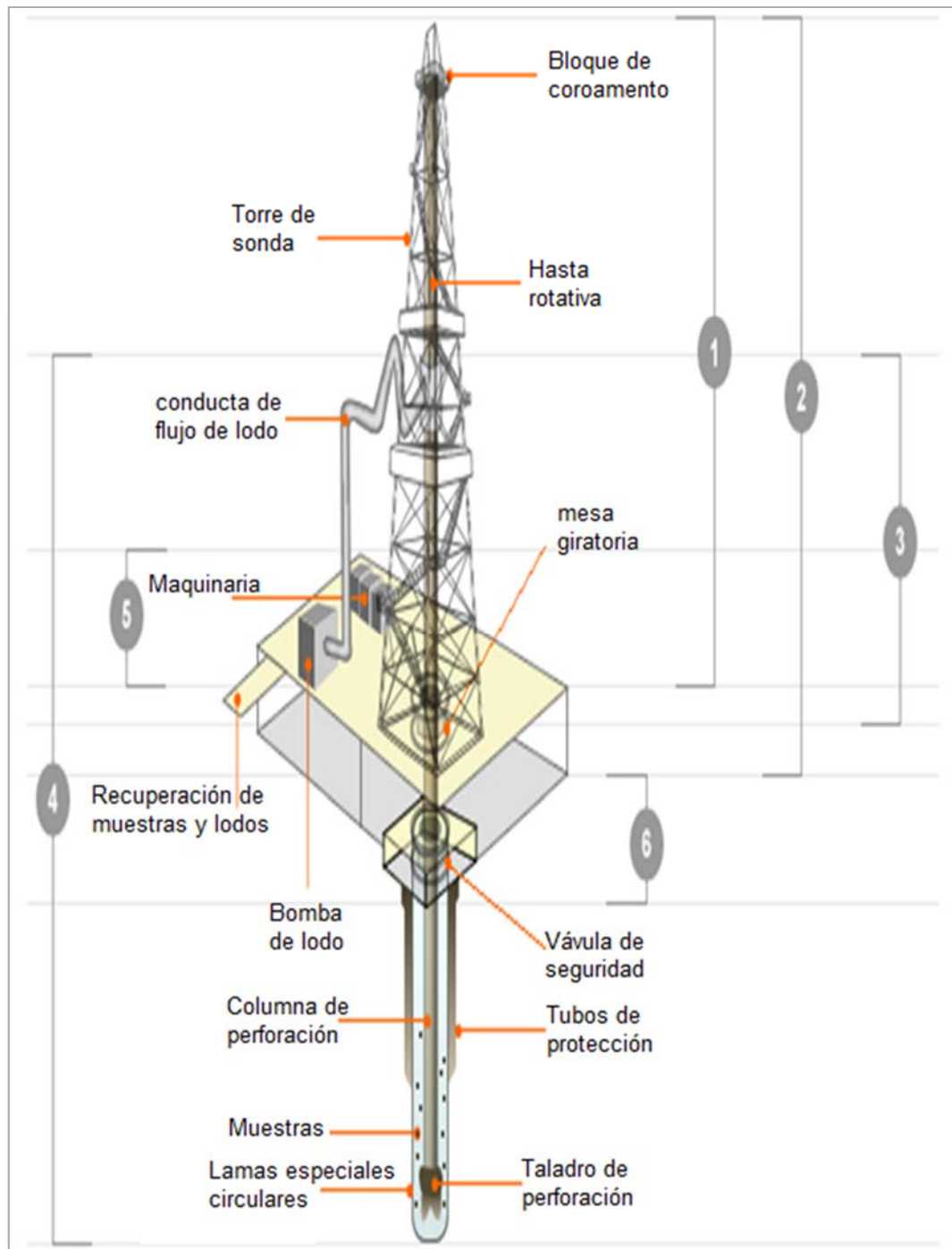
1.1.1.5 **Completamiento con Liners.** El revestimiento no llega a superficie. Algunas veces se utilizan Liners intermedios con el fin de resolver problemas durante la perforación, como pérdidas de circulación y/o presiones anormales.

Ilustración 1. Equipo completamiento múltiple



<http://es.slideshare.net/gabosocorro/produccion-1-completamiento-clase-2>

Ilustración 2 Equipo de reacondicionamiento de pozos



Fuente: <http://www.galpennergia.com/ES/agalpennergia/Os-nossos-negocios/Exploracao-Producao/fundamentos-engenharia-petroleo/Paginas/Perforacion.aspx>

1.1.2 Sistemas de operación

Sistema de apoyo a las cargas: sostiene la columna de perforación y las tuberías de protección (revestimiento y casing).

Sistema de manejo de carga: A través de cables, permite el movimiento de la columna de perforación y tubería de revestimiento.

Sistema de rotación: Induce la rotación del taladro, lo que ayuda a perforar la formación.

Sistema de circulación: Permite el movimiento y el tratamiento de fluidos de perforación.

Sistema de generación y transmisión de energía: La energía proviene de motores de gasóleo o de energía eléctrica, activando todos los equipos de la sonda.

Sistema de seguridad del pozo: Permite el seguimiento y el cierre del pozo, cuando ocurre un flujo no deseable en la formación del pozo.

1.2 TRABAJOS DE WORKOVER - REACONDICIONAMIENTO DE POZOS

Se entiende por reacondicionamiento, a todos los trabajos efectuados en un pozo que involucran actividades en la zona productora después de su completación original.

Durante la fase productiva de los pozos se efectúan trabajos adicionales que tienen por finalidad mantener o aumentar la eficiencia de producción o inyección según sea la naturaleza del pozo. Estos trabajos pueden clasificarse como:

- Reacondicionamientos temporales y permanentes.

- Estimulaciones.
- Reparaciones.

1.2.1 Recomendaciones para la ejecución de operaciones de Workover

- No fracturar la formación
- Conservar optimas velocidades de corrida de tubería;
- Pwh, Pwf. dentro de valores permitidos
- Al terminar operación limpiar pozo y entregarlo en condiciones que exija la empresa contratante.

1.2.2 Metodología de un Workover general

- 1) Identificar el Pozo
- 2) Seleccionar el tipo de trabajo de workover
- 3) Verificar propiedades del pozo (Pwf, Pr, Pfx, Pws, h,)
- 4) Descargar el pozo hasta que muera
- 5) Llenar el pozo con salmuera
- 6) Instalar preventoras
- 7) Llenar pozo con volumen faltante
- 8) Preparar seguridad faltante para comenzar operación.

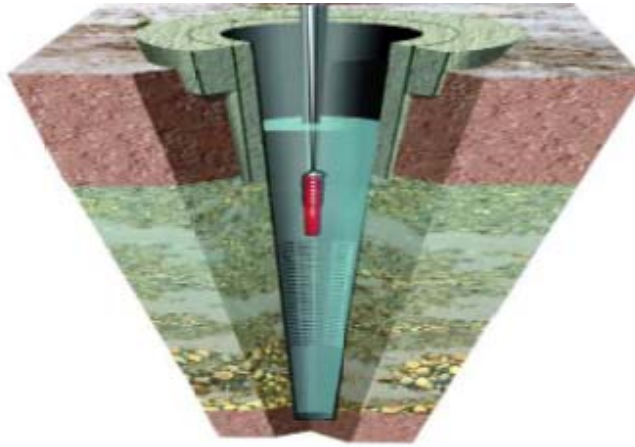
1.3 CEMENTACIÓN

1.3.1 Generalidades

Proceso que consiste en mezclar cemento seco y ciertos aditivos con agua para formar una lechada que es bombeada al pozo a través de la sarta de revestimiento es colocado en el espacio anular entre el hoyo y el diámetro externo del revestidor.

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

Ilustración 3 Cementación de pozos



Fuente: <http://yacimiento-de-gas-condensado.blogspot.com/2008/11/que-sabes-de-cementación.html>

El volumen a bombear es predeterminado para alcanzar las zonas críticas (alrededor del fondo de la zapata, espacio anular, formación permeable, hoyo desnudo, etc.) después se debe dejar fraguar y endurecer, formando de esta manera una barrera permanente e impermeable al movimiento de fluidos detrás del revestidor. Antes de realizar cualquier actividad de cementación se deben tomar registros de CBL y VDL con el fin de evaluar la calidad y adherencia en la cual se encuentra el cemento.

Dentro de los objetivos principales de la cementación se encuentran:

- Proteger y asegurar la tubería de revestimiento en el pozo.
- Aislar zonas de diferentes fluidos.
- Aislar zona de agua superficial y evitar la contaminación de las mismas por el fluido de control utilizado 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 de pozos se realiza por etapas; La cementación primaria es de esta cementación se encuentran: adherir y fijar la sarta de revestimiento, restringir el movimiento de fluidos entre las formaciones productoras y el confinamiento de los estratos acuíferos; proteger la sarta contra la corrosión, reforzar la sarta contra el aplastamiento debido a fuerzas externas y reforzar la resistencia de la sarta a presiones de estallido; proteger la sarta durante trabajos de cañoneo; sellar la pérdida de circulación en zonas ladronas.

La Cementación Secundaria es el proceso de bombear una lechada de cemento en el pozo bajo presión, forzándola contra una formación porosa, tanto en las perforaciones del revestidor o directamente en hoyo abierto. Los propósitos principales de esta cementación es reparar trabajos de cementaciones primarias deficientes; reducir altas producciones de agua y/o gas; reparar filtraciones causadas por fallas del revestidor; abandonar zonas no productoras o agotadas; sellar la migración de fluidos hacia zonas productoras.

En el proceso de cementación secundaria se realiza forzamiento de la lechada de cemento en el pozo, este tipo de cementación se utiliza principalmente en reparaciones/reacondicionamiento o en terminación de pozos. El proceso comprende la aplicación de presión hidráulica para forzar el cemento en un orificio abierto a través de perforaciones en el revestidor, para corregir ciertas anomalías.

Cuando se diseña una cementación de este tipo se debe considerar:

- | | |
|---|---|
| • Tipo de cemento | • Control de filtrado |
| • Tiempo total de bombeo requerido | • Resistencia del cemento |
| • Tiempo para alcanzar las condiciones del pozo | • Desplazamiento y cálculos básicos en condiciones del pozo |

La cementación forzada puede hacerse con empaquetadura y/o con retenedor; este tiene en cuenta la exclusión de gas y exclusión de agua a hoyo revestido u hoyo desnudo.

1.3.1.1 Tipos de cementos. Los cementos tienen características físicas y químicas y en base al uso que se les pueda dar en cuanto a rango de profundidad, presiones y temperaturas a soportar, el API los ha clasificado en:

Tabla 1. Tipos de cemento

Tipo de cemento	Especificación / descripción
Clase A	Usado generalmente para pozos desde superficie hasta 6000 ft de profundidad cuando no se requiere propiedades especiales. La relación agua/cemento recomendada es 5.2 gal/sxs.
Clase B	Usado generalmente para pozos desde superficie hasta 6000 ft de profundidad, cuando hay condiciones moderadas a altas resistencias al sulfato. La relación agua/cemento recomendada es 5.2 gal/sxs.
Clase C	Tiene como requerimiento de operación profundidades iguales que las clases se cementos anteriores, solo que esta clase de cemento es utilizada cuando se requiere condiciones de alto esfuerzo. La relación agua/cemento recomendada es 6.6 gal/sxs.
Clase D	Su rango de utilización es para pozos desde 6000 hasta 10000 ft., para condiciones moderadas de presión y temperatura. Está disponible para esfuerzos moderados a altos. La relación agua/cemento recomendada es 4,3 gal/sxs.
Clase E	Se utiliza para pozos desde 10000 hasta 14000 ft., para condiciones altas de presión y temperatura. La relación agua/cemento recomendada es 4,3 gal/sxs.
Clase F	Generalmente se utiliza para pozos desde 10000 hasta 16000 ft., para condiciones extremas de presión y temperatura. Está disponible para esfuerzos moderados a altos. La relación agua/cemento recomendada es 4,3 gal/sxs.

Fuente: BERMÚDEZ, Raúl. Cementación de Pozos Petroleros – Principios y Tecnologías. Schlumberger. Noviembre 16 del 2007

Aditivos del cemento: Los aditivos tienen como función adaptar los diferentes cementos petroleros a las condiciones específicas de trabajo. Pueden ser sólidos y/o líquidos (solución acuosa). Entre ellos se encuentran los aceleradores, retardadores, expendedores y densificantes.

- Aceleradores: se usan en pozos donde la profundidad y la temperatura son bajas, buscando obtener espesamiento y buena resistencia a la compresión en corto tiempo.
- Retardadores: hacen que el tiempo de fraguado y el desarrollo de resistencia y compresión del cemento sean más lentos.
- Extendedores: se añaden para reducir la densidad del cemento o para reducir la cantidad de cemento por volumen del material fraguado, con el fin de bajar la presión hidrostática y aumentar el rendimiento de las lechadas
- Densificantes controlan la pérdida de la fase acuosa del sistema cementante frente a una formación permeable; previniendo la deshidratación prematura de la lechada.

1.3.1.2 Tapones de cemento/ Squeeze. Esta operación consiste en colocar una columna de cemento en un hoyo abierto o revestido, para lograr cualquiera de los siguientes objetivos:

- Aislar una zona productora agotada
- Pérdida de control de circulación
- Perforación direccional
- Abandono de pozos secos o depletados.

El método más común para probar la calidad de la resistencia de un tapón de cemento consiste en bajar una mecha, tubería de perforación o con presión; el tiempo de fraguado después de la colocación del tapón varía de 8 a 72 horas, dependiendo del uso de aceleradores o el tipo de pozo.

El programa de cementación debe ser diseñado para obtener una buena cementación primaria. Esta clase de operación debe buscar aislar y prevenir la comunicación entre las formaciones cementadas y entre el hoyo abierto y las formaciones someras detrás del revestidor. También debe considerarse el no

fracturar alrededor de la zapata del conductor o de la sarta de superficie durante las operaciones subsiguientes.

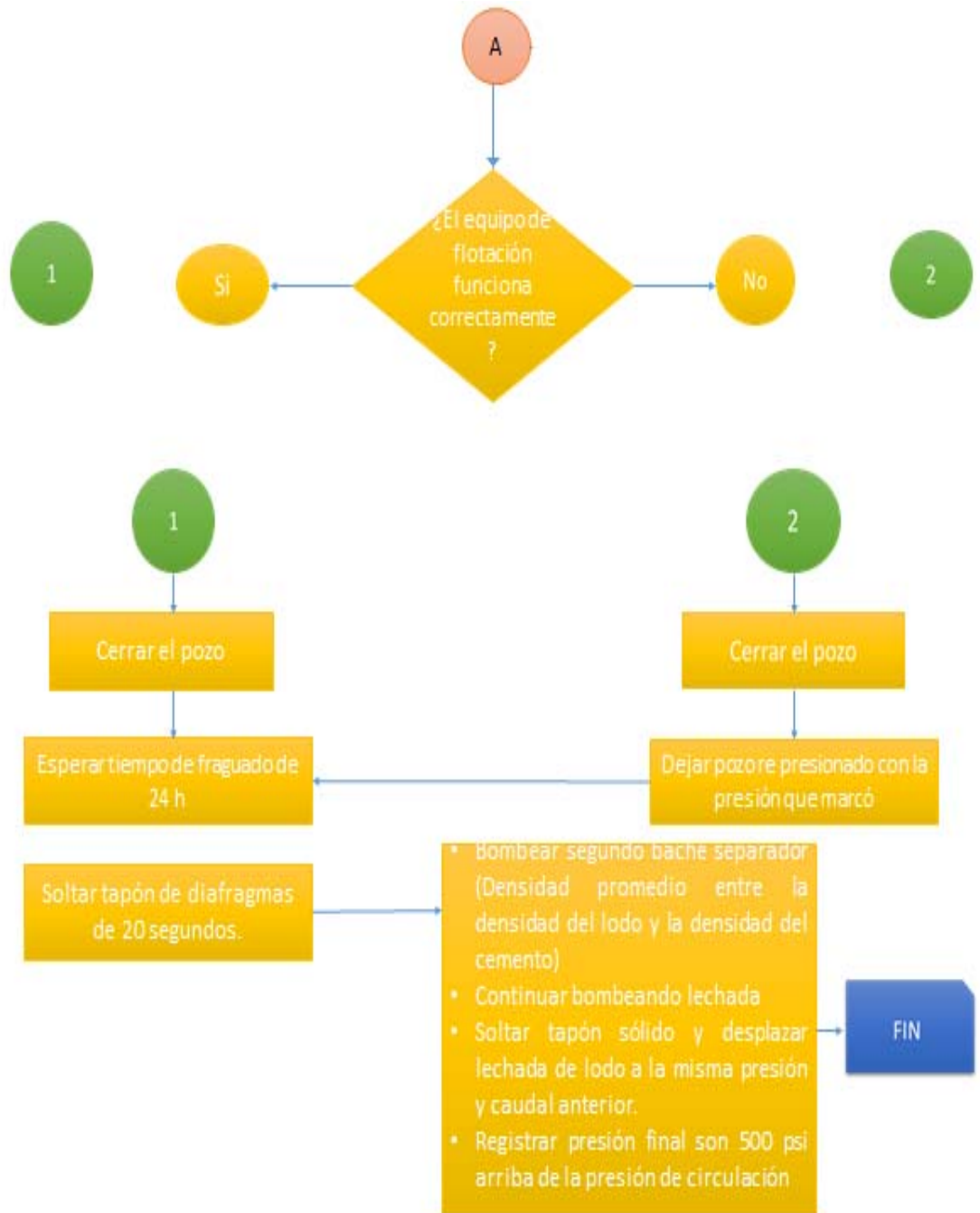
Para que se pueda lograr una óptima operación de cementación se debe contar con una densidad apropiada, que posea facilidad en la mezcla en superficie, con propiedades reológicas óptimas para la remoción del lodo, que conserve sus propiedades físicas y químicas mientras se está colando, debe ser impermeable al gas en el anular, si este está presente, desarrollar una buena adherencia entre revestidor y formación, con permeabilidad lo más baja posible y mantenerse con sus propiedades bajo condiciones severas de presión y temperatura.

1.3.2 Metodología de la cementación de pozos

Diagrama 1 Metodología de la cementación de pozos



Diagrama 1 (Continuación)



Modificado de: BOHORQUEZ, óscar Iván y CADENA, Martha Isabel. Metodología para la evaluación de riesgos durante operaciones de workover y servicio a pozos Trabajo de grado ingeniero de petróleos. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingeniería fisicoquímicas. Escuela de ingeniería de petróleos. 70p – 71p.

1.4 CAÑONEO

1.4.1 Generalidades

Procedimiento aplicado al pozo con el fin de crear apertura a través de la tubería de revestimiento (TR), el cemento y de la formación, lográndose de esta manera crear una comunicación entre el pozo y las formaciones seleccionadas.³

Ilustración 4 Cañoneo



Fuente MARQUIZ, Alez. Manual Técnico de Operaciones de Cañoneo a Pozos.

Presentado como proyecto de grado para optar al título Técnico de Petróleos.
Instituto Universitario de Nuevas Profesiones, Coordinación de Petróleo,
Noviembre 2004.

1.4.2. Tipo de Cañones

- a. Tipo Chorro
- b. Tipo Bala
- c. Tipo Hidráulico

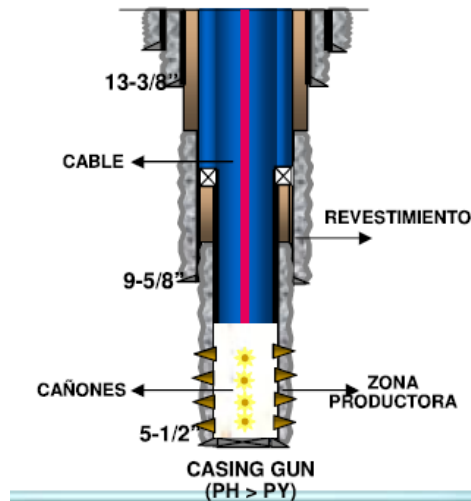
³ MARQUIZ, Alez. Manual Técnico de Operaciones de Cañoneo a Pozos. Presentado como proyecto de grado para optar al título Técnico de Petróleos. Instituto Universitario de Nuevas Profesiones, Coordinación de Petróleo, Noviembre 2004.

1.4.3 Métodos de Cañoneo

1.4.3.1 Cañoneo con Sobre-balance. En este caso la presión hidrostática del pozo es mayor que la presión de Formación. Por esta razón, una vez cañoneado el intervalo de interés, es necesario lavar y limpiar los ripios que hayan podido quedar. El método que se aplica para esta técnica es

Método Casing gun - Wireline “Cañones por revestidor”. Se bajan por el revestidor utilizando *Wireline*, generalmente la carga es colocada en soportes recuperables; el tamaño y rigidez de estos cañones no permite bajarlos por la TP. El cañoneo será realizado con un cable eléctrico. Los cañones de revestidor son más eficientes que los de tubería, cuando se usan en operaciones de fracturamiento o de inyección, ya que en éstas operaciones se requiere de un buen control del tamaño de las perforaciones.

Ilustración 5 Método de Wireline



1.4.3.2 Cañoneo con Desbalance: Aquí la presión hidrostática es menor que la presión de formación, entonces, el fluido fluye inmediatamente, limpiando instantáneamente los ripios. Los métodos que aplican para ésta técnica son:

Método TCP “Tubing conveyed perforating - Cañones transportados por la primera tubería de producción”: Con este método, el cañón se transporta en el

extremo inferior de la tubería de producción con una empacadura, la cual debe ser asentada antes de iniciar la operación de cañoneo.

Método Through Tubing gun “Cañones por tubería”: En este método, primero se baja la tubería con empacadura de prueba o se baja la completación final. Generalmente, se usan cañones no recuperables o parcialmente recuperables.

Ilustración 6 Cañoneo TCP

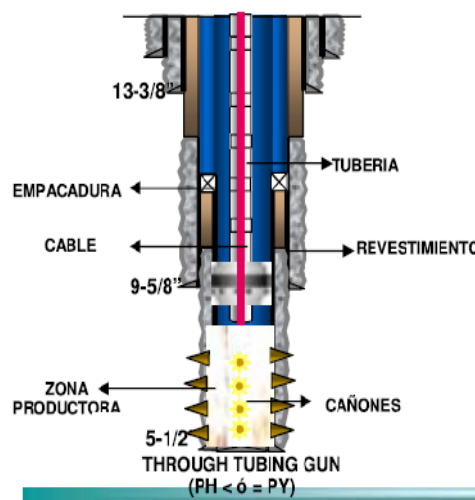
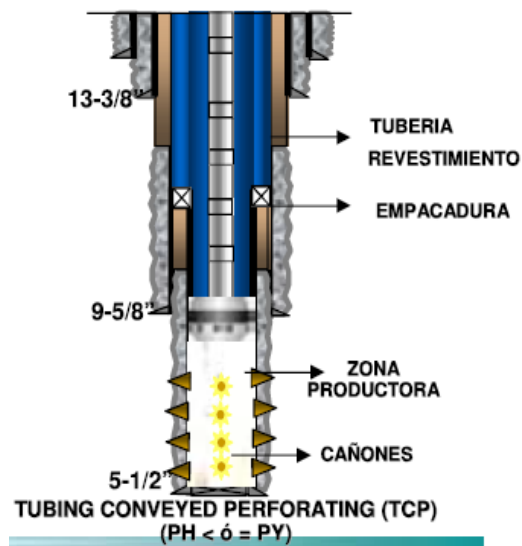


Ilustración 6 Cañoneo Through Tubing Gun



1.4.4 Parámetros que afectan la eficiencia del cañoneo

1.4.4.1 Parámetros atribuidos del proceso de cañoneo

- Configuración de la carga.
- Diámetro del cañón.
- Separación entre el cañón y la zona cañoneada.
- Tipo de material del revestidor.

1.4.4.2 Parámetros atribuidos al yacimiento

- Resistencia de la perforación
- Temperatura

1.4.4.3 Parámetros bajo los cuales se realiza el cañoneo de un pozo

- Densidad de cañoneo
- Dirección de tiro (fase)
- Separación de cargas
- Penetración
- Diámetro a la entrada de perforación

1.4.4.4 Otros factores a determinar

- Tipo de equipo usado en el proceso
- Cantidad y tipo de carga en el cañón
- Técnicas usadas en la completamiento del pozo
- Características de la tubería y el cemento
- Procedimiento usado para el cañoneo

1.4.4.5 Parámetros que el cañoneo permite:

- Evaluar zonas productoras.
- Mejorar la producción por inyección.

- Efectuar trabajos de cementación.

1.4.5 Recomendaciones para Operación de Cañoneo

Para identificar profundidades se debe disponer de registros *open hole*, SP, Gama Rey y/o Resistividad; para correlacionarlos con los registros de hueco entubado y el CBL y el CCL. En la preparación del equipo de cañoneo se debe tener en cuenta los siguientes parámetros:

1) Preparación de cañones:

- Los detonadores deben ser tratados con excesivo cuidado, no deben estar en contacto con artículo y/o herramientas que puedan generar la detonación de estos; se debe corto-circular las terminales de detonadores desechados e ingresarlos a la base.
- Se debe colocar los detonadores desechados junto a las balas y el *primacord* (Detonante primario de alto poder, cubierto con envoltura de polietileno duro y nylon negro o goma negra; utilizado para detonar varias cargas desde un solo cordón; puede alcanzar velocidades de 28000 ft/seg.)
- El *primacord* se debe cortar sólo con cortador de *primacord* aprobado. Reposar el *primacord* en un trozo de madera para recortarlo.
- Llevar los desechos del *primacord* al depósito. Almacenarlo junto al *primacord* original y en su empaque.
- No se debe de tirar ni tratar de extraer los cables del detonador ya que pueden causar detonación.
- Introducir el detonador en el contenedor de seguridad.

2) Tipo de detonador: Al escoger el tipo de detonador se debe tener en cuenta la forma en que se quiere detonar la carga. El tipo de detonación más utilizado es el tipo TCP ya que presenta un nuevo tipo de sistema de ignición de penetración de calor que reemplaza al detonador eléctrico que es usado en el cañoneo con *wireline*.

3) Tipo de carga: El tipo de carga a escoger depende de la longitud de penetración y el alcance que se requiera del cañón.

4) Tipo de recuperación del cañón:

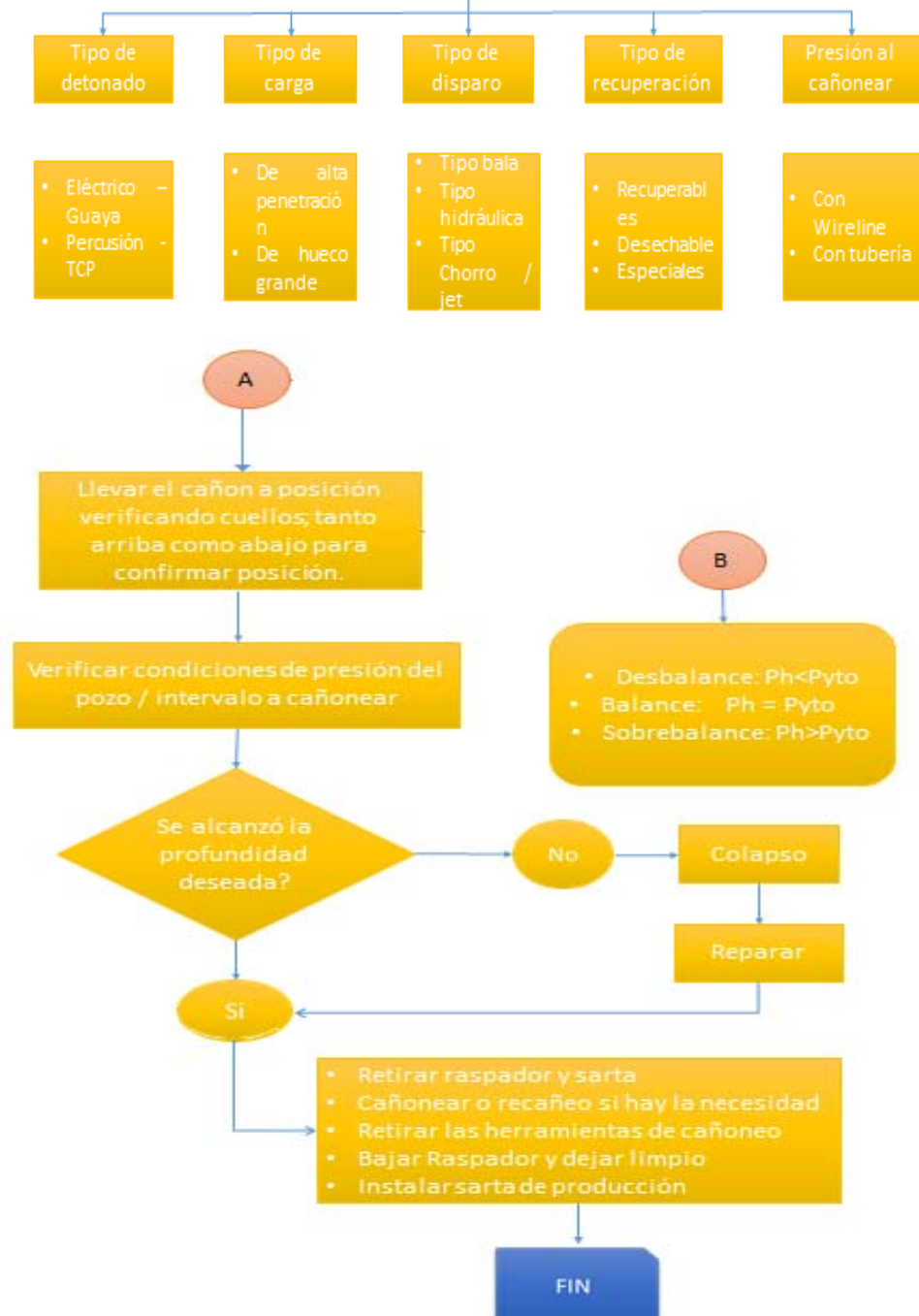
- Los cañones recuperables se extraen al limpiar la operación; funcionan a grandes profundidades, altas presiones y temperaturas. Presentan menos fallas operativas debido a que sus componentes están encerrados; pueden hacer disparos selectivos y no deforman la tubería de revestimiento.
- Los cañones desechables pueden ser bajados dentro de la tubería de revestimiento. No se recomienda bajar a altas velocidades debido a que la cápsula de aluminio donde se encuentra están propensas a desgastes excesivos.
- Los cañones semidesechables son confiables para utilizar en tubería de revestimiento de gran diámetro pero si se utiliza con tubería de producción pueden atascarse al ser bajados.
- Los cañones especiales son aptos y recomendados para altas temperaturas, presentan penetración limitada, para disparos radial, en pozos con fracturamiento y son utilizados para cortar en tubería de producción y revestimiento.

1.4.6 Metodología de la operación de cañoneo

Diagrama 2 Metodología de la operación de cañoneo



Diagrama 2 (Continuación)



Modificado de: BOHORQUEZ, óscar Iván y CADENA, Martha Isabel. Metodología para la evaluación de riesgos durante operaciones de workover y servicio a pozos Trabajo de grado ingeniero de petróleos. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingeniería fisicoquímicas. Escuela de ingeniería de petróleos. 72p – 73p.

1.5 CONTROL DEL POZO

El control del pozo es uno de los desafíos más grandes que enfrentan los operadores durante las etapas de perforación y terminación de un pozo. Durante las operaciones de perforación en reservorios con gradientes de presión de poro y fractura estrechos, los viajes pueden resultar en incidentes de control de pozo, tales como efectos de suabeo y surgencia, que son costosos y consumen tiempo. Los problemas de costos y tiempo se magnifican cuando se requieren múltiples viajes y mejorar la seguridad y eficiencia de la operación representa un gran desafío. El objetivo principal es controlar las presiones del pozo, existen causas de desequilibrio de ésta, algunos de ellos son:

- Densidad insuficiente del lodo
- Falla de mantener el pozo lleno de lodo durante la maniobra
- Pistoneo (swabbing)
- Compresión o surging
- Perdida de circulación
- Presión anormal

El sistema de seguridad de un yacimiento petrolífero para controlar y/o evitar este tipo de situaciones consiste en:

- B.O.P (Blowout preventer - preventor de surgencias)
- Acumuladores (Comando de la B.O.P)
- Manifold de surgencia
- Línea de venteo
- Fosa de quema

1.6 ABANDONO DEL POZO Y TAPONAMIENTO

La industria petrolera prevé un aumento en la actividad de las operaciones de abandono de pozos y desmantelamiento de plataformas, a medida que las regulaciones se toman más estrictas y complejas, los abandonos realizados son esenciales para la protección del medio ambiente en el largo plazo. Si bien las nuevas tecnologías y técnicas le dan un nuevo sentido al término “permanente” cuando se habla de abandono, los operadores buscan minimizar los costos de abandono y desmantelamiento ya que estas erogaciones no son recuperables.

- Abandono temporal de pozos
- Abandono definitivo

1.6.1 Tapones balanceados de cemento

Se utilizan para:

- Abandono de pozos.
- Aislar zonas inferiores.
- Puntos de referencia para desviar un pozo.

1.7 LAVADO DE ARENA Y EMPAQUETAMIENTO

1.7.1 Generalidades

La producción de arena en los pozos productores de gas o petróleo como también en los pozos inyectoras, representan un problema permanente en la industria. Es por ello que el control del arenamiento de pozos es una técnica bastante estudiada en la ingeniería de Petróleos lográndose así varios métodos para tal fin, entre los más destacados se encuentra el método de circulación, el cual puede ser de forma directa o en reversa. En el caso en que se vaya a realizar una limpieza de arenamiento definitivo con liners ranurados, se debe tener en cuenta que el fondo del pozo (desde las perforaciones hacia abajo) debe estar totalmente limpio

durante el tiempo de ejecución de esta operación, donde se estarán realizando los trabajos de bajar liner. Después de haber realizado todo el lavado hasta el fondo se deberá bajar con raspadores para retirar costras y otros obstáculos de las paredes del casing. Cuando los pozos arenados no retornan aun habiendo incrementado la rata de bombeo es necesario cambiar el tipo de bomba por una Midco o cavins puesto que este tipo de bombas trabajan por efecto de pistón e impulso que golpea contra el banco de arena. Dependiendo de las condiciones del pozo luego del lavado de arenas, se deben efectuar algunos procedimientos para mantener óptimas condiciones de producción, entre las cuales se destacan:

1.7.1.1 Técnica tipo puente: Para la utilización de esta técnica se debe tener en cuenta el tamaño de los granos, los fluidos y las técnicas de completamiento. Esta técnica consiste en:

a. Uso de turbos ranurados o mallas: El factor dominante para la exclusión de arenas por medio de esta técnica es generalmente el diámetro de los granos de arena 10% acumulada por peso, obtenido en el análisis de mallas. Con este valor se selecciona la abertura o ranura de los niveles o screens o el tamaño de la arena o grava que se debe emplear. Sin embargo cuando la arena presenta una proporción grande se granos finos es recomendable reducir el ancho de la ranura del liner.

La corrosión de las ranuras antes de que ocurra el puenteo es una de las limitaciones más identificables del uso de liners ranurados, puestos que si los puentes formados no son estables esto tienden a romperse cuando exista un cambio en la tasa de producción o al cerrarse el pozo.

Debido a que los puentes se rompen, es posible que la arena de la formación se reorganice con el tiempo, provocando que la rejilla o Liner se obstruya, por esto; el diámetro de la rejilla debe ser lo más grande con el fin de minimizar la magnitud de

la reorganización de los granos que pueda ocurrir. Para que un Liner sea eficiente, deberá utilizarse exclusivamente en formación de permeabilidad relativamente alta, con contenido alto de arcillas y granos grandes de arenas bien distribuidos. Si la formación presenta suficiente arcilla, los puentes de arena formados en el Liner podrían obstruirse. Si el rango de tamaño de las partículas de arena es amplio y/o diverso, es posible que el liner ranurado se obstruya con granos de arena.

Dependiendo de la dirección de la ranura y el sistema de fabricación, los liners pueden clasificarse en cuatro tipos:

- 1) Ranura horizontal
- 2) Ranura vertical
- 3) Malla de alambre enrollado
- 4) Pre-empacado con grava, arena gruesa o bolas de cristal.

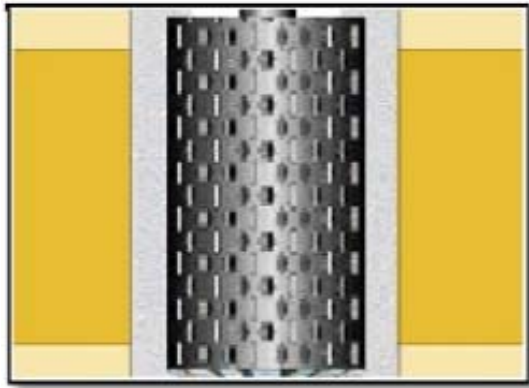
Cuando se cuenta con la presencia de finos (limo, arena) que alteran las condiciones óptimas de producción de un pozo, se determina la utilización del método de empaquetamiento con grava o arena, que representa una buena decisión al momento donde se requiere dar seguridad y control al pozo.

Durante la perforación el pozo queda expuesto a problemas de control puesto que los finos son entregados al lodo para ser llevados a superficie provocando la desintegración de partículas de diferente forma y peso específico que alteraran la densidad del lodo utilizado.

El método más utilizado para el empaquetamiento de pozo tiene en cuenta los siguientes aspectos:

- 1) Calidad de la grava.
- 2) Espesor del espacio anular

Ilustración 7 Liner Ranurado Típico



<http://facingyconst.blogspot.com/2008/08/completacin-de-pozos.html>

b. Técnica de empaquetamiento: La utilización de empaques se hace necesario en los trabajos de completamiento y de producción de pozos, estos son colocados entre el casing por diferentes razones y usan diferentes formas de asentamiento.

Están compuestos generalmente de una sección metálica (colgador, cuñas) y una sección de caucho, neopreno y/o poliéster (sello o empaques), pueden ser:

Permanentes y/o retenedores (usados para completar pozos) y Recuperables (usados para trabajos temporales o de reacondicionamiento de pozos). Su mecanismo de asentamiento v puede ser por: Tensión y/o peso, Hidráulicos, Eléctricamente accionados.⁴

Existen varios tipos de empaques que se utilizan de acuerdo a las especificaciones y requerimientos de la operación. En la Tabla 1 se observa una relación de los más comunes.

c. Empaquetamiento con cáscara de nuez o coco recubierta con plástico.

⁴ CARSON, Jon; GURLEY, Derrel; KING, George; PRINCE-SMITH, Colin; WATERS, Frank. Sand Control: Why and How?. En: Completion/Simulation, October 1992. 41p – 53p.

Tabla 2 Tipos de Empaques más Usados

	MODELO	TRABAJO PRINCIPAL	OTRO TRABAJO	ASENTAMIENTO	RETIRO
PERMANENTE	D y DB	Producción	Squeeze Y DST	WIRELINE	Moler con Milling tolos
	DA	Completamiento Múltiples	Mantener un optimo Clearance	WIRLENE	Moler con Milling tools.
	SABL-3 SAB-3	Pozos Direccionales	Pozos con presiones <10000 psi	Tubing + ancla + empaque	Moler con Milling tolos
RECUPERABLE	R – 3	Workover	Estimulación y pruebas con bajas presiones	Bajar con tubería al fondo, girar hacia la derecha y colocar peso	Tensionar sarta
	A – 5	Off shore	Pozos direccionales y completamientos múltiples	Presurizando hidráulicamente la tubería contra elementos sellantes	Tensionar la sarta sin rotaría.

Fuente RODRIGUEZ Alba Enith. Estudio de Control de Pozos Durante las Operaciones de mantenimiento y Workover en el campo Apiay y Castilla Nueva. Trabajo de Grado; Ingeniería Fisicoquímicas. Escuela de Ingeniería de Petróleos. 2008. 114p -122p

1.7.2 Recomendaciones para lavado de arena.

En las operaciones de lavado de arena el pozo debe encontrarse debidamente empackado e instaladas la preventora anular (*Hydrill*) encima del preventora de arietes.

Vigilar la velocidad de corrida de tubería para no provocar surgencia en el pozo.

En pozos con bajas presiones de formación en un intervalo o en zona productora se debe tener cuidado con que ésta no se tome los fluidos de lavado y/o arena que se ha lavado.

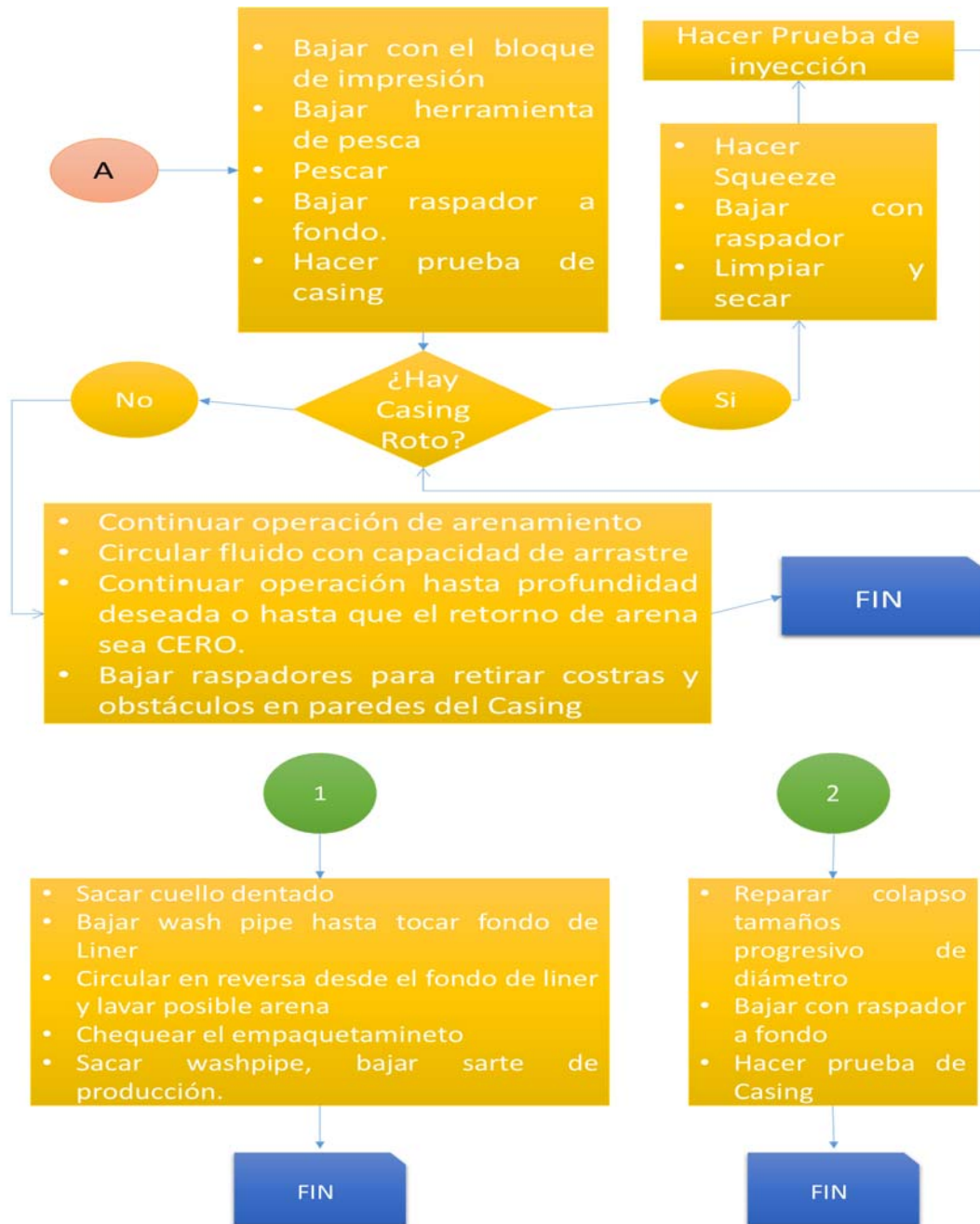
La verificación de la existencia del colapso se debe realizar con precaución de no quedarse atascado si se ha reportado con anterioridad un posible colapso; si se verifica que existe colapso se debe sacar la sarta con cuidado sin sobrepasar los límites de velocidad y provocar surgencia en el pozo, indicando el punto en la tubería donde se reportó dicho evento (colapso), para una vez retomada la actividad de pesca llegar con precisión al punto de colapso. Una vez sacada la sarta se debe colocar equipo para operación de pesca, bajar con bloque de impresión a la profundidad reportada y tomar imagen del posible pescado, sacar nuevamente la sarta y bajar con herramienta de pesca según el pescado encontrado.

1.7.3 Metodología de la operación de lavado de arenas

Diagrama 3 Metodología de la operación de lavado de arenas



Diagrama 3 (Continuación)



Modificado de: BOHORQUEZ, óscar Iván y CADENA, Martha Isabel. Metodología para la evaluación de riesgos durante operaciones de workover y servicio a pozos Trabajo de grado ingeniero de petróleos. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingeniería fisicoquímicas. Escuela de ingeniería de petróleos. 66p – 68p.

1.8 PESCA

Las pescas se presentan por falta de contacto o cuando se ha perdido el control desde superficie con cualquier elemento metálico que está dentro del pozo ya sea en agujero abierto o en agujero entubado.

Las pescas son operaciones tendientes a recuperar parte o toda la sarta de perforación, conos de trepano, piezas de herramientas o cualquier material caído accidentalmente en el agujero.

1.8.1 Tipos de pesca

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

1) Pesca en hueco abierto (open hole): La pesca en hueco abierto casi siempre tiene lugar con lodo en el orificio, así que el peligro de aprisionamiento de la tubería por la existencia de presión diferencial (adherencia a las paredes) debe ser considerado. Si una sarta se parte en un hueco abierto, la posición del pescado pasa a ser tema de adivinación, podría estar tapado de arena en el centro del hoyo, podría estar encajado en la pared lateral de un hueco, o podría estar perdido en una cavidad o en un derrumbe. Bajo tales circunstancias el operador de herramientas de pesca tiene que confiar ocasionalmente en su propia intuición. Los problemas de aprisionamiento de la columna perforadora durante la ejecución de un pozo y la posible pesca de herramientas, se originan por la presencia de formaciones desmoronables.

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

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

1) Pesca de Basura o Chatarra: En la industria del petróleo, por lo general un trabajo muy común de pesca, después de los pescados tubulares, lo constituyen: el recobro de conos de brocas, cuñas, pequeñas herramientas, cables de acero y piezas misceláneas de metal que caen en el hueco.

2) Pesca de tubería: Aunque no es un problema serio, las pérdidas de piezas de metal en el hueco, incluso pequeñas, pueden ser costosas en razón del tiempo que se pierde por su culpa, sobre todo en pozos con revestimiento. No hay una forma que pueda considerarse la mejor para solucionar este problema. Un método preventivo es mantener todo el tiempo una cubierta sobre el hueco en la mesa rotaria o una empacadura tipo disco con la tubería de trabajo y el

anular, para así evitar dejar caer equipo flojo pequeño dentro del hueco. A propósito de este disco protector, en el Oriente ecuatoriano es conocido como: "señorita". También, las brocas deben sacarse antes que estén demasiado gastadas.

1.8.2 Metodología de las Operaciones de Pesca

Diagrama 4 Metodología de las Operaciones de Pesca



Modificado de: BOHORQUEZ, óscar Iván y CADENA, Martha Isabel. Metodología para la evaluación de riesgos durante operaciones de workover y servicio a pozos Trabajo de grado ingeniero de petróleos. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingeniería fisicoquímicas. Escuela de ingeniería de petróleos. 75p.

1.9 SUAVEO O ESTIMULACIÓN MECÁNICA

Se basa en la estimulación de la formación logrando la inducción del flujo de ésta al pozo para condicionarlo a una producción por flujo natural, también busca determinar el comportamiento del nivel de fluido y las características del mismo, para de esta manera definir el sistema de producción más adecuado para el pozo, el método más óptimo para limpiar la formación en los alrededores del pozo por las sustancias residuales producto de una estimulación (química), y la forma de limpiar los residuos que puedan taponar las perforaciones y bloquear la entrada de fluido.

El *Suabeo* se realiza por medio de la acción descendente y ascendente de la barra de *Suabeo* halada por el cable de 9/16" (*Sand-line*), esta barra actúa como pistón de una bomba de subsuelo desalojando el fluido contenido en el *tubing* en cada viaje, generando que la presión hidrostática descienda, provocando una fuerza de succión que induce la entrada de fluido desde la formación al pozo.

El fluido recogido, es dirigido a los tanques de prueba donde se lleva un registro de sus características. De igual manera en cada viaje se debe llevar el registro del nivel de fluido encontrado y la profundidad alcanzada por la barra de *Suabeo*. Estos registros son llevados a tablas que permiten el monitoreo de la operación.

Generalmente las gomas son revisadas cada cierto número de viajes (según la profundidad a la que se encuentre el nivel de fluido), esto con el fin de verificar su integridad y cambio si fuese necesario.

De esta manera se realizan el número de viajes necesario para *suabear* el pozo, verificando constantemente el nivel de fluido en la tubería; si el nivel de fluido dentro de la tubería se encuentra cada vez más bajo en cada viaje, indica que el pozo no está aportando, pero, si el nivel de fluido dentro de la tubería permanece

constante, es indicio del aporte del pozo. Las Gomas de *Suabeo* son herramientas fabricadas de caucho especial, el cual posee alta resistencia a la abrasión y alta flexibilidad para facilidad de carga y obturación. Estas gomas se fabrican de acuerdo al tipo y características del trabajo para el cual va a ser utilizadas, ya sea para carga liviana, mediana o pesada, para tubería de producción, de trabajo, revestimiento y para tubería de diámetro reducido.

Dentro de los tipos de gomas más utilizados para esta actividad se encuentran:

Tabla 3 Tipos de goma

TIPO DE GOMA	ESPECIFICACIÓN / DESCRIPCIÓN
Tipo J	Este tipo de goma soporta altas cargas y es recomendada para trabajar a profundidades mayores de 8000 ft.; poseen un refuerzo de alambre que soporta la carga del fluido, además de brindar un sello más efectivo
Tipo GW	Es otro tipo de goma flexible, resistente a la abrasión y cuenta con refuerzos de alambre de acero; provee mayor garantía de sello en tuberías con superficie interna rugosa o cuyo diámetro no es parejo a lo largo de la sarta, sin embargo este tipo de gomas se recomienda para trabajos con cargas livianas de fluido.
Tipo V y Tipo MV	Están diseñadas para trabajar con fluidos que contengan una elevada concentración de partículas de arena en suspensión.
Tipo UF	Se utiliza para realizar trabajos a gran velocidad y con grandes cargas.
Tipo TUF	Se utilizan cuando se requiere soportar altas velocidades y grandes cargas al igual que cargas livianas; éstas son óptimas para trabajo en tuberías regular como para tubería de diámetro reducido.

Recomendaciones para Operaciones de Suabeo

Controlar velocidades de corrida de cable para evitar que se enrede en el equipo y la barra salga disparada por el *tubing* provocando el accidente del operario.

Evitar que la barra ascienda a una velocidad mayor que la velocidad con la que se está recogiendo el cable.

1.9.1 Metodología de la operación de Suabeo

Diagrama 5 Metodología de la operación de suabeo

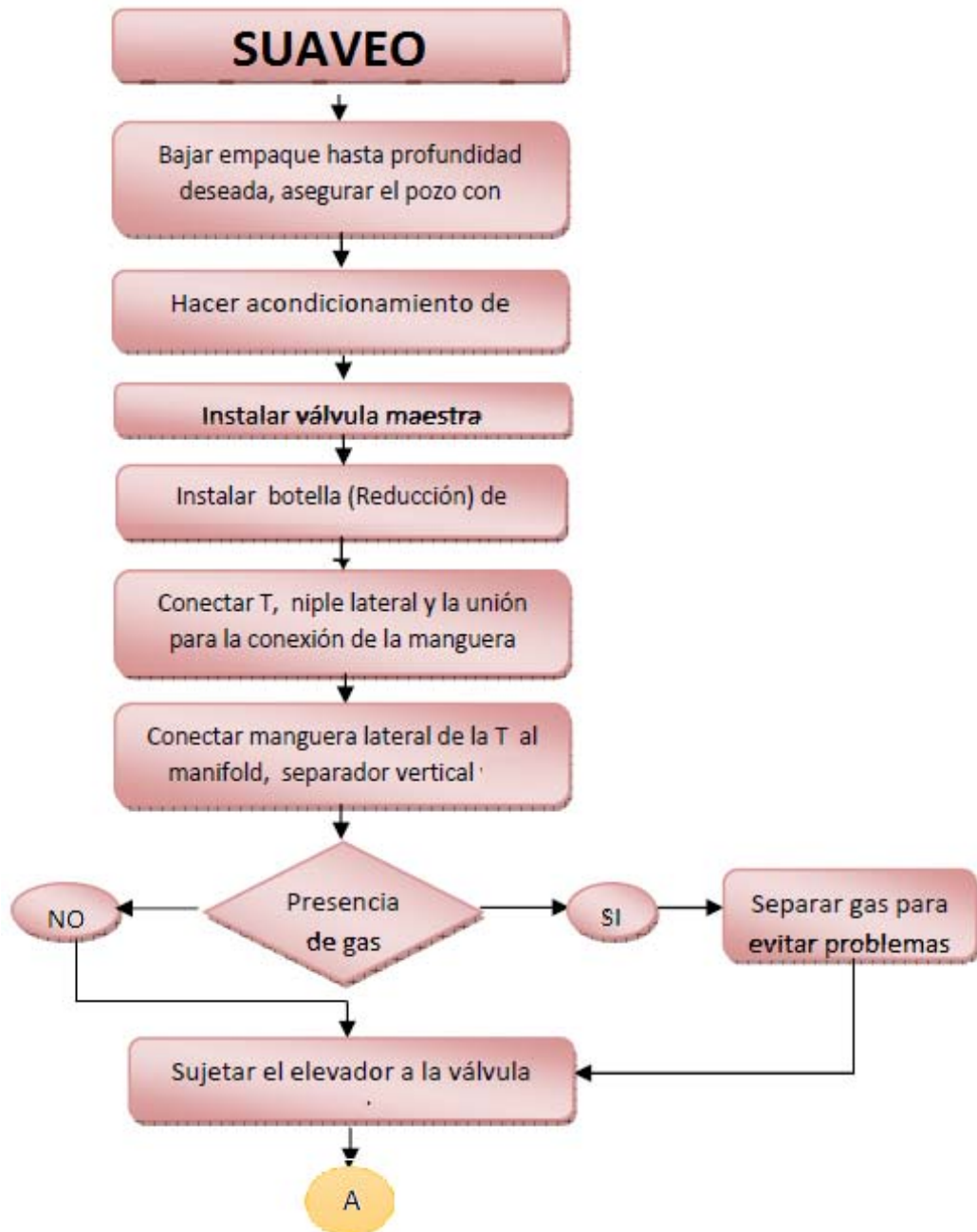


Diagrama 4 (Continuación)

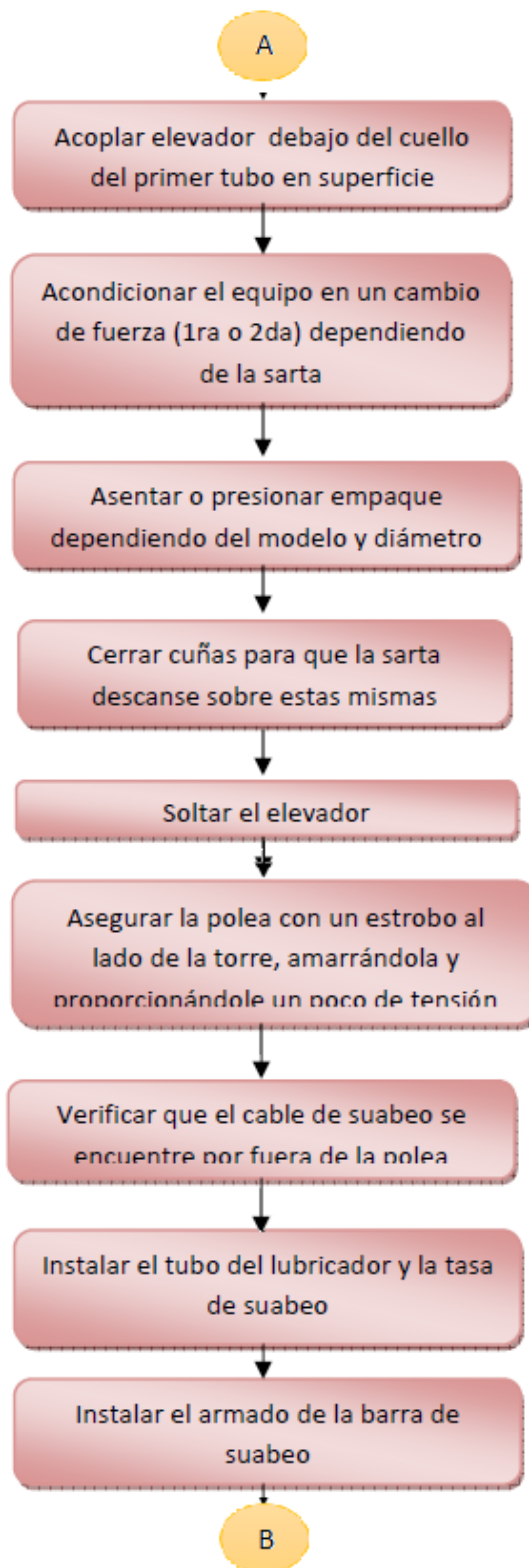


Diagrama 4 (Continuación)

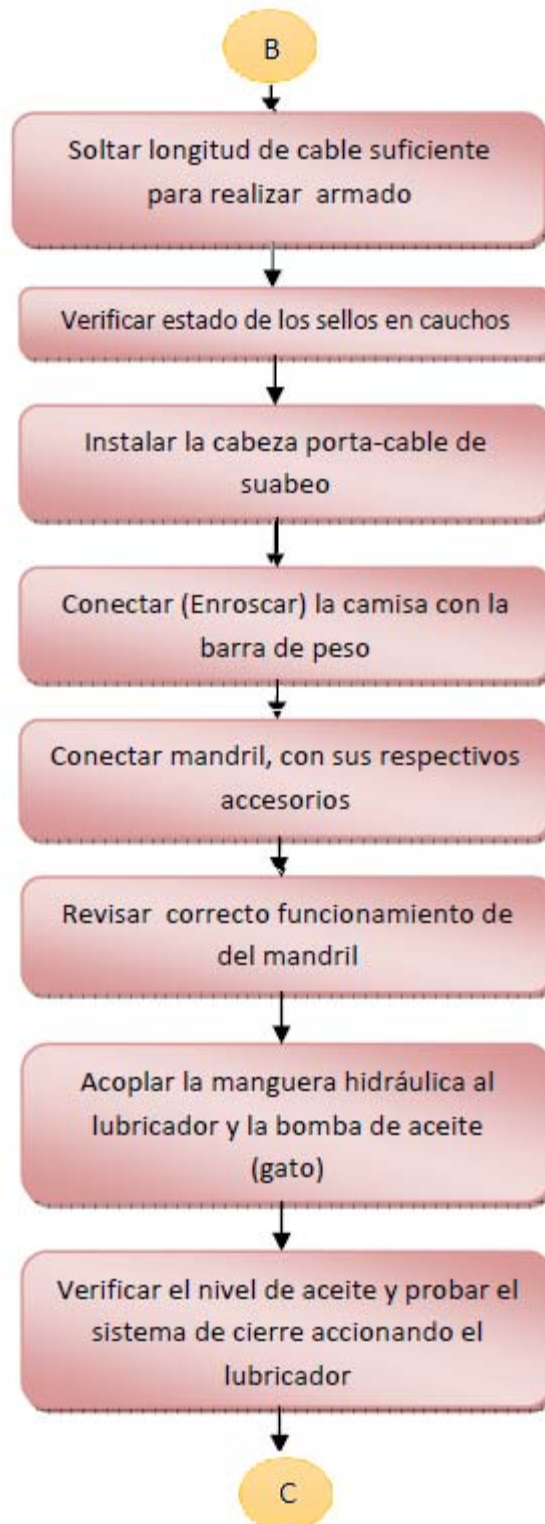


Diagrama 4 (Continuación)

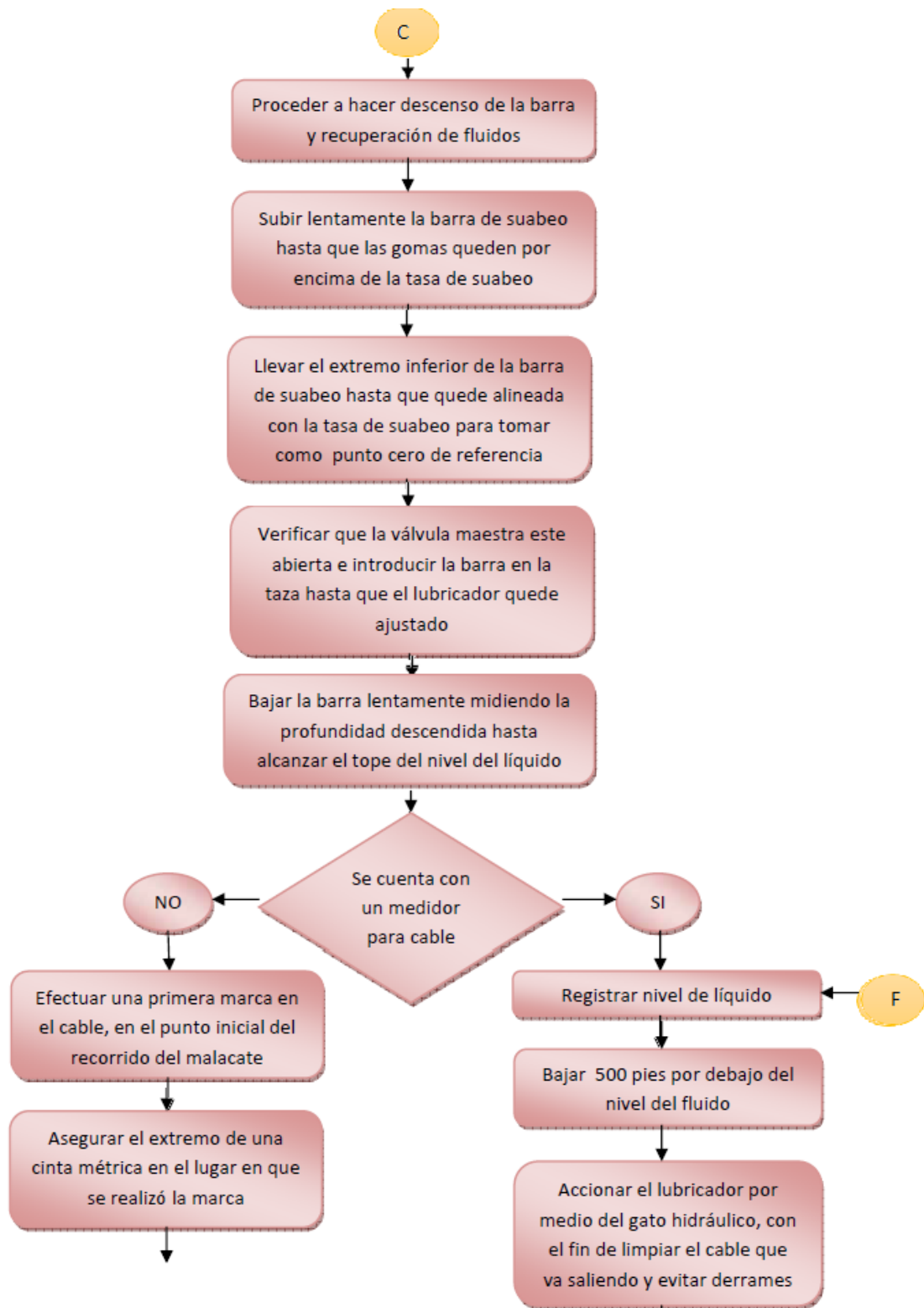
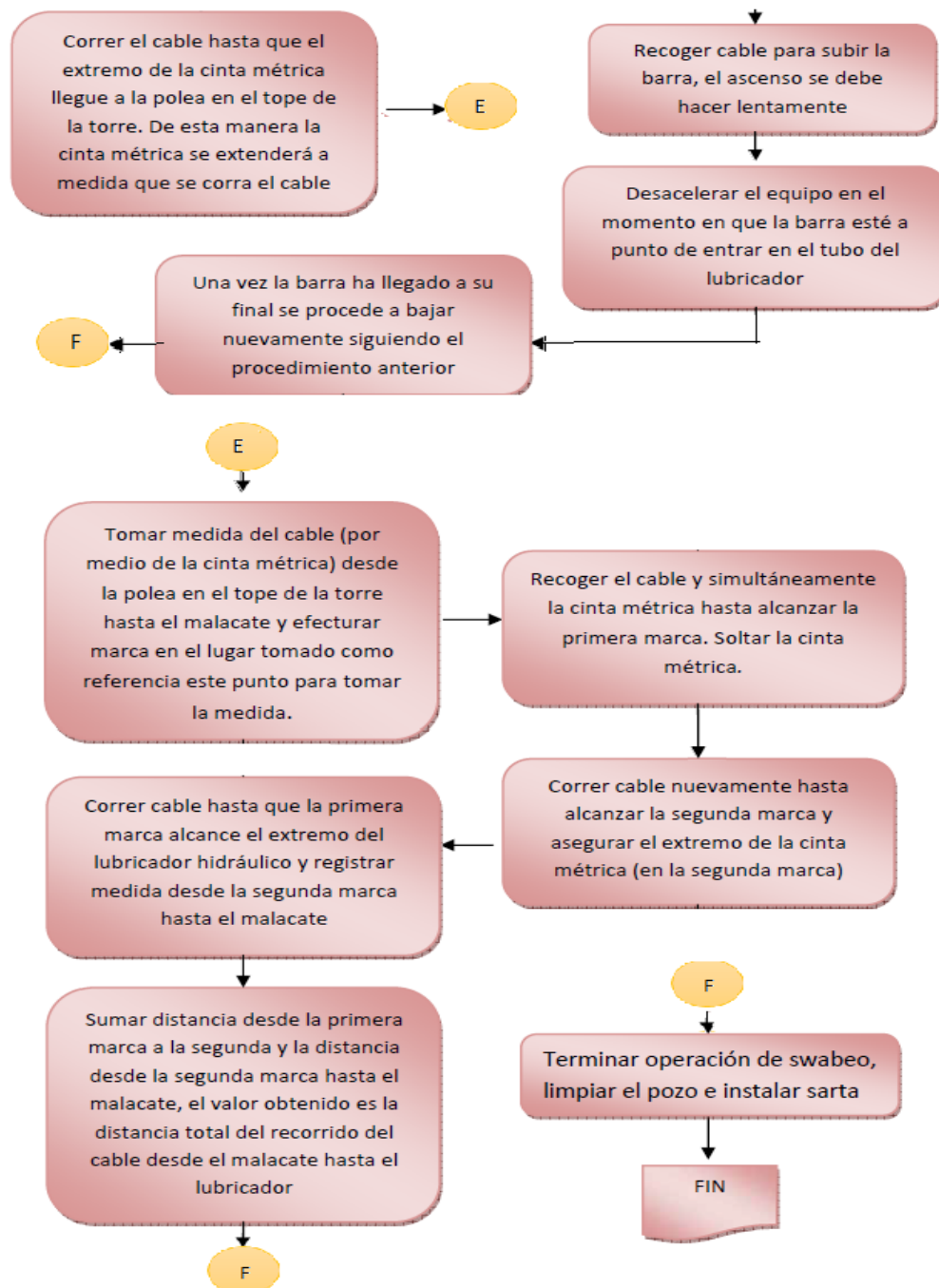


Diagrama 4 (Continuación)



Modificado de: BOHORQUEZ, óscar Iván y CADENA, Martha Isabel. Metodología para la evaluación de riesgos durante operaciones de workover y servicio a pozos Trabajo de grado ingeniero de petróleos. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingeniería fisicoquímicas. Escuela de ingeniería de petróleos. 76p – 80p.

Estimulación de Pozos

Son procesos que abarcan una serie de técnicas en la producción y extracción de hidrocarburos que son necesarias para aplicar en la formación para combatir los tipos de daños o problemas que se presentan en un pozo. Existen varios tipos de estimulación:

1.9.2 Estimulación ácida

Es una técnica de estimulación en la cual una solución ácida es inyectada dentro de la formación con objeto de disolver algunos de los minerales presentes, por lo tanto recupera e incrementa la permeabilidad K alrededor del pozo. Los principales ácidos son:

- Ácido función.
- HCl Disuelve minerales de carbonatos.
- HCl-HF Disuelve minerales de silicatos tal como arcilla y feldespatos.

En formación de areniscas el ácido de la matriz reacciona y penetra un pie y en carbonatos penetra 10 pies.

En acidificación de la matriz, el ácido se inyecta a una presión menos que la de fractura de la formación. En un fracturamiento con ácido aunque puede usar productos similares, el objetivo es crear un canal de alta conductividad disolviendo las paredes de la fractura en una forma no uniforme. Esto se logra inyectando fluido a una presión mayor que de la fractura.

Este método también es usado algunas veces para reparar el daño en formaciones de alta K , sin embargo en yacimientos de carbonatos de baja K pueden ser candidatos para fracturar con ácido y debe hacerse una comparación para usar apuntalante tomando en cuenta la producción esperada después de la

acidificación de la matriz; sino está dañado, no hay beneficio. Por lo tanto, la acidificación de la matriz puede aplicarse cuando el daño S no se debe a:

- Penetración parcial.
- Eficiencia de los disparos.

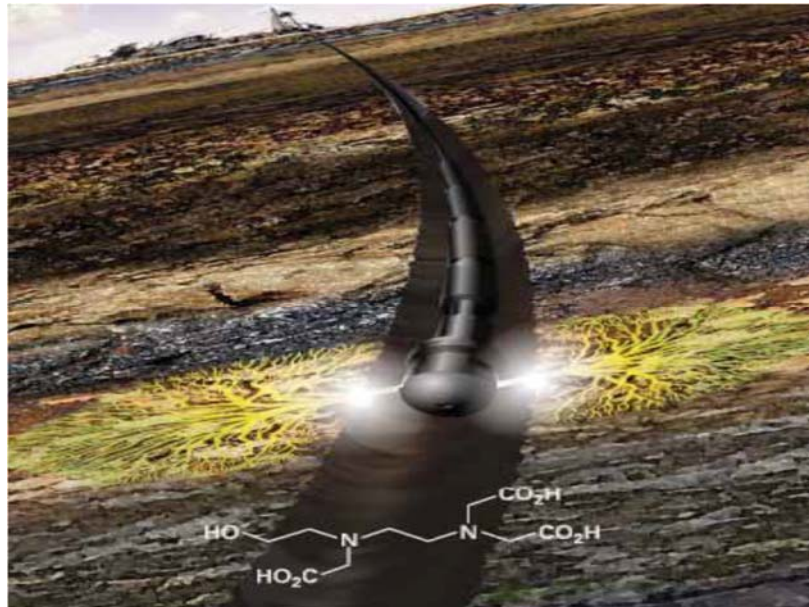
El objeto de una acidificación de la matriz es reducir el efecto de daño no mecánico a cero. Consideraciones de diseño para tener éxito en una acidificación de la matriz:

- Determinar tipo y concentración de ácido.
- Determinar el gasto de inyección óptimo.
- Su colocación y la operación.

1.9.3 Estimulación con surfactantes

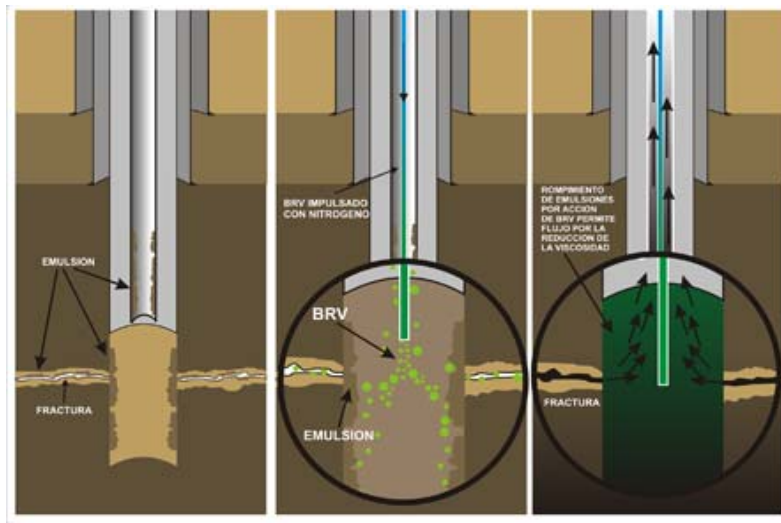
Los surfactantes son compuestos cuyas estructuras moleculares contienen tanto grupos hidrofílicos (que atraen en agua) como grupos hidrofóbicos (que repelen el agua). Cuando se agregan a un medio acuoso, las moléculas de surfactantes forman estructuras denominadas micelas, las cuales permiten interactuar en la interfaz de ambos fluidos otorgándole sus principales funciones como la reducción de la tensión interfacial por absorción en la interfaz líquido-líquido y aumento de la solubilidad por medio de una concentración crítica, la cual para el caso del petróleo permite que éste penetre el corazón de las micelas formando un sistema de micro emulsión.

Ilustración 8 Estimulación de pozos / Acidificación



Fuente: http://www.slb.com/~media/Files/resources/oilfield_review/spanish09/spr09/opciones_para_la_estimulacion.ashx

Ilustración 9 Inyección de BRV (Bio Reductor de la Viscosidad) y Nitrógeno para disminuir la viscosidad



Fuente: http://www.geoestratos.com.mx/geoestratos/index.php?option=com_content&view=article&id=108:estimulacion-y-limpieza-organica-de-pozos-petroleros&Itemid=102

1.9.4 Recomendaciones para acidificación de pozos

El tiempo de bombeo se debe realizar en proporciones de 0,5 Bbl/min, pues esta tasa determinara el tiempo de trabajo y la eficiencia del mismo. Antes de realizar operaciones de acidificación en los pozos se deben realizar trabajos de limpieza de arenas y reparación de revestimiento entre otras.

1.9.5 Metodología de la operación de acidificación

Diagrama 6 Metodología de la operación de acidificación



Modificado de: BOHORQUEZ, óscar Iván y CADENA, Martha Isabel. Metodología para la evaluación de riesgos durante operaciones de workover y servicio a pozos Trabajo de grado ingeniero de petróleos. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingeniería fisicoquímicas. Escuela de ingeniería de petróleos. 81p – 82p.

1.10 FRACTURAMIENTO

El fracturamiento tiene como objetivo principal restablecer las condiciones de flujo que faciliten la afluencia de fluidos del pozo a la formación, restableciendo de esta manera los daños que fueron ocasionados debido a daños o baja permeabilidad en la matriz de la roca. Este tipo de tratamiento se utiliza para:

- Formaciones con baja permeabilidad.
- Permitir que los fluidos producidos o inyectados atraviesen un daño profundo.
- Crear canales de flujo de alta conductividad en el área de drenaje del pozo productor.

El fracturamiento depende del tipo de roca a fracturar, siendo recomendable un fracturamiento hidráulico para areniscas y carbonatos o un fracturamiento ácido para rocas carbonatadas.

Antes de aplicar esta operación se deben realizar Pruebas de ascenso de presión (Build Up), caída de presión (Draw Down), Prueba de Inyectividad y comportamiento de los fluidos de fracturamiento en la formación, con el fin de evaluar los posibles factores de riesgo que puedan afectar en determinado momento el trabajo y de esta manera efectuarlo con mayor seguridad.

1.10.1 Fracturamiento ácido

El fracturamiento ácido es un proceso de estimulación de pozos en el cual el ácido (generalmente ácido clorhídrico) es inyectado a la formación carbonatada a una presión suficiente para fracturar la misma o abrir fracturas naturales existentes.

En un fracturamiento ácido generalmente es inyectado un fluido altamente viscoso como colchón con el fin de generar la fractura y mantenerla abierta durante todo el tratamiento.

La efectividad del proceso es determinada por la longitud de fractura gravada; el cual es un parámetro controlado por las pérdidas de los fluidos, el ritmo de reacción del ácido y el caudal del ácido en la fractura. La Conductividad de fractura es otro parámetro que depende de la forma de reacción entre ácido-formación y la forma en que éste extiende las caras de las fracturas al cierre de la misma al finalizar el tratamiento. En pozos de alta temperatura es importante considerar la distancia de penetración del ácido, ya que se puede ver alterado por el alto ritmo de reacción.

1.10.2 Fracturamiento hidráulico

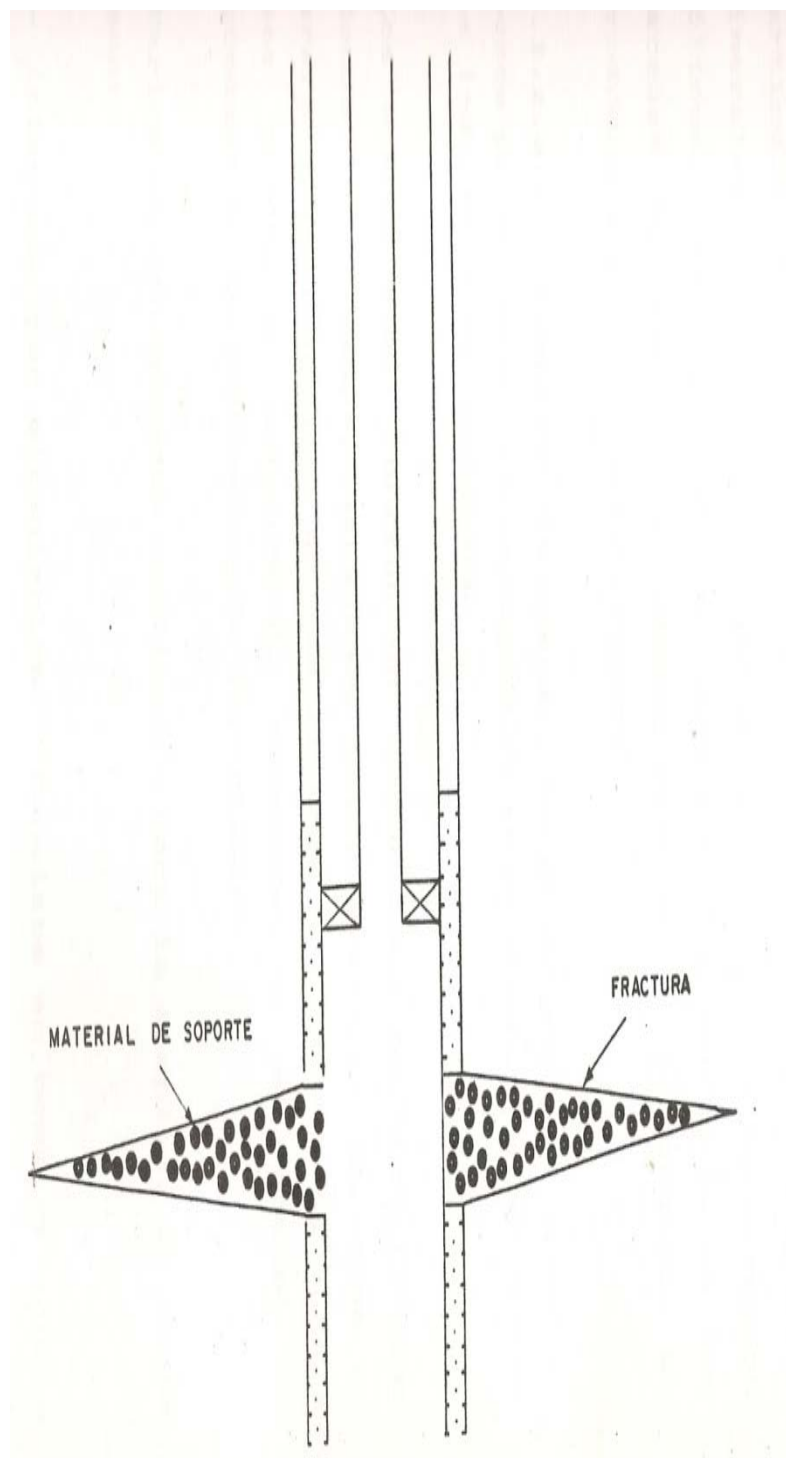
Es definido como el proceso en el cual una presión ejercida sobre un fluido es transmitida a la roca del yacimiento incrementándole considerablemente los conductos hasta crear un amplio camino; si se continúa aplicando presión, se romperá la roca y se extenderá la fractura generada creando un gran canal que facilitará posteriormente el flujo de fluidos del yacimiento al pozo⁵

El fluido usado para tal fin se conoce como fluido fracturante; cuando se suprime la presión con el fluido, el canal generado tratará de cerrarse debido al peso de los estratos superiores o aledaños, por lo tanto se agrega un agente sustentador al fluido fracturante para que mantenga y no permita el cierre total de la fractura creada.

En la actualidad el fracturamiento hidráulico se emplea como una estimulación, pero al momento de iniciar la producción su propósito es corregir daños a la formación y aumentar la productividad del pozo.

⁵ ORDUZ, Luis Humberto. Fracturamiento hidráulico consideraciones teóricas y operacionales. Trabajo de Grado Ingeniero de Petróleos. Bucaramanga.: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería de Petróleos. 1985. 5p.

Ilustración 10 Fracturamiento hidráulico



2. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

2.1 GENERALIDADES

2.1.1 Definición De Riesgo

El riesgo es la incertidumbre que afecta negativamente al bienestar de la gente, en forma generalizada es una medida de la variabilidad de los posibles resultados que se pueden esperar de un evento toda situación riesgosa es incierta, pero puede haber incertidumbre sin riesgo⁶.

En términos técnicos es una o más condiciones existentes con potencialidad de que un objeto, material o sustancia pueda desencadenar alguna perturbación en la salud o integridad física del trabajador. El riesgo no siempre produce accidentes, pero puede llegar a producirlo.

2.1.2 Factores De Riesgo

Es el agente que genera el riesgo, Los factores de riesgo se pueden derivar de los lugares y equipos de trabajo, de la electricidad, de los incendios y de la señalización estos son:

1.11.2.1 Condiciones De Seguridad Son cualquier característica del mismo que pueda tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y la salud del trabajador; aquellas condiciones materiales que pueden dar lugar a accidentes de trabajo⁷.

⁶ BRAVO MENDOZA, Oscar y SANCHEZ CELIS, Marleny. Gestión Integral de Riesgos. Situaciones de la industria petrolera. Bogotá, 2006. Tomo I. CD Gestión Integral de Riesgos.

⁷ <http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448175530.pdf> Los riesgos derivados de las condiciones de seguridad, ergonómicas y psicosociales; Cap. 11.

Área de trabajo: Cuyos riesgos son originados por distribución inadecuada de instalaciones, equipos de almacenamiento, desaseo y desorden, por mantenimiento deficientes de pisos, superficies, etc. En general mala administración.

Maquinaria y equipo: Cuyo riesgo es de peligrosidad cuando no existe protección en los diferentes puntos de alimentación, transmisión u operación.

Herramientas: Su riesgo obedece a la mala distribución o mal estado de estas mismas.

Electricidad: en este caso se presentan factores de riesgo el mal estado, la ubicación, mantenimiento, manejo de líneas, equipos, herramientas y en general todos los dispositivos eléctricos.

Transporte de mercancía: Presenta riesgo todos los dispositivos y procedimientos involucrados al realizar esta operación.

Elementos contraincendios: Estado, ausencia o mala utilización de estos.

Vías de transporte: Su riesgo es originado por el mal estado y operación inadecuados al realizar movimientos y traslados de equipos en general

2.1.2.1 Medio Ambiente Físico:

Ruido: Cualquier sonido superior a 90 decibeles es molesto para trabajadores y operarios. El ruido conlleva a la pérdida de la capacidad auditiva, tensión nerviosa o irritabilidad, dificultad en la comunicación y para escuchar alarmas, etc.

Vibraciones: Provoca fatiga y nerviosismo y pueden llegar a hacer perder la sensibilidad en dedos e interrumpir la circulación de la sangre o causar inflamación en los tendones, músculos y nervios.

Temperatura: El calor intenso sobre todo a una gran humedad ocasiona fatiga, disturbios en la circulación de la sangre, insolación y calambres. El frío excesivo ocasiona lesiones cutáneas, helamientos, calambre. Cuando hay cambio brusco de temperatura, produce disturbios en el aparato respiratorio.

Iluminación: Es inadecuada cuando la calidad es deficiente para el trabajo que se esté realizando.

Radiaciones: Se producen por: rayos ultravioletas, rayos infrarrojos y rayos gamma.

Contaminantes químicos y biológicos Los riesgos químicos son originados por manejo o exposición a elementos químicos venenosos o corrosivos que atacan el organismo humano. Estos pueden presentarse en estado sólido líquido y gaseoso.

2.1.2.2 Psicosocial: La OIT define los factores psicosociales como «interacciones entre el trabajo, su medio ambiente, la satisfacción en el trabajo y las condiciones de su organización por una parte y, por otra, las capacidades del trabajador, sus necesidades, su cultura y su situación personal fuera del trabajo, todo lo cual, a través de percepciones y experiencias, puede influir en la salud, el rendimiento y la satisfacción en el trabajo⁸. Daños generados por los riesgos psicosociales:

- Insatisfacción
- Estrés
- Mobbing (acoso moral, acoso laboral psicológico)

⁸ <http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448175530.pdf>

Carga de trabajo: es todo esfuerzo que tenemos que realizar para desempeñar nuestra actividad laboral. Se define como el conjunto de requerimientos psicofísicos. A los que se ve sometida la persona a lo largo de su jornada laboral⁹.

Fatiga física y esfuerzos físicos: Conjunto de requerimientos físicos a los cuales se ve sometido el trabajador a lo largo de la jornada.

Carga Mental: Conjunto de requerimientos psíquicos a los que se ve sometido el trabajador a lo largo de la jornada laboral.

Postura de trabajo: La realización de movimientos repetitivos, a veces en posturas forzadas, puede ocasionar alteraciones músculo-esqueléticas. El trabajador debe seguir unas pautas según cual sea la postura que deba adoptar al realizar su trabajo.

Manipulación manual de cargas: El peso máximo que se recomienda no sobrepasar en el manejo de cargas (en condiciones ideales de manipulación) es de 25 kg. Es importante que a la hora de manipular cargas el trabajador haya recibido la formación necesaria sobre técnicas de manipulación de cargas.

- **Movimientos y manejos.**
- **Fatiga nerviosa.**
- **Apremio del tiempo.**
- **Rapidez – dificultad.**
- **Atención.**
- **Minuciosidad.**

⁹ <http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448175530.pdf> Los riesgos derivados de las condiciones de seguridad, ergonómicas y psicosociales; Cap. 11.

2.1.3 Organización Del Trabajo

Abarca aspectos que tienen que ver con la relación social en el trabajo, motivación o incentivos, formas de mando, jornadas de trabajo, automatizaciones, ritmo y tipo de trabajo a realizar; afectan la parte física y psicológica del trabajador.

2.1.4 Condiciones Relativas Propias De La Salud

- Agudeza visual
- Agudeza auditiva
- Talla
- Capacidad de relacionarse
- Cambios psicológicos del comportamiento laboral
- Trastornos psicosomáticos del origen laboral

2.1.5 Identificación De Riesgos

Es un proceso iterativo, y generalmente integrado a la estrategia y planificación. En este proceso es conveniente "partir de cero", esto es, no basarse en el esquema de riesgos identificados en estudios anteriores. Su desarrollo debe comprender la realización de un "mapeo" del riesgo, que incluya la especificación de los dominios o puntos claves del organismo, la identificación de los objetivos generales y particulares, y las amenazas y riesgos que se pueden tener que afrontar.

2.1.4 Valor Del Riesgo

Es una medida que cada vez es más utilizada de riesgo al punto que se ha considerado "la nueva ciencia del manejo de riesgo". Es un método de cuantificación muy popular en diferentes empresas en razón a su sencillez y facilidad de cálculo. Aparte permite obtener un valor numérico de posibles pérdidas para una inversión u operaciones en un tiempo.

2.1.5 Evaluación Del Riesgo

Según (art. 3 del RD 337/2010, es un proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que NO han podido evitarse, obteniendo información necesaria para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas, y en tal caso, sobre el tipo de medidas a adoptar.

3. DISEÑO DEL MÉTODO Y PROGRAMACIÓN

3.1 GENERALIDADES DEL MÉTODO

Para la medición de la probabilidad de ocurrencia del riesgo y el impacto que este tendrá en la industria, se hará por medio de un método cuantitativo de evaluación y valoración de riesgos, basado en el cambio de ciertas variables de vital importancia que se manejan en campo, estos cambios de variables para el método serán usados como factores de riesgos.

Este método será programado mediante el programador Visual Studio en el lenguaje C++, con el fin de ser una herramienta objetiva y de fácil manejo para el ingeniero que quiere evaluar y evaluar los riesgos de la operación que va a realizar, generando un beneficio a la empresa operadora.

El método cuantitativo de evaluación y valoración de riesgos es utilizado en la toma de decisiones en diferentes proyectos y ayudara a los usuarios a tener más seguridad aparte de la que le da la experiencia adquirida.

3.2 METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DEL MÉTODO

1. Determinar las operaciones de Workover y completamiento de un pozo, que se tendrán en cuenta en el método.
2. Estudiar la metodología o procedimiento de cada una de las operaciones.
3. Identificar los factores de riesgo presentes en el desarrollo de las operaciones, para cada una por separado.
4. Definir rangos numéricos en qué dichos factores de riesgos son normales en el desarrollo de la operación. (visita a Campo Corcel, entrevista con ingenieros de

campo. Anexo 1). Con este rango es que se hará la respectiva evaluación y valoración.

5. Revisar qué pasa con cada factor de riesgo si se pasa o está por debajo de los valores del rango establecido en el numeral 4.
6. Determinar los riesgos para cada operación individualmente, y de forma semejante para cada riesgo se seleccionara todos los factores de riesgos que lo involucran.
7. Con base a los factores de riesgo, redactar una serie de preguntas, las cuáles son las que el usuario deberá responder para de allí realizar la evaluación y valoración respectiva, estas preguntas están clasificadas según la operación.
8. Hay 3 tipos de preguntas:
 - a. Preguntas selección múltiple con 3 opciones de respuesta (1, 2 ó 3), diseñadas con base al rango de valor normal para la operación establecido anteriormente.
 - b. Preguntas selección múltiple con 3 opciones de respuesta
 - c. Preguntas abiertas, en donde se solicitan valores numéricos
 - d.
9. De tal forma cada respuesta tendrá un numeral determinado sea 1,2 ó 3. Este numeral representa el nivel de riesgo, para esa pregunta. La clasificación es:
 - 1: Nivel de riesgo ALTO
 - 2: Nivel de riesgo MEDIO
 - 3: Nivel de riesgo BAJOPara las preguntas con dos opciones de respuesta:
 - 1: Nivel de riesgo ALTO
 - 2: Nivel de riesgo BAJOY para las preguntas de escribir el valor numérico, se hará unas operaciones establecidas internamente en el método generando también según la respuesta final un nivel de riesgo (1,2 ó 3).
10. Después de que el usuario haya respondido las preguntas referentes a la operación a evaluar; se medirá el nivel de riesgo para cada uno de los riesgos

presentes en dicha operación mediante una media aritmética de las respuestas seleccionadas.

- 11.** Con base a esto se procede a la programación respectiva siguiendo el paso a paso, cuando el usuario termine de responder la serie de preguntas, el programa le mostrara la valoración final para cada riesgo.
- 12.** El programa está diseñado para evaluar cada operación por separado, generando al finaliza la evaluación de la operación escogida, la opción de escoger nuevamente otra operación para ser evaluada, o terminar de una vez con el estudio.

NOTA: Dependiendo del resultado obtenido, el ingeniero tomara sus respectivas decisiones teniendo en cuenta las pérdidas y el costo diario de operación.

4. RESULTADOS

4.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS EN EL ÁREA DE WORKOVER Y COMPLETAMIENTO

Para Definir rangos numéricos en qué dichos factores de riesgos son normales en el desarrollo de la operación, se hizo una visita a CAMPO CORCEL – POZO CEIBO. El Campo de producción Corcel tiene un área de 5165,9 Ha y está ubicado en jurisdicción de los municipios de Barranca de Upía y Cabuyaro en el departamento del Meta / Colombia. Es operado por Petrominerales, cuenta con seis plataformas de producción / Inyección, un área de facilidades de Producción y campamento; y la infraestructura de vías de acceso, líneas de flujo, líneas de inyección de agua, parqueadero, entre otros, para su soporte y operación.

Empezó a trabajar en el año 2008, permiso otorgado por el Ministerio mediante Resolución No.2401 de diciembre 23 de 2008.

Allí el ingeniero a cargo de las operaciones de campo accedió a contestar un cuestionario base para dichos factores. (Entrevista con el ingeniero Samuel “Tool Pusher”. Anexo 1)

4.1.1 Identificación de factores de riesgo

Se identificó los factores de riesgo o parámetros claves presentes en el desarrollo de operaciones de Workover y Completamiento, por medio de los cuales se podrá identificar con mejor claridad los riesgos.

La identificación y estandarización se hizo de forma general para toda el área de Workover y Completamiento, respecto a que muchos se repiten en la mayoría de operaciones individualmente. Estos factores son:

- ✓ Costo de llevar a cabo la operación por día.
- ✓ Velocidad de los viajes de tubería.
- ✓ Estado de los equipos, herramientas y/o tuberías.
- ✓ Número de operadores promedio que están disponibles para el desarrollo de las operaciones.
- ✓ Nivel de experiencia de los trabajadores y/u operadores.
- ✓ Entrega al personal de trabajo equipos PyP
- ✓ Capacidad del equipos de elevación y peso con en que se trabajara.
- ✓ Disponer de los equipos y accesorios apropiados y completos.
- ✓ Generar el uso adecuado a cada herramienta y al equipo.
- ✓ Presencia de equipos generadores de ruido y vibraciones y cantidad que estos generan.
- ✓ Estado, cantidad y disponibilidad de las diferentes sustancias a utilizar como cemento, lechada y otros aditivos.
- ✓ Estado, cantidad y disponibilidad de los accesorios adecuados y completos según el tipo de cañoneo, explosivos y detonantes suficientes para la operación
- ✓ Aumento o disminución del retorno
- ✓ Tiempo de fraguado del cemento
- ✓ Condiciones de capacidad máxima de trabajo para los diferentes equipos y accesorios
- ✓ Ubicación y fijación correcta de los equipos de trabajo
- ✓ Estado de bombas, preventoras e indicadores de presión y peso
- ✓ Frecuencia con que se revisa la presión
- ✓ Instalación y funcionamiento del equipo para control de pozo
- ✓ Instalación de dispositivos de seguridad en el sistema de elevación y protectores de partes móviles
- ✓ Disposición de un programa de limpieza y lubricación
- ✓ Seguimiento de normas para abandono definitivo de pozos según código de minas

- ✓ Forma y profundidad de topé del pescado
- ✓ Utilización de surfactantes y ácidos
- ✓ Presión y rata de bombeo de la lechada
- ✓ Presión de formación, fractura, cierre e hidrostática.

4.1.2 Identificación de riesgos operacionales

Esta identificación se hizo individualmente para cada operación. Los riesgos encontrados respecto a las operaciones de Workover y Completamiento son:

Tabla 4 Riesgos operacionales en el área de Workover y Completamiento

RIESGOS OPERACIONALES EN EL ÁREA DE WORKOVER Y COMPLETAMIENTO	
OPERACIÓN	RIESGOS
Manejo de Tubería y Revestimiento	• Caída de tubería • Ruptura de tubería • Accidentes por mala comunicación • Mal desarrollo de la operación, por uso de equipos no apropiados
Cementación	• Pérdida de la lechada por mal estado del cemento o sus aditivos. • Estallido de tubería por aumento excesivo de volumen de lechada, generando perdida en el peso de la columna hidrostática. • Deficiencia en la cementación de zona a aislar; provocando influjo de fluidos no controlados ni deseados al pozo.
Cañoneo	• Detonación de cañón en zonas de no interés, provocando un influjo hacia el pozo. • Cañoneo mal hecho, (no sirve). • Inducción de surgencia al extraer herramienta del pozo. • Insuficiencia en el peso del fluido de control al realizar cañoneo al pozo. • Disminución de la Presión hidrostática al hacer disparo de cañón en condiciones de sobre-balance. • Mal desarrollo de la operación a causa de la disposición y mantenimiento adecuado de los equipos y herramientas.
Control De Pozo	• Reventón de pozo • Mal desarrollo de la operación a causa de la disposición y mantenimiento adecuado de los equipos y herramientas
Taponamiento y Abandono de Pozo	• Escapen en las líneas de flujo. • Abandono de pozo no aceptado. • Riesgos referentes a la operación de cementación • Mal desarrollo de la operación a causa de la disposición y mantenimiento adecuado de los equipos y herramientas.
Empaquetamiento y Lavado de Arenas	• Surgencia • Disminución de la presión hidrostática y aumento de la presión de formación

	• Inducción de fluidos de formación en zonas no controladas
Pesca	• No poder detectar si el pescado está agarrado o no. No se detecta si hay aumento con respecto al peso de la sarta antes de pescar. • Tomar mala decisión de qué tipo de herramientas de pesca se ha de introducir en el pozo. • Soltadura, que se quede otros accesorios o herramientas en el pozo. • Mal desarrollo de la operación a causa de la disposición y mantenimiento adecuado de los equipos y herramientas.
Suabeo	• Inducción de fluidos de formación en zonas no controladas • ascenso de la barra de Suabeo
Estimulación	• Creación de canales que lleven a un influjo no deseado, al limpiar la cara de la formación (acidificación) se exceda la presión de fractura logrando que se creen canales que lleven a un influjo no deseado. (verificar Aumento en el nivel de tanques de retorno, disminución en la rata de bombeo y de presión de bombas de Superficie). • Corrosión de la tubería. • Escapen en las líneas de flujo. 2 • Salpicadura de ácidos, surfactantes y demás químicos a trabajadores.
Fracturamiento	• Creación de diferencial de presión que debe ser controlado de manera que solo permita crear la grieta pero no un influjo descontrolado hacia el pozo. • Producir fracturas verticales que permiten el escape del agua inyectada al exterior, haciendo inútil la operación

Fuente: autor.

Tabla 5 Riesgos generales

RIESGOS GENERALES	
OPERACIÓN	RIESGOS
Trabajo con herramientas	• Golpes producidos por las herramientas. • Proyecciones de fragmentos o partí-culas. • Contactos eléctricos. • Sobreesfuerzos y esguinces.
	CAUSAS • Uso de herramientas inadecuadas. • Empleo de herramientas defectuosas. • Uso incorrecto de herramientas. • Abandono de herramientas en lugares peligrosos. • Mantenimiento deficiente. • Transporte incorrecto de las herramientas
Trabajo con maquinas	• Cortes, amputaciones • Atrapamientos • Contacto eléctrico • Proyección fragmentos o partículas • Lesiones debidas a enganches o quemaduras

	• Ruido • Vibraciones • Incendios y explosiones
Instalaciones eléctricas	1. Por Contacto Directo • Muerte por paro cardíaco o asfixia. • Quemaduras internas y externas. • Lesiones secundarias por caídas y golpes. • Tetanización. • Contracción muscular. 2. Por Contacto Indirecto • Quemaduras por arco eléctrico. • Lesiones en los ojos. • Golpes
Carga física	• Trastornos músculo-esqueléticos (TME). • síndrome del túnel carpiano • lumbalgia • tendinitis CAUSAS • Esfuerzo físico • Postura de trabajo • Manipulación manual de cargas
Carga Mental	• Cefaleas • Ansiedad • Insomnio • Agresividad • Depresión CAUSAS • Cantidad de información que recibe el trabajador y su mayor o menor complejidad. • Tiempo disponible por el trabajador para realizar el trabajo.

Fuente: autor.

4.2 PROGRAMACIÓN DEL MÉTODO DISEÑADO

4.2. PSEUDOCÓDIGO Y FLUJO DE TRABAJO

Diagrama 7 Pseudocódigo y flujo de trabajo

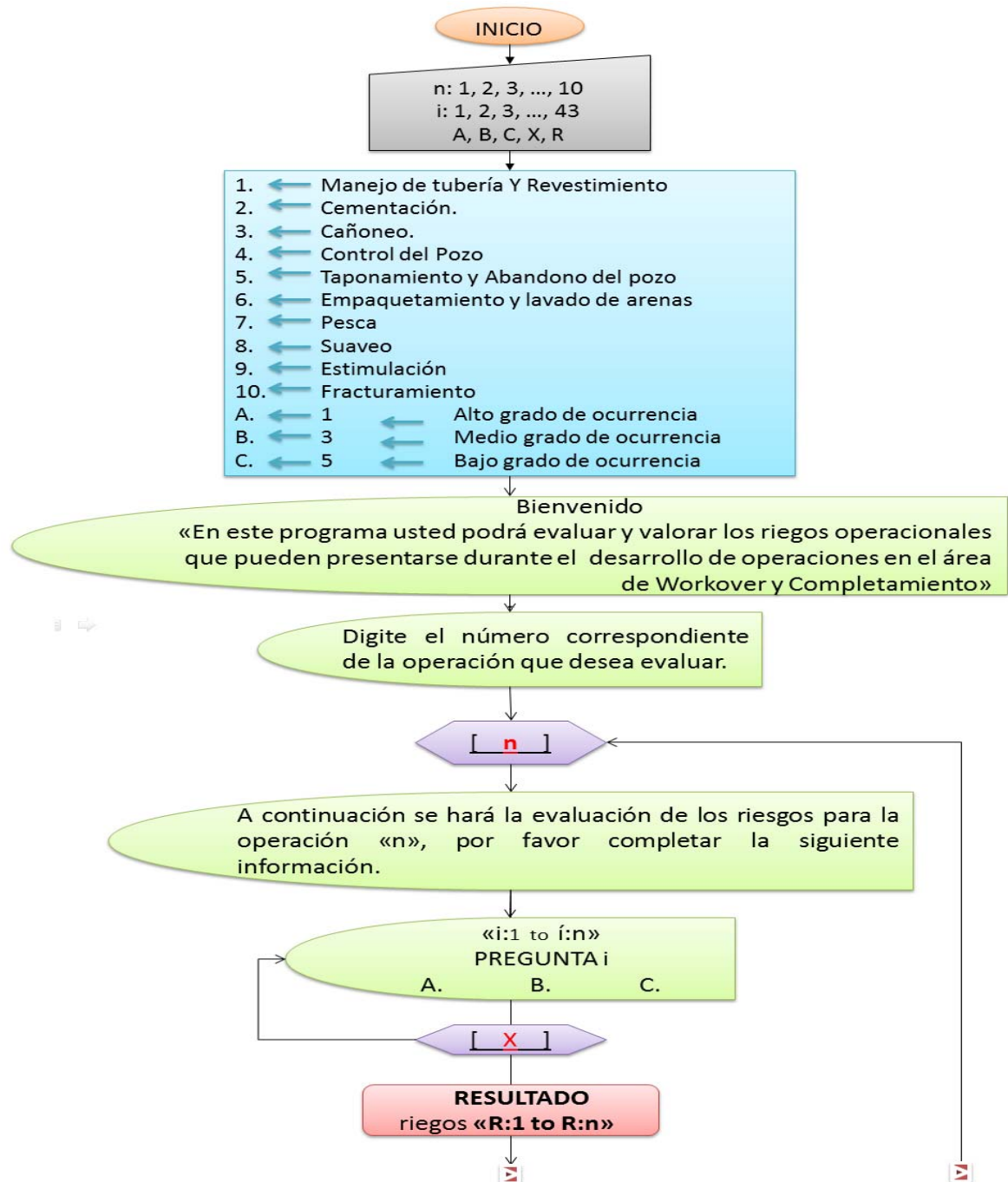
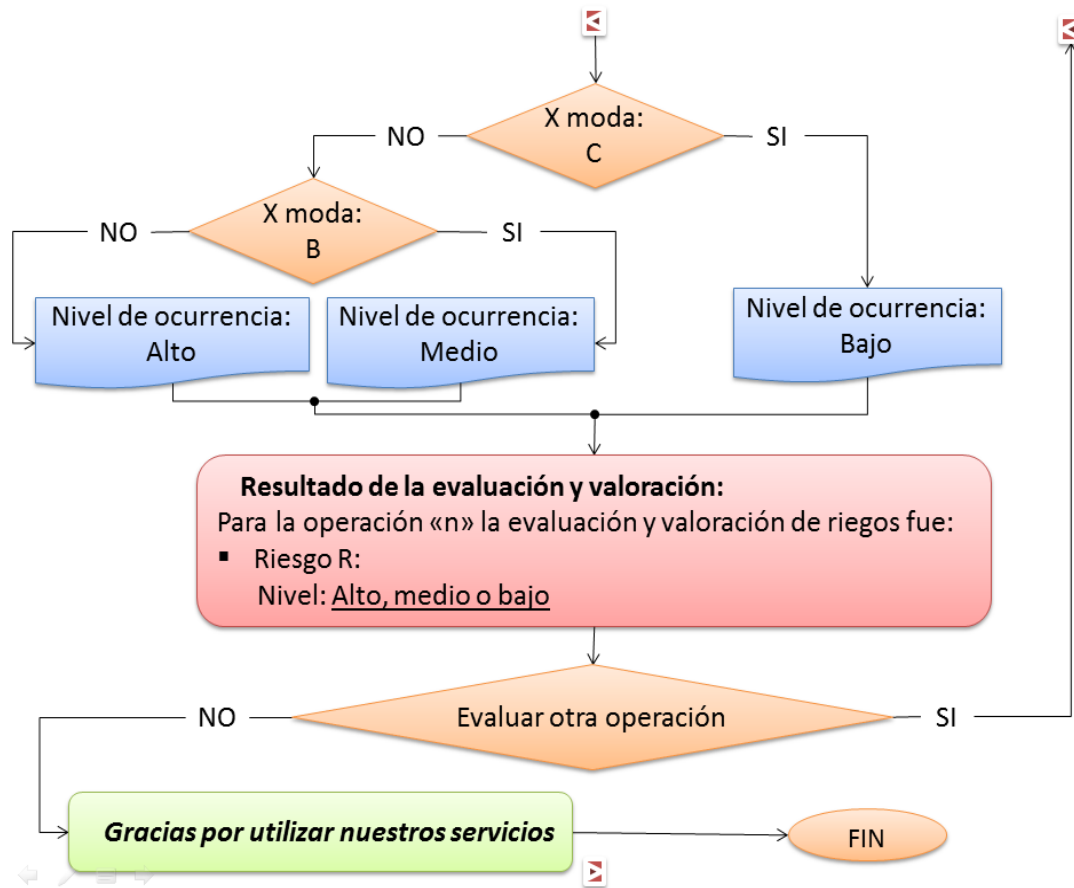


Diagrama 7 (Continuación)



Fuente: autor.

Código del software. Anexo 4)

4.3 APLICACIÓN

Para la aplicación del método, se hizo una visita a CAMPO CASTILLA – TORRE 28 ubicado en el municipio de Castilla la Nueva en el departamento del Meta / Colombia operado por Ecopetrol SA., allí el ingeniero a cargo de las operaciones de Completamiento accedió a ser uso del programa. Anexo 2.

El ingeniero de petróleos Oscar Salas (Company man de Pozo) y el ingeniero Luis Carlos (HSEQ), nos brindaron su apoyo, tiempo y colaboración para llevar a cabo la aplicación final del proyecto de forma satisfactoria como se planteó en los objetivos del mismo.

4.3.1 Procedimiento desarrollado

Inicialmente se habló con el ingeniero HSEQ y el Company Man, quienes autorizaron un recorrido por las instalaciones del pozo, y observar las actividades que se estaban realizando en ese momento.

1. El ingeniero HSEQ y el Jefe de equipo nos acompañaron en la visita por las instalaciones. Se estaba perforando realizando cementación e inspección de tubería en ese momento. En el pozo se estaba realizando perforación de pozo. Para la operación de cementación no se nos autorizó acercarse, por tanto nos enfocamos en el manejo e inspección de tubería, el cual es la primera operación que se estudió en nuestro método.
2. Los operarios encargados de la inspección, nos dieron una charla de los parámetros que tenían en cuenta para la inspección según el nivel de la misma, pusimos observamos la inspección de nivel 3 y nivel 5.
3. Al final se concluyó que muchas de las tuberías son defectuosas, marcándolas con líneas de colores según el caso de la tubería como por ejemplo, una línea azul para la que está para reparación y rojo para la considerada chatarra.
4. Después, ingresamos a la oficina del Company Man quien fue la persona de ejecutar el programa. Él decidió hacerlo para la operación de manejo de tubería, los datos suministrados son confidenciales por ende solo se conoce el

resultado final a la respectiva evaluación y valoración de la operación MANEJO DE TUBERIA. Anexo 2

5. El company man nos dio sus opiniones:

- Opinión del Company Man: “Interesante el programa, definitivamente yo diría Workover”
- ¿El programa sería útil, se podría aplicar en campo? Si claro, podría ser un documento- soporte del mismo permiso del trabajo.

4.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Tabla 6 Análisis de resultado para la evaluación y valoración de riesgos en manejo de tubería para Campo Castilla-Torre 28. Anexo 2, Foto 14)

ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Campo: Castilla	Torre: 28	Cargo: Company Man
RIESGO	NIVEL DE OCURRENCIA	ANÁLISIS
1. Caída de tubería	Alto	La capacidad de peso del sistema de elevación es menor al peso con el que está operando. Trabajar con menos peso, no es factible cambiar el sistema
2. Ruptura de tubería	Alto	Use la tubería que menos mal estado este. Use el accesorio y equipos adecuados según el trabajo.
3. Mal desarrollo de la operación	Medio	Verifique el número de personas que tiene designadas para la operación, selecciones las que posean la mayor experiencia en operación.
4. Accidentes por mala comunicación mal desarrollo de la operación, por uso de equipos no apropiados	Alto	Designa las labores a cada operador en un área que sea afectada por el ruido generado en los diferentes equipos. Verifique el número de personas que tiene designadas para la operación, selecciones las que posean la mayor experiencia en operación.

Fuente: Autores.

5. CONCLUSIONES

La evaluación y valoración de Riesgos, es una herramienta real de prevención, seguridad y salud de los trabajadores. Este proyecto resulta ser de estas herramientas útiles y prácticas para evaluar dichos riesgos en una operación de Workover y Completamiento de pozos petroleros.

La Investigación y estudio del desarrollo y metodología de la operación de Workover y Completamiento permitieron el diseño del método cuantitativo y la realización del programa, el cual resultó muy útil en el momento de su aplicación en campo.

El método se aplicó en Campo Castilla, Torre 28, el de manera positiva, recibiendo buenos comentarios acerca de la utilidad del método.

El hecho de no solo diseñar un método cuantitativo para evaluar y valorar riesgos operacionales en el área de Workover y Completamiento, sino también digitalizarlo en un programa de fácil acceso, hace que el desarrollo de las diferentes operaciones sea mucho más seguro y se detecte los riesgos de forma más sencilla y por ende será más rápido hacer la respectiva gestión del riesgo, si se presenta.

Las visitas a campo realizadas durante el desarrollo de este proyecto fueron de gran ayuda para poder seleccionar los rangos generales de cada uno de los factores de riesgos seleccionados y para verificar el buen funcionamiento y utilidad del método programado en la industria.

Con este software se minimiza el tiempo requerido para evidenciar los riesgos operacionales presentes, comparado con métodos tradicionales como la

inspección directa y llenado de tablas, debido a que solo se requiere las condiciones de la operación y se evita cálculos y comparaciones de los datos suministrados, obteniendo inmediatamente el nivel de ocurrencia de los riesgos que a su vez ya están preestablecidos.

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda un estudio detallado y completo de las condiciones y datos del pozo antes de llevar a cabo la aplicación del método, así obtener con certeza los posibles riesgos operacionales que se pueden presentar.

La seguridad industrial como rama de la ingeniería de petróleos, cada vez es más extensa e importante para cualquier trabajador y en cualquier labor que se realice, por muy sencilla que parezca; por ende sería muy útil ampliar la metodología manejada en este proyecto en otras operaciones de la Industria de los hidrocarburos, como sería la perforación.

Ampliar el método cuantitativo, en caso de que se identifiquen más riesgos operacionales que se puedan presentar durante el desarrollo de un Workover y completamiento de pozos adicionales a los propuestos en el proyecto.

BIBLIOGRAFIA

BERMÚDEZ, Raul. Cementación de Pozos Petroleros – Principios y Tecnologías. Schlumberger. Noviembre 16 del 2007.

BOHORQUEZ, óscar Iván y CADENA, Martha Isabel. Metodología para la evaluación de riesgos durante operaciones de workover y servicio a pozos Trabajo de grado ingeniero de petróleos. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingeniería fisicoquímicas. Escuela de ingeniería de petróleos. 66p – 82p.

BRAVO MENDOZA, Oscar y SANCHEZ CELIS, Marleny. Gestión Integral de Riesgos. Situaciones de la industria petrolera. Bogotá, 2006.Tomo I. CD Gestión Integral de Riesgos.

CARSON, Jon; GURLEY, Derrel; KING, George; PRINCE-SMITH, Colin; WATERS, Frank.: *Sand Control: Why and How?*.En: Completion/Simulation, October 1992. 41p – 53p.

ORDUZ, Luis Humberto. Fracturamiento hidráulico consideraciones teóricas y operacionales. Trabajo de Grado Ingeniero de Petróleos. Bucaramanga.: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas. Escuela de Ingeniería de Petróleos. 1985. 5p

RODRIGUEZ Alba Enith. Estudio de Control de Pozos Durante las Operaciones de mantenimiento y Workover en el campo Apiay y Castilla Nueva. Trabajo de Grado Ingeniero de Petróleos. Bucaramanga.: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas. Escuela de Ingeniería de Petróleos. 2008. 114p -122p.

Extracción y procedimientos. Gal energía. Consultado el 28 de julio de 2014. Disponible en: <http://www.galpenenergia.com/ES/agalpenenergia/Os-nossos-negocios/ExploracaoProducao/fundamentos-engenharia-petroleo/Paginas/Perforacion.aspx>

Geo estratos. Estimulación y limpieza orgánica de pozos petroleros. Consultado el 30 de julio de 2014. Disponible en: http://www.geoestratos.com.mx/geoestratos/index.php?option=com_content&view=article&id=108:estimulacion-y-limpieza-organica-de-pozos-petroleros&Itemid=102

Ingeniería y construcción. Completación de pozos. Consultado el 20 de julio de 2014. Disponible en: <http://facingyconst.blogspot.com/2008/08/completacin-de-pozos.html>

McGraw-Hill. Consultado el 5 de enero de 2015. Disponible en: <http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448175530.pdf>

Schlumberger. Los riesgos derivados de las condiciones de seguridad, ergonómicas y psicosociales. Consultado el 20 de julio de 2014. Disponible en: http://www.slb.com/~media/Files/resources/oilfield_review/spanish09/spr09/opciones_para_la_estimulacion.ashx

Yacimientos de gas condensado. Cementación. Consultado el 30 de julio de 2014. Disponible en: <http://yacimiento-de-gas-condensado.blogspot.com/2008/11/que-sabes-decementación.html>

ANEXOS

1. ENTREVISTA AL TOOL PUSHER DEL CAMPO

Entrevista – Tool Pusher Campo Corcel Pozo Ceibo

Fecha: 6/enero/2015

1. ¿Velocidad de los viajes de tubería?

Rta.

<i>1000 ft/h</i>	<i>apropiado</i>
<i>Por debajo</i>	<i>pérdida de tiempo y dinero</i>
<i>Por encima</i>	<i>pistonear formación</i>
	<i>Dañar la herramienta</i>

2. ¿Con cuántos operadores cuenta para esta operación?

Rta.

1 cuadrilla es suficiente, o con 8 personas	1 supervisor
Debe haber mínimo	1 mecánico
3 cuñeros	1 electricista
1 encuellador	El resto es de personas de ingeniería
1 perforador	

3. ¿Con que equipos de elevación está operando?

Rta.

1 bloque viajero
Cable de perforación
Malacate
Brazos para el elevador-----100 toneladas aprox.
Elevadores-----100 toneladas aprox.
Lifting sub
Winches

Tapas para levantar tuberías

La capacidad varía de 250 Klb hasta 750 Klb o más

4. ¿Cuántos decibeles genera los equipos generadores de ruido?

Rta.

Los equipos que proporcionan ruido son:

Generadores

Malacate

Bombas de lodo

Generan hasta 100 db

Lo tolerable por el oído humano es máximo: 60 db

5. ¿Presión de bombeo de la lechada con la que trabajará en dicha operación?

Rta.

P en Primera etapa 800-900 psi

P al Finalizar depende del pozo, algunos son 1400 psi

P para sentar 500 psi por encima de la P para finalizar

6. ¿Rata de bombeo de la lechada?

Rta.

Primera etapa 8 bl/min

Llegando al tapón segunda etapa 5 bl/min

Etapa final 2 bl/min

Estas son ratas apropiadas

Si se aumentan demasiado ocasionara fractura

7. ¿hay aumento o disminución en el nivel retorno?

Rta.

SI Disminuye el retorno: Puede ser que:

La formación este tomándose el lodo

El fluido este muy pesado

Se empaqueta el pozo

Riesgo al disminuir el retorno:

Fracturar la formación

Si Aumenta el retorno: Puede ser que:

Hay descontrol del pozo

El pozo está aportando fluidos extras “influjo”

En estos casos de debe hacer well control “control de pozo”

Si la operación es normal el retorno debe ser equivalente a lo que se está bombeando, puede haber una mínima diferencia.

8. ¿Tiempo de fraguado del cemento?

Rta.

Depende de los aditivos

Pero en promedio 8 – 12 hr

Si de demora menos bueno

<i>Si se demora más</i>	<i>-pero fragua</i>	<i>-pérdida de tiempo y dinero</i>
	<i>-Nunca fragua</i>	<i>-perdida de la cementación</i>
		<i>-Hay que hacer trabajo remedial</i>
		<i>“Squeeze”</i>

9. ¿Cuál es la presión de cierre?

Rta.

Es la presión del drill pipe y la del anular (revestimiento) a la cual quedo el pozo, cuando todo cerrarlo para hacer well control.

Hay que cerrar el pozo dependiendo de:

- *Se produce influjo*
- *Por la cantidad de gas presente; este aumenta la Presión de cierre y es mal difícil el control*

Entre más alta sea la Presión de cierre es más grave el problema

10. ¿Con que frecuencia revisa la presión?

Rta.

Hay que revisarla permanentemente, desde que las bombas estén trabajando

11. ¿Cuál es la presión fractura?

Rta.

Depende de cada pozo

Valor apropiado ----- es calculado para cada pozo

<i>Si está por debajo de este valor</i>	<i>-cambio en las propiedades del lodo</i>
	<i>-Rompimiento de un tubo "watchout"</i>
	<i>-caída de una boquilla de la broca</i>

<i>Si está por encima de este valor</i>	<i>-disminuye el retorno de una vez</i>
	<i>- cambio en las propiedades del lodo</i>
	<i>-anular cargado de cortes</i>
	<i>-posible empaquetamiento</i>
	<i>-entrada de gas a la formación</i>

12. ¿Qué pasa si se utiliza el tipo de cemento equivocado y la relación agua/cemento recomendada?

Rta.

Perdida de la cementación

Se cierra el pozo

Sobre P

** Problemas de la pregunta 8*

2. INSPECCION DE TUBERIA Y EJECUCION DEL PROGRAMA EN CAMPO CASTILLA

Foto 1 Mapa de Campo Castilla

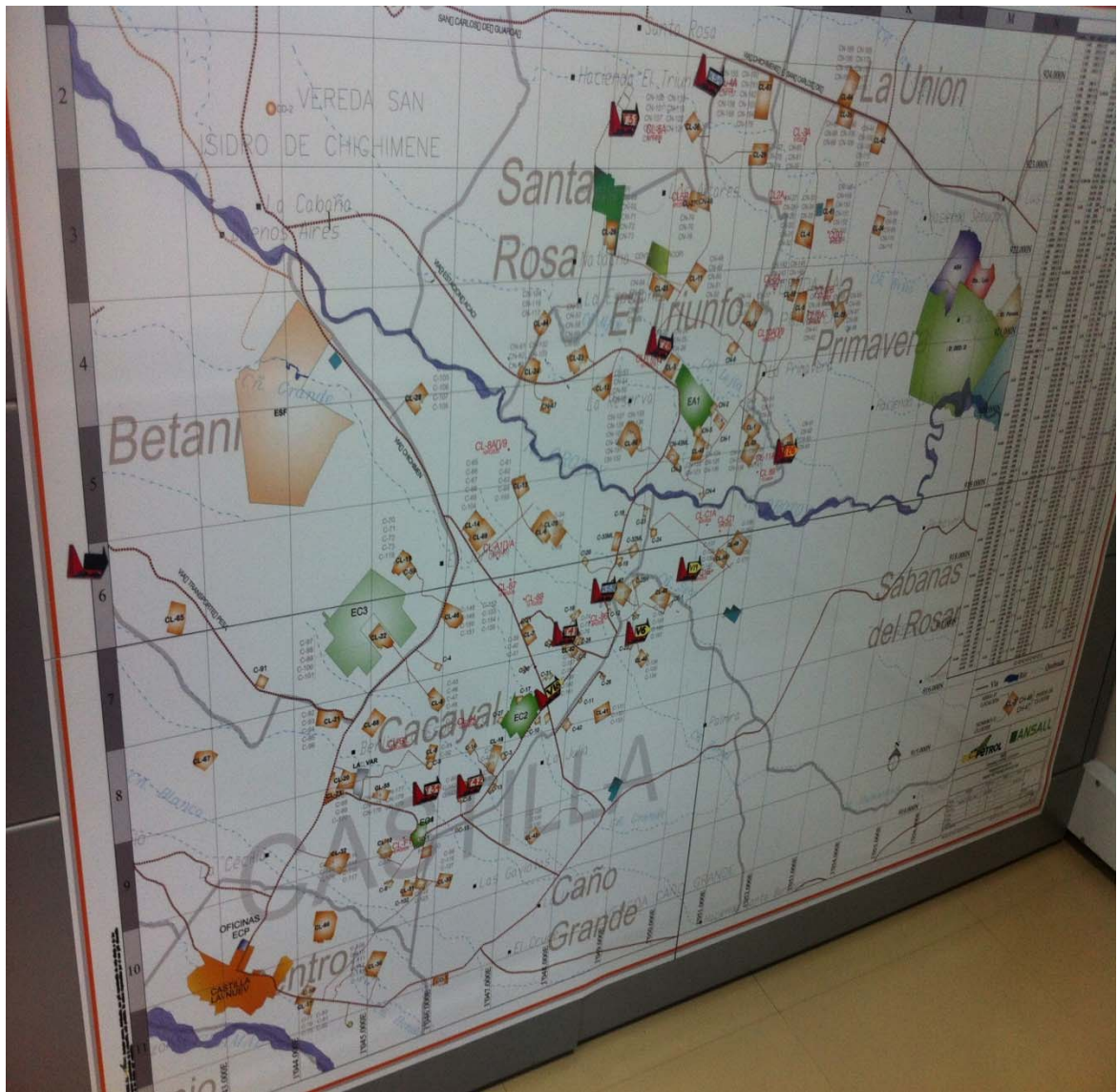


Foto 2 Torre de perforación Campo Castilla-Pozo28 RIG 303



Foto 3 Tubería Campo Castilla-Pozo28



Foto 4 Inspección de tubería Nivel 3 Campo Castilla-Pozo28



Foto 5 Inspección de tubería Nivel 3 Campo Castilla-Pozo28



Foto 6 Inspección de tubería Nivel 3 Campo Castilla-Pozo28



Foto 7 Inspección de tubería Campo Castilla-Pozo28



Foto 8 Inspección de tubería Nivel 5 Campo Castilla-Pozo28



Foto 9 Inspección de tubería Nivel 5 con ultrasonido Campo Castilla-Pozo28



Foto 10 Company Man ejecutando el método

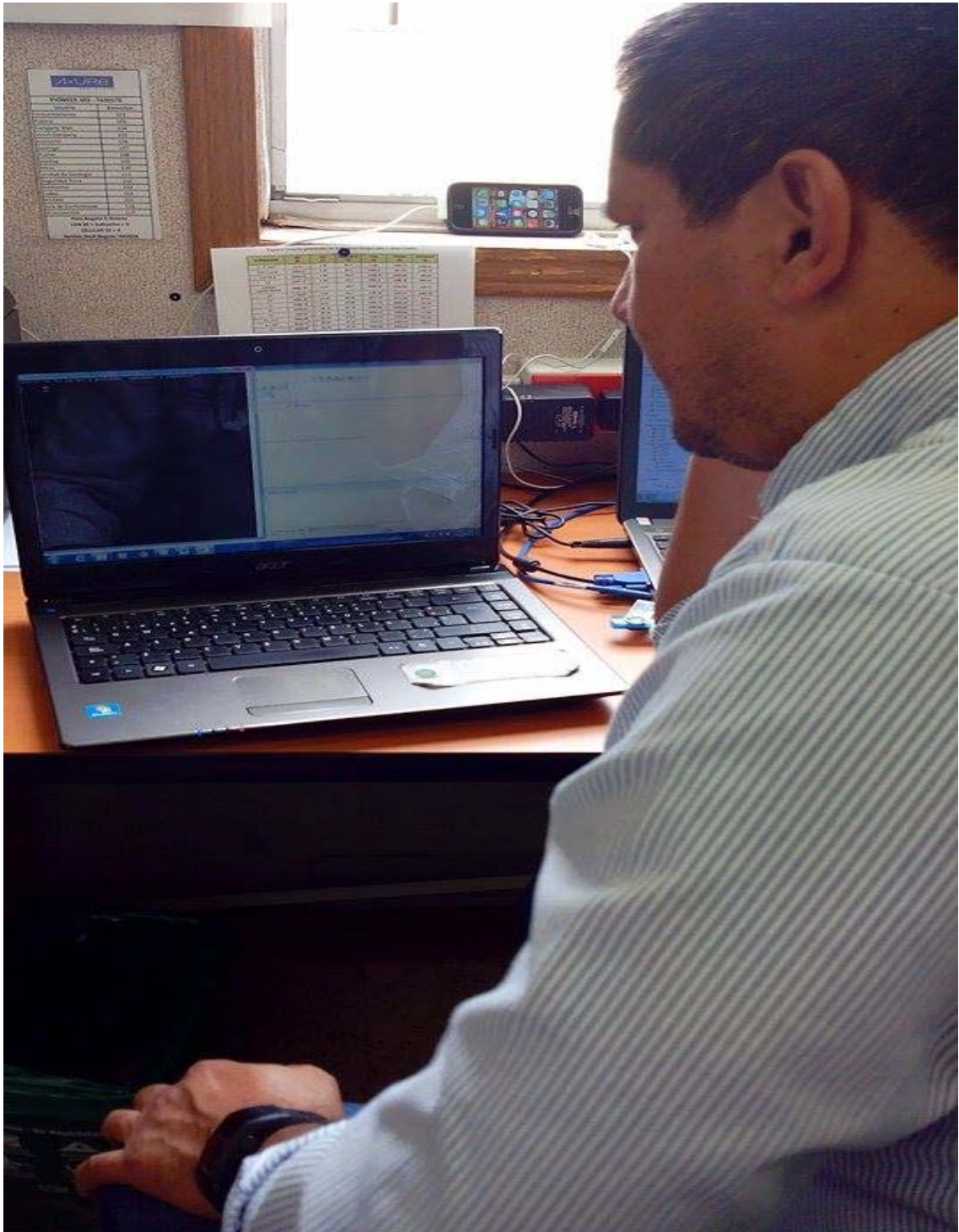


Foto 11 Company Man ejecutando el método



Foto 12 Company Man ejecutando el método



Foto 13 Resultado para la evaluación y valoración de riesgos en manejo de tubería para Campo Castilla-Torre 28. (Pantallazo)

```

c:\Users\NATHALIA\Documents\Visual Studio 2008\Projects\aplicacion\Debug\aplicacion.exe
Segun la informacion suministrada los riesgos que se pueden presentar en el
desarrollo de la operacion son.
Resultado de la evaluacion y valoracion:
Para la operacion MANEJO DE TUBERIA Y REVESTIMIENTO la evaluacion y
valoracion fue:
Riesgo:- Caída de tubería
Nivel Alto
Riesgo:- Ruptura de tubería
Nivel Alto
Riesgo:- Mal desarrollo de la operación
Nivel Medio
Riesgo:- Accidentes por mala comunicación
Nivel Alto
Digite 0 para salir o 1 para continuar evaluando otra operación
0
NOTA
. Garantice que el personal de trabajo no este distraido, y que no haya presenci
a de personal no autorizado e innecesario en el area de trabajo y durante el des
arrollo de la operación.
La instalacion debe tener la senalizacion de advertencia adecuada, en eq
uipos y trabajos electricos.
AUTORAS.
. KAREN NATHALIA BEJARANO AREVALO
. DELCIA ALEJANDRA SANCHEZ OBREGON
continuar evaluando otra operacion\n\n";

```

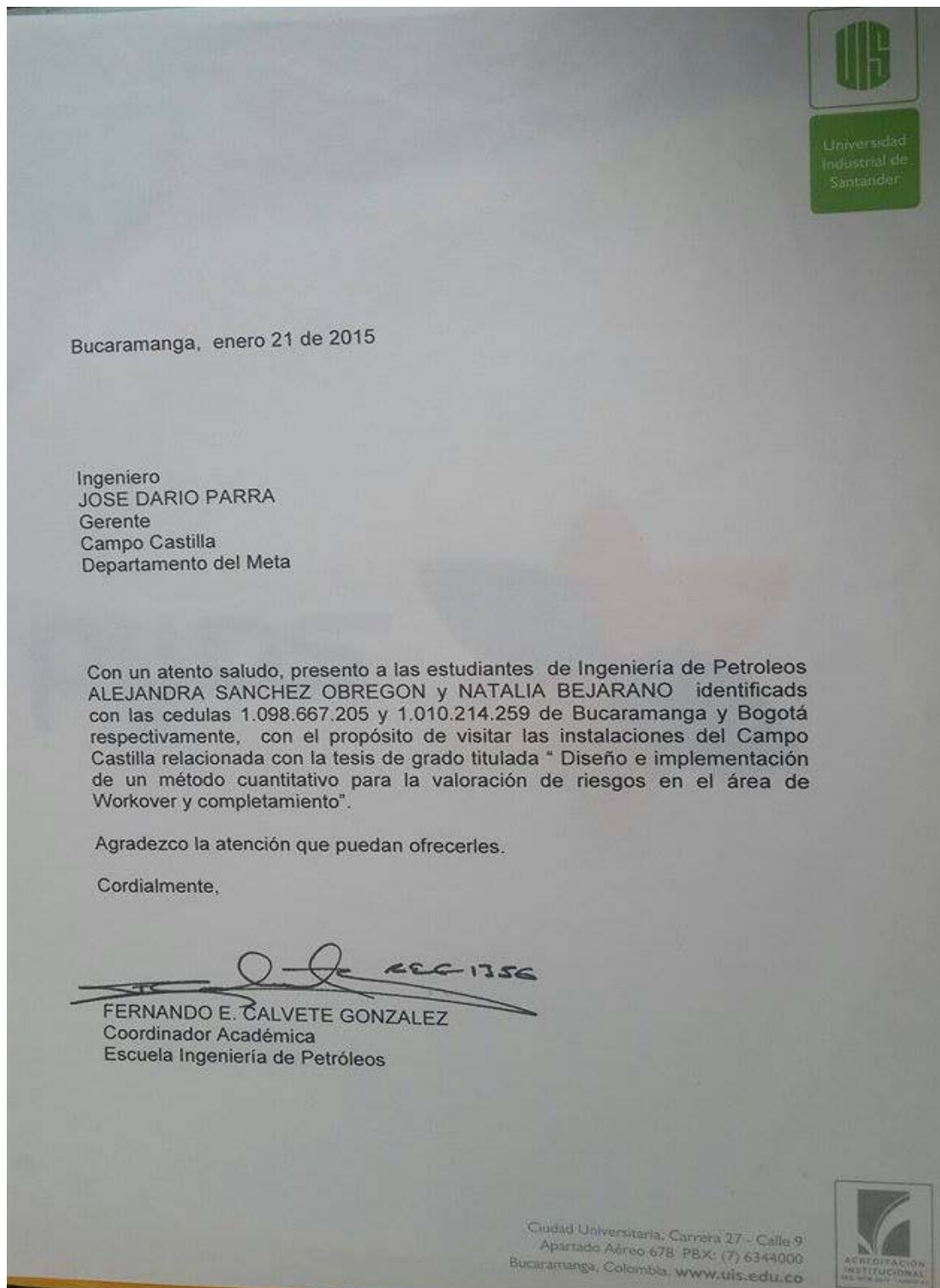
Foto 14 Resultado para la evaluación y valoración de riesgos en manejo de tubería para Campo Castilla-Torre 28 (Pantallazo ampliado)

```

c:\Users\NATHALIA\Documents\Visual Studio 2008\Projects\aplicacion\Debug\aplicacion.exe
Segun la informacion suministrada los riesgos que se pueden presentar en el
desarrollo de la operacion son.
Resultado de la evaluacion y valoracion:
Para la operacion MANEJO DE TUBERIA Y REVESTIMIENTO la evaluacion y
valoracion fue:
Riesgo:- Caída de tubería
Nivel Alto
Riesgo:- Ruptura de tubería
Nivel Alto
Riesgo:- Mal desarrollo de la operación
Nivel Medio
Riesgo:- Accidentes por mala comunicación
Nivel Alto
Digite 0 para salir o 1 para continuar evaluando otra operación
0
NOTA
. Garantice que el personal de trabajo no este distraido, y que no haya presenci
a de personal no autorizado e innecesario en el area de trabajo y durante el des
arrollo de la operación.
La instalacion debe tener la senalizacion de advertencia adecuada, en eq
uipos y trabajos electricos.
AUTORAS.
. KAREN NATHALIA BEJARANO AREVALO
. DELCIA ALEJANDRA SANCHEZ OBREGON

```

3. CARTA SOLICITUD VISITA A CAMPO CASTILLA



4. CÓDIGO DEL PROGRAMA EN VISUAL STUDIO C++

```
#include <iostream>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <conio.h>
#include <math.h>
#include <string.h>
using namespace std;

int pregunta1()
{
    int r;
    cout<<"Digite el costo diario de la operacion en US\n\n";
    cin>>r;
    system("cls");
    return 3;
}
int pregunta2()
{
    int r;
    cout<<"¿Velocidad de los viajes de tuberia?\n\n1. Mayor a 1000
ft/h\n2. Menor a 1000 ft/h\n3. 1000 ft/h\n\n";
    cin>>r;
    system("cls");
    return r;
}
int pregunta3()
{
    int r;
    cout<<"¿Indique el estado de los equipos y/o tuberia a utilizar?\n\n1.
Mal estado\n2. Estado regular\n3. Buen estado\n\n";
    cin>>r;
    system("cls");
    return r;
}
int pregunta4()
{
    int r;
    cout<<"¿Con cuantos operadores cuanta para esta operacion?\n\n1.
Menor 8 personas\n2. Mayor a 10\n3. 8 a 10 personas\n\n";
    cin>>r;
}
```

```

        system("cls");
        return r;
    }
    int pregunta5()
    {
        int r;
        cout<<"¿Nivel de experiencia de los trabajadores de dicha
operacion?\n\n1. Baja\n2. Media\n3. Buena\n\n";
        cin>>r;
        system("cls");
        return r;
    }
    int pregunta6()
    {
        int r;
        cout<<"¿6. Digite la capacidad del equipo de elevacion con que
esta operando, en Klb\n.(1Klb = 1000 lb)\n\n";
        cin>>r;
        system("cls");
        return r;
    }
    int pregunta7()
    {
        int r;
        cout<<"7. Digite el peso con el que esta operando en Klb.\n\n";
        cin>>r;
        system("cls");
        return r;
    }
    int pregunta8()
    {
        int r;
        cout<<"¿Cuenta con los equipos y accesorios apropiados y
completos?\n\n1. NO\n2. SI\n\n";
        cin>>r;
        system("cls");
        return r;
    }
    int pregunta9()
    {
        int r;
        cout<<"¿Le dara el uso adecuado a cada herramienta y al equipo en
general?\n\n1. NO\n2. SI\n\n";
        cin>>r;
        system("cls");
    }

```

```

        return r;
    }
    int pregunta10()
    {
        int r;
        cout<<"¿En su operacion trabaja con equipos generadores de
ruido?\n\n1. SI\n2. NO\n\n";
        cin>>r;
        system("cls");
        return r;
    }
    int pregunta11()
    {
        int r;
        cout<<"¿Proporciona al personal de trabajo equipos PyP?\n\n1.
NO\n2. SI\n\n";
        cin>>r;
        system("cls");
        return r;
    }
    int pregunta12()
    {
        int r;
        cout<<"¿Cuantos decibeles genera el equipo?\n\n1. Mayor a 60
db\n2. 60 db\n3. Menor a 60 db\n\n";
        cin>>r;
        system("cls");
        return r;
    }
    int pregunta13()
    {
        int r;
        cout<<"¿Estado del cemento, y otros aditivos (fecha de vencimiento,
lugar de almacenamiento)?\n\n1. Mal estado \n2. Estado regular\n3. Buen
estado\n\n";
        cin>>r;
        system("cls");
        return r;
    }
    int pregunta14()
    {
        int r;
        cout<<"¿Presion de bombeo de la lechada con la que trabajara en
dicha operacion?(P en Primera etapa - P para Finalizar)\n\n1. Mayor a 900 psi

```

```

        – Mayor 1500 Psi\n2.      Menor a 800 psi      –      Menor      1500      Psi\n3.
        800 a 900 Psi      – 1500 Psi\n\n";
        cin>>r;
        system("cls");
        return r;
    }
    int pregunta15()
    {
        int r;
        cout<<"¿Rata de bombeo de la lechada?(Rata Primera etapa – rata
llegando al tapon – Rata etapa final)\n\n1.      Mayor a (8 bl/min - 5bl/min - 2
bl/min)\n2.      Menor a (8 bl/min - 5bl/min - 2 bl/min)\n3.      8 bl/min - 5bl/min - 2
bl/min\n\n";
        cin>>r;
        system("cls");
        return r;
    }
    int pregunta16()
    {
        int r;
        cout<<"¿hay aumento o disminucion en el nivel retorno, respecto a la
rata con la que se esta bombeando?\n\n1.      Aumenta\n2. Disminuye\n3.
Permanece constante \n\n";
        cin>>r;
        system("cls");
        return r;
    }
    int pregunta17()
    {
        int r;
        cout<<"¿Tiempo de fraguado del cemento?\n\n1.      Mayor      a      12
h\n2.      Menor a 8 h\n3.      De (8 a 12) h\n\n";
        cin>>r;
        system("cls");
        return r;
    }
    int pregunta18()
    {
        int r;
        cout<<"¿Cuenta con el tipo de cemento adecuado para su pozo
manejando las relaciones agua/cemento recomendadas, y cantidades
apreciables?\n\n1. NO\n2.      SI\n\n";
        cin>>r;
        system("cls");
        return r;
    }

```

```

    }
    int pregunta19()
    {
        int r;
        cout<<"¿Cuenta con los accesorios adecuados y completos segun el
tipo de canoneo que va a practicar?\n\n1.    NO\n2.    SI\n\n";
        cin>>r;
        system("cls");
        return r;
    }
    int pregunta20()
    {
        int r;
        cout<<"¿Dispone de explosivos, detonantes suficientes para la
operacion?\n\n1.    NO\n2.    SI\n\n";
        cin>>r;
        system("cls");
        return r;
    }
    int pregunta21()
    {
        int r;
        cout<<"¿Somete los diferentes equipos y accesorios a condiciones
de capacidad maxima de trabajo?\n\n1. NO\n2.    SI\n\n";
        cin>>r;
        system("cls");
        return r;
    }
    int pregunta22()
    {
        int r;
        cout<<"¿Asegurar y fijar correctamente los equipos de trabajo?\n\n1.
NO\n2.    SI\n\n";
        cin>>r;
        system("cls");
        return r;
    }
    int pregunta23()
    {
        int r;
        cout<<"Digite la presion de formacion\n\n";
        cin>>r;
        system("cls");
        return r;
    }
}

```

```

int pregunta24()
{
    int r;
    cout<<"¿El nivel de retorno a disminuido?\n\n1.      SI\n2. NO\n\n";
    cin>>r;
    system("cls");
    return r;
}
int pregunta25()
{
    int r;
    cout<<"Digite la presion de cierre\n\n";
    cin>>r;
    system("cls");
    return r;
}
int pregunta26()
{
    int r;
    cout<<"¿Cual es el estado de las preventoras? \n\n1.Mal estado \n2.
Estado regular\n3. Buen estado\n\n";
    cin>>r;
    system("cls");
    return r;
}
int pregunta27()
{
    int r;
    cout<<"¿Revisa permanentemente la Presion?\n\n1. NO\n2.
SI\n\n";
    cin>>r;
    system("cls");
    return r;
}
int pregunta28()
{
    int r;
    cout<<"¿Cual es el estado de las lineas de flujo (cabeza de
cementacion)?\n\n1.      Mal estado \n2.      Estado regular\n3. Buen
estado\n\n";
    cin>>r;
    system("cls");
    return r;
}
int pregunta29()

```

```

    {
        int r;
        cout<<"¿Sujeta debidamente las lineas de flujo al instalarlas y
utilizarlas y sin sobre-esfuerzos?\n\n1. NO\n2. SI\n\n";
        cin>>r;
        system("cls");
        return r;
    }
    int pregunta30()
    {
        int r;
        cout<<"¿Tiene instalado (buen funcionamiento) el equipo para
control de pozo?\n\n1. NO\n2. SI\n\n";
        cin>>r;
        system("cls");
        return r;
    }
    int pregunta31()
    {
        int r;
        cout<<"¿Sigue un programa de limpieza y lubricacion?\n\n1.
NO\n2. SI\n\n";
        cin>>r;
        system("cls");
        return r;
    }
    int pregunta32()
    {
        int r;
        cout<<"¿Sigue las normas para abandono definitivo de pozos segun
codigo de minas?\n\n1. NO\n2. SI\n\n";
        cin>>r;
        system("cls");
        return r;
    }
    int pregunta33()
    {
        int r;
        cout<<"Digite la presion fractura en Psi.\n\n";
        cin>>r;
        system("cls");
        return r;
    }
    int pregunta34()
    {

```

```

        int r;
        cout<<"¿El indicador de peso esta completo y en buen
funcionamiento?\n\n1.    NO\n2.    SI\n\n";
        cin>>r;
        system("cls");
        return r;
    }
    int pregunta35()
    {
        int r;
        cout<<"¿Cuel es el estado de los puntos de operacion?\n\n1.
Mal estado \n2.    Estado regular\n3. Buen estado\n\n";
        cin>>r;
        system("cls");
        return r;
    }
    int pregunta36()
    {
        int r;
        cout<<"¿Tiene instalado dispositivos de seguridad en el sistema de
elevacion y protectores de partes moviles?\n\n1.    NO\n2.    SI\n\n";
        cin>>r;
        system("cls");
        return r;
    }
    int pregunta37()
    {
        int r;
        cout<<"¿Conoce la forma y profundidad de tope del pescado?\n\n1.
NO\n2.    SI\n\n";
        cin>>r;
        system("cls");
        return r;
    }
    int pregunta38()
    {
        int r;
        cout<<"¿Digite la presion hidrostatica en Psi?\n\n";
        cin>>r;
        system("cls");
        return r;
    }
    int pregunta39()
    {
        int r;

```

```

        cout<<"¿Los controladores de nivel funcionan adecuadamente?\n\n1.
NO\n2.      SI\n\n";
        cin>>r;
        system("cls");
        return r;
    }
    int pregunta40()
    {
        int r;
        cout<<"¿Cual es el estado de las bombas y preventoras?\n\n1.
Mal estado \n2.      Estado regular\n3. Buen estado\n\n";
        cin>>r;
        system("cls");
        return r;
    }
    int pregunta41()
    {
        int r;
        cout<<"¿Utiliza surfactantes?\n\n1.      NO\n2.      SI\n\n";
        cin>>r;
        system("cls");
        return r;
    }
    int pregunta42()
    {
        int r;
        cout<<"¿Proporciona al personal de trabajo equipos PyP?\n\n1.
NO\n2.      SI\n\n";
        cin>>r;
        system("cls");
        return r;
    }
    int pregunta43()
    {
        int r;
        cout<<"¿Los indicadores de presion funcionan correctamente?\n\n1.
NO\n2.      SI\n\n";
        cin>>r;
        system("cls");
        return r;
    }
    void pregunta44()
    {

```

```

        cout<<"    NOTA\n. Garantice que el personal de trabajo no este
distruido, y que no haya presencia de personal no autorizado e innecesario en el
area de trabajo y durante el desarrollo de la operacion.\n\n";

```

```

        _getch();
    }
    void pregunta45()
    {

```

```

        cout<<"    La instalacion debe tener la senalizacion de advertencia
adecuada, en equipos y trabajos electricos.\n\n";

```

```

        _getch();
    }
    void pregunta46()
    {

```

```

        cout<<"    AUTORAS.\n\n.    KAREN    NATHALIA    BEJARANO
AREVALO\n.DELCIA ALEJANDRA SANCHEZ OBREGON\n";

```

```

        _getch();
    }
    void borrar(int resul[])
    {

```

```

        int i;
        resul[2]=0;
        resul[3]=0;
        for(i=6;i>43;i++)
        {
            resul[i]=0;
        }

```

```

    }
    int moda(int p[],int n)
    {
        int temp=0;
        int rep=0;
        int mayor;
        for(int i=1;i<=n;i++)
        {

```

```

            for(int j=i;j>=0;j--)
            {
                if(p[i]==p[j])
                {
                    rep++;
                    if(rep>temp)
                    {
                        mayor=p[i];
                        temp=rep;

```

```

    }
    }
    }
    return mayor;
}
void nivel(int ni)
{
    if(ni==1)
    {
        cout<<"Nivel Alto\n";

    }else if(ni==2)
    {
        cout<<"Nivel Medio\n";
    }else if(ni==3)
    {
        cout<<"Nivel Bajo\n";
    }else
    {
        cout<<"Ocurrio un error, intente de nuevo";
    }
}
void main(){
    int sg,parametro;
    int resultados[50];
    int salida=1;
    int pmoda[10];

    cout<<"          Nombre Programa, Bienvenido. \n";
    cout<<"En este programa usted podra evaluar y valorar los riegos
pertinentes al\n desarrollo de operaciones en el area de Workover y
Completamiento.\n\n";
    cout<<"(Oprima ENTER para iniciar)\n";
    _getch();
    system("cls");
    resultados[1]=pregunta1();
    resultados[4]=pregunta4();
    resultados[5]=pregunta5();
    while(salida!=0){
        cout<<"1. Selecccion de Operacion a evaluar\n\n";
        cout<<"Digite el numero correspondiente de la actividad
deseada de la lista que aparece a continuacion.\n\n";
        cout<<"1.   Manejo de tuberia Y Revestimiento\n";
        cout<<"2.   Cementacion.\n";
    }
}

```

```

cout<<"3. Canoneo.\n";
cout<<"4. Control del Pozo\n";
cout<<"5. Taponamiento y Abandono del pozo\n";
cout<<"6. Empaquetamiento y lavado de arenas\n";
cout<<"7. Pesca\n";
cout<<"8. Suaveo\n";
cout<<"9. Estimulacion\n";
cout<<"10. Fracturamiento\n\n";
cout<<"Opcion numero:";
cin>>sg;
system("cls");
switch(sg)
{
    case 1:
    {
        borrar(resultados);
        cout<<"A continuacion se hara la evaluacion de
los riesgos para la operacion de interes, por favor completar la siguiente
informacion\n\n";

        resultados[2]=pregunta2();
        resultados[3]=pregunta3();
        resultados[6]=pregunta6();
        resultados[7]=pregunta7();
        resultados[8]=pregunta8();
        resultados[9]=pregunta9();
        resultados[10]=pregunta10();
        if(resultados[10]==1)
        {
            resultados[12]=pregunta12();
        }
        cout<<"Segun la informacion suministrada los
riesgos que se pueden presentar en el \n desarrollo de la operacion
son.\nResultado de la evaluacion y valoracion:\n \nPara la operacion MANEJO DE
TUBERIA Y REVESTIMIENTO la evaluacion y \n valoracion fue:\n\n";
        cout<<"Riesgo:- Caída de tubería\n";
        if(resultados[7]>resultados[6])
        {
            pmoda[3]=1;
        }else if(resultados[7]==resultados[6])
        {
            pmoda[3]=2;
        }else if(resultados[7]>resultados[6])
        {
            pmoda[3]=3;
        }
    }
}

```

```

        pmoda[1]=resultados[2];
        pmoda[2]=resultados[3];
        pmoda[4]=resultados[8];
        pmoda[5]=resultados[9];
        pmoda[6]=resultados[10];
        parametro=moda(pmoda,6);
        nivel(parametro);
        cout<<"\nRiesgo:- Ruptura de tuberia\n";
        pmoda[1]=resultados[2];
        pmoda[2]=resultados[3];
        pmoda[3]=resultados[8];
        pmoda[4]=resultados[9];
        pmoda[5]=resultados[10];
        parametro=moda(pmoda,5);
        nivel(parametro);
        cout<<"\nRiesgo:-      Mal desarrollo de la
operacion\n";

        pmoda[1]=resultados[4];
        pmoda[2]=resultados[5];
        pmoda[3]=resultados[8];
        pmoda[4]=resultados[9];
        parametro=moda(pmoda,4);
        nivel(parametro);
        cout<<"\nRiesgo:-      Accidentes por mala
comunicacion\n";

        if (resultados[10]==1)
        {
            pmoda[1]=resultados[10];
            pmoda[2]=resultados[12];
            parametro=moda(pmoda,2);
            nivel(parametro);
        }else
        {
            nivel(resultados[10]);
        }
        cout<<"\nDigite 0 para salir o 1 para continuar
evaluando otra operacion\n\n";
        cin>>salida;
    }
    break;
case 2:
{
    borrar(resultados);

```

cout<<"A continuacion se hara la evaluacion de los riesgos para la operacion de interes, por favor completar la siguiente informacion\n\n";

```

resultados[13]=pregunta13();
resultados[14]=pregunta14();
resultados[15]=pregunta15();
resultados[16]=pregunta16();
resultados[17]=pregunta17();
resultados[18]=pregunta18();
resultados[10]=pregunta10();
if(resultados[10]==1)
{
    resultados[12]=pregunta12();
}

```

cout<<"Segun la informacion suministrada los riesgos que se pueden presentar en el \n desarrollo de la operacion son.\nResultado de la evaluacion y valoracion:\n \nPara la operacion CEMENTACION la evaluacion y \n valoracion fue:\n\n";

cout<<"Riesgo:- Perdida de la lechada por mal estado del cemento o sus aditivos.\n";

```

pmoda[1]=resultados[13];
pmoda[2]=resultados[18];
parametro=moda(pmoda,2);
nivel(parametro);

```

cout<<"\nRiesgo:- Estallido de tuberia por aumento excesivo de volumen de lechada, generando perdida en el peso de la columna hidrostática.\n";

```

pmoda[1]=resultados[14];
pmoda[2]=resultados[15];
pmoda[3]=resultados[16];
parametro=moda(pmoda,3);
nivel(parametro);

```

cout<<"\nRiesgo:- Deficiencia o perdida de la cementacion de zona a aislar; provocando influjo de fluidos no controlados ni deseados al pozo.\n";

```

pmoda[1]=resultados[17];
pmoda[2]=resultados[13];
pmoda[3]=resultados[18];
parametro=moda(pmoda,3);
nivel(parametro);

```

cout<<"\nRiesgo:- Mal desarrollo de la operacion\n";

```

pmoda[1]=resultados[4];
pmoda[2]=resultados[5];
parametro=moda(pmoda,2);

```

```

nivel(parametro);
cout<<"\nRiesgo:-Accidentes      por      mala
comunicacion\n";

if (resultados[10]==1)
{
    pmoda[1]=resultados[10];
    pmoda[2]=resultados[12];
    parametro=moda(pmoda,2);
    nivel(parametro);
}else
{
    nivel(resultados[10]);
}
cout<<"\nDigite 0 para salir o 1 para continuar
evaluando otra operacion\n\n";
cin>>salida;
}
break;
case 3:
{
    borrar(resultados);
    cout<<"A continuacion se hara la evaluacion de
los riesgos para la operacion de interes, por favor completar la siguiente
informacion\n\n";

    resultados[8]=pregunta8();
    resultados[9]=pregunta9();
    resultados[3]=pregunta3();
    resultados[21]=pregunta21();
    resultados[19]=pregunta19();
    resultados[20]=pregunta20();
    resultados[22]=pregunta22();
    resultados[10]=pregunta10();
    if(resultados[10]==1)
    {
        resultados[12]=pregunta12();
    }
    cout<<"Segun la informacion suministrada los
riesgos que se pueden presentar en el \n desarrollo de la operacion
son.\nResultado de la evaluacion y valoracion:\n \nPara la operacion CAnONEO la
evaluacion y \n valoracion fue:\n\n";
    cout<<"\nRiesgo:- Induccion de surgencia al
extraer herramienta del pozo.\n";
    cout<<"\nRiesgo:- Insuficiencia en el peso del
fluido de control al realizar canoneo al pozo.\n";

```

```

cout<<"\nRiesgo:- Disminucion de la Presion
hidrostatica al hacer disparo de canon en condiciones de sobre-balance.\n";
cout<<"\nRiesgo:- Detonacion de canon en
zonas de no interes, provocando un influjo hacia el pozo. \n";
pmoda[1]=resultados[19];
pmoda[2]=resultados[21];
pmoda[3]=resultados[22];
parametro=moda(pmoda,3);
nivel(parametro);
cout<<"\nRiesgo:- Canoneo mal hecho, (no
sirve). \n";

pmoda[1]=resultados[20];
pmoda[2]=resultados[21];
parametro=moda(pmoda,2);
nivel(parametro);
cout<<"\nRiesgo:- Mal desarrollo de la
operacion a causa de la disposicion y mantenimiento adecuado de los equipos y
herramientas. \n";

pmoda[1]=resultados[8];
pmoda[2]=resultados[9];
pmoda[3]=resultados[3];
pmoda[4]=resultados[5];
pmoda[5]=resultados[4];
parametro=moda(pmoda,5);
nivel(parametro);
cout<<"\nRiesgo:-Accidentes por mala
comunicacion\n";

if (resultados[10]==1)
{
    pmoda[1]=resultados[10];
    pmoda[2]=resultados[12];
    parametro=moda(pmoda,2);
    nivel(parametro);
}else
{
    nivel(resultados[10]);
}

cout<<"\nUsted puede identificar la ocurrencia de
estos, si observa:\n- Cambio en las propiedades del fluido de control que indican
que el aporte de fluidos de la zona canoneada no son los esperados por la
operacion en la zona de interes.";

cout<<"\nAumento inesperado en la tasa de
retorno de fluidos de control.\n\nPrecauciones\n\n- Revisar la densidad del fluido
de Control.\n\n- Malas condiciones de Sobre-balance de la presion de Canoneo.\n
";

```

```

        cout<<"\nDigite 0 para salir o 1 para continuar
evaluando otra operacion\n\n";
        cin>>salida;

    }
    break;
    case 4:
    {
        borrar(resultados);
        cout<<"A continuacion se hara la evaluacion de
los riesgos para la operacion de interes, por favor completar la siguiente
informacion\n\n";

        resultados[8]=pregunta8();
        resultados[9]=pregunta9();
        resultados[3]=pregunta3();
        resultados[23]=pregunta23();
        resultados[14]=pregunta14();
        resultados[25]=pregunta25();
        resultados[26]=pregunta26();
        resultados[27]=pregunta27();
        resultados[10]=pregunta10();
        if(resultados[10]==1)
        {
            resultados[12]=pregunta12();
        }
        cout<<"Segun la informacion suministrada los
riesgos que se pueden presentar en el \n desarrollo de la operacion
son.\nResultado de la evaluacion y valoracion:\n \nPara la operacion CONTROL
DE POZO la evaluacion y \n valoracion fue:\n\n";
        cout<<"Riesgo:- Reventon de pozo\n";
        if(resultados[23]>resultados[14])
        {
            pmoda[1]=1;
        }else if (resultados[23]==resultados[14])
        {
            pmoda[1]=2;
        }else if (resultados[23]<resultados[14])
        {
            pmoda[1]=3;
        }
        if(resultados[23]<resultados[25])
        {
            pmoda[2]=1;
        }else if (resultados[23]==resultados[25])
        {

```

```

        pmoda[2]=2;
    }else if (resultados[23]>resultados[25])
    {
        pmoda[2]=3;
    }
    pmoda[3]=resultados[26];
    pmoda[4]=resultados[27];
    parametro=moda(pmoda,4);
    nivel(parametro);
    cout<<"\nRiesgo:- Canoneo mal hecho, (no
sirve). \n";

    pmoda[1]=resultados[20];
    pmoda[2]=resultados[21];
    parametro=moda(pmoda,2);
    nivel(parametro);
    cout<<"\nRiesgo:- Mal desarrollo de la
operacion a causa de la disposicion y mantenimiento adecuado de los equipos y
herramientas. \n";

    pmoda[1]=resultados[8];
    pmoda[2]=resultados[9];
    pmoda[3]=resultados[3];
    pmoda[4]=resultados[5];
    pmoda[5]=resultados[4];
    parametro=moda(pmoda,5);
    nivel(parametro);
    cout<<"\nRiesgo:-Accidentes por mala
comunicacion\n";

    if (resultados[10]==1)
    {
        pmoda[1]=resultados[10];
        pmoda[2]=resultados[12];
        parametro=moda(pmoda,2);
        nivel(parametro);
    }else
    {
        nivel(resultados[10]);
    }
    cout<<"\nDigite 0 para salir o 1 para continuar
evaluando otra operacion\n\n";
    cin>>salida;

}
break;
case 5:
{

```

```

borrar(resultados);
cout<<"A continuacion se hara la evaluacion de
los riesgos para la operacion de interes, por favor completar la siguiente
informacion\n\n";

resultados[8]=pregunta8();
resultados[9]=pregunta9();
resultados[3]=pregunta3();
resultados[28]=pregunta28();
resultados[29]=pregunta29();
resultados[30]=pregunta30();
resultados[31]=pregunta31();
resultados[32]=pregunta32();
resultados[10]=pregunta10();
if(resultados[10]==1)
{
    resultados[12]=pregunta12();
}
cout<<"Segun la informacion suministrada los
riesgos que se pueden presentar en el \n desarrollo de la operacion
son.\nResultado de la evaluacion y valoracion:\n \nPara la operacion
TAPONAMIENTO Y ABANDONO DE POZO la evaluacion y \n valoracion fue:\n\n";
cout<<"Riesgo:- Escapen en las lineas de flujo.
\n";

pmoda[1]=resultados[28];
pmoda[2]=resultados[29];
parametro=moda(pmoda,2);
nivel(parametro);
cout<<"\nRiesgo:- Abandono de pozo no
aceptado. \n";

pmoda[1]=resultados[31];
pmoda[2]=resultados[32];
parametro=moda(pmoda,2);
nivel(parametro);
cout<<"\nRiesgo:- Mal desarrollo de la
operacion a causa de la disposicion y mantenimiento adecuado de los equipos y
herramientas. \n";

pmoda[1]=resultados[8];
pmoda[2]=resultados[9];
pmoda[3]=resultados[3];
pmoda[4]=resultados[5];
pmoda[5]=resultados[4];
parametro=moda(pmoda,5);
nivel(parametro);
cout<<"\nRiesgo:-Accidentes por mala
comunicacion\n";

```

```

        if (resultados[10]==1)
        {
            pmoda[1]=resultados[10];
            pmoda[2]=resultados[12];
            parametro=moda(pmoda,2);
            nivel(parametro);
        }else
        {
            nivel(resultados[10]);
        }
        cout<<"\nRiesgo:- Riesgos referentes a la
operacion de cementacion \n";
        cout<<"\nDigite 0 para salir o 1 para continuar
evaluando otra operacion\n\n";
        cin>>salida;

    }
    break;

    case 6:
    {
        borrar(resultados);
        cout<<"A continuacion se hara la evaluacion de
los riesgos para la operacion de interes, por favor completar la siguiente
informacion\n\n";

        resultados[8]=pregunta8();
        resultados[9]=pregunta9();
        resultados[3]=pregunta3();
        resultados[2]=pregunta2();
        resultados[27]=pregunta27();
        resultados[14]=pregunta14();
        resultados[10]=pregunta10();
        if(resultados[10]==1)
        {
            resultados[12]=pregunta12();
        }
        resultados[33]=pregunta33();
        cout<<"Segun la informacion suministrada los
riesgos que se pueden presentar en el \n desarrollo de la operacion
son.\nResultado de la evaluacion y valoracion:\n \nPara la operacion
EMPAQUETAMIENTO Y LAVADO DE ARENAS la evaluacion y \n valoracion
fue:\n\n";

        cout<<"Riesgo:- Surgencia\n";
        pmoda[1]=resultados[2];
        pmoda[2]=resultados[27];

```

```

hidrostatica \n";
parametro=moda(pmoda,2);
nivel(parametro);
cout<<"\nRiesgo:- Disminucion de la presion

if(resultados[14]<resultados[33])
{
    pmoda[1]=1;
}else if (resultados[14]>resultados[33])
{
    pmoda[1]=3;
}
pmoda[2]=resultados[27];
parametro=moda(pmoda,2);
nivel(parametro);
cout<<"\nRiesgo:- Aumento de la presion de

formacion\n";
if(resultados[14]<resultados[33])
{
    pmoda[1]=1;
}else if (resultados[14]>resultados[33])
{
    pmoda[1]=3;
}
pmoda[2]=resultados[27];
parametro=moda(pmoda,2);
nivel(parametro);
cout<<"\nRiesgo:- Induccion de fluidos de
formacion en zonas no controladas\n";
nivel(resultados[14]);
cout<<"\nRiesgo:- Mal desarrollo de la
operacion\n";

pmoda[1]=resultados[4];
pmoda[2]=resultados[5];
parametro=moda(pmoda,2);
nivel(parametro);
cout<<"\nRiesgo:- Accidentes por mala
comunicacion\n";
if (resultados[10]==1)
{
    pmoda[1]=resultados[10];
    pmoda[2]=resultados[12];
    parametro=moda(pmoda,2);
    nivel(parametro);
}else
{

```

```

                                nivel(resultados[10]);
                                }
                                cout<<"\nDigite 0 para salir o 1 para continuar
evaluando otra operacion\n\n";
                                cin>>salida;

                                }
                                break;
                                case 7:
                                {
                                        borrar(resultados);
                                        cout<<"A continuacion se hara la evaluacion de
los riesgos para la operacion de interes, por favor completar la siguiente
informacion\n\n";

                                        resultados[8]=pregunta8();
                                        resultados[9]=pregunta9();
                                        resultados[3]=pregunta3();
                                        resultados[34]=pregunta34();
                                        resultados[37]=pregunta37();
                                        resultados[36]=pregunta36();
                                        resultados[35]=pregunta35();
                                        resultados[10]=pregunta10();
                                        if(resultados[10]==1)
                                        {
                                                resultados[12]=pregunta12();
                                        }
                                        cout<<"Segun la informacion suministrada los
riesgos que se pueden presentar en el \n desarrollo de la operacion
son.\nResultado de la evaluacion y valoracion:\n \nPara la operacion PESCA la
evaluacion y \n valoracion fue:\n\n";
                                        cout<<"Riesgo:- No poder detectar si el pescado
esta agarrado o no. No se detecta si hay aumento con respecto al peso de la
sarta antes de pescar.\n";

                                        nivel(resultados[34]);
                                        cout<<"\nRiesgo:- Tomar mala decision de que
tipo de herramientas de pesca se ha de introducir en el pozo. \n";
                                        nivel(resultados[37]);
                                        cout<<"\nRiesgo:- Soltadura, que se quede
otros accesorios o herramientas en el pozo. \n";
                                        nivel(resultados[36]);
                                        cout<<"\nRiesgo:- Mal desarrollo de la
operacion a causa de la disposicion y mantenimiento adecuado de los equipos y
herramientas.\n";

                                        pmoda[1]=resultados[8];
                                        pmoda[2]=resultados[9];

```

```

        pmoda[3]=resultados[3];
        pmoda[4]=resultados[5];
        pmoda[5]=resultados[4];
        pmoda[5]=resultados[35];
        parametro=moda(pmoda,6);
        nivel(parametro);
        cout<<"\nSi observa aumento de velocidad de
sacada de tuberia y herramientas de pesca y cambio de propiedades en el fluido
de control es senal de que hay "Cambio en la presion hidrostatica por retiro de
herramientas/ pescado antes o despues de la operacion de pesca"\n";
        cout<<"\nRiesgo:-Accidentes      por      mala
comunicacion\n\n";

        if (resultados[10]==1)
        {
            pmoda[1]=resultados[10];
            pmoda[2]=resultados[12];
            parametro=moda(pmoda,2);
            nivel(parametro);
        }else
        {
            nivel(resultados[10]);
        }
        cout<<"\nDigite 0 para salir o 1 para continuar
evaluando otra operacion\n\n";
        cin>>salida;

    }
    break;
    case 8:
    {
        borrar(resultados);
        cout<<"A continuacion se hara la evaluacion de
los riesgos para la operacion de interes, por favor completar la siguiente
informacion\n\n";

        resultados[24]=pregunta24();
        resultados[10]=pregunta10();
        if(resultados[10]==1)
        {
            resultados[12]=pregunta12();
        }
        cout<<"Segun la informacion suministrada los
riesgos que se pueden presentar en el \n desarrollo de la operacion
son.\nResultado de la evaluacion y valoracion:\n \nPara la operacion SUAVEO la
evaluacion y \n valoracion fue:\n\n";

```

```

        cout<<"Riesgo:- Induccion de fluidos de
formacion en zonas no controladas\n";
        nivel(resultados[24]);
        cout<<"\nRiesgo:- Mal desarrollo de la
operacion\n";

        pmoda[1]=resultados[4];
        pmoda[2]=resultados[5];
        parametro=moda(pmoda,2);
        nivel(parametro);
        cout<<"\nRiesgo:-Accidentes por mala
comunicacion\n";

        if (resultados[10]==1)
        {
            pmoda[1]=resultados[10];
            pmoda[2]=resultados[12];
            parametro=moda(pmoda,2);
            nivel(parametro);
        }else
        {
            nivel(resultados[10]);
        }
        cout<<"\n Si presenta cambios repentinos en la
presion o no registra presion es senal de hubo ascenso de la barra de suaveo\n";
        cout<<"\nDigite 0 para salir o 1 para continuar
evaluando otra operacion\n\n";
        cin>>salida;

    }
    break;
    case 9:
    {
        borrar(resultados);
        cout<<"A continuacion se hara la evaluacion de
los riesgos para la operacion de interes, por favor completar la siguiente
informacion\n\n";

        resultados[28]=pregunta28();
        resultados[29]=pregunta29();
        resultados[39]=pregunta39();
        resultados[40]=pregunta40();
        resultados[41]=pregunta41();
        resultados[11]=pregunta11();
        resultados[27]=pregunta27();
        resultados[10]=pregunta10();
        if(resultados[10]==1)
        {

```

```

                                resultados[12]=pregunta12();
                                }
                                cout<<"Segun la informacion suministrada los
riesgos que se pueden presentar en el \n desarrollo de la operacion
son.\nResultado de la evaluacion y valoracion:\n \nPara la operacion
ESTIMULACIoN la evaluacion y \n valoracion fue:\n\n";
                                cout<<"Riesgo:- Creacion de canales que lleven
a un influjo no deseado, al limpiar la cara de la formacion (acidificacion) se exceda
la presion de fractura logrando que se creen canales que lleven a un influjo no
deseado. (verificar Aumento en el nivel de tanques de retorno, disminucion en la
rata de bombeo y de presion de bombas de Superficie). \n";
                                pmoda[1]=resultados[39];
                                pmoda[2]=resultados[40];
                                pmoda[2]=resultados[27];
                                parametro=moda(pmoda,3);
                                nivel(parametro);
                                cout<<"\nRiesgo:- Corrosion de la tuberia. \n";
                                nivel(resultados[41]);
                                cout<<"\nRiesgo:- Escapen en las lineas de
flujo. \n";

                                pmoda[1]=resultados[8];
                                pmoda[2]=resultados[2];
                                pmoda[3]=resultados[29];
                                parametro=moda(pmoda,3);
                                nivel(parametro);
                                cout<<"\nRiesgo:- Salpicadura de acidos,
surfactantes y demas quimicos a trabajadores. \n";
                                nivel(resultados[11]);
                                cout<<"\nRiesgo:- Mal desarrollo de la
operacion\n";

                                pmoda[1]=resultados[4];
                                pmoda[2]=resultados[5];
                                parametro=moda(pmoda,2);
                                nivel(parametro);
                                cout<<"\nRiesgo:-Accidentes por mala
comunicacion\n";

                                if (resultados[10]==1)
                                {
                                        pmoda[1]=resultados[10];
                                        pmoda[2]=resultados[12];
                                        parametro=moda(pmoda,2);
                                        nivel(parametro);
                                }else
                                {
                                        nivel(resultados[10]);

```

```

    }
    cout<<"\nRiesgo:- Riesgos referentes a la
operacion de cementacion \n";
    cout<<"\nDigite 0 para salir o 1 para continuar
evaluando otra operacion\n\n";
    cin>>salida;

}
break;
case 10:
{
    borrar(resultados);
    cout<<"A continuacion se hara la evaluacion de
los riesgos para la operacion de interes, por favor completar la siguiente
informacion\n\n";

    resultados[27]=pregunta27();
    resultados[42]=pregunta42();
    resultados[23]=pregunta23();
    resultados[38]=pregunta38();
    resultados[10]=pregunta10();
    if(resultados[10]==1)
    {
        resultados[12]=pregunta12();
    }
    cout<<"Segun la informacion suministrada los
riesgos que se pueden presentar en el \n desarrollo de la operacion
son.\nResultado de la evaluacion y valoracion:\n \nPara la operacion
FRACTURAMIENTO la evaluacion y \n valoracion fue:\n\n";
    cout<<"Riesgo:- Creacion de diferencial de
presion que debe ser controlado de manera que solo permita crear la grieta pero
no un influjo descontrolado hacia el pozo.\n";
    pmoda[1]=resultados[42];
    pmoda[2]=resultados[27];
    parametro=moda(pmoda,2);
    nivel(parametro);
    cout<<"\nRiesgo:- Producir fracturas verticales
que permiten el escape del agua inyectada al exterior, haciendo inutil la operacion.
\n";

    cout<<"\nRiesgo:- Aumento de la presion de
formacion\n";

    cout<<"\nRiesgo:- Mal desarrollo de la
operacion\n";

    pmoda[1]=resultados[4];
    pmoda[2]=resultados[5];
    parametro=moda(pmoda,2);

```

```

comunicacion\n";
nivel(parametro);
cout<<"\nRiesgo:-    Accidentes    por    mala
comunicacion\n";
if (resultados[10]==1)
{
    pmoda[1]=resultados[10];
    pmoda[2]=resultados[12];
    parametro=moda(pmoda,2);
    nivel(parametro);
}
else
{
    nivel(resultados[10]);
}
cout<<"\nDigite 0 para salir o 1 para continuar
evaluando otra operacion\n\n";
cin>>salida;

}
break;
case 0:
{

}
break;
default:
{
    cout<<"\n opcion no valida\n";
    system("pause");
}

}

}
pregunta44();
pregunta45();
pregunta46();
_getch();
}

```