

DISEÑO DE UNA MATRIZ DE DECISIÓN PARA LA EJECUCIÓN DE
OPERACIONES DE PESCA EN POZOS INYECTORES DEL CAMPO LA CIRA
INFANTAS

LINA MARCELA LÓPEZ LOZANO
JOSÉ SEBASTIÁN MUÑOZ RESTREPO

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
BOGOTÁ, D. C.
2017

DISEÑO DE UNA MATRIZ DE DECISIÓN PARA LA EJECUCIÓN DE
OPERACIONES DE PESCA EN POZOS INYECTORES DEL CAMPO LA CIRA
INFANTAS

LINA MARCELA LÓPEZ LOZANO
JOSÉ SEBASTIÁN MUÑOZ RESTREPO

Proyecto integral de grado para optar al título de:
INGENIERO DE PETRÓLEOS

Director:
IVÁN CAMILO GÓMEZ
Ingeniero de Petróleos

Asesor:
JUAN DAVID RENGIFO MEDINA
Ingeniero de Petróleos

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
BOGOTÁ, D. C.
2017

Nota de aceptación

Ingeniero Juan David Rengifo Medina

Ingeniero Carlos Alberto Espinosa Mora

Ingeniero Nadim Elías Escaño Suárez

Bogotá D.C, Octubre del 2017

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. JAIME POSADA DÍAZ

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos

Dr. LUIS JAIME POSADA GARCÍA-PEÑA

Vicerrectora Académica y de Postgrados

Ing. ANA JOSEFA HERRERA VARGAS

Secretario General

Dr. JUAN CARLOS POSADA GARCÍA-PEÑA

Decano Facultad de Ingeniería

Ing. JULIO CESAR FUENTES ARISMENDI

Director Programa Ingeniería de Petróleos

Ing. JOSÉ HUMBERTO CANTILLO SILVA

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores

DEDICATORIA

Quiero dedicar este triunfo a mi hermosa familia por acompañarme y apoyarme en cada momento de mi vida, especialmente a mis padres por darme la oportunidad de cumplir este sueño y a mi hermana Claudia López por sus consejos, exigencias y apoyo incondicional en todo momento.

Lina Marcela López Lozano

DEDICATORIA

Este logro quiero dedicarlo a mi familia por apoyarme en cada paso que he dado, por su esfuerzo y dedicación para brindarme la oportunidad de ser profesional y hoy decirles con orgullo que cumplí el objetivo y concluyo mi segunda carrera. Gracias a mis padres José Muñoz y Jenny Restrepo por sus constantes consejos y a mi hermano Luis Muñoz por su compañía y motivación para alcanzar esta meta.

José Sebastián Muñoz Restrepo

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer al Ingeniero Iván Camilo Gómez por todo el apoyo y la dedicación durante la realización de este proyecto de grado y a la empresa Occidental de Colombia, LLC por permitirnos realizar nuestro proyecto y brindarnos toda la información necesaria para llevarlo a cabo. De igual forma agradecemos al Ingeniero Juan David Rengifo por su apoyo y compromiso.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	24
OBJETIVOS	25
1. GENERALIDADES DEL CAMPO LA CIRA INFANTAS	26
1.1 HISTORIA DEL CAMPO	26
1.2 LOCALIZACIÓN	27
1.3 MARCO GEOLÓGICO	29
1.3.1 Columna Estratigráfica	29
1.3.2 Estratigrafía	31
1.3.2.1 Basamento	31
1.3.2.2 Formación Girón	31
1.3.2.3 Formación Tambor	31
1.3.2.4 Formación Rosablanca	31
1.3.2.5 Formación Paja	32
1.3.2.6 Formación Tablazo	32
1.3.2.7 Formación Simití	32
1.3.2.8 Formación La Luna	32
1.3.2.9 Formación Umir	33
1.3.2.10 Formación Lisama	33
1.3.2.11 Formación La Paz	33
1.3.2.12 Formación Esmeraldas	33
1.3.2.13 Formación Mugrosa	34
1.3.2.14 Formación Colorado	34
1.3.2.15 Formación Lutita La Cira	34
1.3.2.16 Grupo Real	34
1.3.2.17 Grupo Mesa	35
1.3.3 Geología Estructural	35
1.3.4 Geología del Petróleo	38
1.3.4.1 Roca generadora	38

1.3.4.2	Roca reservorio	39
1.3.4.3	Migración	39
1.3.4.4	Roca Sello	39
1.3.4.5	Trampa	40
1.4	HISTORIA DE LA PRODUCCION DEL CAMPO	40
1.4.1	Método de producción	40
1.4.1.1	Sistemas de levantamiento artificial	40
1.4.1.2	Métodos de recuperación secundaria	41
1.4.1.3	Inyección selectiva	41
1.4.2	Tiempo de Producción	43
1.4.3	Número de pozos	43
1.4.4	Producción acumulada	43
1.4.5	Características del Yacimiento	44
2.	DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES DE PESCA Y SU INFORMACIÓN HISTÓRICA	46
2.1	OPERACIONES DE PESCA	46
2.1.1	Pescado en la Industria Petrolera	46
2.1.1.1	Causas para que ocurra un pescado	46
2.1.2	Consideraciones para iniciar una pesca	47
2.2	HERRAMIENTAS DE PESCA	48
2.2.1	Herramientas de agarre	49
2.2.1.1	Agarre Interno	49
2.2.1.2	Agarre externo	50
2.2.2	Herramientas golpeadoras	52
2.2.2.1	Fishing Jar	52
2.2.2.2	Bumper Sub	52
2.2.2.3	Accelerator / Intensifier	53
2.2.3	Herramientas Demoledoras	53
2.2.4	Herramientas Recuperadoras de Partes Sueltas	54
2.2.4.1	Junk Basket Sub	54
2.2.4.2	Junk Basket Globe	55

2.2.4.3	Junk Basket For Reverse	56
2.2.4.4	Fishing Magnet	56
2.2.5	Herramientas de Corte	57
2.2.5.1	Cortadores externos	57
2.2.5.2	Cortadores internos	57
2.2.5.3	Cortadores Químicos	57
2.2.5.4	Corte Con Explosivos	57
2.2.6	Herramientas Rectificadoras	58
2.2.6.1	Casing Roller	58
2.2.6.2	Casing Swage	58
2.3	HISTORICO DE LAS OPERACION DE LA CAMPAÑA 40K	59
3.	SELECCIÓN DE PARÁMETROS CRÍTICOS DE LAS OPERACIONES DE PESCA	68
3.1	DIÁMETRO DEL REVESTIMIENTO	68
3.2	ZONA DEL POZO	69
3.3	RUN LIFE	72
3.4	NÚMERO DE EMPAQUES DE CUÑAS	74
4.	DISEÑO DE LA MATRIZ DE DECISIÓN PARA LAS OPERACIONES DE PESCA	77
4.1	FORMATO DE ADICION DE POZOS	78
4.2	RESULTADOS ESTADÍSTICOS GENERALES	79
4.3	RESULTADOS ESTADÍSTICOS ESPECIFICOS	81
4.4	APLICATIVO DE LA MATRIZ DE DECISIÓN	83
5.	IMPLEMENTACIÓN DE LA MATRIZ DE DECISIÓN EN UN POZO PILOTO	88
5.1	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	92
6.	ANÁLISIS FINANCIERO	95
6.1	ANÁLISIS DE COSTOS DE INVERSIÓN (CAPEX)	96
6.1.1	Escenario 1	96
6.1.2	Escenario 2	96
6.2	ANÁLISIS DE COSTOS DE OPERACIÓN (OPEX)	97
6.2.1	Escenario 1	98
6.2.2	Escenario 2	99

6.3	EVALUACIÓN FINANCIERA	102
6.3.1	Valor Presente Neto (VPN)	102
6.3.1.1	Escenario 1	103
6.3.1.2	Escenario 2	103
6.4	CONCLUSIÓN DE LA EVALUACIÓN FINANCIERA	104
7.	CONCLUSIONES	105
8.	RECOMENDACIONES	107
	BIBLIOGRAFÍA	108
	ANEXOS	111

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Localización del Campo La Cira Infantas. Cuenca Valle Medio del Magdalena - Colombia	28
Figura 2. Columna estratigráfica para la Cuenca del Valle Medio de Magdalena	30
Figura 3. Mapa estructural Tope Zona-C campo La Cira-Infantas	37
Figura 4. Esquema estructural Campo La Cira-Infantas de una línea sísmica arbitraria	38
Figura 5. Completamiento sencillo y selectivo para un pozo inyector.	42
Figura 6. Producción acumulada del Campo La Cira Infantas.	44
Figura 7. Impresión Block.	48
Figura 8. Releasing Spear	49
Figura 9. Taper Tap	50
Figura 10. Overshot	51
Figura 11. Die Collar	51
Figura 12. Fishing Jar	52
Figura 13. Bumper Sub	53
Figura 14. Tipos de Herramientas Demoledoras	54
Figura 15. Junk Basket Sub	55
Figura 16. Junk Basket Globe	55
Figura 17. Junk Basket for Reverse	56
Figura 18. Fishing Magnet	57
Figura 19. Casing Roller	58
Figura 20. Casing Swage	59
Figura 21. Mapa de corrosividad del Campo La Cira Infantas	70
Figura 22. Mapa de arenamiento del Campo La Cira Infantas	71
Figura 23. Corrosión por picadura landing nipple (izquierda) y mandril (derecha)	73
Figura 24. Corrosión por grietas en pup joint	73
Figura 25. Corrosión por erosión en tubería (izquierda) y en empaque hidráulico (derecha)	74
Figura 26. Fractura de tubería por corrosión	74
Figura 27. Menú principal de la matriz de decisión.	77
Figura 28. Sección de datos generales de la matriz de decisión	78
Figura 29. Resultados generales, diámetro del casing	79
Figura 30. Resultados generales, área del campo	80
Figura 31. Resultados generales, Run Life	80
Figura 32. Resultados generales, #Empaques de cuñas	81

Figura 33. Resultados específicos, pozos de 5,5 pulgadas de Diámetro	82
Figura 34. Resultados específicos, pozos de 7 pulgadas de Diámetro	82
Figura 35. Representación gráfica de la matriz de decisión	83
Figura 36. Formulario de ingreso de parámetros del pozo a analizar	84
Figura 37. Ejemplo de aplicación de la matriz de decisión	86
Figura 38. Diseño del aplicativo de la matriz de decisión para las operaciones de pesca.	87
Figura 39. Estado mecánico del pozo P-100	89
Figura 40. Ensamblaje de la sarta de inyección del pozo P-100	90
Figura 41. Revestimientos del pozo P-100	90
Figura 42. Resultado de la matriz de decisión para las condiciones del pozo P-100	91
Figura 43. Ensamblaje de la sarta de inyección después de realizar el mantenimiento de pozo	94
Figura 44. Flujo de efectivo para el escenario 1	103
Figura 45. Flujo de efectivo para el escenario 2	104

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Propiedades petrofísicas del Campo LCI	44
Tabla 2. Rangos de Presiones y Temperaturas de yacimiento	45
Tabla 3. Zona y tiempo de pesca de los 72 pozos de interés	60
Tabla 4. Run Life y empaques utilizados en los 72 pozos de interés	62
Tabla 5. Cortes y viajes realizados en las operaciones de pesca	64
Tabla 6. Resumen de parámetros críticos	76
Tabla 7. Parámetros críticos del pozo P-100	91
Tabla 8. Costos de inversión para la implementación de la matriz de decisión	96
Tabla 9. Costo total de inversión para la matriz de decisión	97
Tabla 10. Campaña de mantenimiento a los pozos inyectoros del Campo La Cira Infantas	97
Tabla 11. Costo por día de la operación de pesca	98
Tabla 12. Días de pesca para el pozo P-100 según campaña 40K	98
Tabla 13. Costos de operación para el escenario 1	99
Tabla 14. Días de pesca después de implementar la matriz de decisión para el pozo P-100	99
Tabla 15. Costos de operación de la matriz de decisión	100
Tabla 16. Costos de pesca aplicando la matriz de decisión	101
Tabla 17. Costos de operación para el escenario 2	101
Tabla 18. Tasa de Interés de Oportunidad	103

LISTA DE GRÁFICAS

	pág.
Gráfica 1. Tiempo de pesca vs. Diámetro del revestimiento	68
Gráfica 2. Tiempo de pesca vs. Zona del pozo	69
Gráfica 3. Tiempo de pesca vs. Run Life	72
Gráfica 4. Tiempo de pesca vs. # Empaques de cuñas	75
Gráfica 5. Porcentaje del tiempo de pesca en los pozos inyectores del Campo La Cira Infantas	96

GLOSARIO

ANFIBOLITA: roca metamórfica ultra básica con predominio de minerales de anfíbol, esencialmente hornblendas. Presenta colores oscuros.

ARENISCA: roca sedimentaria de tipo detrítico que contiene clastos de tamaño de la arena compuestos por una matriz de arcilla o limo que se encuentra compactada principalmente por sílice, óxido de hierro y carbonato de calcio. Su textura generalmente es friable. El tamaño de grano varía entre 0.062 y 2 milímetros. La roca está compuesta principalmente de cuarzo entre un 80% a 95% y se podrían encontrar pequeñas cantidades de feldespato y otros minerales.

BARRIL: unidad de medida volumétrica. Un barril de petróleo equivale a 159, litros, es decir que un metro cúbico de petróleo equivale a 6,29 barriles. Un barril = 35 galones imperiales, 42 galones US, o 159 litros.

BASAMENTO: corresponde normalmente a rocas ígneas o metamórficas deformadas, más antiguas, que rara vez desarrollan la porosidad y la permeabilidad necesarias para actuar como un yacimiento de hidrocarburos, y por debajo del cual las rocas sedimentarias no son comunes. Las rocas de basamento habitualmente poseen diferente densidad, velocidad acústica y propiedades magnéticas que las rocas suprayacentes.

CALIZA: roca sedimentaria formada por la precipitación del carbonato de calcio, en las regiones batiales y abisales de los fondos marinos. Compuesta esencialmente de carbonato de calcio - calcita (CaCO_3). Existen unidades estratigráficas de gran extensión y de gran potencia, formadas en los fondos marinos durante tiempos geológicos prolongados y que hoy se encuentran en áreas continentales, constituidas casi exclusivamente de calizas, intercaladas con margas y lutitas. Por su origen puede ser orgánica, inorgánica, recristalizadas, detríticas y de origen compuesto. Por el metamorfismo se transforman en mármoles y son rocas capaces de desarrollar karts.

CAMPAÑA 40K: operaciones de reacondicionamiento de pozos activos de inyección de agua ubicados en el Campo La Cira Infantas en el año 2016, se intervienen 72 pozos en total, con el fin de incrementar la cantidad de barriles en superficie.

CAMPO: área donde existen uno o más reservorios de hidrocarburos en una o más formaciones estratigráficas en la misma estructura o entidad geológica. Es una zona objetivo de explotación en la cual se perforan pozos para la producción de hidrocarburos.

CHERT: roca sedimentaria silíceas, constituida principalmente de agregados cristalinos finos de cuarzo y sílice fibrosa, ocurre en nódulos (mayormente rocas carbonáceas) y en capas separadas (cherts de radiolarios). Se le denomina también silex, horstein, pedernal.

COLUMNA ESTRATIGRÁFICA: representación gráfica para especificar y describir la secuencia de rocas de una localización determinada. Toma en cuenta las edades de depositación de las rocas, partiendo de la época más antigua, superponiendo las más modernas, hasta llegar en la parte superior a la época actual.

CONCESIÓN: una determinada área entregada a una compañía para la exploración de petróleo y gas bajo términos y condiciones especificadas, y por un período de tiempo fijo que se acuerda entre las partes implicadas.

CONGLOMERADO: roca sedimentaria compuesta por material detrítico, cementados en una matriz fina (arena, limo, arcilla), algunas veces la matriz puede ser calcárea o silicosa y en ocasiones, por los efectos de presiones y temperaturas, la matriz puede hallarse fundida. Los conglomerados se forman en las cuencas aluvionales, fluvio-glaciales, grandes conos aluviales, áreas próximas a los litorales y en las márgenes de los ríos.

CUENCA: estructura geológica cóncava, donde los buzamientos de los estratos convergen hacia un punto central. Depresión de la tierra donde se realiza la sedimentación.

CUENCA DE ANTEPAÍS: cuenca sedimentaria subsidente localizada entre el frente de una cordillera plegada y el cratón adyacente, originada con posterioridad a la formación de la cadena orogénica.

CUENCA INTERMONTANA: cuenca emplazada entre dos o más cadenas de montañas.

DISCORDANCIA ANGULAR: discordancia en la que los estratos de las rocas más antiguas, subyacentes tienen una inclinación diferente que los estratos suprayacentes más modernos.

ESTRATO: roca formada por la sedimentación de fragmentos o partículas provenientes de la desintegración de las rocas preexistentes o de la precipitación de las soluciones químicas acuosas. El estrato es de origen sedimentario y puede encontrarse tanto en rocas sedimentarias como metamórficas. Los estratos pueden ser: concordantes, discordantes y cruzados. También pueden ser divergentes o convergentes según su buzamiento.

EVAPORITA: término litológico generalmente aplicado a roca sedimentaria formada por precipitación de sales de origen natural durante la evaporación de sal marginal, los tipos más comunes de roca son yeso, caliza, dolomita, sal.

FALLA: desplazamiento de un bloque rocoso con respecto a otro colindante a éste o de ambos bloques, a través de un plano denominado "plano de falla". Las fallas son producto de esfuerzos tectónicos, producto de la epirogénesis, orogenia, diastrofismo, tectónica de placas o cualquier otro tipo de desplazamiento de parte de la corteza. Una falla ocasiona discontinuidad de las estructuras geológicas.

FALLA DE CABALGAMIENTO: es un tipo de falla inversa, una rotura en la corteza de la tierra a través de la cual se ha producido un desplazamiento relativo, en el que las rocas de posición estratigráfica inferior son empujadas hacia arriba, por encima de los estratos más recientes.

FALLA TRANSPRESIONAL: es la existencia simultánea de un proceso de formación de falla de desplazamiento de rumbo teniendo en cuenta la compresión y la convergencia de la corteza terrestre, las rocas pueden ser falladas en forma ascendente para formar una estructura en flor positiva.

FORMACIÓN: unidad fundamental utilizada en litoestratigrafía. Es una secuencia de rocas, generalmente de características semejantes, en cuanto a litología, fósiles y edad. Por lo tanto poseen una facies semejante, cuencas de deposición semejantes y cercanas, y fuentes de aportes de materiales también semejantes. Algunas formaciones tienen gran extensión territorial.

FORMACIÓN GRADACIONAL: es una formación que presenta variación ascendente o descendente según sea la profundidad de análisis en características específicas como el tamaño de grano, la permeabilidad, la porosidad o la saturación de fluidos.

GAS LIFT: método de levantamiento artificial en el que se inyecta gas en la tubería de producción para reducir la presión hidrostática de la columna de fluido. La reducción resultante de la presión de fondo de pozo permite que los fluidos del yacimiento ingresen en el pozo con una tasa de flujo más alta. El gas de inyección es transportado generalmente a través del espacio anular existente entre la tubería de revestimiento y la tubería de producción e ingresa en el tren de producción a través de una serie de válvulas de levantamiento artificial por gas.

GLAUCONITA: hidrosilicato de hierro y potasio, de coloración verde (glauco = verde). Es un mineral característico de los depósitos marinos, formado entre profundidades de 200 a 2000 m., mezclado con concreciones fosfatadas. Se utiliza como fertilizante por su alto contenido de potasio.

GNEIS: roca metamórfica producto de la recristalización de las rocas ígneas sedimentarias o de las mismas metamórficas. Presenta una textura bandeada o listada. El bandeamiento es el resultado de la separación de minerales oscuros, por ejemplo biotita, blenda y piroxenos y el color claro corresponde a minerales cuarzo feldespáticos. Los minerales o fragmentos de las rocas pre-existentes se agrupan y orientan en bandas y listas flexadas como esquistosidad. Cuando la roca pre-existente es sedimentaria se le denomina paragneis.

INYECCIÓN DE AGUA: método para la recuperación secundaria de petróleo, que consiste en inyectar agua mediante un pozo inyector a un caudal y condiciones fisicoquímicas dadas con el fin de desplazar el crudo que se encuentra atrapado en el fondo e incrementar los barriles de crudo en superficie.

LIFTING COST: costo de llevar un barril de crudo desde yacimiento hasta la superficie, este costo generalmente se maneja en Dólares y varía en cada campo y empresa.

LIMOLITA: roca sedimentaria de tipo detrítico clástico compuesta por fragmentos de limo, consolidados y diagenizados. El tamaño de grano varía entre 1/16 milímetros hasta 1/256 milímetros. Estas rocas contienen óxido de hierro, calcita y feldespatos.

LODOLITA: roca formada por la consolidación de partículas finas, arcillas de color gris oscuro, a veces verdosa. En su origen tiene olor fétido por el ácido sulfídrico que contiene (H_2S). Ver fanglomerados. Las lodolitas se forman generalmente en las desembocaduras de los ríos. A veces contienen globigerinas, radiolarios y diatomitas.

LUTITA: roca sedimentaria formada por la consolidación de partículas del tamaño de la arcilla y el limo. Son constituidas por granos muy finos, de menos de 0.062 milímetros. Puede contener materia orgánica. Presenta estructura laminar, muy fina, friable.

MARGA: es una roca calcárea compuesta por minerales de calcita, $CaCO_3$ y arcilla en un porcentaje de aproximadamente 78% de calcita y 22% de arcilla. Los ambientes de formación de las margas son los mares intermedios o de profundidad intermedia o nerítica. Las calizas se forman en mares profundos o batiales y las arcillas en mares de poca profundidad.

MICÁCEA: textura-estructura de rocas con estructura de mica o que contiene mica en gran proporción.

PESCA: operación mediante la cual se remueven tuberías, herramientas o escombros que han quedado atrapados en el fondo de pozo durante las

operaciones de perforación o reacondicionamiento, mediante la utilización de tecnologías y equipo especializado para cada situación presentada.

PIRITA: sulfuro de hierro (FeS_2), cristaliza en el sistema cúbico, en cubos (exahedros) estriados, octaedros y pentadodecaedros, a veces se presenta maclada en la forma de la cruz de hierro, de color amarillo limón, dura, pesada y muy frágil, opaca con brillo metálico, al golpearse produce chispas. Es común en rocas plutónicas, volcánicas, sedimentarias y metamórficas, asociada a la calcopirita, en filones hidrotermales asociada a la blenda, galena, etc. en filones de cuarzo asociada al oro.

POZO DE INYECCIÓN: pozo a través del cual se inyecta agua para mantener la presión de un yacimiento en la operación de recuperación secundaria y que de esta forma fluya más crudo a superficie.

RUN LIFE: tiempo que lleva en operación un pozo desde el momento en el que son instaladas todas sus herramientas.

SARTA: la combinación de la tubería de perforación, el arreglo de fondo de pozo y cualquier otra herramienta utilizada para que la broca gire en el fondo.

SARTA SELECTIVA: es un arreglo de tuberías que incluyen herramientas para la inyección de fluidos en zonas específicas del pozo, contienen válvulas y mandriles para la salida de fluido.

TOBA: roca ígnea volcánica, producto de la consolidación de los materiales piroclásticos, bombas, lapilli, cenizas, con material sedimentario que favorece su cementación. La composición es variable de acuerdo al magma de origen, contiene muchos poros, oquedades, se le usa en construcción y fabricación de cementos

ABREVIATURAS

API	Instituto Americano del Petróleo (American Petroleum Institute)
BBL	Barril
BCP	Bombeo de Cavidades Progresivas
BES	Bombeo Electro-Sumergible
BHA	Ensamblaje de Fondo de Pozo (Bottom Hole Assembly)
BM	Bombeo Mecánico
BOP	Preventoras (Blow Out Preventer)
BOPD	Barriles de Petróleo por Día
BSW	Porcentaje de Agua y Sedimentos (Basic Sediment and Water)
BWIPD	Barriles de Agua Inyectados por Día
BWPD	Barriles de Agua por Día
CE	Cira Este
CN	Cira Norte
CS	Cira Sur
EOR	Recuperación Mejorada (Enhanced Oil Recovery)
ID	Diámetro Interno (Internal Diameter)
IC	Infantas Central
IN	Infantas Norte
IS	Infantas Sur
Klbs	Kilo libras
km	Kilómetros
LCI	La Cira Infantas
MBO	Millones de Barriles de Petróleo
MD	Profundidad Medida (Measured Depth)
OD	Diámetro Externo (External Diameter)
OXY	Occidental Petroleum Corporation
PSI	Libra Pulgada Cuadrada (Pound Square Inch)
TVD	Profundidad Vertical Real (True Vertical Depth)
VMM	Valle Medio del Magdalena
VPN	Valor Presente Neto

RESUMEN

En el presente proyecto se realiza una matriz de decisión para las operaciones de pesca en pozos inyectoros con sartas selectivas del Campo La Cira Infantas con el fin de reducir los tiempos no operativos ocasionados por la mala toma de decisiones al momento de ejecutar la operación, se tendrá en cuenta un análisis estadístico de resultados partiendo de los pozos trabajados en la Campaña 40K y los parámetros críticos de diámetro de casing, zona del campo a intervenir, Run Life y número de empaques de cuñas instalados en las sartas.

Partiendo de los parámetros críticos y del análisis estadístico, la matriz de decisión calcula el tiempo estimado en días que tarda una operación de pesca en el Campo y presenta una serie de recomendaciones para disminuir el tiempo que tarda el trabajo.

Posteriormente se realizó la implementación de la matriz a un pozo piloto (P-100), obteniendo como resultado un tiempo estimado de 16,91 días de operación y gracias a las recomendaciones aplicadas, se logró reducir el tiempo de pesca a 6,8 días. Con este resultado se realiza un análisis financiero mediante la metodología del valor presente neto, para determinar la viabilidad del proyecto, encontrando como resultado un ahorro del 59,15%.

Palabras Clave: Campo La Cira Infantas, Cuenca Valle Medio Magdalena, Operaciones Pesca, Inyección Agua, Sartas Selectivas.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se realiza para la empresa Occidental de Colombia. LLC, con el fin de tratar el problema encontrado en los pozos inyectoros con sartas selectivas del Campo La Cira Infantas, que consiste directamente con el incremento de los tiempos no operativos en operaciones de pesca por la mala toma de decisiones.

Cada tres años, la compañía realiza operaciones de reacondicionamiento de pozos con el fin de hacer mantenimiento y control a los mismos. En año 2016 se realizó la campaña 40K que consta de 72 pozos de los cuales 56 presentaron operaciones de pesca. A partir de los datos históricos de esta campaña se realiza un análisis estadístico con el fin de encontrar los parámetros críticos de las operaciones y determinar el tiempo promedio de pesca en días para cada uno de ellos.

Finalmente, se obtiene una matriz de decisión con base a los parámetros diámetro del revestimiento, zona del campo, Run Life y número de empaques de cuñas instalados. El resultado de la matriz es calcular el tiempo promedio de operación de pesca de los pozos inyectoros del Campo La Cira Infantas y determinar una serie de recomendaciones operacionales que buscan disminuir los tiempos no operativos debidos a la mala toma de decisiones.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar una matriz de decisión para la ejecución de operaciones de pesca en pozos inyectoros del Campo La Cira Infantas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Describir las generalidades y geología del Campo La Cira Infantas.
2. Describir la información histórica de los procesos realizados en trabajos de pesca.
3. Seleccionar los parámetros críticos de operaciones de pesca.
4. Elaborar una matriz de decisión para las operaciones de pesca, utilizando los parámetros críticos de trabajo.
5. Implementar la matriz de decisión en un pozo piloto del Campo La Cira Infantas.
6. Analizar los resultados obtenidos en la implementación de la matriz de decisión.
7. Establecer la viabilidad financiera del proyecto usando la metodología del valor presente neto (VPN).

1. GENERALIDADES DEL CAMPO LA CIRA INFANTAS

El Campo La Cira Infantas es reconocido en Colombia como el primer Campo petrolero del país y con el que se iniciaron los proyectos de exploración en el territorio Nacional. A continuación se presenta una descripción de la historia del campo, la localización geográfica, el marco geológico y la descripción del comportamiento histórico de producción.

1.1 HISTORIA DEL CAMPO

En el año 1905 el Gobierno Colombiano decide firmar los primeros contratos de concesión con personas naturales, donde se encontraba Roberto De Mares, con quien se firmó concesión para un terreno de 1000 hectáreas ubicadas en el Departamento de Santander, dando origen a la Concesión De Mares¹, que más adelante pasaría a manos de la empresa Norteamericana Tropical Oil Company.

En 1917, se inició la perforación de los dos primeros pozos exploratorios en la zona: Infantas 1 e Infantas 2. Este último considerado como el descubridor del Campo, que fue completado el 27 de abril de 1918 a una profundidad total de 1580 pies y con una producción de 800 – 1000 BOPD. Luego, el 11 de Noviembre de 1918, se completó el Pozo Infantas 1, también productor, con una profundidad de 2285 pies. A partir de este descubrimiento, el área queda declarada como comercial.

La Cira-Infantas es el campo más antiguo de Colombia. Inició su producción en 1918 con el Pozo Infantas 2 dentro de Concesión De Mares², con 900 millones de barriles de crudo, cifra que para ese entonces marcó la pauta de ser un pozo gigante³.

¹ BANCO DE LA REUPLICA, “La industria petrolera en Colombia”. Julio, 2002. [En línea] [Citado el 14 de Agosto de 2017]. Disponible en Internet: <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/revistas/credencial/julio2002/laindustria.htm>

² EL ESPECTADOR, “Ecopetrol y OXY sellan alianza para seguir exprimiendo el campo La Cira-Infantas”. Septiembre, 2015. [En línea] [Citado el 14 de Agosto de 2017]. Disponible en Internet: <http://www.elespectador.com/noticias/economia/ecopetrol-y-oxy-sellan-alianza-seguir-exprimiendo-el-ca-articulo-586629>

³ Petróleo Energético, “Ecopetrol 60 Años 2a. parte. Nuevo eje de riqueza y poder de Colombia”. Septiembre, 2011. [En línea] [Citado el 14 de Agosto de 2017]. Disponible en Internet: http://www.documentopetroleoenergetico.com.co/___pdf/sep_ecopetrol2.pdf. p 2.

En el año 1920 la Tropical Oil Company, recibió la Concesión De Mares, que le permitió realizar la explotación hasta el 25 de Agosto de 1951, que fue el momento en el que pasó a manos de la empresa estatal de petróleos, Ecopetrol.

En 1947 se suspende la perforación en la Estructura La Cira con 857 pozos con un espaciamiento promedio de 14 acres. A comienzos de 1966 se descubre el área de La Cira Norte, con la perforación de 18 pozos, siendo el Pozo LC1753 el descubridor⁴.

Al primer trimestre del 2017, el Campo continúa con operaciones y tiene un área aproximada de 160 km². Se trabaja en ingeniería de campos maduros mediante la aplicación de nuevas tecnologías para métodos de recuperación mejorada por inyección de agua, con el objetivo de incrementar la producción y que el Campo siga representando viabilidad financiera de explotación. Las operaciones siguen siendo lideradas por Ecopetrol y desde el año 2005 hasta la actualidad (Septiembre de 2017), es apoyada por la empresa Occidental de Colombia⁵.

1.2 LOCALIZACIÓN

El Campo La Cira-Infantas comprende un área de 160 km² y se localiza en la Cuenca del Valle Medio del Magdalena (VMM), Departamento de Santander, Municipio de Barrancabermeja, en el Corregimiento El Centro.

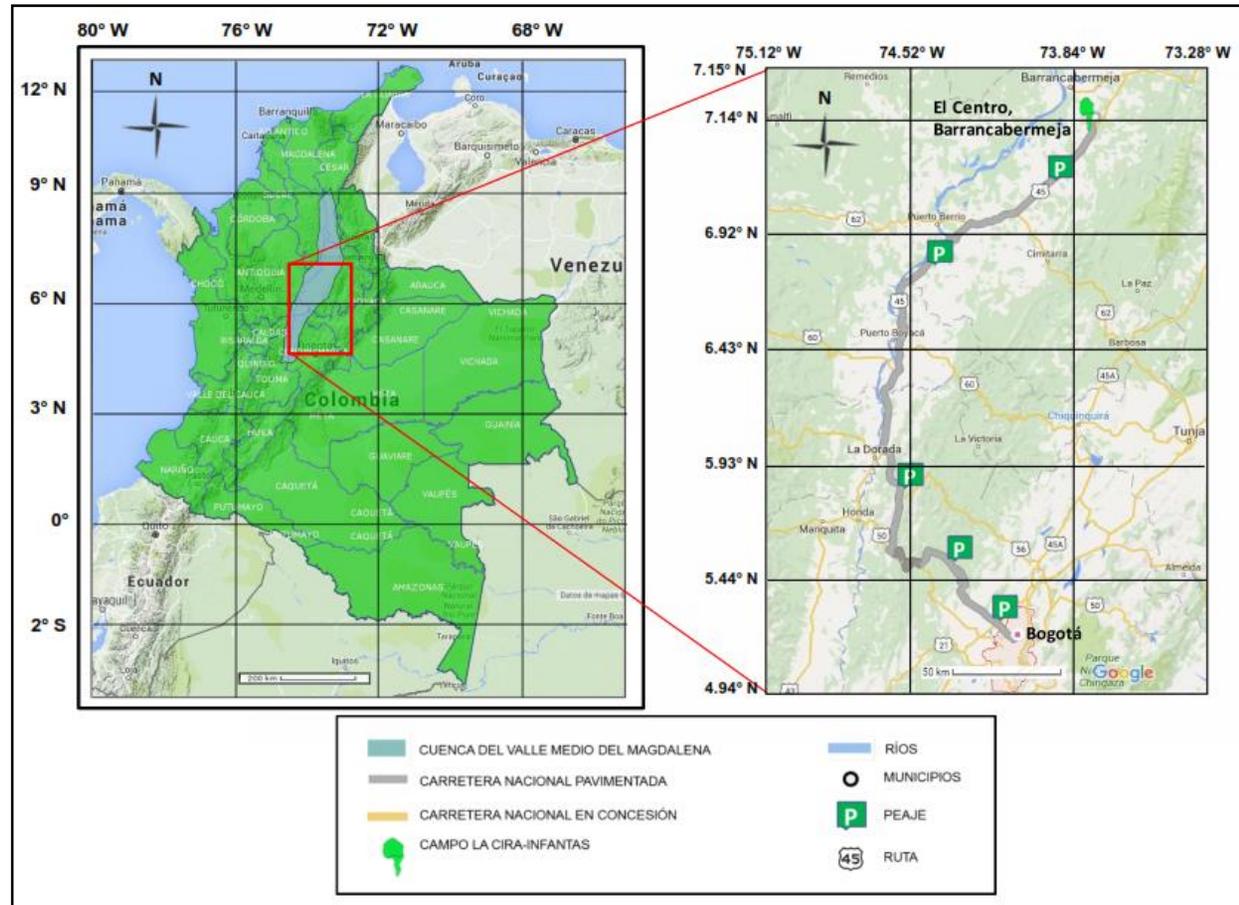
Para llegar al campo se puede hacer un recorrido aéreo tomando un avión desde el Puente Aéreo de Bogotá hasta el Municipio de Barrancabermeja. Desde ahí, se debe desplazarse por vía terrestre saliendo por el Sur - Este del municipio, tomando la Troncal Magdalena o Ruta 45 con un trayecto en automóvil de 24 km.

Para desplazarse directamente desde Bogotá por vía terrestre, por un tramo de 415 km saliendo por el occidente de la ciudad y tomando la Calle 80 hasta la Ruta 50 pasando por los municipios de La Vega, Villeta y Guaduas. Posteriormente, se debe tomar la Ruta 56 pasando por los municipios de La Dorada y Puerto Boyacá hasta llegar a la denominada Ruta Nacional 45 o Ruta del Sol hasta el campo. En la Figura 1 se observa la ubicación del campo y las respectivas rutas de acceso.

⁴ GARZÓN, J. Análisis de distribución y eficiencia de la inyección de agua en un sector del área 3W del campo La Cira-Infantas a través de trazadores radioactivos. Colombia, 2009. p. 5-7.

⁵ MOROS, L. A. y SERRANO, J. N. Evaluación técnico financiera de la implementación de una herramienta pulsante con la tecnología powerwave para la estimulación en pozos inyectoros del Campo La Cira Infantas. Colombia, 2016. p. 25.

Figura 1. Localización del Campo La Cira Infantas. Cuenca Valle Medio del Magdalena Colombia



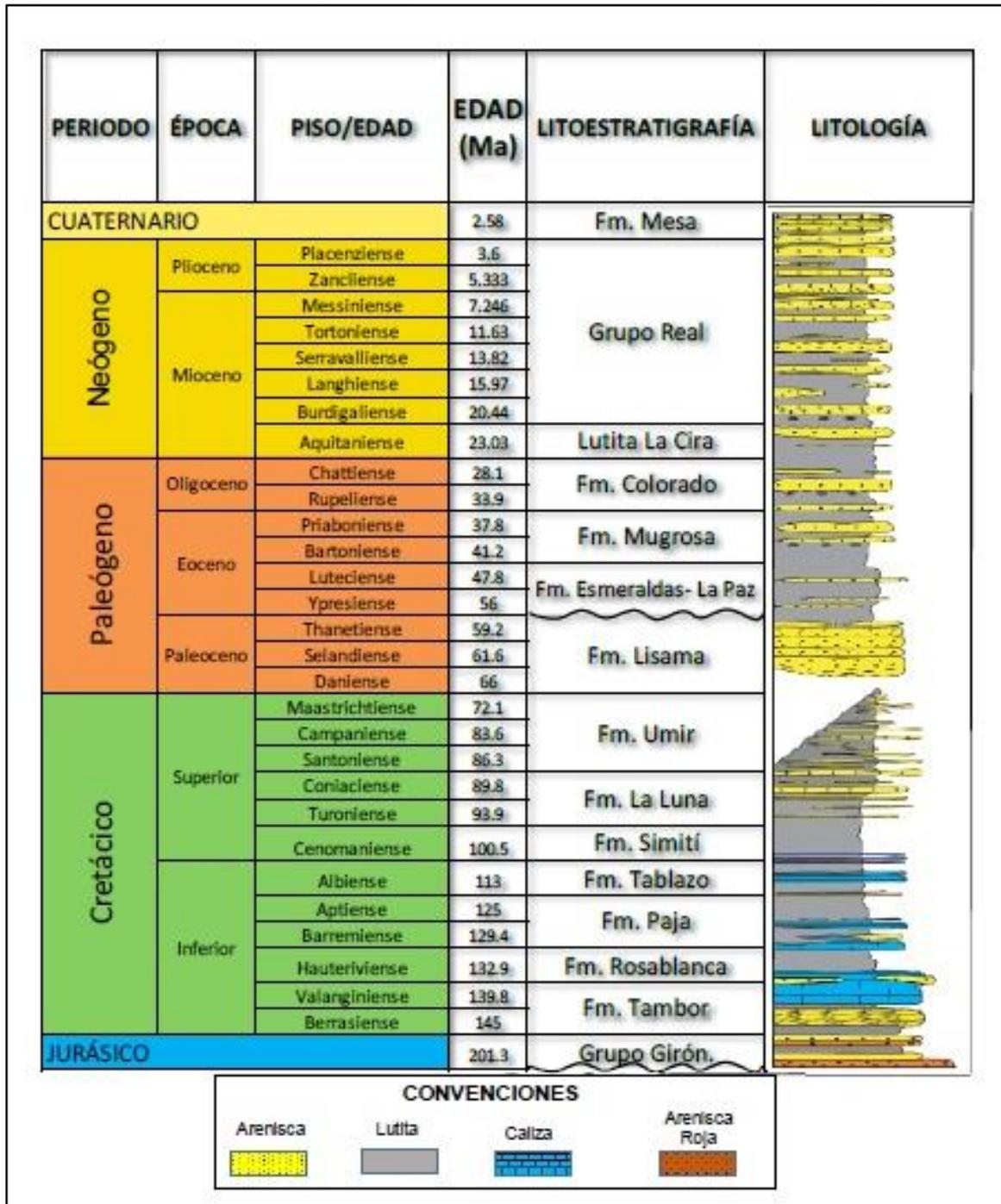
Fuente: SILVA, L. N. Análisis de la viabilidad técnico financiera de un proceso de recobro químico álcali-surfactante polímero (ASP) en el Campo La Cira Infantas. Colombia, 2016. p. 39.

1.3 MARCO GEOLÓGICO

A continuación se describe la columna estratigráfica, la estratigrafía, la geología estructural y la geología del petróleo, asociada al Campo de estudio.

1.3.1 Columna Estratigráfica. El Campo La Cira Infantas se encuentra ubicado geológicamente en la Cuenca del Valle Medio de Magdalena, por lo que su historia geológica está asociada a una serie de eventos tectónicos y sedimentarios propios de la cuenca y que han determinado la morfología actual del terreno. La columna estratigráfica se observa en la Figura 2.

Figura 2. Columna estratigráfica para la Cuenca del Valle Medio de Magdalena



Fuente: Columna estratigráfica, Cuenca del Valle Medio de Magdalena (Tomada de ANH, 2012).

1.3.2 Estratigrafía. A continuación se realiza una breve descripción de las formaciones presentes desde la más antigua a la más reciente en la Cuenca del Valle Medio de Magdalena según la Agencia Nacional de Hidrocarburos⁶, teniendo en cuenta las zonas atravesadas por la perforación de pozos en el Campo La Cira Infantas.

1.3.2.1 Basamento. En la Cordillera Central y el Macizo de Santander se encuentran rocas como anfibolitas, gneis y rocas meta sedimentarias polimetamorfizadas de edad Proterozoico tardío y rocas meta sedimentarias de edad Devónico a Cámbrico. Estas rocas cristalinas fueron la fuente de sedimentos durante las fases de cuenca antepaís y cuenca intermontana.

1.3.2.2 Formación Girón. Esta formación es de edad Jurásico. Compuesta de areniscas rojas y limolitas, estas últimas intercaladas con tobas. El espesor varía entre 9840 y 14760 pies, se hace más espesa hacia el Occidente del Campo y se adelgaza hasta estar ausente en el Oriente. El ambiente de depositación fue continental fluvial y suprayace discordantemente sobre el basamento e infrayace concordantemente a la Formación Tambor⁷.

1.3.2.3 Formación Tambor. Esta formación es de edad Valanginiano. Compuesta por areniscas cuarzosas, de colores oscuros, parcialmente calcáreas y densas con presencia de pequeñas fracturas. Localmente se tienen incrustaciones de glauconita color verde oscuro. El espesor varía entre 980 y 6560 pies. El ambiente de depositación fue continental meandriforme y suprayace concordantemente al Grupo Girón e infrayace concordantemente y a la Formación Rosablanca⁸.

1.3.2.4 Formación Rosablanca. Esta Formación es de edad Hauteriviano – Barremiano. Conformada por carbonatos y evaporitas, localizada en el costado occidental de la cuenca sedimentaria del Cretáceo temprano, fue depositada en una plataforma de carbonatos⁹. El espesor varía entre 980 y 3280 pies y se depositó en condiciones variables que pasaron de transicional a marino somero.

⁶ Agencia Nacional de Hidrocarburos. CUENCA VALLE MEDIO DEL MAGDALENA. Integración Geológica de la Digitalización y Análisis de Núcleos. Colombia, 2012. p. 29.

⁷ Ibid., p. 30, 63.

⁸ ROJAS, C. A. Modelamiento geoestadístico de los depósitos fluviales de la Zona C Formación Mugrosa en el área la Cira-Este del Campo La Cira. Universidad Nacional de Colombia, 2011, p. 14.

⁹ Agencia Nacional de Hidrocarburos. Op., cit. p. 40.

Esta formación suprayace e infrayace concordantemente a las formaciones Tambor y Paja respectivamente.

1.3.2.5 Formación Paja. Esta formación es de edad Berremiano – Aptiano. Compuesta por shales negros ligeramente calcáreos laminados, que son micáceos y limosos¹⁰. En la base contiene calizas y venas de calcita, y las capas de caliza son más abundantes a medida que se acerca a la Formación Rosablanca. El espesor varía entre 410 y 2050 pies y el ambiente de depositación es marino pero de aguas más profundas que el de la Formación Rosablanca. Suprayace concordantemente a la Formación Rosablanca e infrayace concordantemente a la Formación Tablazo.

1.3.2.6 Formación Tablazo. Esta formación es de edad Albiano. Compuesta por calizas masivas, shales calcareos y margas, con predominio de calizas hacia el tope de la formación, las calizas son de color café oscuro y grises, densa, dura y en algunos horizontes contiene pirita. El espesor de esta formación varía entre 490 y 1.060 pies¹¹. El ambiente de depositación es marino y es considerada una excelente roca fuente, el potencial como roca almacenadora es limitado por la permeabilidad de las fracturas. La formación es gradacional con respecto a su permeabilidad, debido a que aumenta proporcional con el grado de fractura en la roca. Suprayace concordantemente con la Formación Paja e infrayace concordantemente con la Formación Simití.

1.3.2.7 Formación Simití. De edad Cenomaniano. Compuesta por shales y ocasionalmente de calizas y areniscas. La parte alta de la formación está compuesta por shales grises no calcáreos¹². El espesor varía entre 820 y 2130 pies. El ambiente de depositación es marino profundo y esta Formación suprayace e infrayace concordantemente a las Formaciones Tablazo y La Luna respectivamente.

1.3.2.8 Formación La Luna. De edad Turoniano – Coniaciano. Compuesta por shales negros, calizas y algunas capas de chert, es considerado el intervalo generador más importante de la cuenca. El espesor varía entre 260 y 2300 pies.

¹⁰ MOLINA, Y. P. y CAMACHO, A. Diagnóstico ambiental de los pozos de producción activos e inactivos de un campo petrolero-caso práctico. Universidad Industrial de Santander, Colombia, 2008, p. 25.

¹¹ ROJAS. Op., cit. p. 14-15.

¹² Agencia Nacional de Hidrocarburos. Op., cit.p. 40.

Se depositó en ambiente marino profundo. Esta Formación suprayace e infrayace concordantemente a las Formaciones Simití y Umir respectivamente¹³.

1.3.2.9 Formación Umir. De edad Campaniano – Maastrichtiano. Conformada por lodolitas grises intercaladas con carbones y algunas areniscas arcillosas con potencial almacenador pobre. Tiene un espesor entre 750 y 3280 pies. Se depositó en un ambiente marino. Esta Formación suprayace e infrayace concordantemente a las Formaciones La Luna y Lisama¹⁴.

1.3.2.10 Formación Lisama. De edad Paleógeno Inferior. Compuesta por limolitas con intercalaciones de areniscas verdes, hacia el tope presenta intercalaciones de capas delgadas de carbón. La base está compuesta por areniscas de color café, arcillolitas y limolitas, y hacia el tope la componen areniscas en capas gruesas con intercalaciones de lodolitas. El área de influencia del Campo La Cira Infantas no registra la presencia de esta unidad estratigráfica. Su espesor es de 3.500 pies. El ambiente de depositación es de carácter continental fluviaico a transicional deltáico. La formación se encuentra en contacto concordante con la Formación Umir que la infrayace y es discordante con la Formación La Paz que la suprayace¹⁵.

1.3.2.11 Formación La Paz. Esta formación es de edad Paleoceno Eoceno medio. Compuesta por areniscas de color gris claro, conglomerados lenticulares, e intercalaciones de calizas grises y moteadas. Se encuentran capas delgadas de limolita y lutita de color gris. En la parte inferior se presentan arcillolitas masivas de color crema a rosado, también presenta arenisca conglomerática con importante manifestación de hidrocarburos¹⁶. La Formación La Paz varía considerablemente de espesor de unas áreas a otras. En la sección tipo su espesor es de unos 3.280 pies. El ambiente de depositación es continental fluvial. La formación se encuentra en contacto discordante con la Formación Lisama que la infrayace y en contacto concordante con la Formación Esmeraldas que la suprayace.

1.3.2.12 Formación Esmeraldas. De edad Paleoceno – Eoceno. Conformada por areniscas conglomeradas con estratificaciones cruzadas de color gris claro, presentando capas de limolita y lutita gris. El espesor de esta formación está entre los 300 y 700 pies. Se depositó en un ambiente continental de corrientes

¹³ Ibid., p. 41.

¹⁴ GARCÍA, M., MIER, R., CRUZ, L. E. y VASQUEZ, M. Evaluación del Potencial Hidrocarburífero de las Cuencas Colombianas. Universidad Industrial de Santander, 2010, p. 79.

¹⁵ MOLINA y CAMACHO, Op., cit. p. 26.

¹⁶ Agencia Nacional de Hidrocarburos. Op., cit.p. 30.

lagunares. Esta formación suprayace discordantemente a la Formación La Paz e infrayace concordantemente a la Formación Mugrosa¹⁷.

1.3.2.13 Formación Mugrosa. Esta formación es de edad Eoceno – Oligoceno, se caracteriza por estar presente en dos de las zonas más productoras del campo, estos son la Zona B (Superior) y la Zona C (Inferior). En su parte inferior, la Formación Mugrosa está compuesta por areniscas gris verdosas, de grano fino, con intercalaciones de lodolitas y algunas capas de areniscas conglomeráticas. En la parte media se encuentran shales moteados con algunas intercalaciones de arenisca¹⁸. En la parte superior se encuentran lodolitas fosilíferas. El espesor de la Formación Mugrosa varía entre 1.640 y 2.297 pies. El ambiente de depositación es considerado como continental fluvial. El contacto es concordante con la Formación Esmeralda que la infrayace y con la Formación Colorado que la suprayace.

1.3.2.14 Formación Colorado. Es de edad Oligoceno. Compuesta por lodolitas rojas, grises y purpuras, estratificadas con areniscas de grano fino. El espesor varía entre 330 y 4920 ft, depositada en ambiente continental fluvial. Esta formación suprayace e infrayace concordantemente a la formación Mugrosa y a la Formación Lutita La Cira respectivamente.

1.3.2.15 Formación Lutita La Cira. De edad Mioceno Inferior. Esta formación representa la parte superior de lo que se conoce como Formación Colorado. Se compone de un complejo de areniscas con una alternación de arcillolitas azulosas, capas margosas o calizas impuras. La formación representa los 850 pies superiores de la Formación Colorado. Esta formación se depositó en un ambiente fluvial. El contacto se presenta de manera discordante con la Formación Colorado que la infrayace y con el Grupo Real que lo suprayace¹⁹.

1.3.2.16 Grupo Real. Es de edad Mioceno medio – Mioceno Superior. Conformado por un grupo de conglomerados, areniscas y shales, dividida en cinco formaciones que desde la base hasta la parte superior son: la Formación Lluvia, compuesta por 1640 pies de arenisca conglomerática con intercalaciones de shales; Formación Chontorales shales, compuesta por 4265 pies de areniscas y shales gris y rojo; Formación Hiel, compuesta por 3600 pies de areniscas con menor cantidad de fragmentos de carbono, en esta formación son frecuentes los

¹⁷ ROJAS. Op., cit. p. 17.

¹⁸ MOLINA y CAMACHO, Op., cit. p. 26-27.

¹⁹ Agencia Nacional de Hidrocarburos. Op., cit. p. 40.

carbonizados y silicificados; Formación Enrejado shale, compuesta por 1600 pies de shales color rojo, púrpura y pardo alternados con areniscas en capas muy delgadas y por último la Formación Bagre, constituida por arenisca conglomerática con estratificación cruzada de abundantes maderas carbonizadas. El ambiente de depositación es continental fluvial. El contacto es discordante con la Formación Lutita La Cira que la infrayace y con la Formación Mesa que la suprayace²⁰.

1.3.2.17 Grupo Mesa. La edad es considerada como Plio-Pleistoceno, la formación está compuesta por conglomerados líticos, areniscas moderadamente consolidadas gravas de escasa cementación y arcillas negras. El espesor es de unos 820 pies. El ambiente de depositación es de tipo continental. El contacto con el Grupo Real que la infrayace es de tipo discordante²¹.

1.3.3 Geología Estructural. El Campo La Cira -Infantas se encuentra sobre un lineamiento estructural de dirección aproximada norte - sur, que corresponde a un sistema de fallas de tipo transpresional de edad pre-Eoceno, donde el bloque occidental es bajo con respecto al bloque oriental. La causa de la diferencia de profundidad de los bloques estructurales es probablemente el transporte tectónico longitudinal de uno con referencia al otro, durante el evento de deformación. Este episodio de deformación tectónica fue seguido por un período de erosión que dio lugar a la discordancia angular de edad Eoceno, posterior a la deposición de la Formación Lisama (Paleoceno)²².

A nivel de la secuencia cenozoica en el Campo la Cira-Infantas se identifican dos estructuras principales. La primera es la estructura de Infantas localizada al sur del Campo que está constituida por un anticlinal asimétrico elongado de aproximadamente 12 km de longitud por 2 km de ancho, con cabeceo tanto al sur como al norte y el eje principal del anticlinal es en dirección Norte-Sur. Este anticlinal está cortado a lo largo de su cresta por un sistema de fallas de cabalgamiento llamado "Sistema de Fallas de Infantas" mostrado en las Figuras 3 y 4. Este sistema de fallas buza hacia el oriente con ángulos entre 40° y 70°.

La segunda estructura en el área es el Anticlinal de "La Cira" localizado en la parte noroccidental del campo y está constituido por un anticlinal en forma de domo alargado con su eje principal en dirección norte-sur, el anticlinal tiene unas dimensiones aproximadas de 5 km de longitud por 3 km de ancho con cabeceo

²⁰ MOROS, L. A. y SERRANO, J. N Op., cit. p. 32.

²¹ GARCÍA, MIER, CRUZ, y VASQUEZ Op., cit. p. 81.

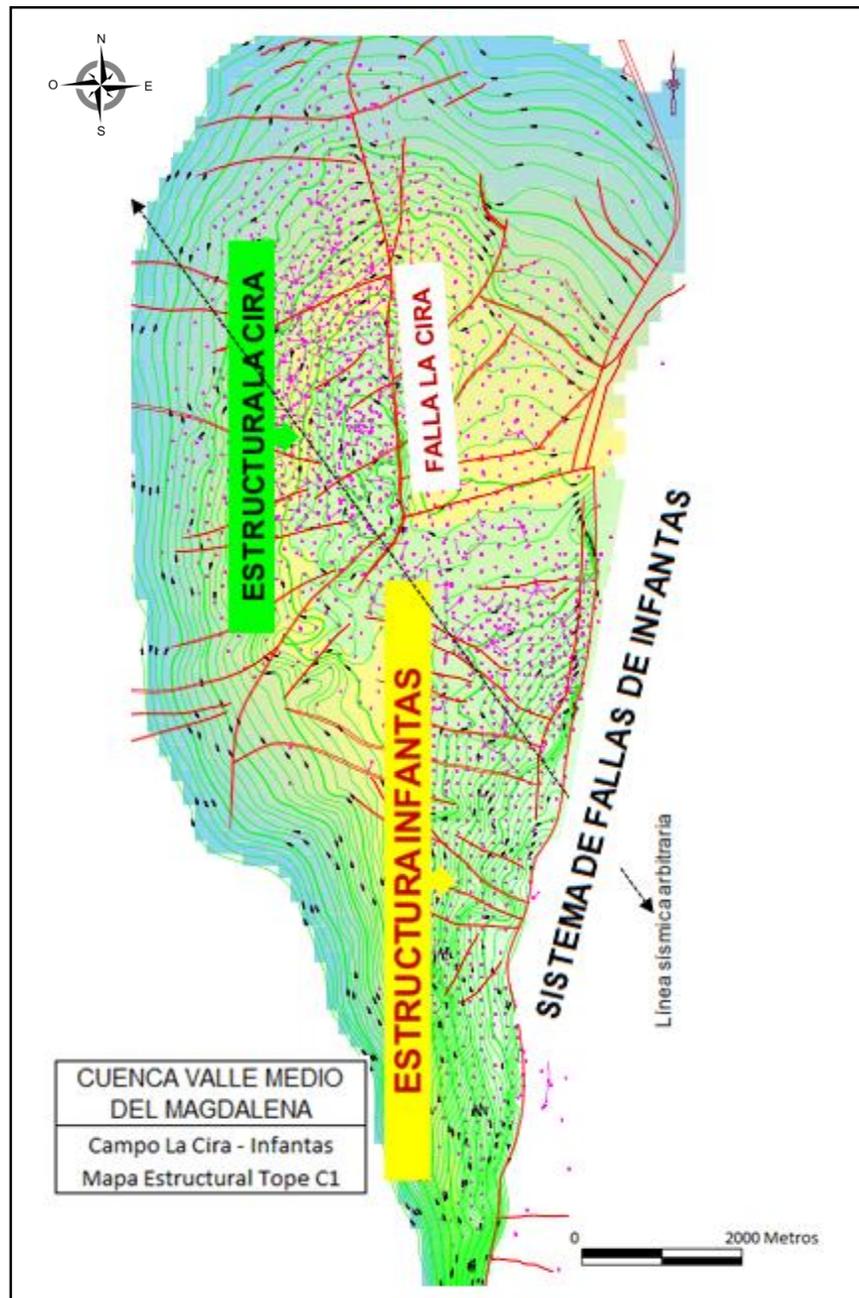
²² Agencia Nacional de Hidrocarburos. Op., cit. p. 30.

hacia el Norte y hacia el Sur. Esta estructura está cortada por una falla de dirección Norte-Sur de carácter inverso con buzamiento de muy alto ángulo hacia el occidente llamada “Falla La Cira”, que está asociada a un sistema de Fallas de Rumbo tipo “Wrenching” como se observa en las Figuras 3 y 4.

El sistema de fallas de La Cira tiene carácter sellante y los dos bloques esta cubiertos por sedimentos de lodolitas y lutitas de la parte superior de la Formación Colorado que actúan como rocas sello y permiten el entrapamiento de los hidrocarburos de las areniscas de la parte basal de la Formación Colorado (Zona A), reservorios de la Formación Mugrosa (Zonas B y C) y delgados niveles de areniscas de la Formación Esmeraldas (Zona D)²³.

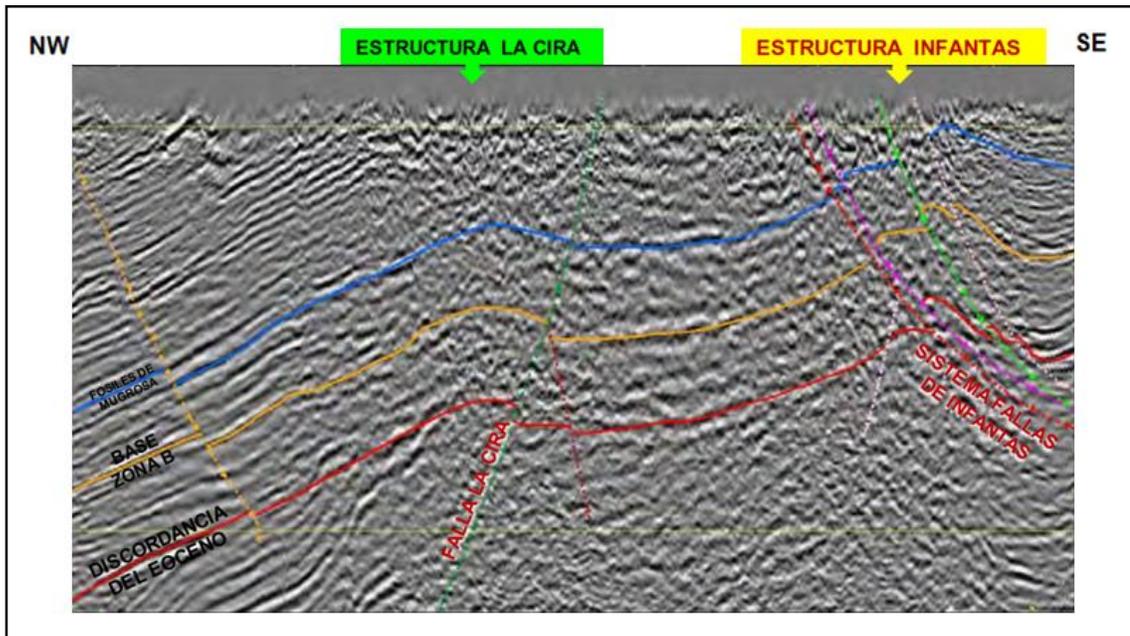
²³ ROJAS. Op., cit. p. 21-25.

Figura 3. Mapa estructural Tope Zona-C campo La Cira-Infantas



Fuente: Rojas, C. "Modelamiento geoestadístico de los depósitos fluviales de la Zona C Formación Mugrosa en el área la Cira-Este del Campo La Cira". Universidad Nacional de Colombia. Colombia, 2011. p 24. Modificado por el autor.

Figura 4. Esquema estructural Campo La Cira-Infantas de una línea sísmica arbitraria



Fuente: Rojas, C. “Modelamiento geostatístico de los depósitos fluviales de la Zona C Formación Mugrosa en el área la Cira-Este del Campo La Cira”. Universidad Nacional de Colombia. Colombia, 2011. p 24. Modificado por el autor.

1.3.4 Geología del Petróleo. A continuación se describen los principales parámetros del sistema petrolífero de la Cuenca del Valle Medio del Magdalena y del Campo La Cira Infantas, donde se encuentran: roca generadora, roca reservorio, migración, roca sello y trampa.

1.3.4.1 Roca generadora. Para la Cuenca del Valle Medio del Magdalena se permite identificar como principal roca fuente, la Formación La Luna por el tipo de materia orgánica que presenta de un predominio de kerógeno tipo II, potencial generador de aceite principalmente. En segundo lugar, el intervalo correspondiente a las formaciones Tablazo – Paja, de la secuencia cretácica, esto por la presencia de lutitas, calizas y capas delgadas de cherts en estas formaciones²⁴.

En el Campo La Cira Infantas, la roca generadora está localizada en la Formación La Luna.

²⁴ Agencia Nacional de Hidrocarburos. Op., cit. p. 63-64.

1.3.4.2 Roca reservorio. En el Cretáceo cuatro formaciones pueden considerarse como rocas almacenadoras potenciales que son Los Santos, Rosablanca, Tablazo y La Luna (en calizas fracturadas). En el Cenozoico, las rocas almacén están conformadas por los niveles de areniscas presentes en las Formaciones La Paz hasta la Formación Mugrosa – Colorada²⁵.

En el Campo La Cira Infantas, las limolitas de la Formación Mugrosa (Zona B y Zona C), y las areniscas de las Formaciones Colorado (Zona A) y Formación Esmeraldas (Zona D), son las rocas reservorio del campo, siendo la Zona C la más importante del mismo²⁶.

1.3.4.3 Migración. Durante inicios del Terciario, el crudo se generó desde la roca fuente en alguna zona del oriente de la Cuenca para después migrar hacia el Flanco Occidental del Valle del Magdalena. La migración del crudo, hasta que logra quedar entrampado, ocurrió antes de que se diera el fallamiento de las estructuras²⁷.

A nivel del campo, se han detectado tres tipos de migración que son²⁸:

- Migración de tipo vertical se dio de manera directa, moviéndose los hidrocarburos generados de la Formación La Luna hacia la discordancia del VMM.
- Migración de tipo lateral en las areniscas pertenecientes al Eoceno.
- Migración de tipo vertical a lo largo de las superficies de fallas en sitios donde la Formación La Luna no está en contacto con la discordancia del Valle Medio del Magdalena.

1.3.4.4 Roca Sello. Son roca sello los niveles arcillosos intra-formacionales de las unidades terciarias y las unidades arcillosas del Cretáceo, siendo estas últimas las más efectivas dado su espesor y extensión regional. Fallas inversas y normales actúan como sello cuando ponen en contacto rocas almacén con rocas sello. Dentro de la secuencia cretácea los shales de las formaciones Paja y Simití pueden constituir el sello de los intervalos de calizas fracturados.

²⁵ GARCÍA, MIER, CRUZ, y VASQUEZ. Op., cit. p. 86.

²⁶ SILVA, L. N. Análisis de la viabilidad técnico financiera de un proceso de recobro químico alcali-surfactante polímero (asp) en el Campo La Cira Infantas. Colombia, 2016, p 40

²⁷ MOROS y SERRANO. Op., cit. p. 34.

²⁸ SILVA. Op., cit. p. 41

En el caso del campo, la Formación Mugrosa, es la de interés, el sello consiste en arcillas intercaladas.

1.3.4.5 Trampa. Estructuras anticlinales asociadas a fallas inversas y normales reactivadas por la tectónica andina. Pliegues extensos que involucren grandes espesores de roca, asociados a fallas. Las variaciones laterales de facies o la presencia de fallas en la secuencia Cenozoica, se pueden asociar con barreras de permeabilidad²⁹.

La estructura del Campo se caracteriza por ser un anticlinal fallado. Tanto la Falla La Cira como el Sistema de Fallas de Infantas que cortan estas dos estructuras tienen carácter sellante. Debido a esto, el entrapamiento de aceite en el área ocurre por tipo estructural. La trampa comenzó a formarse a finales del Cretácico y terminó a finales de Neógeno³⁰.

1.4 HISTORIA DE LA PRODUCCION DEL CAMPO

A continuación se presenta la historia de producción del Campo La Cira Infantas, incluyendo el método mediante el cual se extraen los hidrocarburos, el tiempo que lleva produciendo el campo, el número de pozos que posee, el registro de producción acumulada y las características propias del yacimiento.

1.4.1 Método de producción. El Campo La Cira Infantas ha pasado por diferentes etapas de producción desde el descubrimiento hasta la fecha (2017), debido a la gran trayectoria de explotación, las presiones del yacimiento disminuyen y es necesario aplicar nuevas técnicas y tecnologías para seguir dando rentabilidad al Campo. A continuación se presentan los métodos utilizados en el Campo después de que la producción por flujo natural se empezó a ver afectada por la falta de presión.

1.4.1.1 Sistemas de levantamiento artificial. A partir del descubrimiento de petróleo en el Campo La Cira Infantas, los pozos producían por flujo natural, posteriormente se desarrolló la implementación de los sistemas de levantamiento artificial comenzando por el levantamiento con gas (Gas Lift) que fue desarmado en 1935 para dar paso al sistema de bombeo mecánico (BM) que permanece en la actualidad, al igual que el bombeo por cavidades progresivas (BCP) y posteriormente el bombeo electrosumergible (BES).

²⁹ GARCÍA, MIER, CRUZ, y VASQUEZ. Op., cit. p. 87.

³⁰ SILVA. Op., cit. p. 41.

1.4.1.2 Métodos de recuperación secundaria. En 1928, se dio inicio a la inyección de gas como sistema de mantenimiento de presión en la zona “C” de la estructura Infantas y fue suspendida en 1970. Posteriormente, se continuó inyectando de manera esporádica hasta 1986 cuando se suspende definitivamente. En La Cira, se inicia la inyección de gas en la zona “C” en mayo de 1930, que se mantuvo con tasas variables hasta los inicios de la recuperación secundaria.

El primer programa de inyección de agua en la estructura La Cira se realizó entre 1946 y 1949 a través de siete pozos localizados en el acuífero en el área 3W, con el propósito de presurizar el yacimiento. Luego, en 1957 se dio inicio a la ejecución de un proyecto de recuperación secundaria por inyección de agua en un área de 280 acres localizado en la parte central del área 3W formada por 17 modelos de 5 puntos, es decir 24 inyectores y 18 productores, con una tasa de inyección de 1000 BWPD/pozo, denominado “Primer Desarrollo”. A finales de 1958 se inició el Segundo Desarrollo en el área 3W, que estuvo conformado por 30 pozos productores y 45 pozos inyectores, con una extensión de 530 acres adicionales, formado por patrones que rodeaban el área del primer programa de inyección realizado en 1957 ³¹.

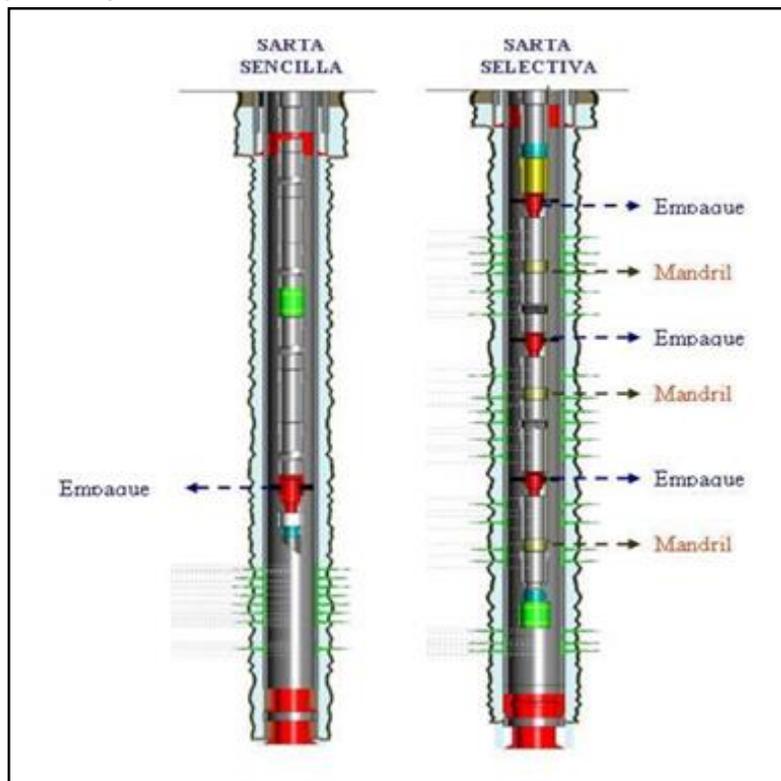
1.4.1.3 Inyección selectiva. En Campo La Cira Infantas se implemento el sistema de inyección selectivo a partir del año 2009, con el fin de incrementar el recobro de reservas en los pozos productores permitiendo un barrido de crudo completamente uniforme. Esto se da gracias al aislamiento de zonas y proveer a cada una por separado la tasa de inyección optima, permitiendo así que las zonas menos invadidas también sean contactadas.

El 95% de los pozos inyectores del Campo cuentan con un sistema de sartas selectivas de inyección y el 5% restante cuentan con sarta simple, estos se describen la Figura 5. La inyección de agua actual es de 520.544 BWIPD adaptados con 3 plantas de inyección y tratamiento, de capacidad instalada de 700.000 BWIPD³².

³¹ GARCÍA, MIER, CRUZ, y VASQUEZ. Op., cit. p. 88.

³² CEPEDA, F. A. Propuesta metodológica para la selección de válvulas reguladoras de flujo en pozos inyectores usando análisis nodal. Colombia, Bucaramanga, 2015. p. 52

Figura 5. Completamiento sencillo y selectivo para un pozo inyector.



Fuente: Garzón, J. "Análisis de distribución y eficiencia de la inyección de agua en un sector del área 3W del Campo La Cira-Infantas a través de trazadores radioactivos," 19 de Diciembre, 2012. p. 70.

La sarta de inyección selectiva como se observa en la Figura 5, está diseñada para regular los volúmenes de agua que se requieren inyectar por cada zona, mediante empaques con sentamiento hidráulico o mecánico y de mandriles de inyección que sirven de receptáculo para las válvulas reguladoras de flujo a la profundidad necesaria.

- Empaque tipo Tandem: El Tándem Recuperable Texproil Modelo "C-3" es un empaquetador de fijación hidráulica, diseñado para instalaciones selectivas tanto para pozos inyectoros como productores. En caso de ser usado en instalaciones selectivas se lo puede combinar con otros Tándem Hidráulico modelo "CS-1". La particularidad de este Tándem es el liberado con maniobras de giro mínimas, ideal para pozos con instalaciones selectivas donde el

número de empaquetadores es elevado o donde las maniobras de rotación sean un inconveniente³³.

- **Empaque tipo Cuñas:** Son utilizados para pozos tanto inyectores como productores. Permite el anclaje a la tubería de revestimiento por medio de la expansión de las cuñas y existen en una gran variedad de formas. Pueden ser de asentamiento hidráulico donde una vez posicionados en la profundidad programada, se aplica presión al interior de la tubería desde la superficie para permitir la activación del sistema de cuñas y de los elementos sellantes³⁴.
- **Mandril:** Sirve de receptáculo para las válvulas reguladoras de flujo a la profundidad necesaria, existen tres tipos de mandriles: convencional, concéntrico y de bolsillo, algunos también utilizados para los sistemas de levantamiento de gas lift. Para la inyección de agua es mejor utilizar el tipo bolsillo dada la facilidad para sentar y retirar las válvulas con una herramienta Kick-over³⁵.

1.4.2 Tiempo de Producción. Este es conocido como el Campo más antiguo de Colombia, el tiempo total de producción es de 99 años, desde el 27 de abril de 1918, fechas en la cual fue completado el pozo Infantas II para iniciar su producción hasta la fecha (Septiembre de 2017), el Campo continúa extrayendo hidrocarburo por métodos de recuperación secundaria (Inyección de agua) que le dan a La Cira Infantas el carácter rentable para seguir operando.

1.4.3 Número de pozos. En el Campo la Cira Infantas se encuentran 3.365 pozos productores, donde 1.555 son abandonados, 805 son pozos inactivos y 1.005 son activos. Los métodos recuperación secundaria de estos pozos activos corresponden a 713 para BM, 147 para BES y 145 para BCP.

En cuanto a los pozos inyectores que se encuentran en el Campo existen 126 pozos en estado de abandono, 196 inactivos y 494 activos.

1.4.4 Producción acumulada. A 31 de Diciembre del año 2016, las reservas actuales de petróleo para el Campo La Cira Infantas corresponde a 134 MBO.

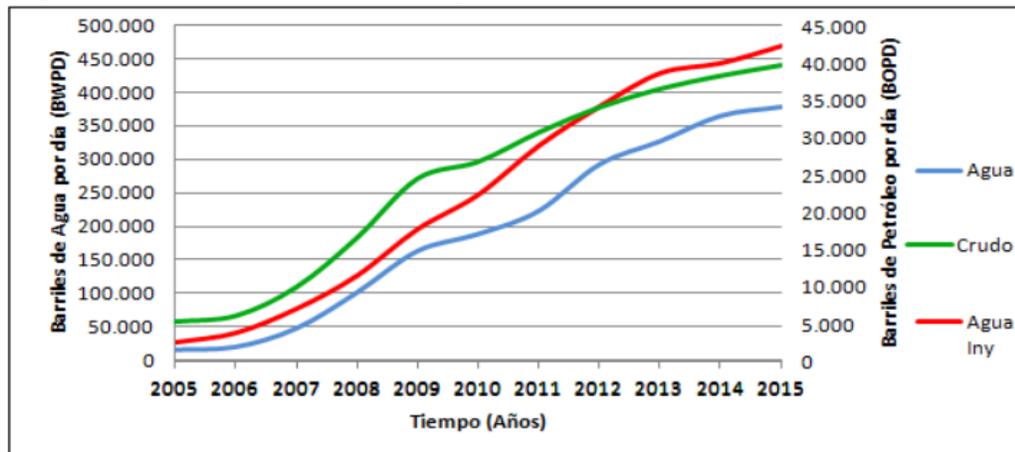
³³ JIMÉNEZ, A., MARTÍNEZ, N. y GARZÓN, J. "Optimización de pozos inyectores con sarta selectiva en fondo para incrementar el factor de recobro y producción de petróleo en el campo petrolero "LC" para las empresas Ecopetrol y occidental de Colombia, 2015. p. 22.

³⁴ PEÑA, G. Comparación de las diferentes alternativas en la terminación de pozos verticales y diseño de aperejos de producción por cargas axiales. México, 2014. p. 36-38.

³⁵ JIMÉNEZ, MARTÍNEZ y GARZÓN. Op., cit. p. 19.

Actualmente (Septiembre de 2017) la producción de petróleo es de 39.945 BOPD y el factor de recobro es del 18%. A continuación en la Figura 6 se observa la producción acumulada de agua y de crudo del Campo.

Figura 6. Producción acumulada del Campo La Cira Infantas.



Fuente: OCCIDENTAL DE COLOMBIA, Histórico Producción Campo La Cira, 2015.

En la Figura 6 se puede observar como la producción acumulada de agua y crudo incrementa en el Campo La Cira Infantas desde el año 2005 hasta el año 2015, sin embargo se realiza la proyección y se determina que en el año 2017 la producción acumulada de crudo es de 39.945 BOPD, mostrando una tendencia ascendente y presentando siempre su producción de crudo más elevada que la de agua, lo que genera rentabilidad para la explotación.

1.4.5 Características del Yacimiento. Las características petrofísicas más relevantes del Campo La Cira Infantas se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Propiedades petrofísicas del Campo LCI

PROPIEDAD	VALOR
Porosidad (ϕ)	16%
Permeabilidad (K)	300 mD
Salinidad agua formación	50.000 PPM
Saturación irreducible de agua (SWIRR)	30%
Saturación residual de petróleo (SOR)	35%
Espesor neto petrolífero (h Neto)	200 PIES
Relación de movilidad (M)	6 a 9

Fuente: OCCIDENTAL DE COLOMBIA, Base de datos, 2016

Además de estas características presentadas, en la Tabla 2 se muestran los rangos iniciales y actuales (Septiembre de 2017) de presión con los que ha trabajado el Campo, así como su temperatura promedio³⁶.

Tabla 2. Rangos de Presiones y Temperaturas de yacimiento

PROPIEDAD	VALOR
Presión Inicial de Yacimiento	1100 - 1500 PSI
Presión Actual de Yacimiento	200 - 700 PSI
Temperatura	105 - 130 °F

Fuente: OCCIDENTAL DE COLOMBIA, Base de datos, 2016

Es posible evidenciar que el yacimiento con el pasar del tiempo ha tenido una pérdida significativa de su presión, por lo que se hace necesaria la aplicación de los métodos de recuperación ya mencionados para mejorar la producción.

³⁶ Ibid., p. 56.

2. DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES DE PESCA Y SU INFORMACIÓN HISTÓRICA

En este capítulo se encuentra la descripción de las operaciones de pesca y las herramientas utilizadas en la recuperación de sartas selectivas en pozos inyectoros de agua del Campo La Cira Infantas. De igual forma, se describe el histórico de la Campaña 40K que es la más reciente en las operaciones de reacondicionamiento de pozos en el Campo, la cual fue realizada a 72 pozos activos de inyección selectiva de agua y de los cuales 56 presentaron trabajos de pesca.

2.1 OPERACIONES DE PESCA

Durante las operaciones de perforación de pozos o reacondicionamiento se pueden presentar situaciones en las cuales las herramientas de trabajo quedan atascadas en el fondo debido a diferentes causas, en la industria petrolera se define pescar a la aplicación de tecnologías mediante equipos especializados para extraer del fondo las herramientas que han quedado atrapadas o para la remoción de desperdicios indeseables en el pozo.

En una operación de pesca es necesario tener en cuenta la naturaleza del pescado a remover, entender las dimensiones de lo que se busca pescar apoyado con el estado mecánico, las condiciones específicas de trabajo del pozo a intervenir, las herramientas, técnicas y tecnología a utilizar.

2.1.1 Pescado en la Industria Petrolera. Son objetos difíciles de retirar de manera convencional del pozo, se presentan mientras se realizan operaciones de perforación o reacondicionamiento, pueden ser secciones de tubería, pedazos de metal, herramientas de medición, entre otros que quedan atrapados en el fondo y es necesario retirarlos³⁷.

2.1.1.1 Causas para que ocurra un pescado. Existen múltiples causas por las cuales se puede generar un pescado mientras se encuentra en intervención un pozo, son las siguientes³⁸:

³⁷ JOHNSON, E., LAND, J. y ROBERTSON, R. Landing the Big One—The Art of Fishing. Schlumberger, 2013. p. 26.

³⁸ DEGEARE, J. The Guide to Oilwell Fishing Operations, Tools, Techniques, and Rules of Thumb, Second Edition, 2015. p. 7-11.

- Falla en la tubería: El desgaste del metal debido a la fatiga, esfuerzos y corrosión puede llegar a generar rupturas al momento de ejercer fuerza sobre él.
- Falla de la broca: Esta dada por fallas mecánicas por el constante rozamiento con la formación y que puede generar que trozos de conos, dientes o rodamientos de la broca queden en el fondo del pozo.
- Chatarra en el hueco: Hace referencia a herramientas de medición o de manipulación manual que pudieron caer al pozo desde la superficie y que generan pescados y es necesario retirarlos antes de continuar con las operaciones.
- Cable de registros roto: Se presenta cuando se está realizando la operación de registros eléctricos o de producción al pozo y se somete el cable a cargas excesivas que puede llegar a representar la caída de la herramienta y que es indispensable retirarlos del pozo antes de continuar con cualquier operación.
- Pega de tubería: Es la limitación o impedimento del movimiento de la sarta, se pueden generar por atascamientos mecánicos o por diferenciales de presión mientras se realizan las operaciones.

2.1.2 Consideraciones para iniciar una pesca. Una pesca es una operación crucial, ya que puede representar incremento en los costos de la perforación o el reacondicionamiento del pozo, ya que genera tiempos no productivos y posible pérdidas de herramientas, por esta razón es necesario tener presente aspectos como mantener un registro detallado y completo de las longitudes y diámetros de cada componente de la sarta, para saber a qué profundidad está el pescado y la herramienta con la que debe removerse, así como conocer las limitaciones mecánicas de la tubería en cuestión como la máxima tensión.

Es necesario hacer una selección rigurosa de las herramientas de trabajo y planear cada fase de la operación. En caso de que el pescado a remover sea una sección de tubería, se debe tener conocimiento del estado de corrosión y desgaste, ya que esto limita las tensiones de trabajo y se pueden generar múltiples rupturas que representan más tiempos no productivos en la operación de pesca por tener que realizar más de un viaje para la remoción³⁹.

³⁹ JOHNSON, LAND, y ROBERTSON. Op., cit.p. 27-29.

2.2 HERRAMIENTAS DE PESCA

En la industria petrolera, pescar se refiere a la aplicación de herramientas especiales, equipos, técnicas y tecnología para la remoción de desperdicios, herramientas, tubulares y accesorios, o en general cosas indeseables que obstruyen e impiden la normal operación de un pozo, que normalmente causa retraso en la operación, generando pérdidas de tiempo, de equipo, e incrementa los costos de operación.

Las causas por las que se pueden generar estas operaciones pueden ser gracias a error humano, factores mecánicos, condiciones del pozo /estado mecánico o como es para este caso, por el desgaste de tubería gracias al agua de inyección en las sartas selectivas. Por esto se deben implementar las siguientes herramientas⁴⁰.

Para conocer la forma del pescado se requiere de un *Impresion Block* que consiste en un bloque de plomo que permite verificar el estado del tope del pescado, suministrando las dimensiones del mismo, su ensamblaje consta de un cuerpo o mandril que hace las veces de contenedor, lleva en el tope la conexión y un cuerpo de plomo obtenido por vaciado y rectificado al OD requerido, mostrado en la Figura 7. Además, de conocer la forma y el estado del tope del pescado, también se requieren diferentes herramientas que permiten su recuperación como se muestran a continuación.

Figura 7. Impresion Block.



Fuente: Serrano, M.
Herramientas de Pesca.
Occidental de Colombia LLC.
Septiembre 2013.

⁴⁰ SERRANO, M. Herramientas de Pesca. Occidental de Colombia LLC. Septiembre 2013.

2.2.1 Herramientas de agarre. Existen dos tipos de herramientas de agarre para la pesca de tuberías, de agarre interno y agarre externo.

2.2.1.1 Agarre Interno. Los sistemas de agarre interno están clasificados de la siguiente manera:

- Releasing Spear: Herramienta de agarre interno, útil en la recuperación de camisas, tuberías de revestimiento o herramientas tubulares, proporcionando un afianzamiento efectivo que permite aplicar cargas de tensión y torsión. Se diseñan para diferentes clases de trabajo, LD, STD, Y HD, y con mandril tipo flush o tipo shoulder (Figura 8).

Figura 8. Releasing Spear



Fuente: Serrano, M. Herramientas de Pesca. Occidental de Colombia LLC. Septiembre 2013.

- Taper Tap: Herramienta utilizada para pescar toda clase de tuberías o herramientas donde la boca del pescador se encuentre en buenas condiciones y no hayan restricciones internamente. Su uso no es muy frecuente debido a las dificultades que se puedan presentar en caso de no recuperar el pescador, usar con safety joint. Además puede deformar el tope del pescador. Su ensamblaje es de tipo cónico, con una rosca externa especial, taper de 3/4" por cada pie. Tiene orificios de flujo en caso de requerir circulación a través del pescador para ayudar a liberar y para mantener limpio el hueco (Figura 9).

Figura 9. Taper Tap

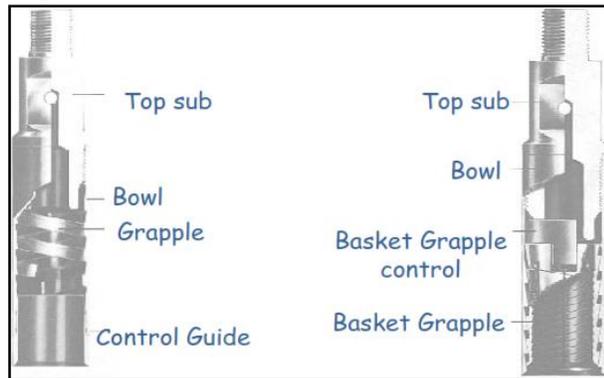


Fuente: Serrano, M. Herramientas de Pesca. Occidental de Colombia LLC. Septiembre 2013.

2.2.1.2 Agarre externo. Los sistemas de agarre externo están clasificados de la siguiente manera:

- **Overshot:** Herramienta más común y efectiva (pescante universal). Se utiliza para enganchar en su interior y recuperar: varillas, tuberías y otros tipos de pescados similares o herramientas tubulares de diferentes tamaños. Su versatilidad se debe a que generalmente es más fácil bajar deslizándose por la parte exterior del pescado. Puede prepararse de acuerdo al diámetro y condiciones del pescado y se utiliza con una variedad de accesorios que hacen posible enderezar, guiar, y así enganchar el pescado donde otras herramientas fallarían. Su diseño permite conectar o desconectar el pescado en el momento deseado. Está equipado con mecanismos de empaque que permiten establecer circulación y ayudar al despegue del pescado (Figura 10).

Figura 10. Overshot



Fuente: Serrano, M. Herramientas de Pesca. Occidental de Colombia LLC. Septiembre 2013.

- Die Collar: Se utiliza para conectar exteriormente cualquier tipo de tubería y/o herramienta hasta donde las condiciones lo permitan. Su uso es muy limitado o de cuidado debido a la dificultad que se puede presentar al desenganchar la herramienta cuando no se puede recuperar el pescado. Se recomienda correrse con la junta de seguridad (safety joint). Su configuración interior es cónica y tiene una rosca especial (caja) en forma de garra con canales de flujo en caso de requerir circulación. Tratada térmicamente para una alta resistencia. El extremo inferior puede ser plano, con labio o dentado (Figura 11).

Figura 11. Die Collar

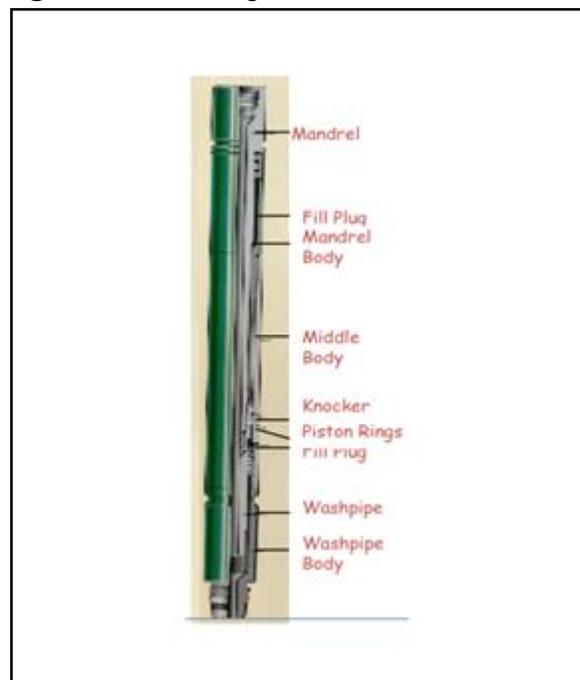


Fuente: Serrano, M. Herramientas de Pesca. Occidental de Colombia LLC. Septiembre 2013.

2.2.2 Herramientas golpeadoras. A continuación se describen las herramientas golpeadoras utilizadas en las operaciones de pesca.

2.2.2.1 Fishing Jar. Es un martillo hidráulico y la energía potencial de la herramienta se convierte en energía cinética al someterlo al esfuerzo de tensión. La energía cinética se convierte en trabajo al producirse el impacto, el cual será mayor o menor dependiendo del desplazamiento que se tenga. Consta de una sección superior, un cuerpo o parte hidráulica y una sección o conector inferior. En la parte hidráulica al aplicar tensión, un pistón o cono se desplaza dentro de un cilindro completamente lleno de aceite de manera restringida, hasta un punto de vacío. Esto define el tiempo de retardo. El pistón está conectado a la sarta a través de la sección superior y el cilindro a la herramienta de pesca por la sección inferior (Figura 12).

Figura 12. Fishing Jar

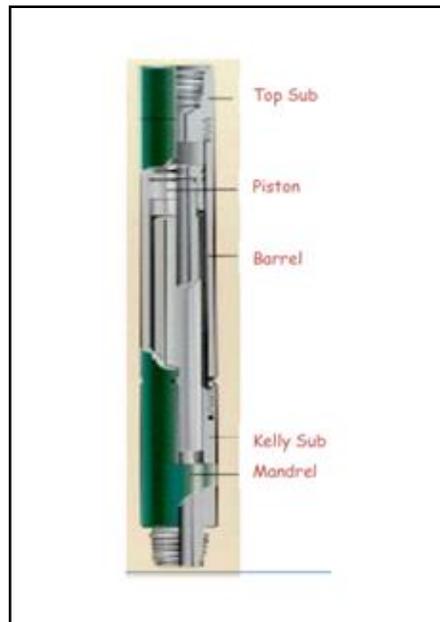


Fuente: Serrano, M. Herramientas de Pesca. Occidental de Colombia LLC. Septiembre 2013.

2.2.2.2 Bumper Sub. Herramienta utilizada en todas las operaciones de pesca (Figura 13). Su presencia en la sarta facilita el desenganche de la herramienta de agarre cuando es imposible sacar el pescado, descargando un fuerte golpe hacia

abajo, pudiendo aplicar golpes ascendentes y descendentes. Su ensamblaje consta de un substituto superior, un mandril, un cuerpo intermedio, un golpeador y un conjunto de cierre. El golpeador va conectado a la parte superior del mandril y con una serie de anillos se hace cierre hermético entre el cuerpo intermedio y el mandril.

Figura 13. Bumper Sub



Fuente: Serrano, M.
Herramientas de Pesca.
Occidental de Colombia LLC.
Septiembre 2013.

2.2.2.3 Accelerator / Intensifier. Se constituyen en un medio para almacenar la energía requerida encima del Fishing Jar durante las operaciones de pesca, es un resorte hidráulico multiplicador del martillo. Se corre en conjunto con el Fishing Jar, instalado encima de las botellas para intensificar el efecto del golpe. Actúa como un resorte (hidráulico) que almacena energía al comprimir una cámara almacenadora del fluido cuando se tensiona la sarta de tubería. Cuando el Fishing Jar dispara, la expansión del fluido en el intensifier amplifica el golpe acelerando las botellas en tal forma que se puede obtener un impacto equivalente a varias veces el normal del martillo.

2.2.3 Herramientas Demoledoras. Existe una amplia gama de herramientas demoledoras de acuerdo a su configuración (Figura 14), utilizadas para moler

partes metálicas dejadas dentro del pozo, o para rectificar el tope de un pescado, y tiene los siguientes tipos:

- Fondo plano (Flat Bottom Junk Mill)
- Fondo cóncavo (Concave Junk Mill)
- Con piloto guía (Pilot Mill)
- Cónico (Taper Mill)
- Nariz redonda
- Demoledor de empaque (Packer Mill)
- Demoledor de sección.

Figura 14. Tipos de Herramientas Demoledoras



Fuente: Serrano, M. Herramientas de Pesca. Occidental de Colombia LLC. Septiembre 2013.

2.2.4 Herramientas Recuperadoras de Partes Sueltas. En las operaciones de pesca utilizan las siguientes herramientas para recuperar partes sueltas que se encuentran en el pozo.

2.2.4.1 Junk Basket Sub. Se utiliza para recoger trozos metálicos que se desprenden de algún elemento durante la perforación y trabajos de workover en operaciones de demolición. Se fabrican con camisas soldadas o camisas con rosca izquierda. Las partículas o cortes metálicos se sacan del fondo del pozo por la corriente del lodo siempre y cuando la velocidad y la viscosidad de éste sean suficientes. En el tope de la canasta-camisa el espacio libre entre el diámetro de la tubería y la pared del pozo aumenta, pero a la altura del mandril esta velocidad se reduce haciendo que las partículas se precipiten y se introduzcan en la camisa (Figura 15).

Figura 15. Junk Basket Sub



Fuente: Serrano, M.
Herramientas de Pesca.
Occidental de Colombia LLC.
Septiembre 2013.

2.2.4.2 Junk Basket Globe. Se utiliza para recuperar herramientas o partes metálicas mediante el corte de un corazón de uno a dos pies. Su ensamblaje está conformada de: un barril, un substituto superior, un elemento de agarre superior e inferior, una corona moledora generalmente revestida con carburo de tungsteno. Los elementos de agarre pueden ser reemplazados por un imán que se instala en el mismo lugar (Figura 16).

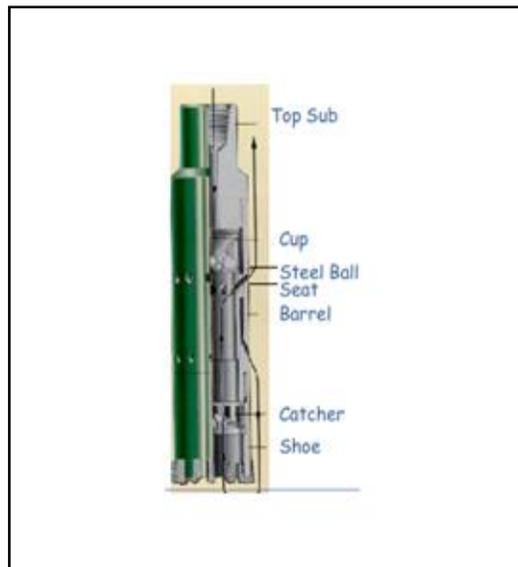
Figura 16. Junk Basket Globe



Fuente: Serrano, M. Herramientas
de Pesca. Occidental de Colombia
LLC. Septiembre 2013.

2.2.4.3 Junk Basket For Reverse. Se utiliza para recuperar herramientas o partes metálicas mediante el corte de un corazón de uno a dos pies pero aprovechando el efecto de circulación inversa para dirigir todos los objetos hacia el interior del barril. Su ensamblaje está conformada de: un sub. De levante y a la vez un contenedor de la esfera de acero, un sub. Superior de unión, un cilindro o barril con la preparación interna para recibir la esfera y permitir el desvío del flujo, conjunto de válvula, elemento de agarre y corona demoledora, generalmente revestida con carburo de tungsteno (Figura 17).

Figura 17. Junk Basket for Reverse



Fuente: Serrano, M. Herramientas de Pesca. Occidental de Colombia LLC. Septiembre 2013.

2.2.4.4 Fishing Magnet. Se utiliza para remover piezas metálicas del fondo localizadas en el fondo del pozo. Su ensamblaje consta de un cuerpo de acero con rosca pin o caja en la parte superior para conectar con la sarta de trabajo, unido en la parte inferior con el elemento contenedor no magnético, un imán permanente, un plato de polo magnético y una guía de fondo plano. El elemento contenedor no magnético permite que la herramienta se pueda correr en huecos revestidos sin interferencia (Figura 18).

Figura 18. Fishing Magnet



Fuente: Serrano, M. Herramientas de Pesca. Occidental de Colombia LLC. Septiembre 2013.

2.2.5 Herramientas de Corte. En algunos casos, es necesario utilizar herramientas de corte para facilitar la operación, las cuales se muestran a continuación:

2.2.5.1 Cortadores externos. Esta herramienta permite recuperar tubería con obstrucción interior o topes deformados que no permiten un buen agarre exterior o interior, facilitando operaciones de pesca posteriores. Consta de un substituto superior, cuerpo, guía, camisa de precarga, anillo de fricción, resorte y cortadores.

2.2.5.2 Cortadores internos. Esta herramienta permite recuperar tubería que presente dificultades de agarre exterior, facilitando operaciones de pesca posteriores.

2.2.5.3 Cortadores Químicos. Usan compuestos químicos que son activados eléctricamente y su reacción corta el metal transversalmente, existe un tamaño de herramienta para cada tipo de tubería dependiendo del diámetro interno y la cantidad de compuesto, dependerá del espesor de pared a ser cortado. La superficie cortada resulta ser uniforme.

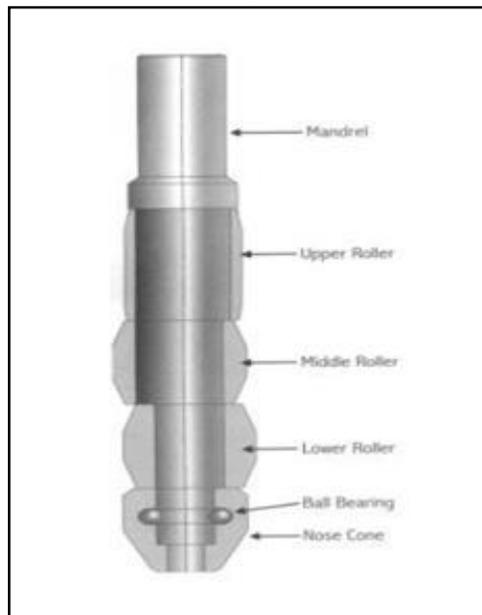
2.2.5.4 Corte Con Explosivos. Al igual que los cortadores químicos usan cargas que se activan eléctricamente, y producen la falla del material del tubo, pero a diferencia del cortador químico, la superficie cortada se deforma o estalla,

requiriendo rectificar o demoler una larga sección del tope del pescado, para su posterior enganche.

2.2.6 Herramientas Rectificadoras. En las operaciones de pesca es necesario utilizar herramientas rectificadoras para facilitar el proceso, las cuales se muestran a continuación:

2.2.6.1 Casing Roller. El casing roller ha sido diseñada para restaurar el calibre interno de tuberías colapsadas o deformadas. Es diseñada con un mandril de escalones cilíndricos excéntricos, sobre los que trabajan tres rodillos de alta resistencia, endurecidos para ser resistentes al desgaste, y un cono de nariz guía con rodamiento de esferas (Figura 19).

Figura 19. Casing Roller

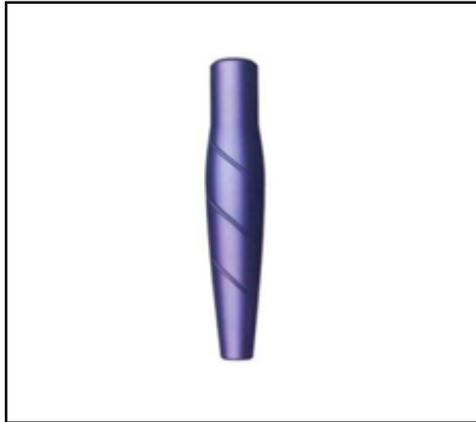


Fuente: Serrano, M. Herramientas de Pesca. Occidental de Colombia LLC. Septiembre 2013.

2.2.6.2 Casing Swage. El casing swage (Figura 20) ha sido diseñada para restaurar el calibre interno de tuberías colapsadas o deformadas. Es diseñada de manera integral o en un ensamble de mandril y un cono intercambiable con nariz retenedora, con superficies de trabajo endurecidos para prevenir desgaste. Se trabaja con ensamble que incluye Bumper sub y martillo, golpeando de manera sucesiva hasta forzar el paso de la herramienta restaurando gradualmente el

calibre. Puede ser un trabajo prolongado dado que implica viajes con herramientas que incrementen su diámetro en cantidades menores a $\frac{1}{4}$ ".

Figura 20. Casing Swage



Fuente: Serrano, M. Herramientas de Pesca. Occidental de Colombia LLC. Septiembre 2013.

Las anteriores herramientas mencionadas son las utilizadas en el Campo en cuestión, para realizar las operaciones de pesca cuando es necesario. Dependiendo del pescado y de las condiciones de trabajo, se escogen las herramientas para el trabajo.

2.3 HISTORICO DE LAS OPERACION DE LA CAMPAÑA 40K

La Campaña 40K presenta una serie de operaciones en las cuales se intervinieron un total de 72 pozos del Campo La Cira Infantas y donde se encuentra que en 56 pozos de los anteriores mencionados, fue necesario realizar pescas.

A continuación en la Tabla 3, se presentan los 72 pozos que fueron intervenidos para esta campaña, a los que se realizaron operaciones de pesca y a los pozos restantes que se les realizaron intervenciones para reacondicionamiento pero no se necesitó de la pesca para completar los trabajos.

Tabla 3. Zona y tiempo de pesca de los 72 pozos de interés

Pozo	Zona	Inicio Pesca	Finalizo Pesca	Tiempo Pesca (DIAS)	Tiempo Viaje (HRS)
P - 01	IN	0	0	0.0	0.0
P - 02	CN	0	0	0.0	0.0
P - 03	IN	0	0	0.0	0.0
P - 04	IN	0	0	0.0	0.0
P - 05	IN	0	0	0.0	0.0
P - 06	IN	0	0	0.0	0.0
P - 07	CN	0	0	0	0.0
P - 08	CE	0	0	0	0.0
P - 09	CE	0	0	0	0.0
P - 10	CS	0	0	0.0	0.0
P - 11	CN	0	0	0	0.0
P - 12	CE	0	0	0	0.0
P - 13	IS	0	0	0.0	0.0
P - 14	IS	0	0	0.0	0.0
P - 15	CS	0	0	0	0.0
P - 16	IS	0	0	0.0	0.0
P - 17	CN	14/12/2016 3:00	14/12/2016 18:00	0.6	15.0
P - 18	CE	05/11/2016 23:00	06/11/2016 20:30	0.9	21.5
P - 19	IN	07/12/2016 8:00	08/12/2016 6:00	0.9	22.0
P - 20	CN	08/12/2016 5:30	09/12/2016 5:00	1.0	23.5
P - 21	CS	20/10/2016 6:30	21/10/2016 12:00	1.2	29.5
P - 22	CS	05/09/2016 5:00	06/09/2016 16:00	1.5	17.5
P - 23	CE	21/09/2016 19:30	23/09/2016 7:30	1.5	18.0
P - 24	CS	14/11/2016 5:00	15/11/2016 20:00	1.6	19.5
P - 25	CS	07/10/2016 2:00	08/10/2016 21:00	1.8	21.5
P - 26	CS	26/11/2016 15:00	28/11/2016 16:30	2.1	49.5
P - 27	IC	07/12/2016 22:00	10/12/2016 0:00	2.1	12.5
P - 28	IC	27/11/2016 16:00	29/11/2016 20:00	2.2	13.0
P - 29	IN	25/12/2016 15:00	27/12/2016 21:00	2.3	18.0
P - 30	IN	13/12/2016 5:00	15/12/2016 14:00	2.4	19.0
P - 31	IS	09/12/2016 1:00	11/12/2016 11:30	2.4	29.3
P - 32	IN	05/10/2016 6:00	07/10/2016 19:00	2.5	30.5
P - 33	IN	21/12/2016 10:00	24/12/2016 0:00	2.6	20.7
P - 34	IN	30/11/2016 21:00	03/12/2016 11:00	2.6	15.5
P - 35	IN	06/12/2016 15:00	09/12/2016 5:00	2.6	20.7

Tabla 3. (Continuación)

Pozo	Zona	Inicio Pesca	Finalizo Pesca	Tiempo Pesca (DIAS)	Tiempo Viaje (HRS)
P - 36	IN	28/10/2016 16:30	31/10/2016 7:00	2.6	15.6
P - 37	CE	27/12/2016 13:00	30/12/2016 3:30	2.6	20.8
P - 38	IS	19/11/2016 0:45	21/11/2016 16:00	2.6	21.1
P - 39	CS	19/12/2016 0:00	21/12/2016 16:00	2.7	16.0
P - 40	CE	08/10/2016 1:30	10/10/2016 20:00	2.8	22.2
P - 41	IN	07/12/2016 10:00	10/12/2016 10:00	3.0	18.0
P - 42	IS	13/12/2016 21:30	17/12/2016 4:00	3.3	26.2
P - 43	IN	12/12/2016 11:00	15/12/2016 18:00	3.3	15.8
P - 44	CS	09/11/2016 17:00	13/11/2016 10:30	3.7	44.7
P - 45	IN	31/10/2016 10:00	04/11/2016 5:30	3.8	13.1
P - 46	IN	08/11/2016 18:00	12/11/2016 20:30	4.1	24.6
P - 47	IN	15/11/2016 8:30	19/11/2016 11:00	4.1	16.4
P - 48	IN	30/12/2016 9:00	03/01/2017 20:00	4.5	0.0
P - 49	CN	24/11/2016 18:00	29/11/2016 8:00	4.6	15.7
P - 50	CN	27/12/2016 13:30	01/01/2017 6:00	4.7	18.8
P - 51	CS	28/10/2016 10:30	02/11/2016 20:00	5.4	25.9
P - 52	IN	06/11/2016 1:00	11/11/2016 18:00	5.7	19.6
P - 53	CS	27/09/2016 17:00	03/10/2016 16:00	6.0	47.7
P - 54	IN	16/10/2016 10:00	22/10/2016 11:00	6.0	8.1
P - 55	IN	24/11/2016 20:30	01/12/2016 3:00	6.3	25.1
P - 56	CS	03/11/2016 11:00	10/11/2016 3:30	6.7	22.9
P - 57	IN	24/11/2016 6:30	01/12/2016 9:00	7.1	21.3
P - 58	IN	25/11/2016 0:00	03/12/2016 23:00	9.0	53.8
P - 59	IN	16/11/2016 10:30	26/11/2016 10:30	10.0	21.8
P - 60	IC	15/11/2016 17:30	25/11/2016 18:00	10.0	17.2
P - 61	CN	06/11/2016 1:00	16/11/2016 6:30	10.2	17.5
P - 62	IN	21/10/2016 21:00	01/11/2016 13:00	10.7	14.2
P - 63	CS	21/11/2016 0:00	02/12/2016 17:30	11.7	31.3
P - 64	IN	15/10/2016 0:00	28/10/2016 0:00	13.0	18.4
P - 65	IN	07/11/2016 8:30	21/11/2016 2:00	13.7	30.0
P - 66	IC	04/12/2016 13:00	19/12/2016 6:00	14.7	35.3
P - 67	CS	30/09/2016 10:30	15/10/2016 11:00	15.0	45.1
P - 68	IC	26/09/2016 11:30	13/10/2016 18:00	17.3	25.9
P - 69	IN	08/12/2016 16:00	26/12/2016 3:30	17.5	16.1
P - 70	CS	10/10/2016 14:30	28/10/2016 19:00	18.2	19.0
P - 71	IN	14/09/2016 4:30	03/10/2016 5:00	19.0	19.8
P - 72	CN	22/09/2016 4:30	15/10/2016 11:00	23.3	37.2

La Tabla 3 presenta los 72 pozos que fueron intervenidos del Campo La Cira Infantas, junto con las zonas donde se encuentran cada uno de esos pozos, las cuales son Infantas Norte (IN), Infantas Sur (IS), Infantas Central (IC), Cira Norte (CN), Cira Sur (CS) y Cira Este (CE). Por otra parte, se presentan las fechas de inicio y fin de la operación de pesca junto con el tiempo de viajes en horas utilizado en estos trabajos.

Para realizar la matriz de decisión de las operaciones de pesca y tomar mejores decisiones, es importante tener en cuenta estos parámetros del histórico del campo, ya que lo principal es medir el tiempo gastado en estas operaciones porque representan incremento en los costos, y el objetivo de este proyecto de grado es reducir estos tiempos operacionales teniendo en cuenta diferentes parámetros.

Tabla 4. Run Life y empaques utilizados en los 72 pozos de interés

Pozo	RL Instalación (Años)	# Empaques	# Empaques Cuñas	# Empaques Tandem
P - 01	2.1	4	2	2
P - 02	5.3	6	2	4
P - 03	3.1	7	3	4
P - 04	3.5	5	2	3
P - 05	1.2	0	0	0
P - 06	2.1	4	2	2
P - 07	2.0	9	3	6
P - 08	6.2	3	2	1
P - 09	3.2	4	3	1
P - 10	3.4	6	3	3
P - 11	2.0	4	2	2
P - 12	2.2	4	1	3
P - 13	2.9	7	4	3
P - 14	2.3	6	3	3
P - 15	3.1	6	3	3
P - 16	1.8	6	3	3
P - 17	1.2	8	3	5
P - 18	2.2	5	4	1
P - 19	3.5	5	3	2
P - 20	2.5	6	3	3
P - 21	5.3	6	3	3
P - 22	2.8	6	3	3
P - 23	2.9	6	3	3

Tabla 4. (Continuación)

Pozo	RL Instalación (Años)	# Empaques	# Empaques Cuñas	# Empaques Tandem
P - 24	3.5	5	3	2
P - 25	4.9	6	3	3
P - 26	2.3	8	3	5
P - 27	3.2	6	3	3
P - 28	2.9	7	3	4
P - 29	4.2	4	2	2
P - 30	5.2	4	2	2
P - 31	2.1	7	4	3
P - 32	1.9	4	2	2
P - 33	5.2	7	3	4
P - 34	4.2	8	3	5
P - 35	5.9	5	2	3
P - 36	7.0	5	0	5
P - 37	4.5	6	3	3
P - 38	4.5	11	11	0
P - 39	3.3	8	3	5
P - 40	4.5	7	0	7
P - 41	3.6	7	3	4
P - 42	2.3	6	4	2
P - 43	6.7	4	2	2
P - 44	6.4	5	2	3
P - 45	4.5	6	2	4
P - 46	6.9	3	3	0
P - 47	4.4	4	3	1
P - 48	1.0	1	1	0
P - 49	5.8	8	2	6
P - 50	5.4	7	4	3
P - 51	4.3	7	3	4
P - 52	6.9	3	2	1
P - 53	3.0	6	3	3
P - 54	5.7	8	3	5
P - 55	7.1	4	2	2
P - 56	5.1	9	3	6
P - 57	6.2	5	2	3
P - 58	6.3	9	3	6
P - 59	4.2	8	3	5

Tabla 4. (Continuación)

Pozo	RL Instalación (Años)	# Empaques	# Empaques Cuñas	# Empaques Tandem
P - 60	6.8	4	2	2
P - 61	6.2	6	2	4
P - 62	5.2	7	3	4
P - 63	5.1	10	3	7
P - 64	6.2	7	3	4
P - 65	4.6	7	3	4
P - 66	4.0	6	3	3
P - 67	4.7	10	4	6
P - 68	2.4	8	3	5
P - 69	5.9	6	3	3
P - 70	6.3	7	3	4
P - 71	5.7	7	3	4
P - 72	1.6	7	3	4

En la Tabla 4 se presentan los Run Life de cada pozo de interés, ya que esto da un criterio de análisis sobre el tiempo que llevan las herramientas en el fondo del pozo y la afectación que puede generar al estar mayor tiempo como 7 años, o menor tiempo como un año a diferentes condiciones.

También, en la Tabla 4 se presenta la cantidad de empaques con los que fueron construidas las sargas selectivas de inyección de agua, clasificando cuantos empaques pertenecen a los tipos tandem y cuantos empaques son de cuñas, lo que representa un parámetro de interés para analizar si el tiempo de pesca incrementa cuando se utilizan esta clase de empaques, como por ejemplo el de tipo cuñas, ya que este presenta un desasentamiento más complicado que los de tipo Tandem.

Tabla 5. Cortes y viajes realizados en las operaciones de pesca

Pozo	# Cortes	# Corte Exitoso	Corte No Exitoso	# Viaje Exitoso	# Viajes no Exitosos
P - 01	0	0	0	0	0
P - 02	0	0	0	0	0
P - 03	0	0	0	0	0
P - 04	0	0	0	0	0
P - 05	0	0	0	0	0
P - 06	0	0	0	0	0
P - 07	0	0	0	0	0

Tabla 5. (Continuación)

Pozo	# Cortes	# Corte Exitoso	Corte No Exitoso	# Viaje Exitoso	# Viajes no Exitosos
P - 08	0	0	0	0	0
P - 09	0	0	0	0	0
P - 10	0	0	0	0	0
P - 11	0	0	0	0	0
P - 12	0	0	0	0	0
P - 13	0	0	0	0	0
P - 14	0	0	0	0	0
P - 15	0	0	0	0	0
P - 16	0	0	0	0	0
P - 17	0	0	0	1	0
P - 18	0	0	0	1	0
P - 19	0	0	0	1	0
P - 20	0	0	0	1	0
P - 21	0	0	0	1	0
P - 22	0	0	0	2	0
P - 23	0	0	0	2	0
P - 24	0	0	0	2	0
P - 25	0	0	0	2	0
P - 26	0	0	0	1	0
P - 27	0	0	0	4	0
P - 28	0	0	0	4	0
P - 29	0	0	0	3	0
P - 30	0	0	0	3	0
P - 31	0	0	0	1	1
P - 32	0	0	0	2	0
P - 33	0	0	0	2	1
P - 34	0	0	0	4	0
P - 35	0	0	0	3	0
P - 36	0	0	0	3	1
P - 37	0	0	0	3	0
P - 38	0	0	0	3	0
P - 39	0	0	0	4	0
P - 40	0	0	0	3	0
P - 41	0	0	0	3	1
P - 42	0	0	0	3	0
P - 43	0	0	0	5	0

Tabla 5. (Continuación)

Pozo	# Cortes	# Corte Exitoso	Corte No Exitoso	# Viaje Exitoso	# Viajes no Exitosos
P - 44	0	0	0	1	1
P - 45	0	0	0	6	1
P - 46	0	0	0	4	0
P - 47	0	0	0	5	1
P - 48	0	0	0	0	0
P - 49	0	0	0	7	0
P - 50	0	0	0	3	3
P - 51	0	0	0	4	1
P - 52	0	0	0	4	3
P - 53	0	0	0	1	2
P - 54	0	0	0	18	0
P - 55	0	0	0	5	1
P - 56	0	0	0	4	3
P - 57	0	0	0	5	3
P - 58	0	0	0	2	2
P - 59	1	1	0	7	4
P - 60	1	1	0	14	0
P - 61	0	0	0	7	7
P - 62	0	0	0	14	4
P - 63	0	0	0	6	3
P - 64	1	1	0	14	3
P - 65	0	0	0	10	1
P - 66	2	0	2	5	5
P - 67	0	0	0	3	5
P - 68	1	1	0	6	10
P - 69	0	0	0	21	5
P - 70	0	0	0	13	10
P - 71	0	0	0	15	8
P - 72	3	2	1	9	6

En la Tabla 5 se presentaron la cantidad de cortes que se realizaron en los pozos con el fin de facilitar la operación de pesca, y se encuentran clasificados como los cortes exitosos y los no exitosos debido a problemas en la operación, de igual forma es posible evidenciar que en muchos pozos no fue necesario realizar cortes en las herramientas para ejecutar la pesca, lo que representa un criterio para analizar el beneficio de utilizar los cortes respecto al tiempo de pesca gastado en los pozos.

Por otra parte, en la Tabla 5 se presentaron los viajes exitosos y los no exitosos en las operaciones. Es necesario tener en cuenta que cada viaje no exitoso que se realizó, representa tiempos no productivos y por lo tanto es un indicador negativo ya que puede incrementar los costos operacionales.

3. SELECCIÓN DE PARÁMETROS CRÍTICOS DE LAS OPERACIONES DE PESCA

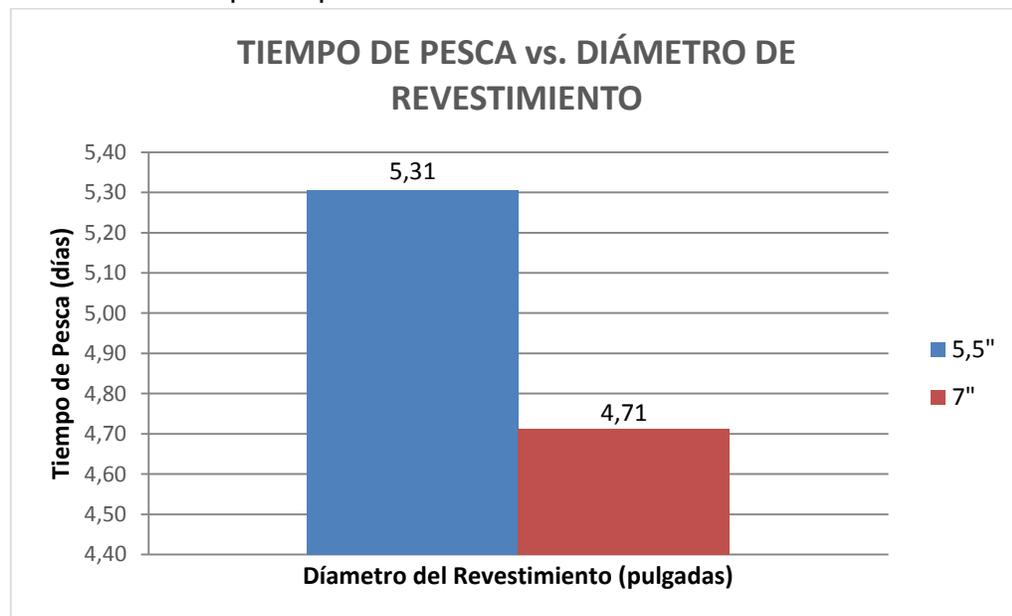
A continuación, en este capítulo se realiza la selección y descripción de los parámetros críticos más importantes que están involucrados en las operaciones de pesca en los 72 pozos inyectores de la campaña 40K en el Campo La Cira Infantas, y que estarán presentes en la matriz de decisión. Estos parámetros son: diámetro del revestimiento, área o zona donde se encuentra localizado el pozo, run life o tiempo que lleva inyectando el pozo y número de empaques de cuñas que presenta la sarta selectiva de inyección.

Los anteriores parámetros, fueron seleccionados con base en los análisis de tiempos no operativos en la pesca presentados en el capítulo anterior, el criterio de selección es la variación de los tiempos de pesca, ya que al modificar dichos parámetros se altera significativamente el tiempo de la operación.

3.1 DIÁMETRO DEL REVESTIMIENTO

El primer parámetro seleccionado para construir la matriz de decisión es el diámetro del revestimiento del pozo a partir de su estado mecánico. Esto debido a que al realizar las operaciones de pesca se tiene mayor facilidad de trabajo en los pozos que presentan un diámetro más amplio, que en los que son más reducidos, lo cual se ve representado en la Gráfica 1.

Gráfica 1. Tiempo de pesca vs. Diámetro del revestimiento

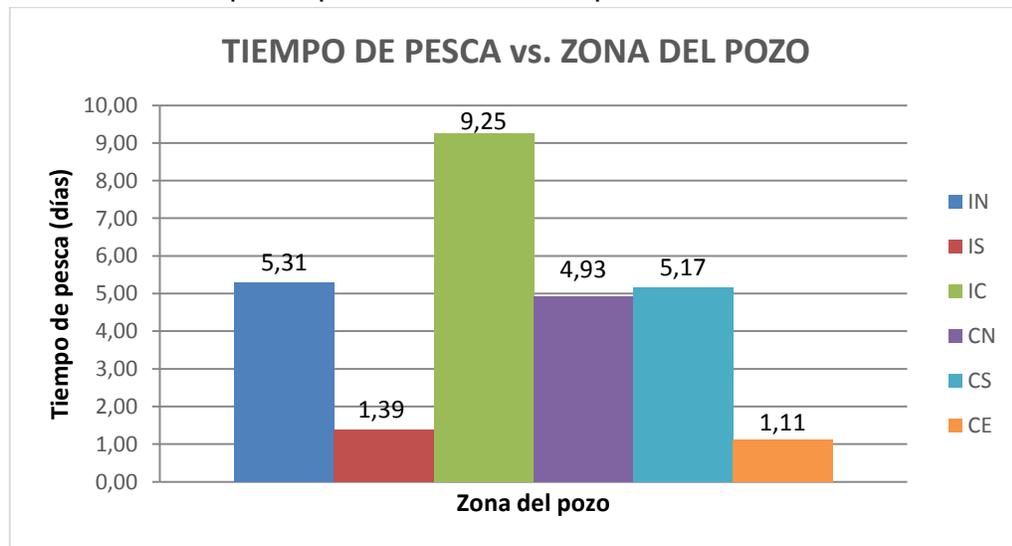


En la gráfica anterior, se representaron los dos diámetros internos utilizados en los revestimientos de los pozos inyectoros del Campo la Cira Infantas, los cuales son de 5,5 pulgadas y 7 pulgadas. Como se evidencia en la Gráfica 1, en los 72 pozos intervenidos del Campo, el diámetro más reducido presenta mayores tiempos de pesca que corresponde a 5,31 días por cada pozo, por el contrario, los que presentan diámetro de 7 pulgadas tienen un tiempo de pesca menor que es de 4,71 días por pozo. Esto representa un parámetro importante al momento de tomar decisiones, porque se deben considerar diferentes aspectos como las herramientas utilizadas al momento de realizar las operaciones de pesca, que sean las adecuadas para no incrementar los tiempos de trabajo.

3.2 ZONA DEL POZO

El Campo la Cira Infantas se encuentra dividido en seis zonas, dentro de las cuales se presentan: Infantas Norte (IN), Infantas Sur (IS), Infantas Central (IC), Cira Norte (CN), Cira Sur (CS) y Cira Este (CE). En la Gráfica 2, se evidencia el tiempo que presentan las zonas anteriormente nombradas, respecto al tiempo de pesca de cada pozo.

Gráfica 2. Tiempo de pesca vs. Zona del pozo

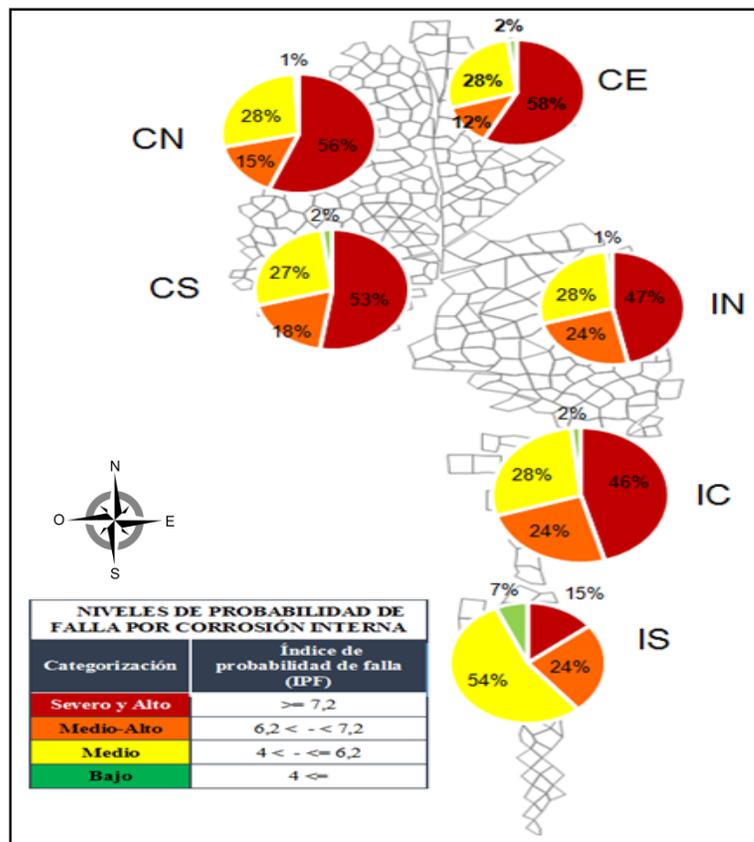


Como se muestra en la gráfica, la zona que presenta mayor incremento en el tiempo utilizado en las operaciones de pesca es Infantas Central, ya que se emplean 9,25 días por pozo de trabajo, lo que representa un incremento en los costos. Por otra parte las zonas IN, CN y CS presentan unos tiempos de 5,31 días por pozo, 4,93 días por pozo y 5,17 días por pozo respectivamente, lo que sigue

representado un incremento en los costos operacionales porque el tiempo ideal en los trabajos de pesca para el Campo La Cira Infantas es de 3 días por pozo. En cambio para las zonas IS y CE, se evidencian unos tiempos de 1,39 días por pozo y 1,11 días por pozo, lo que indica que estas zonas no presentan inconvenientes al momento de realizar operaciones de pesca porque los días empleados son inferiores al valor ideal.

Según el mapa de corrosividad mostrado en la Figura 21, se puede evidenciar que en las zonas de CN, CS, IN e IC presentan alto índice de probabilidad de falla por corrosión lo que incrementa los tiempos no operacionales de los trabajos de pesca como se comprueba en la Gráfica 2. De igual forma en la Figura 21 se observa que CE también tiene un alto índice de falla por corrosión, lo cual no concuerda con la gráfica anterior, ya que este no es el único factor que puede intervenir en el incremento de los tiempos no operacionales.

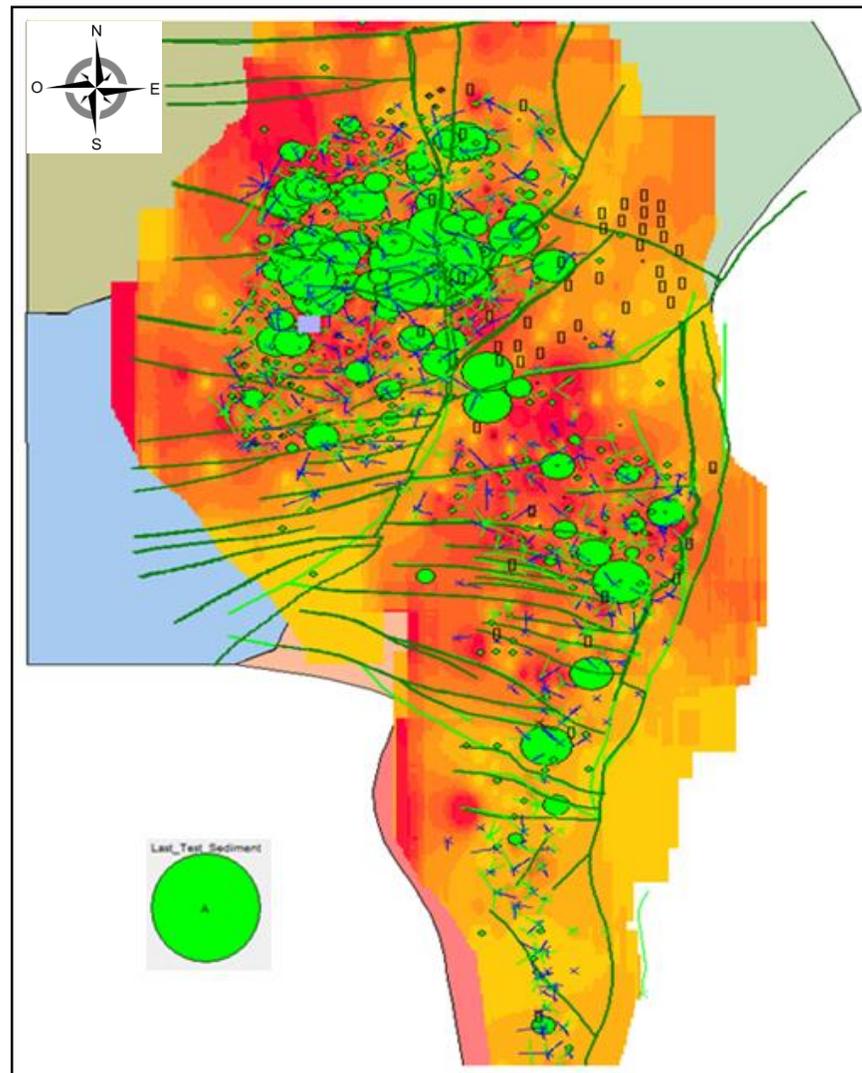
Figura 21. Mapa de corrosividad del Campo La Cira Infantas



Fuente: OCCIDENTAL DE COLOMBIA. Mapa de corrosividad La Cira – Infantas. Septiembre 2017.

Otro factor importante es el arenamiento que se puede generar en los pozos, lo cual incrementa los tiempos en las operaciones de pesca, mostrado en la Figura 22, en donde se evidencia que en las zonas de CN, CS, IN e IC presentan gran cantidad de sedimentos que pueden causar problemas de arenamiento en los pozos, incrementando los tiempos no operacionales. En cambio para las zonas CE e IS no se presentan inconvenientes porque tienen baja cantidad de sedimentos, demostrando relación con la Gráfica 2, puesto que estos presentan bajos tiempos en las operaciones de pesca.

Figura 22. Mapa de arenamiento del Campo La Cira Infantas



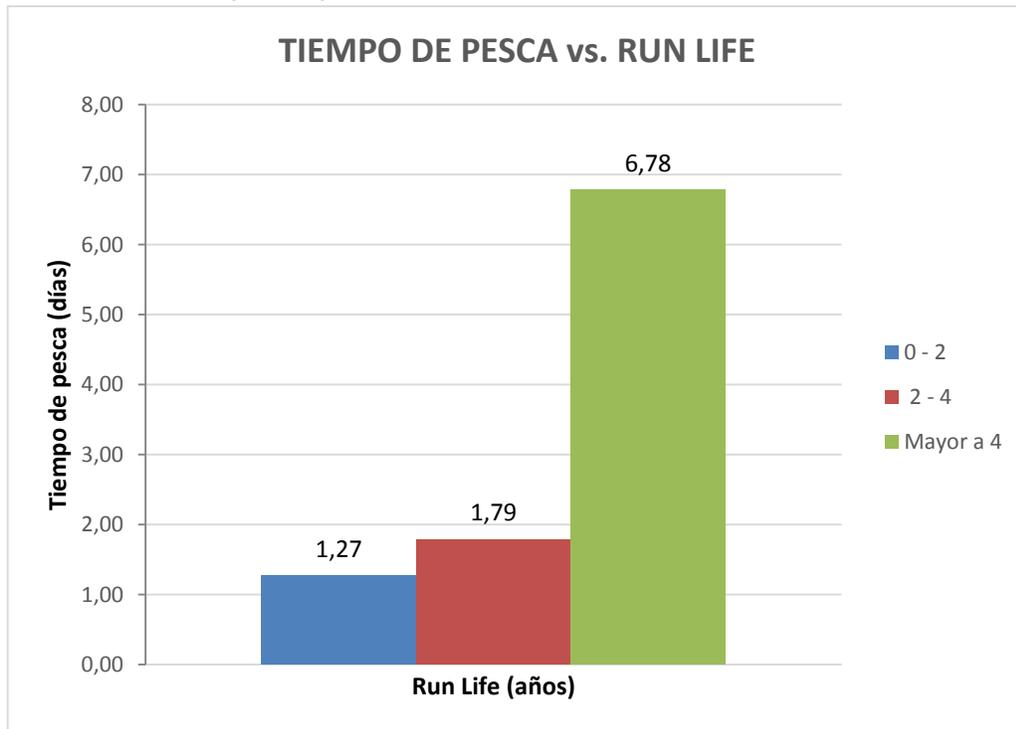
Fuente: OCCIDENTAL DE COLOMBIA. Control y manejo de arena en La Cira Infantas.

3.3 RUN LIFE

Los pozos de la campaña 40K del Campo La Cira Infantas poseen un Run Life de instalación medido en años que puede ser clasificado en los intervalos de 0 a 2, de 2 a 4 y mayores a 4 años, mostrando una tendencia con respecto al tiempo promedio en días que dura una operación de pesca.

En la Gráfica 3 se presenta la relación que existe entre el Run Life en años y el tiempo en días que dura una operación de pesca.

Gráfica 3. Tiempo de pesca vs. Run Life



En la Gráfica 3 se evidencia que entre mayor es el valor del Run Life, mayor es el tiempo que se requiere para la pesca, cuando el Run Life está entre 0 y 2 años, el tiempo promedio de pesca es de 1,27 días, cuando está entre 2 a 4 años, el tiempo promedio para la operación de pesca es de 1,79 días y cuando se superan los 4 años de instalación de las herramientas, el promedio de pesca en días es de 6,78, lo que representa tiempos no productivos.

Este es un parámetro crítico que está dado por el desgaste de las herramientas, ya que entre más tiempo lleven de instalación, mayor será la probabilidad de que falle en alguna sección, este fenómeno es promovido por la corrosión, ya que

entre mayor sea el tiempo de exposición de los materiales a un medio corrosivo, mayor será el ataque a la integridad de las herramientas, como picaduras (Figura 23), grietas (Figura 24), erosión (Figura 25) o hasta fractura completa de la sarta de inyección (Figura 26)⁴¹.

Figura 23. Corrosión por picadura landing nipple (izquierda) y mandril (derecha)



Fuente: Occidental de Colombia. LLC. “Informe técnico operación de Workover. Campo La Cira Infantas,” 2017. p. 12.

Figura 24. Corrosión por grietas en pup joint



Fuente: Occidental de Colombia. LLC. “Informe técnico operación de Workover. Campo La Cira Infantas,” 2017. p. 13.

⁴¹ OCCIDENTAL DE COLOMBIA. LLC. Informe técnico operación de Workover. Campo La Cira Infantas, 2017. p. 12-18.

Figura 25. Corrosión por erosión en tubería (izquierda) y en empaque hidráulico (derecha)



Fuente: Occidental de Colombia. LLC. “Informe técnico operación de Workover. Campo La Cira Infantas,” 2017. p. 15.

Figura 26. Fractura de tubería por corrosión



Fuente: Occidental de Colombia. LLC. “Informe técnico operación de Workover. Campo La Cira Infantas,” 2017. p. 18.

Es necesario tener en cuenta que este parámetro se verá afectado también por la zona del campo en el que estén ubicados los pozos, ya que hay zonas en las que la presencia de la corrosión es más alta, debido a que es mayor la cantidad de agua de inyección que pasa por los pozos de esas áreas.

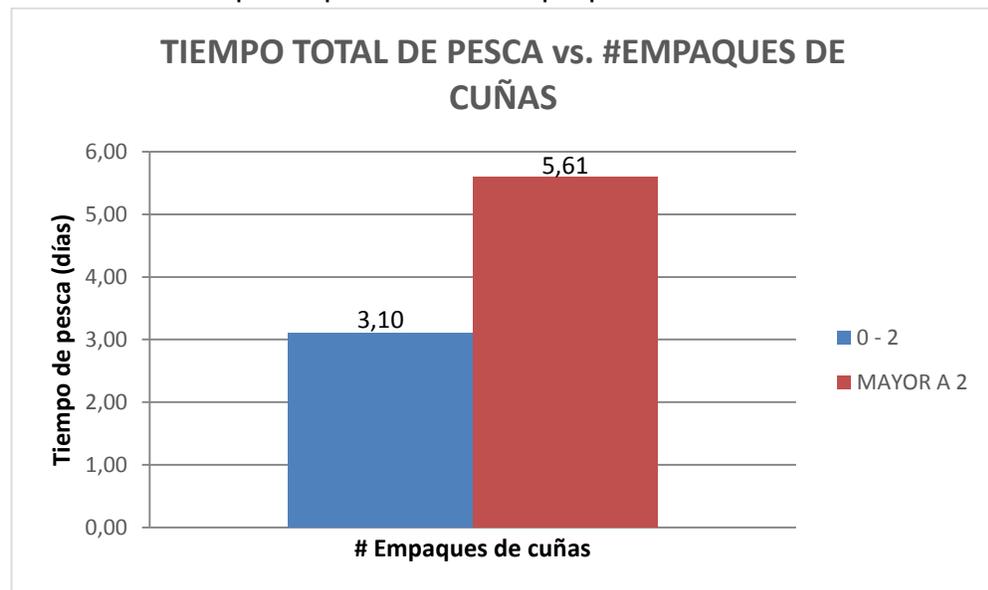
3.4 NÚMERO DE EMPAQUES DE CUÑAS

Los BHA que son utilizados en las operaciones del Campo La Cira Infantas son especiales para procesos de inyección y tienen en su conformación empaques de tipo cuñas y Tandem. Mediante el estudio de los pozos trabajados y el estado mecánico se lograron determinar dos cosas. En primer lugar que los empaques tipo Tandem no representan un contratiempo para la operación, ya que están compuestos por gomas que son fácilmente liberadas, y en segundo lugar que la cantidad de empaques de cuñas que se instalan en una sarta, presentaban un

patrón de comportamiento respecto a los días promedio que duraba la pesca, esto debido a que el lugar en el que se encuentran ubicados estos empaques son puntos susceptibles a rupturas.

En la Grafica 4 se presenta la relación entre el tiempo en días que dura la pesca contra el intervalo de empaques que son instalados en los pozos de La Cira Infantas.

Gráfica 4. Tiempo de pesca vs. # Empaques de cuñas



En la Gráfica 4 se presenta el tiempo promedio en días que demora una operación de pesca dependiendo la cantidad de empaques que tenga. Para sartas que en su conformación tengan de 0 a 2 empaques de cuñas, el tiempo promedio de pesca es de 3,1 días, cuando se instalan más de 2 empaques, el tiempo es de 5,61 días, lo que representa que a mayor cantidad de empaques de cuñas instalados, más es el tiempo que se tardara la operación de pesca.

A continuación en la Tabla 6 se presenta un resumen de los parámetros críticos escogidos con los respectivos resultados estadísticos del tiempo de pesca en días, en donde se evidencia la variación de los resultados dependiente del cambio en los parámetros.

Tabla 6. Resumen de parámetros críticos

PARÁMETRO	Clasificación	Tiempo Promedio de pesca (Días)
Diámetro de Revestimiento	5,5 Pulgadas	5,31
	7 Pulgadas	4,71
Zona del Campo	IN: Infantas Norte	5,31
	IS: Infantas Sur	1,39
	IC: Infantas Central	9,25
	CN: Cira Norte	4,93
	CS: Cira Sur	5,17
	CE: Cira Este	1,11
Run Life	0 - 2 años	1,27
	2 - 4 años	1,79
	Mayor a 4 años	6,78
#Empaques de Cuñas	0 - 2 Empaques	3,10
	Mayor a 2 Empaques	5,61

4. DISEÑO DE LA MATRIZ DE DECISIÓN PARA LAS OPERACIONES DE PESCA

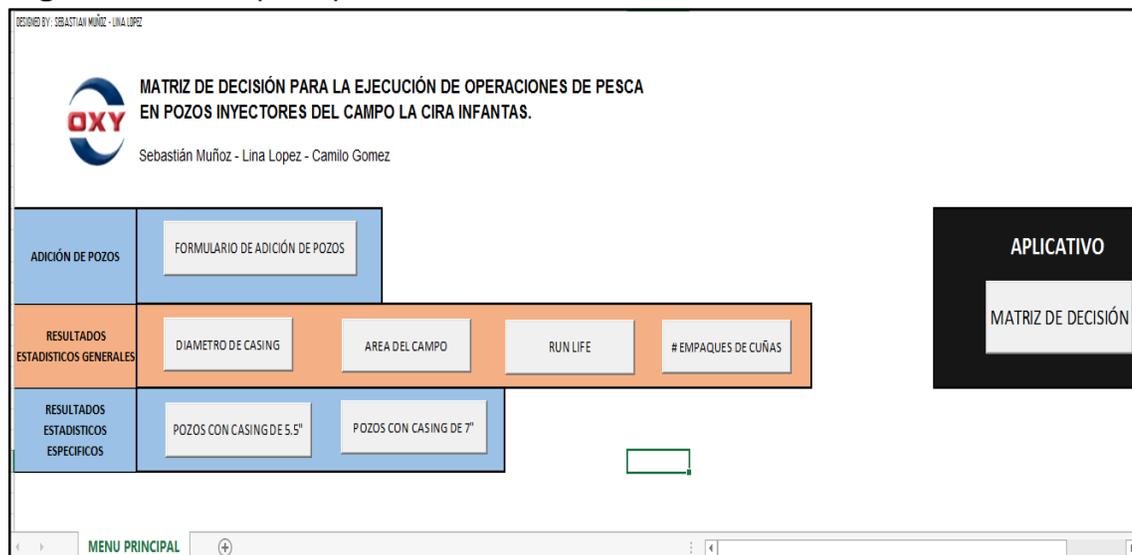
En este capítulo se realiza el diseño de la matriz de decisión para las operaciones de pesca con base a los parámetros críticos presentados anteriormente. Esto con el fin de reducir los tiempos no operacionales que se generan en los trabajos de pesca realizados en pozos inyectoros, ya que por los parámetros críticos se incrementa la duración de la operación y los costos.

En el Campo La Cira Infantas se realizan operaciones de reacondicionamiento a los pozos inyectoros cada tres años, lo que trae como consecuencia operaciones de pesca para recuperar la herramienta. Pero al momento de realizar estos trabajos, el tiempo se incrementa del valor ideal que es 3 días por pozo, que es el establecido por la compañía Occidental de Colombia. Por consiguiente, este trabajo propone la implementación de una matriz de decisión para mejorar estos tiempos no operacionales.

A continuación se presenta cada una de las secciones necesarias para llegar a la elaboración de la matriz teniendo en cuenta que se utilizaron los datos históricos de la campaña 40K en el Campo La Cira Infantas (Ver Anexo B).

En la Figura 27 se presenta el menú principal del proyecto, en donde se podrán escoger los ítems de interés a revisar.

Figura 27. Menú principal de la matriz de decisión.



En la Figura 27 se puede observar los ítems que contiene el programa, es posible observar 4 secciones, la primera hace referencia a la adición de pozos, que será el lugar en el que los datos generales de los pozos del Campo La Cira Infantas serán

agregados, actualmente se encuentran los 72 pozos de la campaña 40K, esta sección es muy importante, ya que de ella dependerán todos los resultados estadísticos de la matriz. En la segunda sección se ven los resultados estadísticos generales de cada parámetro crítico seleccionado, en la siguiente sección se observan los resultados estadísticos específicos, en donde se clasifica cada pozo en los diferentes parámetros críticos y se tiene en cuenta cada línea de la matriz para relacionar los resultados, la última sección presentada en el menú principal es el aplicativo de la matriz de decisión.

4.1 FORMATO DE ADICION DE POZOS

En esta sección se presenta el formulario en el que se agregan los datos generales de los pozos del Campo La Cira Infantas.

Desde el menú principal, se abre la sección adición de pozos y aparece lo presentado en la Figura 28.

Figura 28. Sección de datos generales de la matriz de decisión.

SEBASTIAN MUÑOZ - LINA LOPEZ

 **MATRIZ DE DECISIÓN PARA LA EJECUCIÓN DE OPERACIONES DE PESCA EN POZOS INYECTORES DEL CAMPO LA CIRA INFANTAS.**

Sebastián Muñoz - Lina Lopez - Camilo Gomez

MENU PRINCIPAL

DATOS GENERALES DE LOS POZOS

Area	Diametro de Casing (in)	Fecha Inicio Intervención	Fecha Finalización Intervención	Tiempo Intervención	Inico Pesca	Finalizo Pesca	Tiempo Pesca (DIAS)	Tiempo Viaje (HF)	# BHA Pesca	Fecha Falla Previa	RL Instalacion (Años)
IN	5.5	12/12/16 4:00 PM	12/15/16 8:00 PM	3.2	0	0	0.0	0.0	0	29-nov.-14	2.1
CN	7	12/18/16 2:30 AM	12/25/16 9:00 AM	7.3	0	0	0.0	0.0	0	21-oct.-11	5.3
IN	5.5	12/16/16 1:00 AM	12/19/16 9:00 AM	3.3	0	0	0.0	0.0	0	03-dic.-13	3.1
IN	5.5	12/19/16 5:00 PM	12/24/16 8:30 AM	4.6	0	0	0.0	0.0	0	30-jul.-13	3.5
IN	7	11/25/16 5:00 AM	11/26/16 12:00 AM	0.8	0	0	0.0	0.0	0	23-sep.-15	1.2
IN	7	12/3/16 1:00 PM	12/7/16 12:00 PM	4.0	0	0	0.0	0.0	0	27-nov.-14	2.1
IN	7	12/6/16 12:00 AM	12/11/16 7:00 AM	5.3	07/12/2016 8:00	08/12/2016 6:00	0.9	22.0	1	29-jun.-13	3.5
IN	7	12/24/16 5:30 PM	12/29/16 11:55 PM	5.3	25/12/2016 15:00	27/12/2016 21:00	2.3	18.0	3	21-nov.-12	4.2
IN	7	12/12/16 12:00 AM	12/19/16 7:00 PM	7.8	13/12/2016 5:00	15/12/2016 14:00	2.4	19.0	3	04-nov.-11	5.2
IN	7	10/3/16 8:00 PM	10/11/16 7:00 AM	7.5	05/10/2016 6:00	07/10/2016 19:00	2.5	30.5	2	15-nov.-14	1.9
CS	5.5	25/09/2016 20:00	08/10/2016 10:00	12.6	27/09/2016 17:00	03/10/2016 16:00	6.0	47.7	3	02-nov.-13	3.0
CS	7	28/09/2016 0:00	20/10/2016 16:00	22.7	30/09/2016 10:30	15/10/2016 11:00	15.0	45.1	8	15-feb.-12	4.7
CS	7	27/10/2016 12:00	08/11/2016 9:00	11.9	28/10/2016 10:30	02/11/2016 20:00	5.4	25.9	5	31-jul.-12	4.3
CS	7	11/20/16 5:00 AM	12/2/16 10:00 PM	12.7	21/11/2016 0:00	02/12/2016 17:30	11.7	31.3	9	11-dic.-11	5.1
CS	7	08/11/2016 14:00	24/11/2016 16:00	16.1	09/11/2016 17:00	13/11/2016 10:30	3.7	44.7	2	13-ago.-10	6.4

DATOS GENERALES

En la Figura 28, se observa el formulario de adición de pozos en donde serán diligenciados los datos generales a tener en cuenta para el desarrollo de la matriz, en el momento se encuentran los 72 pozos de la campaña 40K, pero pueden ser adicionados todos los que se requieran, entre más pozos, mayor será la precisión de los resultados estadísticos. Esta sección es la base para la construcción de las demás, ya que aquí son adicionados los parámetros críticos, además de otros datos generales de los pozos como sus fechas de intervención y la cantidad de viajes que se realizaron en cada operación de pesca.

4.2 RESULTADOS ESTADÍSTICOS GENERALES

Una vez se tienen los datos de cada pozo diligenciados, se continúa con la realización de los resultados estadísticos generales que tienen en cuenta la información de los parámetros críticos de todos los pozos. En la Figura 29 se presentan los resultados dependiendo el diámetro del casing.

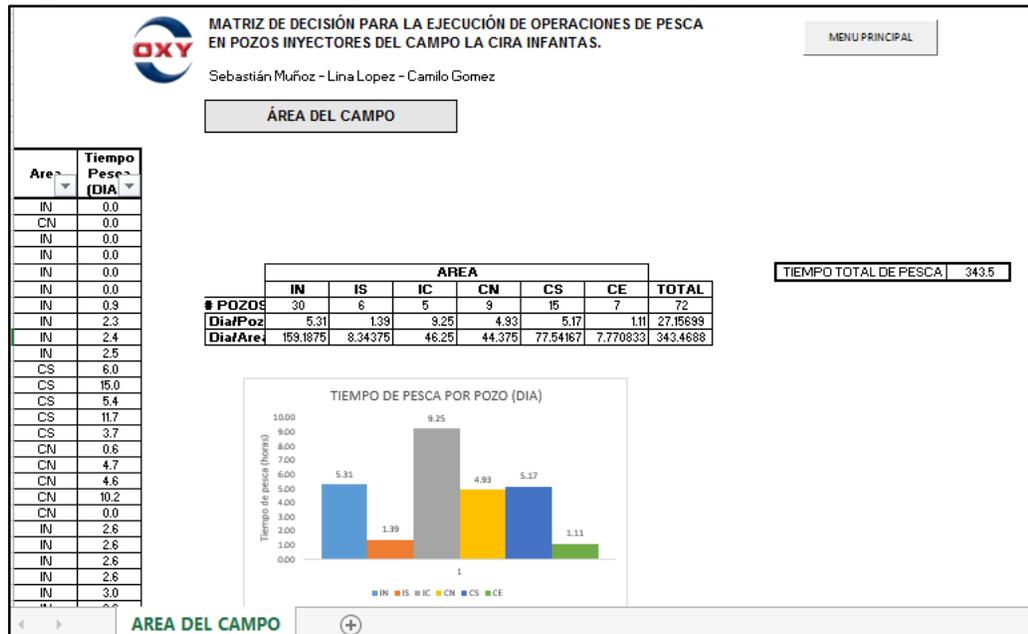
Figura 29. Resultados generales, diámetro del casing



Los resultados generales obtenidos para el primer parámetro crítico tienen en cuenta únicamente clasificar los pozos según su diámetro en 5,5 y 7 pulgadas y calcular el tiempo promedio en días que tardan las pescas de estos pozos.

Como segundo resultado general están los relacionados al parámetro área del campo y de igual manera se obtendrá una respuesta en días de pesca por pozo dependiendo del área en el que se encuentre y tiene en cuenta todos los pozos que hayan sido agregados, en la Figura 30 se presenta este resultado.

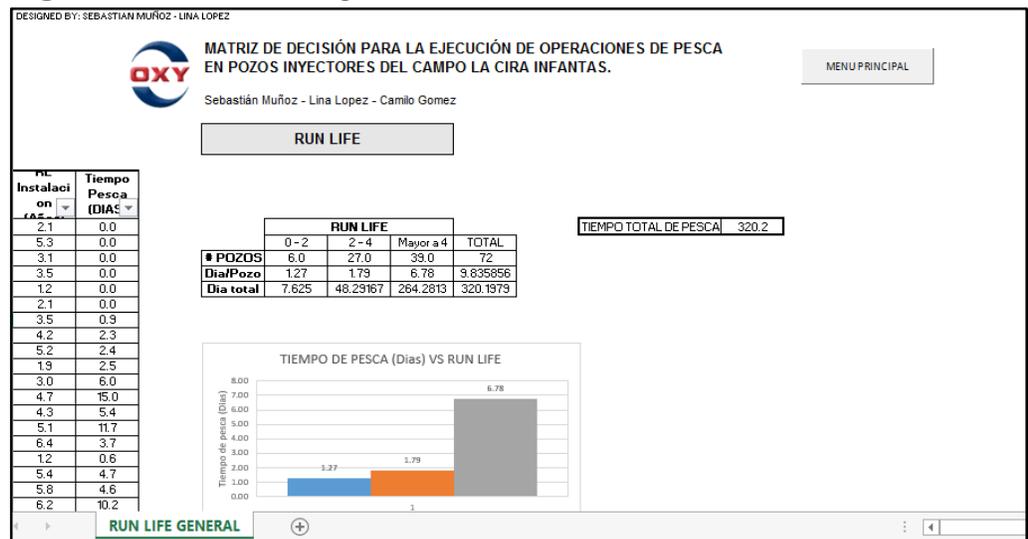
Figura 30. Resultados generales, área del campo



Se toman todos los pozos y se clasifican según el área del campo en el que se encuentren, como resultado se obtienen los tiempos en días de pesca por pozo, teniendo en cuenta que estos tiempos pueden variar si se adicionan más pozos en la primera sección del programa. Como resultado adicional se muestra la cantidad de pozos que se encuentra en cada clasificación.

En el tercer resultado general se encuentra el de la clasificación según los años de Run Life que tenga cada pozo y se presentan en la Figura 31.

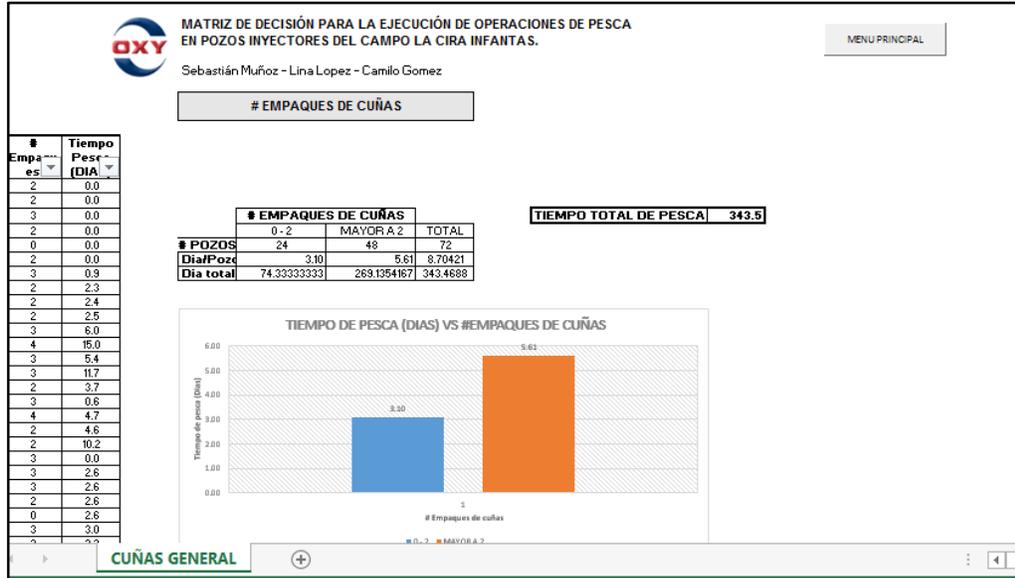
Figura 31. Resultados generales, Run Life



Se muestra el tiempo en días de pesca por pozo y la cantidad de pozos presentes en cada sección evaluada, se tienen en cuenta todos los pozos de la muestra y se clasifican según su Run Life en años.

Como último resultado general se tiene el de la clasificación según la cantidad de empaques de cuñas que se hayan instalado en la sarta, esto se presenta en la Figura 32.

Figura 32. Resultados generales, #Empaques de cuñas



Al igual que en los resultados generales anteriores, se tienen en cuenta todos los pozos y se clasifican para dar como resultado el tiempo en días de pesca y la cantidad de pozos presentes en cada clasificación.

4.3 RESULTADOS ESTADÍSTICOS ESPECIFICOS

En la sección 3 se presentan los resultados estadísticos específicos, en donde se tienen en cuenta todos los 72 pozos de la muestra y adicional a esto cada una de las líneas de acción de la matriz, filtrando y clasificando la información según los requisitos de la matriz.

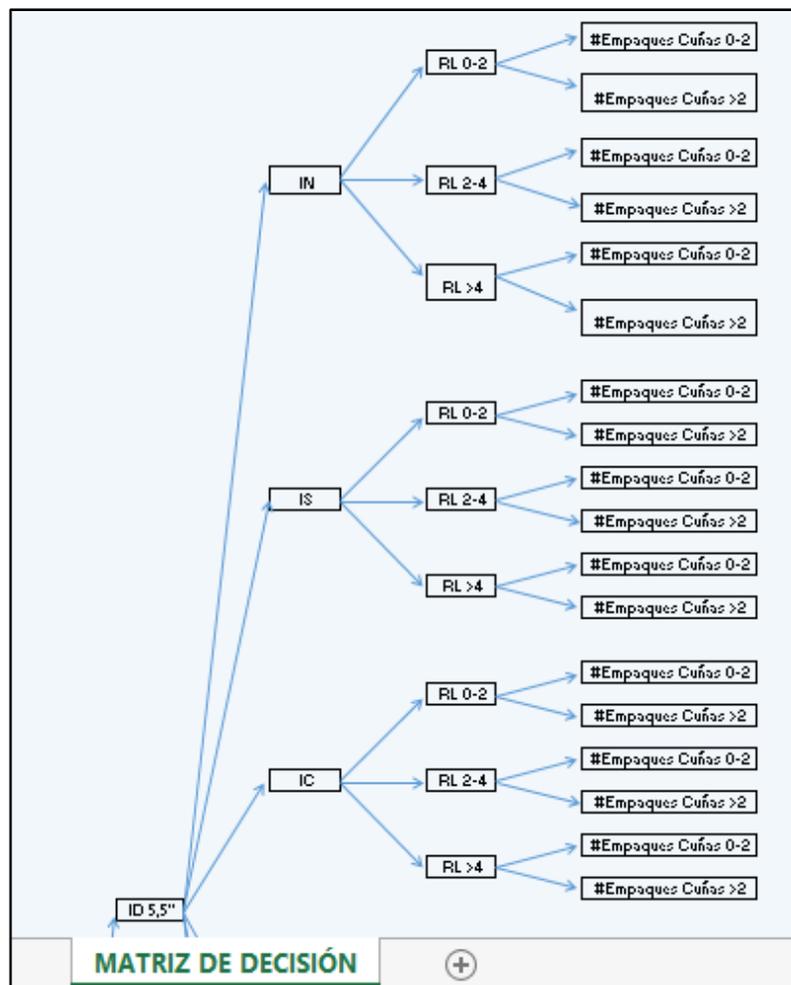
En la Figura 33 se presenta la hoja con los cálculos y resultados estadísticos obtenidos para pozos de 5,5 pulgadas.

En esta hoja se encuentran los resultados específicos para la matriz de decisión, teniendo en cuenta que están filtrados y clasificados los pozos que tienen un diámetro de 7 pulgadas en el casing.

4.4 APLICATIVO DE LA MATRIZ DE DECISIÓN

En la sección 4 se presenta el aplicativo de la matriz de decisión en donde se encuentra en primera instancia, una representación gráfica de la matriz como se muestra en la Figura 35.

Figura 35. Representación gráfica de la matriz de decisión.



En la Figura 35, la variable ID del primer nivel corresponde al diámetro interno del revestimiento, en el siguiente nivel están las zonas del Campo, en el tercer nivel se encuentra la variable Run Life (RL) y en el último nivel el número de empaques de cuñas instalado.

En la Figura 35 se observa una sección de la matriz de decisión, en donde se ve cada rama segregada por los diferentes parámetros críticos seleccionados.

Los datos de entrada de la matriz inician con el diámetro de revestimiento de un pozo a estudiar, posteriormente, se pasa a definir la zona del Campo en la que se encuentra dicho pozo, en el siguiente nivel de la matriz se selecciona el Run Life que posee y en el último nivel el número de empaques de cuñas que contiene la sarta, esto teniendo en cuenta que los demás parámetros mencionados ya han sido seleccionados, por lo que la información se va filtrando cada que se pasa un nivel de la matriz y de esta manera se obtiene al final un resultado estadístico del tiempo de pesca en días, que se calcula a partir del promedio aritmético de los pozos previamente estudiados en la Campaña 40K que presentan el mismo comportamiento del pozo seleccionado.

En la Figura 36 se presenta el formulario en donde serán agregados los parámetros críticos del pozo que se quiera analizar.

Figura 36. Formulario de ingreso de parámetros del pozo a analizar

INGRESE LOS DATOS DEL POZO	
DIAMETRO DEL CASING	
AREA DEL CAMPO	
RUN LIFE (AÑOS)	
#EMPAQUES DE CUÑAS	

Utilizando los parámetros ingresados del pozo a analizar, la matriz calcula el valor promedio en días que tardaría la pesca de este pozo, teniendo en cuenta los análisis estadísticos realizados en las secciones anteriores y un factor de seguridad del 15% asignado por la compañía para sobreestimar los tiempos, dependiendo de esos días entregará una recomendación técnica para realizar el procedimiento al pozo y que la operación sea optimizada en términos de reducir los días de operación. Estas recomendaciones se obtuvieron con base a la experiencia de un profesional experto en operaciones de pesca y son las siguientes:

Para pozos que su operación es menor a 3 días:

1. Se recomienda desasentar los empaques dependiendo el procedimiento del contratista del empaque instalado.
2. Si se llega a presentar una falla es recomendable liberar por la junta de desconexión.

3. En caso de no contar con junta de desconexión, se recomienda dejar instalada una sarta que la tenga para agilizar el trabajo en futuras operaciones.
4. Si se encuentra en una zona con presencia de arena, se recomienda realizar circulación para la limpieza con el fin de evitar posibles complicaciones en la pesca.

Para pozos que su operación está entre 3 a 6 días:

1. Se recomienda desasentar los empaques dependiendo el procedimiento del contratista del empaque instalado.
2. Liberar por la junta de desconexión sin trabajar la sarta
3. En caso de no contar con junta de desconexión, se recomienda dejar instalada una sarta que la tenga para agilizar el trabajo en futuras operaciones.
4. Si se encuentra en una zona con presencia de arena, se recomienda realizar circulación para la limpieza con el fin de evitar posibles complicaciones en la pesca.
5. Se recomienda realizar una operación de corte hidráulico o químico por debajo del primer empaque de cuñas, con el fin de realizar la operación directamente en el empaque y no en toda la sarta.
6. En caso tal de no tener disponibilidad de las herramientas en el Campo para realizar el corte, tener en cuenta correr el bloque de impresión en cada parada que haya que hacer durante la pesca.

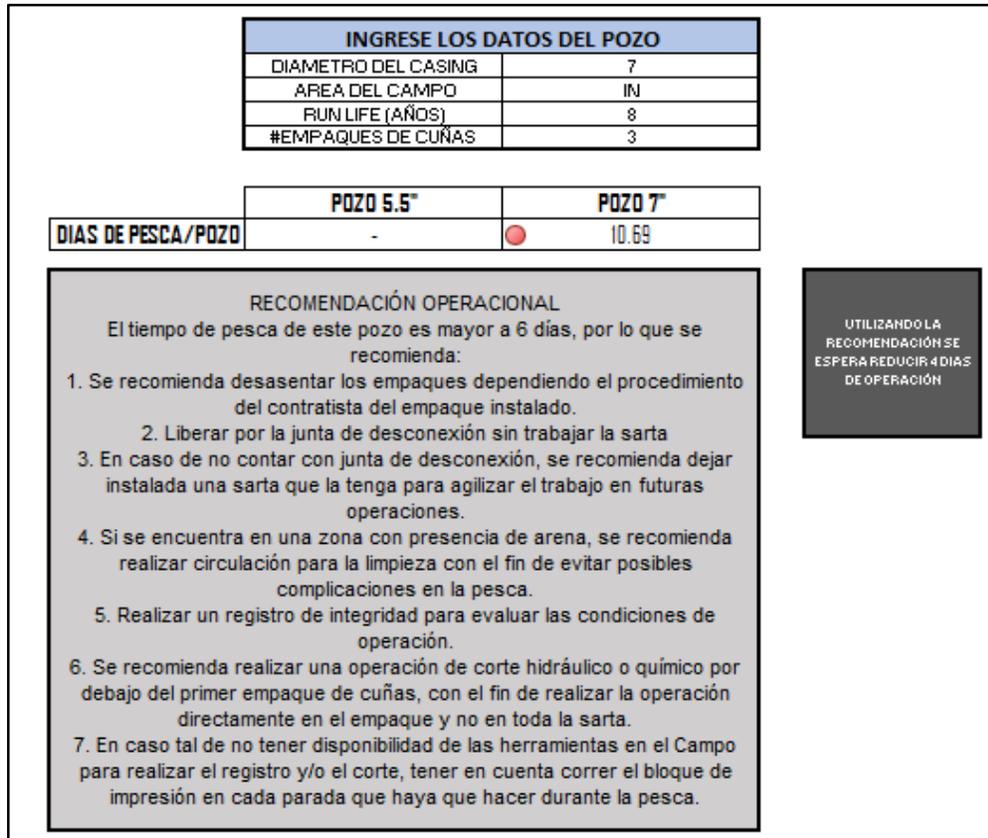
Para pozos que su operación es mayor a 6 días:

1. Se recomienda desasentar los empaques dependiendo el procedimiento del contratista del empaque instalado.
2. Liberar por la junta de desconexión sin trabajar la sarta
3. En caso de no contar con junta de desconexión, se recomienda dejar instalada una sarta que la tenga para agilizar el trabajo en futuras operaciones.
4. Si se encuentra en una zona con presencia de arena, se recomienda realizar circulación para la limpieza con el fin de evitar posibles complicaciones en la pesca.
5. Realizar un registro de integridad para evaluar las condiciones de operación.
6. Se recomienda realizar una operación de corte hidráulico o químico por debajo del primer empaque de cuñas, con el fin de realizar la operación directamente en el empaque y no en toda la sarta.

7. En caso tal de no tener disponibilidad de las herramientas en el Campo para realizar el registro y/o el corte, tener en cuenta correr el bloque de impresión en cada parada que haya que hacer durante la pesca.

En la Figura 37 se presenta un ejemplo aleatorio de un pozo a analizar con su respectiva recomendación.

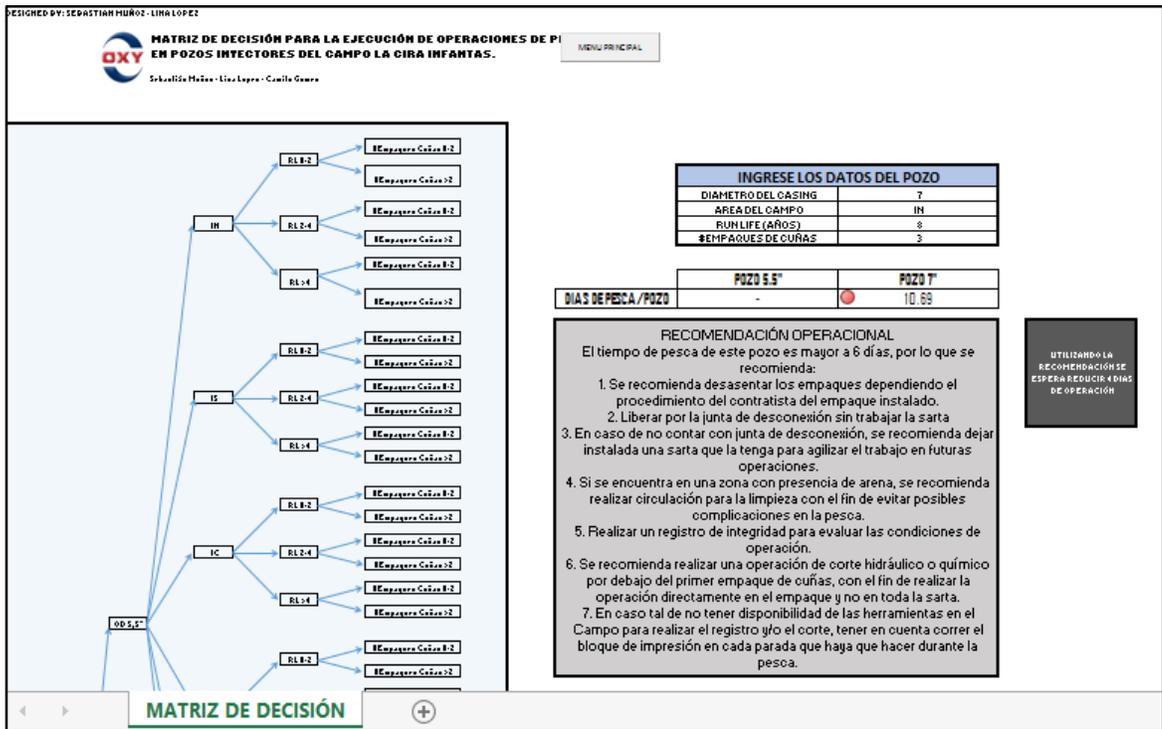
Figura 37. Ejemplo de aplicación de la matriz de decisión



Como se observa en la Figura 37 la matriz de decisión calcula un valor promedio de pesca para un pozo con los parámetros ingresados y genera un código de color dependiendo de los días de pesca obtenidos (Verde para pescas menores a 3 días, amarillo para pescas de 3 a 6 días y rojo para pescas mayores a 6 días) para entregar la recomendación operacional que se debe seguir con el fin de realizar un procedimiento de pesca exitoso en un pozo con esas características, adicional a esto entrega un estimado de cuantos días se esperan reducir con la aplicación de dicha recomendación en el proceso.

En la Figura 38 se observa de manera general el diseño del aplicativo de la matriz de decisión para las operaciones de pesca.

Figura 38. Diseño del aplicativo de la matriz de decisión para las operaciones de pesca.

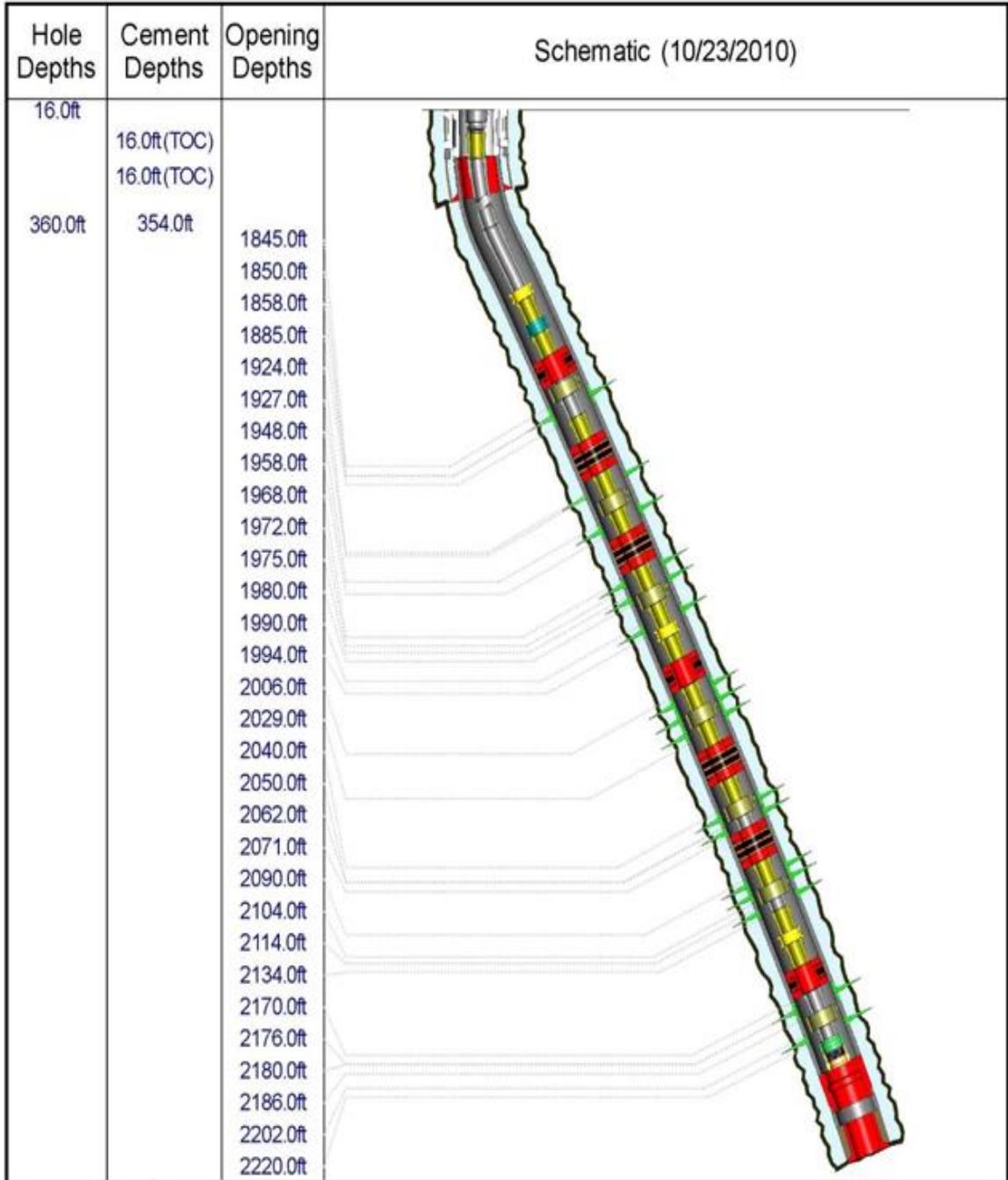


5. IMPLEMENTACIÓN DE LA MATRIZ DE DECISIÓN EN UN POZO PILOTO

Una vez diseñada y construida la matriz de decisión, se realiza su implementación en un pozo piloto establecido por compañía Occidental de Colombia. LLC como se muestra en el presente capítulo.

En primer lugar, se debe tener en cuenta las condiciones y parámetros críticos del pozo P-100 que fue el seleccionado para comprobar el funcionamiento de la matriz, y de esta manera reducir los tiempos en las operaciones de pesca. A continuación en la Figura 39, Figura 40 y Figura 41, se observa el estado mecánico de producción del pozo y sus características donde se pueden establecer algunos de los parámetros.

Figura 39. Estado mecánico del pozo P-100



Fuente: Occidental de Colombia. LLC. Estado Mecánico del Pozo P-100. Campo La Cira Infantas, 2017.

Figura 40. Ensamblaje de la sarta de inyección del pozo P-100

WELLSBORE EQUIPMENT								
PACKER ASSEMBLY								
Component Name	Joints	Top MD (ft)	Btm MD (ft)	Nominal OD (in)	Nominal ID (in)	Grade	Connection	Weight (ppf)
TUBING HANGER	1	16.0	16.5	7.062	3.500			0.00
CROSSOVER	1	16.5	17.5	3.500	2.992			0.00
TUBING JOINT(S)	1	17.5	48.0	2.875	2.441	J-55	External-Ups	6.50
PUP JOINT	3	48.0	64.3	2.875	2.441	N-80	External-Ups	6.50
TUBING JOINT(S)	56	64.3	1,786.5	2.875	2.441	J-55	External-Ups	6.50
SAFETY JOINT	1	1,786.5	1,787.5	3.810	2.375			0.00
PUP JOINT	1	1,787.5	1,791.6	2.875	2.441	N-80	External-Ups	6.50
SEATING NIPPLE	1	1,791.6	1,792.5	3.625	2.310			0.00
PUP JOINT	1	1,792.5	1,796.6	2.875	2.441	N-80	External-Ups	6.50
PACKER (SINGLE HYDR)	1	1,796.6	1,802.1	6.060				
TUBING JOINT(S)	1	1,802.1	1,833.3	2.875	2.441	N-80	External-Ups	6.50
SIDE POCKET MANDREL	1	1,833.3	1,842.9	5.500	2.360			0.00
TUBING JOINT(S)	2	1,842.9	1,904.8	2.875	2.441	N-80	External-Ups	6.50
PUP JOINT	1	1,904.8	1,908.9	2.875	2.441	N-80	External-Ups	6.50
PACKER	1	1,908.9	1,912.8	6.060				
PUP JOINT	4	1,912.8	1,935.2	2.875	2.441	N-80	External-Ups	6.50
SIDE POCKET MANDREL	1	1,935.2	1,944.8	5.500	2.360			0.00
PUP JOINT	3	1,944.8	1,962.6	2.875	2.441	N-80	External-Ups	6.50
PACKER	1	1,962.6	1,966.5	6.060				
PUP JOINT	2	1,966.5	1,976.7	2.875	2.441	N-80	External-Ups	6.50
SIDE POCKET MANDREL	1	1,976.7	1,986.3	5.500	2.360			0.00
PUP JOINT	1	1,986.3	1,993.9	2.875	2.441	N-80	External-Ups	6.50
SAFETY JOINT	1	1,993.9	1,994.9	3.810	2.375			0.00
PUP JOINT	1	1,994.9	1,999.0	2.875	2.441	N-80	External-Ups	6.50
PACKER (SINGLE HYDR)	1	1,999.0	2,004.6	6.060				
PUP JOINT	2	2,004.6	2,016.7	2.875	2.441	N-80	External-Ups	6.50
SIDE POCKET MANDREL	1	2,016.7	2,026.3	5.500	2.360			0.00
PUP JOINT	1	2,026.3	2,032.0	2.875	2.441	N-80	External-Ups	6.50
PACKER	1	2,032.0	2,035.8	6.060				
PUP JOINT	1	2,035.8	2,039.9	2.875	2.441	N-80	External-Ups	6.50
SIDE POCKET MANDREL	1	2,039.9	2,049.5	5.500	2.360			0.00
TUBING JOINT(S)	1	2,049.5	2,080.5	2.875	2.441	N-80	External-Ups	6.50
PACKER	1	2,080.5	2,084.4	6.060				
PUP JOINT	2	2,084.4	2,098.5	2.875	2.441	N-80	External-Ups	6.50
SIDE POCKET MANDREL	1	2,098.5	2,108.1	5.500	2.360			0.00
TUBING JOINT(S)	1	2,108.1	2,139.0	2.875	2.441	N-80	External-Ups	6.50
PUP JOINT	1	2,139.0	2,143.2	2.875	2.441	N-80	External-Ups	6.50
SAFETY JOINT	1	2,143.2	2,144.1	3.810	2.375			0.00
PUP JOINT	1	2,144.1	2,150.2	2.875	2.441	N-80	External-Ups	6.50
PACKER (SINGLE HYDR)	1	2,150.2	2,155.7	6.060				
TUBING JOINT(S)	1	2,155.7	2,187.2	2.875	2.441	N-80	External-Ups	6.50
SIDE POCKET MANDREL	1	2,187.2	2,196.8	5.500	2.360			0.00
TUBING JOINT(S)	2	2,196.8	2,259.0	2.875	2.441	N-80	External-Ups	6.50
LANDING NIPPLE	1	2,259.0	2,259.8	3.625	2.180			0.00
WL RE-ENTRY GUIDE	1	2,259.8	2,260.2	3.810	2.500			0.00

Fuente: Occidental de Colombia. LLC. Estado Mecánico del Pozo P-100. Campo La Cira Infantas, 2017.

Figura 41. Revestimientos del pozo P-100.

CASINGS									
SURFACE CASING									
Component Name	Top MD (ft)	Btm MD (ft)	Jts	OD (in)	Weight (ppf)	Grade	Connection	Nominal ID (in)	Drift ID (in)
PUP JOINT	16.0	22.7	1	9.625	36.00	K-55	BTC	8.921	8.765
CASING JOINT(S)	22.7	353.0	9	9.625	36.00	K-55	BTC	8.921	8.765
FLOAT SHOE	353.0	354.0	1	9.625	36.00	K-55	BTC	8.921	8.765
PRODUCTION CASING									
Component Name	Top MD (ft)	Btm MD (ft)	Jts	OD (in)	Weight (ppf)	Grade	Connection	Nominal ID (in)	Drift ID (in)
PUP JOINT	16.0	24.3	1	7.000	26.00	N-80	BTC	6.276	6.151
CASING JOINT(S)	24.3	2,615.8	70	7.000	26.00	N-80	BTC	6.276	6.151
FLOAT COLLAR	2,615.8	2,616.8	1	7.000	26.00	N-80	BTC	6.276	6.151
CASING JOINT(S)	2,616.8	2,655.0	1	7.000	26.00	N-80	BTC	6.276	6.151
FLOAT SHOE	2,655.0	2,656.0	1	7.000	26.00	N-80	BTC	6.276	6.151

Fuente: Occidental de Colombia. LLC. Estado Mecánico del Pozo P-100. Campo La Cira Infantas, 2017.

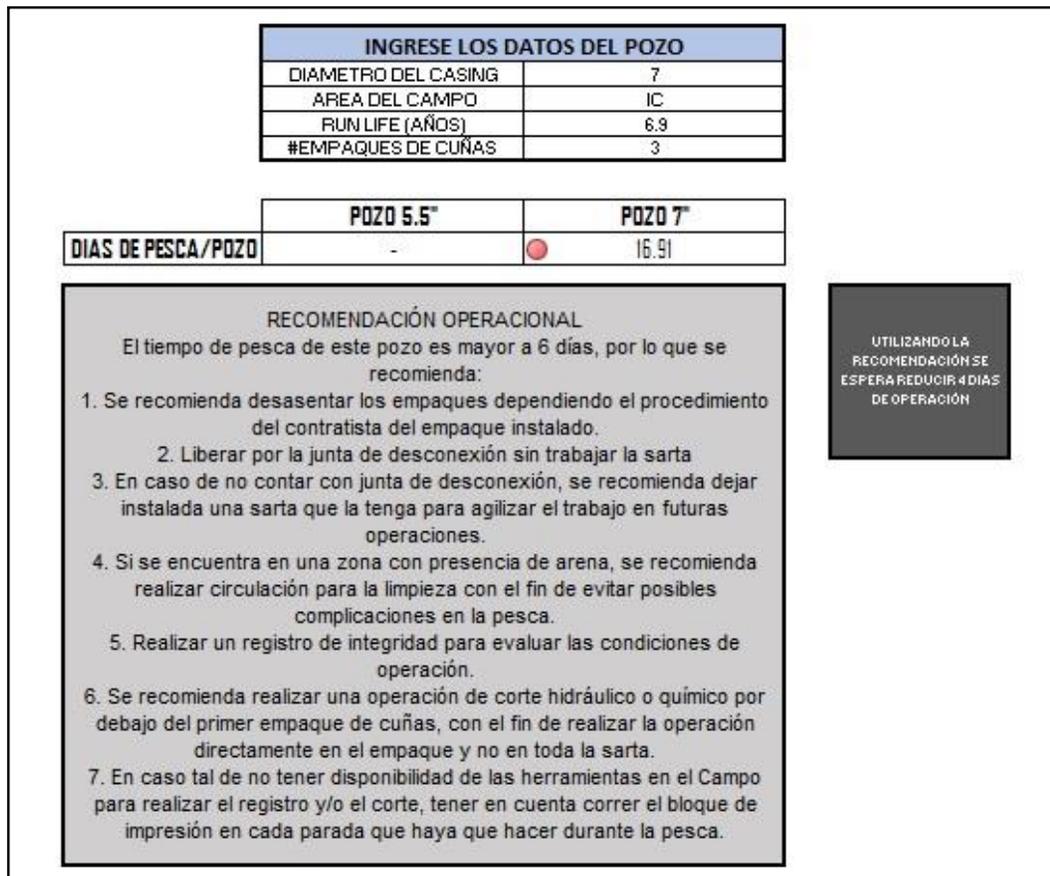
El pozo P-100 se encuentra ubicado en la zona de Infantas Central desde el año 2010, y en base a las figuras anteriores se establecen los parámetros críticos para ejecutar la matriz que se observan en la Tabla 6.

Tabla 7. Parámetros críticos del pozo P-100

DESCRIPCIÓN	PARÁMETRO CRÍTICO
Revestimiento de Producción	7 pulgadas
Zona del Campo	Infantas Central (IN)
Run Life	6,9 años
# Empaques de Cuñas	3

A partir de la definición de los parámetros críticos mostrados en la tabla anterior, se procede a introducir los datos en la matriz de decisión y de esta manera establecer el tiempo promedio que duraría la operación de pesca con base en las estadísticas del histórico de la campaña 40K, como se muestra en la Figura 42.

Figura 42. Resultado de la matriz de decisión para las condiciones del pozo P-100



El resultado obtenido en la matriz de decisión, es que para las condiciones del pozo P-100, el promedio de tiempo gastado realizando las operaciones de pesca es de 16,91 días, considerándolo como un resultado crítico (color rojo), por lo que es necesario tomar en cuenta las recomendaciones establecidas por la matriz ya que esto podría causar una reducción los costos de operación.

De esta manera al aplicar la matriz, lo esperado sería reducir 4 días de trabajo de pesca y así optimizar el tiempo operacional. Aunque cabe resaltar que el tiempo de reducción establecido por la matriz puede ser mayor o menor, dependiendo de las diferentes variables externas del pozo que se podrían presentar.

5.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

A partir de la implementación de la matriz de decisión en el pozo P-100, se obtienen los resultados establecidos en este capítulo, logrando grandes beneficios para la compañía Occidental de Colombia. LLC.

Se debe tener en cuenta que la matriz de decisión es una gran herramienta para el análisis previo a los trabajos de mantenimiento de pozos, que para el caso del Campo La Cira Infantas se realizan cada tres años, por lo que es de gran importancia la aplicación de la matriz para reducir los tiempos no operacionales y con esto también reducir los costos de operación.

Una vez obtenidos los resultados de la Figura 42 mostrados en el capítulo anterior, la compañía procede a realizar la operación de reacondicionamiento de pozo, teniendo en cuenta las recomendaciones establecidas por la matriz de decisión y generando los resultados del Anexo A, donde se determina el paso a paso del procedimiento y la implementación de las recomendaciones.

Como se observa en el Anexo A, en primer lugar se realizan las charlas y reuniones pre-operacionales, se retiran las conexiones de superficie y árbol de inyección para instalar las BOP de tres cuerpos (arietes ciegos + arietes de tubería + anular preventor) y finalmente instalar la mesa de trabajo.

Posteriormente, como primera recomendación, se tomó en cuenta que la zona donde se encuentra el pozo es Infantas Central, presenta problemas de arenamiento como se evidencia en el mapa mostrado en la Figura 22, por lo que se instalaron conexiones de superficie para bombear agua industrial obteniendo

retornos con 20 BBL de arena, después se continuo bombeando, evidenciando que la presión no aumento, y que se siguieron obteniendo retornos en superficie.

Luego, como segunda recomendación, tomaron en cuenta realizar maniobra para el desasentamiento de la sarta de inyección compuesta por 7 empaques hidráulicos (4 de ellos son tipo cuñas) y 7 mandriles, aplicando inicialmente 1-2 klbs de peso, y rotando a la derecha para aplicar 1,8 – 2,0 klb/pie de torque, finalmente se tensionó hasta 26 klbs, aplicando overpull de 10 klbs, con circulación y rotación; se repitió la operación varias veces hasta liberar sarta de inyección.

Después de lograr el desasentamiento de la sarta se logró sacar parte de la tubería con alta corrosión y desgaste, y se evidenció fracturamiento en la sarta por lo que se procedió a realizar operaciones de pesca.

Durante el trabajo de pesca se continuó implementado las recomendaciones establecidas por la matriz, donde en dos casos se tuvo que correr el bloque de impresión para conocer el tope del pescado y de esta manera tomar una mejor decisión en la operación. De igual manera se continuó circulando hasta retornos limpios con el fin de facilitar la pesca como se dio a la profundidad de 1880,41 pies donde se lograron retirar 255 pies de arena.

Gracias a las operaciones realizadas anteriormente con base en las recomendaciones establecidas, se logró obtener un tiempo de trabajo de pesca de 6,8 días, reduciendo considerablemente los tiempos no operacionales, ya que el tiempo promedio estipulado por la matriz para este pozo fue de 16,9 días pescando, por lo que se puede considerar que la aplicación de la matriz de decisión obtiene resultados satisfactorios y es una excelente herramienta para implementar en esta clase de operaciones.

Finalmente como última recomendación, se implementó en la sarta de inyección una junta de desconexión, puesto que esto, para futuras operaciones de pesca, facilitará la extracción de los empaques de cuñas que representan un incremento en los tiempos no operacionales, como se observa en el ensamblaje de la nueva sarta de inyección en la Figura 43.

Figura 43. Ensamblaje de la sarta de inyección después de realizar el mantenimiento de pozo

Components														
Component Name	Jts	Length (ft)		Blm MD (ft)	Nominal OD (in)	Nominal ID (in)	Drift ID (in)	Weight (ppf)	Grade	Threads	Manufacturer	Model	Serial No.	Cond
TUBING HANGER	1	0.62	16	16.6	7.062	2.992	2.867	9.30		3-1/2" EUE				NEW
CROSSOVER	1	0.62	17	17.2	3.750	2.992	2.867	9.30		3-1/2" EUE				NEW
TUBING JOINT(S)	1	31.06	17	48.3	2.875	2.441	2.347	6.50	L80	2-7/8 EUE	TENARIS			NEW
PUP JOINT	1	6.12	48	54.4	2.875	2.441	2.347	6.50	N80	2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
PUP JOINT	1	6.13	54	60.5	2.875	2.441	2.347	6.50	N-80	2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
PUP JOINT	1	6.16	61	66.7	2.875	2.441	2.347	6.50	N-80	2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
PUP JOINT	1	10.11	67	76.8	2.875	2.441	2.347	6.50	N-80	2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
TUBING JOINT(S)	56	1,733.93	77	1,810.7	2.875	2.441	2.347	6.50	L80	2-7/8 EUE	TENARIS			NEW
ON-OFF TOOL	1	1.89	1811	1,812.6	5.875	2.310	2.185			2-7/8 EUE	PARKO SERVICES			NEW
PUP JOINT	1	6.16	1813	1,818.8	2.875	2.441	2.347	6.50	N80	2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
PACKER (PCS-5 XC HYDR)	1	4.84	1819	1,823.6	5.938	2.441	2.347			2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
PUP JOINT	1	6.14	1824	1,829.8	2.875	2.441	2.347	6.50	N80	2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
SIDE POCKET MANDREL	1	9.57	1830	1,839.3	5.188	2.441	2.347			2-7/8 EUE	WEATHERFORD			NEW
TUBING JOINT(S)	1	30.41	1839	1,869.8	2.875	2.441	2.347	6.50	L80	2-7/8 EUE	TENARIS			NEW
PUP JOINT	1	6.16	1870	1,875.9	2.875	2.441	2.347	6.50	N80	2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
PUP JOINT	1	6.14	1876	1,882.1	2.875	2.441	2.347	6.50	N-80	2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
PUP JOINT	1	4.15	1882	1,886.2	2.875	2.441	2.347	6.50	N80	2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
PUP JOINT	1	4.12	1886	1,890.3	2.875	2.441	2.347	6.50	N80	2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
PACKER (TANDEM C-5 XC HYDR)	1	3.65	1890	1,894.0	5.938	2.441	2.347			2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
PUP JOINT	1	4.14	1894	1,898.1	2.875	2.441	2.347	6.50	N-80	2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
TUBING JOINT(S)	1	30.76	1898	1,928.9	2.875	2.441	2.347	6.50	L80	2-7/8 EUE	TENARIS			NEW
SIDE POCKET MANDREL	1	9.56	1929	1,938.5	5.188	2.441	2.347		XXX	2-7/8 EUE	WEATHERFORD			NEW
TUBING JOINT(S)	1	30.22	1938	1,968.7	2.875	2.441	2.347	6.50	L80	2-7/8 EUE	TENARIS			NEW
TUBING JOINT(S)	1	30.88	1969	1,999.4	2.875	2.441	2.347	6.50	L80	2-7/8 EUE	TENARIS			NEW
PACKER (TANDEM C-5 XC HYDR)	1	3.64	1999	2,003.0	5.938	2.441	2.347			2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
PUP JOINT	1	4.13	2003	2,007.1	2.875	2.441	2.347	6.50	N80	2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
PUP JOINT	1	6.13	2007	2,013.3	2.875	2.441	2.347	6.50	N80	2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
SIDE POCKET MANDREL	1	9.55	2013	2,022.8	5.188	2.441	2.347			2-7/8 EUE	WEATHERFORD			NEW
PUP JOINT	1	5.70	2023	2,028.5	2.875	2.441	2.347	6.50	N80	2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
PUP JOINT	1	4.14	2029	2,032.7	2.875	2.441	2.347	6.50	N80	2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
PACKER (TANDEM C-5 XC HYDR)	1	3.65	2033	2,036.3	5.938	2.441	2.347			2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
PUP JOINT	1	4.12	2036	2,040.4	2.875	2.441	2.347	6.50	N80	2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
PUP JOINT	1	6.12	2040	2,046.5	2.875	2.441	2.347	6.50	N80	2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
SIDE POCKET MANDREL	1	9.57	2047	2,056.1	5.188	2.441	2.347			2-7/8 EUE	WEATHERFORD			NEW
PUP JOINT	1	5.70	2056	2,061.8	2.875	2.441	2.347	6.50	N80	2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
PUP JOINT	1	6.08	2062	2,067.9	2.875	2.441	2.347	6.50	N80	2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
PUP JOINT	1	4.13	2068	2,072.0	2.875	2.441	2.347	6.50	N80	2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
PUP JOINT	1	4.08	2072	2,076.1	2.875	2.441	2.347	6.50	N80	2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
PACKER (TANDEM C-5 XC HYDR)	1	3.65	2076	2,079.8	5.938	2.441	2.347			2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
PUP JOINT	1	4.12	2080	2,083.9	2.875	2.441	2.347	6.50	N80	2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
PUP JOINT	1	6.11	2084	2,090.0	2.875	2.441	2.347	6.50	N80	2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
SIDE POCKET MANDREL	1	9.56	2090	2,099.5	5.188	2.441	2.347			2-7/8 EUE	WEATHERFORD			NEW
PUP JOINT	1	4.12	2100	2,103.7	2.875	2.441	2.347	6.50	N80	2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
PUP JOINT	1	3.68	2104	2,107.3	2.875	2.441	2.347	6.50	N80	2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
PACKER (PCS-5 XC HYDR)	1	4.82	2107	2,112.2	5.938	2.441	2.347			2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
PUP JOINT	1	8.08	2112	2,120.2	2.875	2.441	2.347	6.50	N80	2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
SIDE POCKET MANDREL	1	9.57	2120	2,129.8	5.188	2.441	2.347			2-7/8 EUE	WEATHERFORD			NEW
PUP JOINT	1	7.83	2130	2,137.6	2.875	2.441	2.347	6.50	N80	2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
PACKER (TANDEM C-5 XC HYDR)	1	3.65	2138	2,141.3	5.938	2.441	2.347			2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
PUP JOINT	1	6.11	2141	2,147.4	2.875	2.441	2.347	6.50	N80	2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
SIDE POCKET MANDREL	1	9.57	2147	2,157.0	5.938	2.441	2.347			2-7/8 EUE	WEATHERFORD			NEW
PUP JOINT	1	5.70	2157	2,162.7	2.875	2.441	2.347	6.50	N80	2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
TUBING JOINT(S)	1	30.29	2163	2,193.0	2.875	2.441	2.347	6.50	L80	2-7/8 EUE	TENARIS			NEW
TUBING JOINT(S)	1	30.63	2193	2,223.6	2.875	2.441	2.347	6.50	L80	2-7/8 EUE	TENARIS			NEW
PACKER (TANDEM C-5 XC HYDR)	1	3.66	2224	2,227.3	5.938	2.441	2.347			2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
TUBING JOINT(S)	1	29.95	2227	2,257.2	2.875	2.441	2.347	6.50	L80	2-7/8 EUE	TENARIS			NEW
TUBING JOINT(S)	1	30.68	2257	2,287.9	2.875	2.441	2.347	6.50	L80	2-7/8 EUE	TENARIS			NEW
TUBING JOINT(S)	1	30.70	2288	2,318.6	2.875	2.441	2.347	6.50	L80	2-7/8 EUE	TENARIS			NEW
SIDE POCKET MANDREL	1	9.57	2319	2,328.2	5.188	2.441	2.347			2-7/8 EUE	WEATHERFORD			NEW
TUBING JOINT(S)	1	30.36	2328	2,358.5	2.875	2.441	2.347	6.50	L80	2-7/8 EUE	TENARIS			NEW
TUBING JOINT(S)	1	30.72	2359	2,389.2	2.875	2.441	2.347	6.50	L80	2-7/8 EUE	TENARIS			NEW
TUBING JOINT(S)	1	30.70	2389	2,419.9	2.875	2.441	2.347	6.50	L80	2-7/8 EUE	TENARIS			NEW
PACKER (PCS-5 XC HYDR)	1	4.82	2420	2,424.8	5.938	2.441	2.347			2-7/8 EUE	TEXPROIL PRODUCTS			NEW
TUBING JOINT(S)	1	30.60	2425	2,455.4	2.875	2.441	2.347	6.50	L80	2-7/8 EUE	TENARIS			NEW
LANDING NIPPLE	1	0.82	2455	2,456.2	3.625	2.250	2.125			2-7/8 EUE	PARKO SERVICES			NEW
WL RE-ENTRY GUIDE	1	0.38	2456	2,456.6	3.688	2.441	2.347			2-7/8 EUE	PARKO SERVICES			NEW

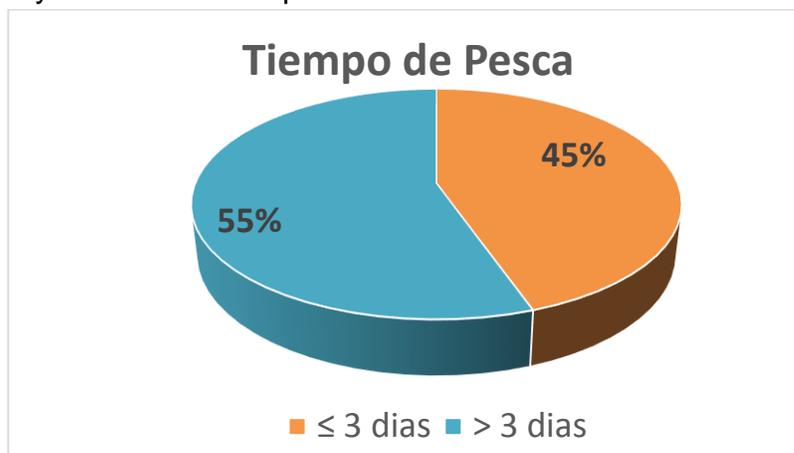
6. ANÁLISIS FINANCIERO

En el Campo la Cira Infantas se deben desarrollar operaciones de pesca para recuperar la sarta selectiva presente en los pozos inyectoros de agua, en la etapa de producción de hidrocarburos. Pero en muchos casos, los tiempos no operativos se incrementan debido a diferentes parámetros como el diámetro del revestimiento, la zona donde se encuentra el pozo, el run life y el número de empaques de cuñas presentes en la sarta. Por consiguiente se presenta como alternativa la implementación de una matriz de decisión para mejorar y reducir estos tiempos no productivos que incrementan los costos de operación.

Para realizar la evaluación financiera, en primer lugar se debe tener en cuenta un enfoque desde el punto de vista de una compañía operadora, y utilizando como unidad monetaria de valor constante el dólar Estadounidense (USD). El horizonte de tiempo del proyecto está definido a quince años con periodos anuales, la Tasa de Interés de Oportunidad (TIO) de la compañía Occidental de Colombia LLC es del 15% efectivo anual y se emplea la metodología del Valor Presente Neto (VPN). De igual forma, para establecer la evaluación financiera se va a trabajar bajo dos escenarios, uno sin la implementación de la matriz de decisión en las operaciones de pesca (campaña 40K), y el segundo en los tiempos obtenidos después de aplicar la matriz de decisión; adicionalmente, se va a realizar un análisis de costos de inversión y costos de operación.

A continuación en la Gráfica 5 se observa que el 55% de los pozos inyectoros presentan un tiempo de pesca mayor a 3 días (tiempo ideal para la compañía Occidental de Colombia LLC en operaciones de pesca), lo que representan tiempos no operativos y un incremento en los costos. Por esta razón, la implementación de la matriz de decisión presentada en este proyecto, tiene como finalidad la mayor reducción de los tiempos no operativos y así optimizar la operación.

Gráfica 5. Porcentaje del tiempo de pesca en los pozos inyectoros del Campo La Cira Infantas



6.1 ANÁLISIS DE COSTOS DE INVERSIÓN (CAPEX)

Están relacionados con la inversión inicial o requerida que debe realizar la compañía en la adquisición o mejora de los bienes de capital, y de la cual se espera obtener una rentabilidad en cierto periodo determinado.

6.1.1 Escenario 1. Para este caso, si la compañía decide continuar con el proceso actual de pescar la tubería en los pozos inyectoros, no requiere hacer ningún tipo de inversión adicional.

6.1.2 Escenario 2. El análisis de inversión para la implementación de la matriz de decisión en los pozos inyectoros se muestra a continuación en las Tablas 8 y 9, teniendo en cuenta que la inversión se realiza solo una vez al inicio del proyecto (periodo 0).

Tabla 8. Costos de inversión para la implementación de la matriz de decisión

DESCRIPCIÓN DE LA INVERSIÓN	USD
Licencia Microsoft Office Excel 2016	63
Licencia Visual Basic 6.0	38
Investigadores	3.862
Capacitación al Company Man (3 horas)	84
TOTAL	4.047

Fuente: Plantilla de costos, Operation Team - La Cira Infantas. Occidental de Colombia LLC.

Tabla 9. Costo total de inversión para la matriz de decisión

PERIODO (años)	DESCRIPCIÓN	USD
0	Matriz de decisión	4.047

6.2 ANÁLISIS DE COSTOS DE OPERACIÓN (OPEX)

Hace referencia a los desembolsos asociados con la ejecución del proyecto y se define como los costos permanentes asociados con el funcionamiento de un producto, negocio o sistema. Estos pueden traducirse como costos de funcionamiento, costos operativos o costos operacionales.

En primer lugar, se debe tener en cuenta que en la compañía Occidental de Colombia LLC, las operaciones de pesca se realizan cada tres años para el mantenimiento de los pozos como se observa en la Tabla 10, por esto para el periodo de 15 años se tendría un total de 5 intervenciones.

Tabla 10. Campaña de mantenimiento a los pozos inyectores del Campo La Cira Infantas

PERIODO (años)	# INTERVENCIONES
1	0
2	0
3	1
4	0
5	0
6	1
7	0
8	0
9	1
10	0
11	0
12	1
13	0
14	0
15	1

Fuente: Plantilla de costos, Operation Team - La Cira Infantas. Occidental de Colombia LLC.

El análisis de costos de operación para este proyecto, se enfoca en determinar el valor total de los costos asociados al proceso operativo, es decir los tiempos no

operativos, y los costos donde se mejora el proceso gracias a la matriz de decisión. Por consiguiente el proyecto se evaluará en los siguientes escenarios, y se debe tener en cuenta el costo diario de la operación de pesca para realizar este análisis (Tabla 11).

Tabla 11. Costo por día de la operación de pesca

DESCRIPCIÓN	USD
Costo por día de pesca	23.179

Fuente: Plantilla de costos, Operation Team - La Cira Infantas. Occidental de Colombia LLC.

6.2.1 Escenario 1. En este caso se encuentran relacionados los costos de operación asociados al histórico de los trabajos de pesca realizados en el Campo La Cira Infantas. Para la proyección de la información relacionada con el escenario 1 se tomaron como referencia los siguientes parámetros del pozo P-100:

Revestimiento = 7 pulgadas
 Ubicación = Infantas Central (IC)
 Run Life = 6,9 años
 # Empaques de Cuñas = 3

Según el histórico de la campaña 40K, los días involucrados en el proceso de pesca para los parámetros descritos anteriormente se relacionan en la Tabla 12.

Tabla 12. Días de pesca para el pozo P-100 según campaña 40K

DESCRIPCIÓN	# DÍAS
Días de pesca según campaña 40K	16,91

Fuente: OP Sarta WS Iny. Campo La Cira Infantas. Occidental de Colombia LLC.

Para la proyección se estima que los pozos a intervenir durante los próximos 15 años, cumplen con las condiciones y parámetros del pozo P-100. En la Tabla 13 se obtienen los costos de operación para el escenario 1.

Tabla 13. Costos de operación para el escenario 1

PERIODO (años)	DÍAS DE PESCA	COSTO DÍA/PESCA (USD)	USD
1	0	0	0
2	0	0	0
3	16,91	23.179	391.957
4	0	0	0
5	0	0	0
6	16,91	23.179	391.957
7	0	0	0
8	0	0	0
9	16,91	23.179	391.957
10	0	0	0
11	0	0	0
12	16,91	23.179	391.957
13	0	0	0
14	0	0	0
15	16,91	23.179	391.957

6.2.2 Escenario 2. Teniendo en cuenta que el pozo de estudio seleccionado presenta un estimado de 16,91 días de pesca según el análisis histórico y estadístico, se aplica la matriz de decisión, y se obtiene como resultado una reducción de 10,11 días de pesca al implementar las recomendaciones. En la Tabla 14, se observa el número de días para este escenario.

Tabla 14. Días de pesca después de implementar la matriz de decisión para el pozo P-100

DESCRIPCIÓN	# DÍAS
Días de pesca implementando la matriz	6,8

Fuente: Autores, (ANEXO A).

La reducción de los tiempos es debida a la decisión tomada utilizando la matriz, en donde se propone que se debe realizar una limpieza de arena mediante circulación debido a la zona en la que se encuentra el pozo IC, además de esto es necesario correr bloques de impresión para identificación del tope del pescado.

El escenario 2 se caracteriza por la implementación de la matriz y presenta dos tipos de costos, uno asociados a la herramienta y los otros a los efectos sobre el proceso de pesca.

A continuación en la Tabla 15 se presentan los costos de operación de la matriz de decisión, lo cuales corresponden a la mano de obra asociados al uso de la matriz por parte del Company Man, y a los costos de mantenimiento, que corresponden al tiempo empleado por un practicante para actualizar información de los pozos en la matriz, que sería de 4 horas cada vez que se presente una intervención al pozo.

Tabla 15. Costos de operación de la matriz de decisión

PERIODO (años)	MANO DE OBRA (USD)	MANTENIMIENTO (USD)	USD
1	0	0	0
2	0	0	0
3	56	20	76
4	0	0	0
5	0	0	0
6	56	20	76
7	0	0	0
8	0	0	0
9	56	20	76
10	0	0	0
11	0	0	0
12	56	20	76
13	0	0	0
14	0	0	0
15	56	20	76

Fuente: Plantilla de costos, Operation Team - La Cira Infantas. Occidental de Colombia LLC.

En la Tabla 16 se establecen los costos asociados a la operación de pesca una vez se implementa la matriz en las operaciones del pozo de estudio, teniendo en cuenta que el tiempo de operación se redujo a 6,8 días.

Tabla 16. Costos de pesca aplicando la matriz de decisión

PERIODO (años)	COSTO PESCA/DÍA	# DÍAS	USD
1	0	0	0
2	0	0	0
3	23.179	6,8	157.617
4	0	0	0
5	0	0	0
6	23.179	6,8	157.617
7	0	0	0
8	0	0	0
9	23.179	6,8	157.617
10	0	0	0
11	0	0	0
12	23.179	6,8	157.617
13	0	0	0
14	0	0	0
15	23.179	6,8	157.617

En la Tabla 17 se presenta el total de los costos de operación para el escenario 2, que tienen en cuenta los costos empleados en la matriz y el trabajo de pesca.

Tabla 17. Costos de operación para el escenario 2

PERIODO (años)	MATRIZ	PESCA	USD
1	0	0	0
2	0	0	0
3	76	157.617	157.693
4	0	0	0
5	0	0	0
6	76	157.617	157.693
7	0	0	0
8	0	0	0
9	76	157.617	157.693
10	0	0	0
11	0	0	0
12	76	157.617	157.693
13	0	0	0
14	0	0	0
15	76	157.617	157.693

6.3 EVALUACIÓN FINANCIERA

Se realiza con el fin de establecer la viabilidad financiera del proyecto a partir de la metodología del Valor Presente Neto (VPN).

6.3.1 Valor Presente Neto (VPN). “Es el equivalente en dólares (\$) actuales de todos los ingresos y egresos, presentes y futuros, que constituyen el proyecto⁴²”

En la Ecuación 1 se ilustra el método para el cálculo del Valor Presente Neto (VPN) para este proyecto.

Ecuación 1. Valor presente neto (VPN)

$$VPN(i) = \sum -A + (F/(1+i)^n)$$

Dónde:

- VPN corresponde al Valor Presente Neto a encontrar.
- A corresponde a la inversión realizada.
- F corresponde al valor del flujo de caja neto.
- i corresponde a la tasa de interés de oportunidad (TIO) la cual es la tasa de retorno que se necesita sobre una inversión, esta tasa es la encargada de descontar el monto capitalizado de interés del total de ingresos a percibir en el futuro.
- n corresponde al número de periodos que existen para la evaluación del proyecto.

Teniendo en cuenta que al utilizar la metodología del Valor Presente Neto (VPN), su resultado se interpreta como, a dólares de hoy, cuánto vale el proyecto.

Tasa de Interés de Oportunidad (TIO). “Es la tasa mínima que se utiliza para poder determinar el valor presente neto de los flujos futuros de caja del proyecto y es la rentabilidad mínima que se le debe exigir al proyecto para tomar la decisión de invertir⁴³. Para la empresa Occidental de Colombia LLC, la TIO se presenta en la Tabla 18.

⁴² BACA, Guillermo. Ingeniería económica. Bogotá: Fondo educativo panamericano, 2005. p.197

⁴³ Ibid., p. 198.

Tabla 18. Tasa de Interés de Oportunidad

DESCRIPCIÓN	TIO
TIO para Occidental de Colombia LLC	15% Efectivo anual

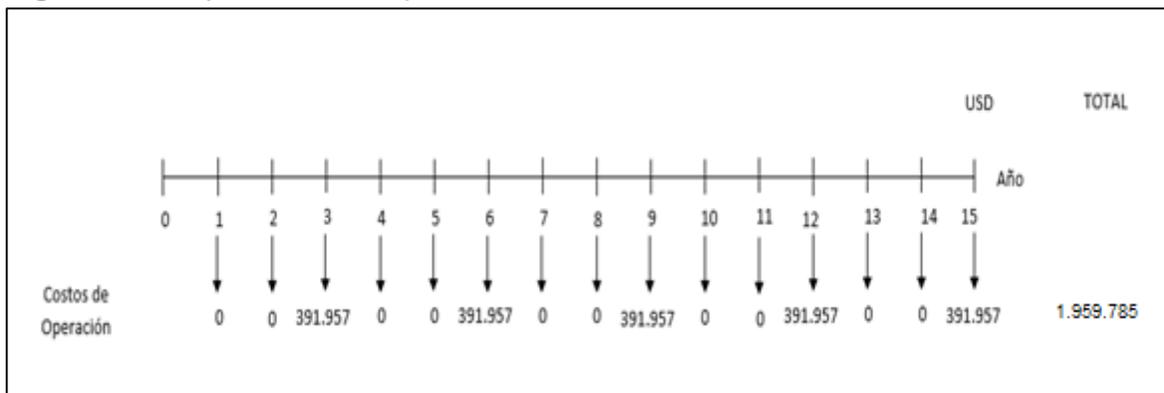
Fuente: Plantilla de costos, Operation Team - La Cira Infantas. Occidental de Colombia LLC.

Teniendo en cuenta que los periodos del proyecto son anuales, se utiliza la mencionada Tasa de Interés de Oportunidad para el cálculo del VPN.

Flujo de caja. Es la representación gráfica de un proyecto que indica los periodos en los cuales se generan ingresos y se requieren recursos, partiendo de un tiempo dado y con una moneda definida.

6.3.1.1 Escenario 1. En primer lugar se debe realizar el flujo de caja, como se muestra en la Figura 44, teniendo en cuenta que los egresos están dados por los costos de operación, para posteriormente encontrar el VPN de este escenario.

Figura 44. Flujo de efectivo para el escenario 1



$$\begin{aligned}
 VPN(0,15) &= -391.957 * (1 + 0,15)^{-3} - 391.957 * (1 + 0,15)^{-6} - 391.957 \\
 &\quad * (1 + 0,15)^{-9} - 391.957 * (1 + 0,15)^{-12} - 391.957 * (1 + 0,15)^{-15} \\
 &= -660.019
 \end{aligned}$$

6.3.1.2 Escenario 2. Para el caso de la implementación de la matriz de decisión se debe tener en cuenta el flujo de caja mostrado a continuación en la Figura 45 y a partir de este, el cálculo del VPN.

Figura 45. Flujo de efectivo para el escenario 2

	USD															TOTAL	
	Año																
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Costos de Inversión	4.047	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.047
Costos de Operación		0	0	157.693	0	0	157.693	0	0	157.693	0	0	157.693	0	0	157.693	788.465
TOTAL	4.047	0	0	157.693	792.512												

$$\begin{aligned}
 VPN(0,15) &= -4.047 + [-157.693 * (1 + 0,15)^{-3} - 157.693 * (1 + 0,15)^{-6} - 157.693 \\
 &\quad * (1 + 0,15)^{-9} - 157.693 * (1 + 0,15)^{-12} - 157.693 * (1 + 0,15)^{-15}] \\
 &= -269.587
 \end{aligned}$$

6.4 CONCLUSIÓN DE LA EVALUACIÓN FINANCIERA

Desde el punto de vista financiero, la mejor opción para la compañía Occidental de Colombia LLC es implementar durante los próximos 15 años la matriz de decisión en las operaciones de pesca de pozos inyectores del Campo La Cira Infantas, ya que representa un ahorro en costos a dólares de hoy del 59.15% (USD 390.401) frente al proceso actual, originado en la disminución de los tiempos no operativos en la pesca.

7. CONCLUSIONES

- ✓ El Campo La Cira-Infantas se caracteriza por tener zonas con altos niveles de corrosión que generan complicaciones al momento de realizar los trabajos de reacondicionamiento, las zonas con mayor probabilidad de falla por corrosión severa son: Cira Norte (CN) con 56% de fallas, Cira Sur (CS) con 53%, Infantas Norte (IN) con 47% e Infantas Central (IC) con 46%.
- ✓ A partir de la campaña 40K se pudieron establecer los parámetros críticos para el diseño de la matriz, estos son: Diámetro del revestimiento, zona del Campo, Run Life y Número de empaques de cuñas. Se determinan con el análisis de variación de tiempos de pesca, ya que al modificar estos parámetros se ve afectado directamente el tiempo de la operación.
- ✓ Para el parámetro Diámetro de revestimiento, se encuentra que entre menor es el diámetro, mayor es la dificultad de recuperar la sarta. Revestimientos con diámetro de 5,5 pulgadas presentan en promedio un tiempo de 5,31 días de pesca y para revestimientos de 7 pulgadas el promedio de tiempo de pesca es de 4,71 días.
- ✓ Debido a la corrosión y el arenamiento las zonas del Campo con mayores tiempos promedio de pesca son IC con 9,25 días, IN con 5,31 días, CS con 5,1 días y CN con 4,93 días.
- ✓ El comportamiento de la variable Run Life es directamente proporcional al tiempo que dura la operación de pesca, ya que entre más años de operación de los pozos, mayor es el tiempo que se gastan recuperando las herramientas. Para pozos con Run Life de 0 – 2 años su promedio de días de operación es 1,27, de 2 – 4 años es de 1,79 días y mayores a 4 años de instalación es 6,78 días.
- ✓ La cantidad de empaque de cuñas presentes en la sarta selectiva de inyección es una variable directamente proporcional con el tiempo que tardan los trabajos de pesca, ya que incrementa la dificultad en la operación y como consecuencia se encuentra que a mayor número de empaques, aumenta el tiempo de pesca. Para sargas con 0 – 2 empaques de cuñas instalados se tiene un tiempo promedio de operación de 3,1 días y para sargas con más de dos empaques el tiempo es 5,61 días.

- ✓ La implementación de la matriz de decisión diseñada en este proyecto permitió la reducción de los tiempos de pesca para el Pozo P-100 en 10,1 días, ya que según las estadísticas originadas del histórico de la campaña 40K, se tenía un estimado de 16,91 días en las operaciones de pesca, pero al implementar las recomendaciones generadas por la matriz, se logró realizar el trabajo de pesca en solo 6,8 días, lo que confirma la efectividad de la herramienta.

- ✓ La matriz de decisión es una herramienta viable desde el punto de vista financiero para la compañía Occidental de Colombia LLC, ya que haciendo una proyección a 15 años de su aplicación para pozos con las características del P-100, se encuentra un ahorro en dólares de hoy del 59.15% que representa 390.401 USD.

8. RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar un estudio de a los parámetros que causan corrosión en el agua de inyección utilizada en el Campo La Cira Infantas para reducir el desgaste en las tuberías.
- ✓ Actualizar cada tres años la matriz de decisión con los datos de los nuevos pozos trabajados, para que los resultados estadísticos sean más precisos.
- ✓ Aplicar la matriz de decisión en todos pozos de inyección que necesiten reacondicionamiento en Campo con el fin de obtener un resultado más preciso de los días de pesca que se reducen con la aplicación del proyecto.
- ✓ Tener disponibilidad en campo de las herramientas necesarias para cumplir con las recomendaciones operacionales que sugiere la matriz (Registros de integridad, cortes hidráulicos y/o químicos).

BIBLIOGRAFÍA

AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS. “CUENCA VALLE MEDIO DEL MAGDALENA”. Integración Geológica de la Digitalización y Análisis de Núcleos. Diciembre de 2012, p 30.

BACA, Guillermo. Ingeniería económica. Bogotá: Fondo educativo panamericano, 2005. p.197.

BANCO DE LA REPÚBLICA, “La industria petrolera en Colombia”. Julio, 2002. [En línea] [Citado el 14 de Agosto de 2017]. Disponible en Internet: <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/revistas/credencial/julio2002/laindustria.htm>

CEPEDA, F. A. Propuesta metodológica para la selección de válvulas reguladoras de flujo en pozos inyectoras usando análisis nodal. Colombia, Bucaramanga, 2015. p. 52 – 56.

DÁVILA, J. Diccionario Geológico. Perú, 2011. [En línea] [Citado el 4 de Septiembre de 2017]. Disponible en Internet: <http://www.geoss.com.pe/docs/DICCIONARIO%20GEOLOGICO.pdf>

DEGEARE, J. The Guide to Oilwell Fishing Operations, Tools, Techniques, and Rules of Thumb, Second Edition, 2015. p. 7-11.

ECOPETROL. El campo La Cira Infantas logro una producción de 40 mil barriles por día”. Enero 2017. [En línea] [Citado el 26 de Agosto de 2017]. Disponible en Internet: <http://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/es/ecopetrol-web/nuestra-empresa/sala-de-prensa/boletines-de-prensa/boletines-2017/boletines-2017/campo-la-cira-infantas-produce-40-mil-barriles>.

EL ESPECTADOR, “Ecopetrol y OXY sellan alianza para seguir exprimiendo el campo La Cira-Infantas”. Septiembre, 2015. [En línea] [Citado el 14 de Agosto de 2017]. Disponible en Internet: <http://www.elespectador.com/noticias/economia/ecopetrol-y-oxy-sellan-alianza-seguir-exprimiendo-el-ca-articulo-586629>

GARCIA, M., MIER, R., CRUZ, L. E. y VASQUEZ M. Evaluación del Potencial Hidrocarburífero de las Cuencas Colombianas. Colombia, Santander, 2010. p. 79-83.

GARZÓN, J. Análisis de distribución y eficiencia de la inyección de agua en un sector del área 3W del campo La Cira-Infantas a través de trazadores radioactivos. Colombia, 2009. p. 5-35.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Documentación. Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. NTC 1486. Bogotá D.C.: El Instituto, 2008. p. 36.

_____. Referencias bibliográficas. Contenido, forma y estructura. NTC 5613. Bogotá D.C.: El Instituto, 2008. p. 33.

_____. Referencias documentales para fuentes de información electrónicas. NTC 4490. Bogotá D.C.: El Instituto, 1998. p. 33.

JIMÉNEZ, A., MARTÍNEZ, N. y GARZÓN, J. "Optimización de pozos inyectores con sarta selectiva en fondo para incrementar el factor de recobro y producción de petróleo en el campo petrolero "LC" para las empresas Ecopetrol y occidental de Colombia, 2015. p. 17-26.

JOHNSON, E., LAND, J. y ROBERTSON, R. Landing the Big One—The Art of Fishing. Schlumberger, 2013. p. 26.

PETRÓLEO ENERGÉTICO. "Ecopetrol 60 Años 2a. parte. Nuevo eje de riqueza y poder de Colombia". Septiembre, 2011. [En línea] [Citado el 14 de Agosto de 2017]. Disponible en Internet: http://www.documentopetroleoenergetico.com.co/___pdf/sep_ecopetrol2.pdf. p 2.

MOLINA, Y. P. y CAMACHO A. Diagnóstico ambiental de los pozos de producción activos e inactivos de un campo petrolero-caso práctico. Colombia, 2008, p. 25-32.

MOROS, L. A. y SERRANO, J. N. Evaluación técnico financiera de la implementación de una herramienta pulsante con la tecnología powerwave para la estimulación en pozos inyectores del Campo La Cira Infantas. Colombia, 2016. p. 25-35.

OCCIDENTAL DE COLOMBIA. LLC. Informe técnico operación de Workover. Campo La Cira Infantas, 2017. p. 12-18.

ROJAS, C. A. Modelamiento geoestadístico de los depósitos fluviales de la Zona C Formación Mugrosa en el área la Cira-Este del Campo La Cira. Colombia, 2011. p. 24-56.

SCHLUMBERGER. Oilfield Glossary en Español: Donde el Campo Petrolero interactúa con el diccionario. [En línea] [Citado el 31 de Agosto de 2017]. Disponible en internet: <<http://www.glossary.oilfield.slb.com/es.aspx>>.

SERRANO, M. Herramientas de Pesca. Occidental de Colombia LLC. Septiembre 2013.

SILVA, L. N. Análisis de la viabilidad técnico financiera de un proceso de recobro químico álcali-surfactante polímero (ASP) en el Campo La Cira Infantas. Colombia, 2016. p. 40-59.

ANEXOS

ANEXO A. REPORTE DE OPERACIÓN POZO P-100

OXY ANDINA				
Operation Summary Report				
Well: P100		Event Name: RECOMPLETION		
Project: INFANTAS		Prim. Reason: WATER INJECTOR		
Site: INFANTAS CENTRAL		Rig Name: ERAZO VALENCIA 6068/6068, SL LAMB		
#	Date	Time Start-End	Hrs	Op Details
1	09/12/2017	10:00 - 12:00	2.00	LIBERÓ EQUIPO A LAS 10:00 HRS DEL 02/12/2017 EN EL POZO INF-3105. BAJÓ SEGUNDA Y PRIMERA SECCIÓN DE TORRE. ALISTÓ CARGAS PARA MOVILIZAR. AVANCE DE DESARME. 100%.
		12:00 - 18:00	6.00	REALIZÓ MOVILIZACIÓN DE EQUIPO EV-6068 DE INF-3105 HASTA EL POZO INF-2456. CON UNA DISTANCIA RECORRIDA DE 1.7 KMS. MOVILIZO 100% DE LAS CARGAS.
		18:00 - 19:00	1.00	RECIÓ EQUIPO EV-6068 A LAS 18:00 HRS DEL DÍA 12/02/2017. REALIZÓ REUNIÓN PREOPERACIONAL Y DE SEGURIDAD. DIVULGANDO EL PROGRAMA DE TRABAJO Y LOS REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD DE LA OPERACIÓN A EJECUTAR, POSIBLES RIESGOS A SER ENCONTRADOS, CONSIDERACIONES GENERALES DE SEGURIDAD DEL PERSONAL, LOS EQUIPOS Y MEDIO AMBIENTE. SE DESIGNARON ROLES Y RECOMENDACIONES.
		19:00 - 20:00	1.00	REALIZÓ CONEXIONES DE SUPERFICIE, REGISTRÓ PRESIONES: THP=CHP=0 PSI. DESCONECTÓ LINEAS.
2	09/13/2017	20:00 - 00:00	4.00	RETIRÓ CONEXIONES DE SUPERFICIE Y ARBOL DE INYECCIÓN 7 1/16" x 3M CON VALVULAS DE 3 1/8". NOTA: ESPARRAGOS DEMASIADOS CORROIDOS. LO CUAL DEMORA LA OPERACIÓN.
		00:00 - 01:00	1.00	LEVANTÓ SARTA HASTA WS=46 KLBS, SE INSTALAN CUÑAS, SE DESINSTALA THB, XO 3 1/2" PIN x 2 7/8" EUE PIN, SE CONECTA JTA DE DP 2 7/8" IF. REALIZA MANIOBRA PARA RETIRAR CUÑAS TENSIONANDO HASTA 50 KLBS, O.K.
		01:00 - 01:30	0.50	REUNIÓN PREOPERACIONAL Y DE SEGURIDAD * INSTALACIÓN DE BOP's, PARILLA HTS DE LEVANTE*, POSIBLES RIESGOS A SER ENCONTRADOS, CONSIDERACIONES GENERALES DE SEGURIDAD DEL PERSONAL, LOS EQUIPOS Y MEDIO AMBIENTE. SE DESIGNARON ROLES Y RECOMENDACIONES.
		01:30 - 04:00	2.50	INSTALÓ BOP DE TRES CUERPOS (ARIETES CIEGOS + ARIETES DE TUBERÍA + ANULAR PREVENTOR) 7 - 1 1/8" x 3M. APRIETÓ JUEGO DE TORNILLERÍA. CONECTÓ LINEAS HIDRAULICAS Y VERIFICÓ APERTURA Y CIERRE DE LAS BOP'S.
		04:00 - 05:00	1.00	PROBÓ SET BOPS EN BOCA DE POZO ASI: SET DE BOPS (BLIND RAMS 300 & 1500 PSI, PIPE RAMS 300 & 1500 PSI) SE REALIZA LA PRUEBA CON ÉXITO. PROBÓ CADA UNA DE LAS VALVULAS DEL CHOKE MANIFOLD CON 300 & 1200 PSI, OK.
		05:00 - 06:00	1.00	INSTALÓ MESA DE TRABAJO, BARANDAS, ESCALERAS, HERRAMIENTAS DE MANEJO, EQUIPO DE LEVANTE.
		06:00 - 07:00	1.00	INSTALÓ CAMPANA Y FLOW LINE. CAMBIAN RANES DE 3 1/2" x 2 7/8".
		07:00 - 08:00	1.00	INSTALÓ CONEXIONES DE SUPERFICIE, BOMBEA AGUA INDUSTRIAL OBTENIENDO RETORNOS CON 20 BBL/S, SE CONTINUA BOMBEO, LA PRESIÓN NO AUMENTA, Y SE OBTIENEN RETORNOS EN SUPERFICIE.
		08:00 - 10:00	2.00	ESPERANDO POWER SWIBEL POR PARTE DE ERAZO VALENCIA.
		10:00 - 10:30	0.50	REUNIÓN PREOPERACIONAL Y DE SEGURIDAD *INSTALACIÓN DE POWER SWIBEL*, POSIBLES RIESGOS A SER ENCONTRADOS, CONSIDERACIONES GENERALES DE SEGURIDAD DEL PERSONAL, LOS EQUIPOS Y MEDIO AMBIENTE. SE DESIGNARON ROLES Y RECOMENDACIONES. SE REALIZA INSPECCION Y FUNCIONAMIENTO O.K.
		10:30 - 11:30	1.00	INSTALÓ POWER SWIBEL. REALIZÓ PRUEBA DE FUNCIONALIDAD. CONECTÓ A POWER SWIBEL 1 DP 2 7/8" IF.
		11:30 - 12:00	0.50	REUNIÓN PREOPERACIONAL Y DE SEGURIDAD: DESASENTAR SARTA DE INYECCIÓN, COMPUESTA POR 7 PKR HIDRAULICO Y 7 MANDRILES, POSIBLES RIESGOS A SER ENCONTRADOS, CONSIDERACIONES GENERALES DE SEGURIDAD DEL PERSONAL, LOS EQUIPOS Y MEDIO AMBIENTE. SE DESIGNARON ROLES Y RECOMENDACIONES.
		12:00 - 13:00	1.00	REALIZÓ MANIOBRA PARA DESASENTAMIENTO DE SARTA DE INYECCIÓN COMPUESTA POR 7 PKR HIDRAULICO Y 7 MANDRILES, PESO NEUTRO 16 KLBS, APLICÓ INICIALMENTE 1-2 KLBS DE PESO, ROTÓ A LA DERECHA APLICANDO 1.8 - 2.0 KLBS/FT DE TORQUE. SE TENSIONÓ HASTA 28 KLBS, OVERPULL 10 KLBS, CON CIRCULACIÓN Y ROTACIÓN, SE REPITE LA OPERACIÓN POR VARIAS VECES, LIBERANDO SARTA, VERIFICANDO DESASENTAMIENTO DE LA SARTA. SACÓ 1 JTA DE DP 2 7/8" IF. W/SARTA FINAL: 18 KLBS.
		13:00 - 14:30	1.50	RETIRÓ POWER SWIBEL, JUNTO CON 1 DP 2 7/8" IF + X-OVER 2 7/8" IF X EUE.
14:30 - 15:30	1.00	REALIZÓ CAMBIO DE HERRAMIENTAS DE LEVANTE DE DP 2 7/8" IF POR 2 7/8" EUE. INSTALA LLAVE HIDRAULICA KOL COUNTRY.		
15:30 - 21:30	6.00	SACÓ SARTA DE INYECCIÓN DE LA SIGUIENTE MANERA: 1 TUBING JOINT 2 7/8" EUE N-80 9.3 # + 3 PUP JOINT 2 7/8" X4" X 6" N-80 9.3 + 56 JTS TUBING JOINT 2 7/8" N-80 9.3# + 1 SEATING NIPPLE 2 7/8" EUE + 1 PUP JOINT 2 7/8" X4" N-80 9.3 + PKR HIDRAULICO X 2 7/8" EUE + 1 TUBING JOINT 2 7/8" EUE N-80 9.3 # + 1 MANDRIL + 17.80 FT DE TUBING JOINT 2 7/8" EUE N-80 9.3 # QUEDANDO COMO TOPE DE PESCA 13 FT DE TUBING JOINT 2 7/8" EUE N-80 9.3 # A 1835.70 FT. NOTA: LA TUBERÍA SALE CON ALTA CORROSIÓN Y DEBGASTE. SALEN 2 ROTOS ASI: JTA#42 A 1276.84 FT, JTA#46 a 1410.76 FT.		
21:30 - 22:00	0.50	REUNIÓN PREOPERACIONAL Y DE SEGURIDAD: ARMAR, BAJAR BHA DE PESCA, POSIBLES RIESGOS A SER ENCONTRADOS, CONSIDERACIONES GENERALES DE SEGURIDAD DEL PERSONAL, LOS EQUIPOS Y MEDIO AMBIENTE. SE DESIGNARON ROLES Y RECOMENDACIONES.		

OKY ANDINA

Operation Summary Report

Well: P100 Event Name: RECOMPLETION
 Project: INFANTAS Prim. Reason: WATER INJECTOR
 Site: INFANTAS CENTRAL Rig Name: ERAZO VALENCIA 6068/6068, SL LAMBD

#	Date	Time Start-End	Hrs	Op Details
		22:00 - 00:00	2.00	ARMÓ, MEDIÓ Y CALIBRÉ BHA#1 DE PESCA: 1 OVERSHOT MAX OD 5 3/4" + 14 FT DE EXTENSION, TOP SUB, GRAPA DE 3 9/16", STOP RIN 3 1/2" (PARA PESCAR POR COUPLING DE 2 7/8" EUE) + BUMPER SUB OD 4 3/4" ID 2" PMF - 3136 + 1 FISHING JAR 4 3/4", ID: 2,25 KICOL - 502 + 6 DRILL COLLAR DE 4 3/4", ID: 2,25 + 1 ACERADOR SUPERIOR ENERGIZER 4 3/4", ID: 2,25, PMF - 62 - 34 + 1 CROSS OVER 3 1/2" IF @ 2 7/8" IF. LONG. BHA#1: 240.92 FT. PESO 14 KLB.
3	05/14/2017	00:00 - 01:00	1.00	BAJÓ BHA#1 DE PESCA: 1 OVERSHOT MAX OD 5 3/4" + 14 FT DE EXTENSION, TOP SUB, GRAPA DE 3 9/16", STOP RIN 3 1/2" (PARA PESCAR POR COUPLING DE 2 7/8" EUE) + BUMPER SUB OD 4 3/4" ID 2" PMF - 3136 + 1 FISHING JAR 4 3/4", ID: 2,25 KICOL - 502 + 6 DRILL COLLAR DE 4 3/4", ID: 2,25 + 1 ACERADOR SUPERIOR ENERGIZER 4 3/4", ID: 2,25, PMF - 62 - 34 + 1 CROSS OVER 3 1/2" IF @ 2 7/8" IF. LONG. BHA#1: 240.92 FT. PESO 12 KLB.
		01:00 - 02:00	1.00	REALIZÓ CAMBIO DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DE LEVANTE PARA MANEJO DE DP 2 7/8" IF.
		02:00 - 07:00	5.00	BAJÓ BHA#1 DE PESCA CON OVERSHOT 5 3/4" OD + BASKET GRAPPLE 9/16" (PARA PESCAR POR EL COUPLING DE LA JTA POR DEBAJO DEL MANDRIL #1 A 1837.7 FT), CON 51 JTS DE DP 2 7/8" IF. ASÍ: BHA=240.92 FT + DMR=5.20 FT
		07:00 - 07:30	0.50	REUNIÓN PREOPERACIONAL Y DE SEGURIDAD "INSTALACION DE POWER SWIVEL", POSIBLES RIESGOS A SER ENCONTRADOS, CONSIDERACIONES GENERALES DE SEGURIDAD DEL PERSONAL, LOS EQUIPOS Y MEDIO AMBIENTE. SE DESIGNARON ROLES Y RECOMENDACIONES. SE REALIZA INSPECCION Y FUNCIONAMIENTO O.K.
		07:30 - 09:00	1.50	INSTALÓ POWER SWIVEL. REALIZÓ PRUEBA DE FUNCIONALIDAD. CONECTÓ A POWER SWIVEL A LA JTS #51 DE DP 2 7/8" IF.
		09:00 - 10:30	1.50	REALIZÓ OPERACIÓN DE PESCA @ 1858 FT (COUPLING DE 2-7/8") CON 6 KLB DE PESO, TENSIONO GRADUALMENTE HASTA 80 KLB, OVERPULL 18 KLB, WIS 32 KL. EN ESTE PUNTO EL PESCADOR SE LIBERA SIN PRESENTAR AUMENTO DE PESO. SE TRAAJO EN VARIAS OPRTUNIDADES CON EL MISMO RESULTADO.
		10:30 - 11:30	1.00	RD UNIDAD DE POTENCIA, POWER SWIVEL CON SUS ACCESORIOS.
		11:30 - 13:00	1.50	SACO 25 DOBLES DP A LA TORRE.
		13:00 - 13:30	0.50	CAMBIO HERRAMIENTAS DE LEVANTE PARA MANEJO DE DC 4-3/4".
		13:30 - 17:00	3.50	SACO BHA DE PESCA: OVERSHOT 5-3/4" + EXTENSION + SET DE MARTILLOS. SALIÓ CORTES DE TUBERIA DE 4" DE LONGITUD ENTRETALLADOS CON EL STOP RING.
		17:00 - 00:00	7.00	BAJO FISHING MAGNET DE 5-3/4" CON SAND LINE HASTA TOPE DE PESCADOR 1862 FT. SACANDO 2 CORTES DE TUERIA DE 3" DE LOGITUD, BAJÓ Y TOMO IMPRESIO BLOCK DE 6" SACO HERRAMIENTA HASTA 12 FT DE SUPERFICIE DÓNDE ENTRETALLA Y NO AVANZA.
4	05/15/2017	00:00 - 01:00	1.00	PARE DE SEGURIDAD, INICENTE ATRAPAMIENTO BRAZO IZQUIERDO DEL CUNERO, CAMBIANDO MORDAZAS DE LA LLAVE HIDRAULICA DE TUBERIA.
		01:00 - 05:00	4.00	TRABAJO JTA DP @ 12 FT DE SUPERFICIE CON BLOQUE DE IMPRESIÓN DE 6" PARA LOGRAR SACAR A SUPERFIE SIN EXITO, APLICO OVERPULL DE 25 KLB.
		05:00 - 06:00	1.00	RD RACKS. PLANCHADA ACONDICIÓN PLATAFORMA PARA INSTALACION DE POWER SWIVEL.
		06:00 - 07:30	1.50	INSTALO POWER SWIVEL CON SUS ACCESORIOS.
		07:30 - 08:00	0.50	PARE DE SEGURIDAD, INICENTE ATRAPAMIENTO BRAZO IZQUIERDO DEL CUNERO, CAMBIANDO MORDAZAS DE LA LLAVE HIDRAULICA DE TUBERIA.
		08:00 - 09:30	1.50	TRABAJO JTA DP CON ROTACION, PESO, TENSION Y BOMNEANDO FLUIDO SIN RETORNO HASTA LOGRAR SAACAR A SUPERFICIE BLOQUE DE IMPRESIÓN DE 6" EN BUENAS CONDICIONES, MARCANDO EN SU CARA INFERIOR TUBING UN POCO ABIERTO EN SU TOPE DE PESCA.
		09:30 - 10:00	0.50	RD HA #2 IMPRESIÓN LOCK DE 6" + JTA DP DE 2-7/8".
		10:00 - 11:00	1.00	RETIRO POWER SWIVEL CON SUS ACCESORIOS.
		11:00 - 13:00	2.00	OPERACIÓN SUSPENDIDA, REPARACION LLAVE HIDRAULICA DE TUBERIA.
		13:00 - 18:00	5.00	BAJO BHA DE PESCA#3: OVERSHOT DE 5-3/4" + EXTENSION + SET DE MARTILLOS + 8 DC DE 4-3/4".
		18:00 - 19:30	1.50	PROFUNDIZO BHA DE PESCA DESDE 235 FT HASTA 1830 FT.
		19:30 - 20:30	1.00	CHARLA DE SEGURIDAD Y PREOPERACIONAL, DIVULGACION Y DISCUSION DEL PROCDIMIENTO DE INSTALACION DEL POWER SWIVEL.
		20:30 - 22:00	1.50	INSTALO POWER SWIVEL CON SUS ACCESORIOS.
		22:00 - 00:00	2.00	CONTINUO PROFUNDIZANDO PESCADOR OVERSHOT CON CIRCULACION Y ROTACION DESDE 1849 FT (TOPE DE PESCA) HASTA 1864 FT COUPLING 2-7/8"
5	05/16/2017	00:00 - 04:30	4.50	REALIZO OPERACIÓN DE PESCA @ 1864 FT, TRABAJO SARTA CON CIRCULACION, ROTACION Y PESO LIBERANDO SARTA CON GANANCIA DE 2 KLB Y ARRASTRE DE 8 KLB.
		04:30 - 05:30	1.00	RETIRO POWER SWIVEL CON SUS ACCESORIOS.
		05:30 - 08:30	3.00	TRABAJO SARTA CON TENSION Y PESO @ 1840 FT HASTA LIBERAR HERRAMIENTA. (POSIBLE ATASCAMIENTO CON CHATARRA).
		08:30 - 09:30	1.00	SACO 8 DOBLES DP A LA TORRE.
		09:30 - 10:00	0.50	OPERACIÓN SUSPENDIDA POR ACTIVIDAD SINDICAL, REUNION DEL PERSONAL CON EL SEÑOR ALEX CASTRO.

Operation Summary Report

Well:	P100	Event Name:	RECOMPLETION	
Project:	INFANTAS	Prim. Reason:	WATER INJECTOR	
Site:	INFANTAS CENTRAL			
		Rig Name:	ERAZO VALENCIA 6068/6068, SL LAMBD	
#	Date	Time Start-End	Hrs	Op Details
		10:00 - 11:30	1.50	TERMINO DE SACAR 17 DOBLES DP A LA TORRE.
		11:30 - 12:00	0.50	CAMBIO DE HERRAMIENTAS DE LEVANTE, INSTALO PARA MANEJO DE DC.
		12:00 - 13:00	1.00	RID BHA DE PESCA # 4: OVERSHOT + EXTENSION + SET DE MARTILLOS + DC DE 4-3/4".
		13:00 - 13:30	0.50	CAMBIO DE HERRAMIENTAS DE LEVANTE, INSTALO PARA MANEJO DE TUBING 2-7/8".
		13:30 - 15:30	2.00	QUEBRO PARTE DEL BHA DE INYECCION RECUPERADO: PARTE DE LA JTA PARTIDA+ 1 JTA 2-7/8" EUE + PUP JOINT X 4 FT + PKR TANDEM DE 7" X 23/29# + 3 PUP JOINT X 6 FT + 3.36 FT DEL PUP JOINT QUE PARTIO POR CUERPO. HERRAMIENTAS CUBIERTAS POR ARENA FINA, PRESENTA EL ULTIMO PUP JOINT ROTOS EN CUERPO. DESTORQUEO HERRAMIENTAS EN PLATAFORMA.
		15:30 - 16:00	0.50	CAMBIO DE HERRAMIENTAS DE LEVANTE, INSTALO PARA MANEJO DE DC.
		16:00 - 20:00	4.00	ARMO Y BAJO BHA DE PESCA #5: OVERSHOT DE 5-3/4" CON GRAPA 3-5/8" + EXTENSION + SET DE MARTILLOS + DC DE 4-3/4". LONG: 235.48 FT.
		20:00 - 22:00	2.00	PROFUNDIZO BHA#5 CON DP DESDE 235.48 FT HASTA 1863.54 FT. (51 JTS).
		22:00 - 22:30	0.50	CHARLA DE SEGURIDAD Y PREOPERACIONAL, INSTALACION DE POWER SWIVEL CON SUS ACCESORIOS, Y PROGRAMA SEGUIR EN EL POZO.
		22:30 - 23:30	1.00	INSTALO POWER SWIVEL CON SUS ACCESORIOS.
		23:30 - 00:00	0.50	LIMPIO CASING POR CIRCULACION Y ROTACION DESDE 1863.54 FT HASTA 1933.47 F FT.
6	09/17/2017	00:00 - 03:00	3.00	REALIZO OPERACION DE PESCA @ 1933.47 FT, TRABAJO SARTA CON ROTACION, CIRCULACION Y OVERPULL MAXIMO DE 40 KLB. W/S 40 KLB. LA SARTA SE LIBERO QUEDANDO CON ARRASTRE DE 8/20 KLB.
		03:00 - 04:00	1.00	CIRCULANDO POZO EN DIRECTA Y RECIPROCANDO SARTA.
		04:00 - 05:00	1.00	RID POWER SWIVEL CON SUS ACCESORIOS.
		05:00 - 07:00	2.00	SACO TUBERIA DP EN DOBLES A LA TORRE. (51).
		07:00 - 09:30	2.50	SACO QUEBRANDO BHA DE PESCA#5.
		09:30 - 12:30	3.00	POOH BHA DE INYECCION: MANDRIL DE 2-7/8" + 3 PUP JOINT 2-7/8" + PKR TANDEM DE 7" + 1 PUP JOINT DE 6 FT + 3.50 FT DE UN PUP JOINT PARTIDO X CUERPO, MATERIALES EN MAL ESTADO POR CORROSION. PUNTA DE PESCA @ 1985.28 FT. REVISO GRAPA AL PESCADOR OVERSHOT Y TORQUEO.
		12:30 - 14:00	1.50	TALLER DE TRABAJO SEGURO CON EL ING ORLANDO RANGEL.
		14:00 - 16:00	2.00	RID BHA DE PESCA #6. OVERSHOT 5-3/4" CON GRAPA 3-5/8" + BHA DE PESCA. LONGITUD 235.47 FT.
		16:00 - 17:00	1.00	VISITA GERENCIAL DE INVESTIGACION DE ACCIDENTE CUERPO CON LLAVE HIDRAULICA DE TUBERIA.
		17:00 - 20:00	3.00	PROFUNDIZO BHA E PESCA CON 52 JTS DP DE 2-7/8" DESDE 235.47 FT HASTA 1969.11 FT.
		20:00 - 21:00	1.00	INSTALO NPOWER SWIVEL CON SUS ACCESORIOS.
		21:00 - 22:00	1.00	CIRCULO POZO EN DIRCTA AVANZANDO HASTA 1972.13 FT, PUNTA DE PESCA.
		22:00 - 23:00	1.00	REERACION DE ENGANCHE, TRABAJO SARTA CON CIRCULACION, ROTACION Y OVERPULL MAXIMO DE 40 KLB HASTA LIBERAR SARTA.
		23:00 - 00:00	1.00	DESINSTALO POWER SWIVEL.
7	09/18/2017	00:00 - 02:00	2.00	POOH 54 DOBLES DP A LA TORRE.
		02:00 - 02:30	0.50	CAMBIO DE HERRAMINTAS, INSTALO PARA MANEJO DE DC 4-3/4".
		02:30 - 04:00	1.50	RID BHA DE PESCA: OVERSHOT + SARTA DE PESCA. MARTILLOS + DC DE 4-3/4".
		04:00 - 04:30	0.50	RETIRO BHA DE INYECCION RECUPERADO, MANDRIL DE 2-7/8" + PARTE DE PUP JOINT PARTIDO QUE MIDE 0.72 FT. MATERIAL EN MAL ESTADO POR ALTA CORROSION.
		04:30 - 07:00	2.50	BAJO BHA DE PESCA # 7: OVERSHOT DE 5-3/4" CON GRAPA DE 4-3/16" + SET DE PESCA Y DC DE 4-3/4". LONGITUD 235.47 FT.
		07:00 - 10:00	3.00	PROFUNDIZO BHA CON DP EN DOBLES DESDE 235.48 FT HASTA 1959 FT.
		10:00 - 11:00	1.00	INSTALO POWER SWIVEL.
		11:00 - 13:00	2.00	DESARENO POR CIRCULACION EN DIRECTA CON ROTACION HASTA 1999 FT, TOPE DEL PESCADO.
		13:00 - 16:30	3.50	REALIZO OPERACION DE PESCA @ 1999 FT, TRABAJO SARTA CON ROTACION, CIRCULACION Y OVERPULL MAXIMO DE 70 KLB. W/S 40 KLB. LA SARTA SE LIBERO QUEDANDO CON ARRASTRE DE 40/ KLB. SACO 4 JTS DP CON CIRCULACION Y RECIPROCANDO SARTA.
		16:30 - 17:30	1.00	DESINSTALO POWER SWIVEL.
		17:30 - 20:00	2.50	SACO DP EN DOBLES CON ARRASTRE DE 40 / 60 KLB Y RECIPROCANDO SARTA. LOS PRIMEROS 6 JTS. TOTAL 25 DOBLES).
		20:00 - 20:30	0.50	CAMBIO DE HERRAMINTAS, INSTALO PARA MANEJO DE DC 4-3/4".
		20:30 - 21:45	1.25	POOH BHA#7 DE PESCA, OVERSHOT DE 5-3/4" + SET DE MARTILLOS + DC DE 4-3/4".
		21:45 - 22:00	0.25	CAMBIO DE HERRAMIENTAS DE LEVANTE, INSTALO PARA 2-7/8".

Operation Summary Report

Well: P100 Event Name: RECOMPLETION
 Project: INFANTAS Perm. Reason: WATER INJECTOR
 Site: INFANTAS CENTRAL

Rig Name: ERAZO VALENCIA 6066/6068 SL LAMBDO

#	Date	Time Start-End	Hrs	Op Details
		22:00 - 00:00	2.00	SACO QUEBRANDO BHA DE INYECCION RECUPERADO: 6.93 FT DE PUP JOINT PARTIDO + SAFETY JOINT + PUP JOINT 2-7/82 X 4.10 FT + PKR SEH-3J DE 7" + 2 PUP JOINT X 6 FT CUJ + MANDRIL 2-7/8" + PUP JOINT X 6 FT + PKR TANDEM + PUP JOINT X 4.10 FT + MANDRIL 2-7/8" + 1 JTA 2-7/8" + PKR TANDEM + 2 PUP JOINT + MANDRIL 2-7/8" #2 COMPLETO Y GOLPEADO EN SU PARTE INFERIOR. QUEDA DE PUTA PESCANTE PN 2-7/8" EUE. GOLPEADO POR TRABAJO DE LA SARTA EN LA PESCA.
8	08/19/2017	00:00 - 02:30	2.50	DESTORQUEANDO OVERSHOT DE LA EXTENSION, RETIRANDO PKR DEL OVERSHOT.
		02:30 - 07:30	5.00	ARMO BHA DE PESCA #8: OVERSHOT DE 5-3/4" CON GRAFA 3-5/82 + 31.30 FT DE EXTENSION, BAJO CON SET DE MARTILLOS + DC DE 4-3/4" HASTA 252.35 FT.
		07:30 - 09:30	2.00	PROFUNDIZO BHA #8 CON DP EN SOBLES DESDE 252.35 FT HASTA 1880.41 FT. (51 JTS). A ESTA PROFUNDIDAD SE ENCONTRO TOPE DE RELLENO.
		09:30 - 10:30	1.00	INSTALO POWER SWIVEL CON SUS ACCESORIOS.
		10:30 - 17:00	6.50	DESARENO POR CIRCULACION EN DIRECTA + ROTACION DESDE 1880.41 FT HASTA 2135 FT. (255 FT) RETORNO ABUNDANTE ARENA GRANO FINO A ESTA PROFUNDIDAD SE PERDIO RETORNO Y SE AGOTO EL FLUIDO DE TRABAJO.
		17:00 - 17:30	0.50	RETIRO POWER SWIVEL.
		17:30 - 18:30	1.00	SACO 10 DOBLES DP A LA TORRE, PUNTA DE BHA @ 1500 FT.
		18:30 - 20:30	2.00	ESPERANDO FLUIDO DE TRABAJO (AGUA).
		20:30 - 21:30	1.00	BAJO DP NUEVAMENTE HASTA 2135 FT. Y CONTINUO LIMPIANDO POR CIRCULACION Y ROTACION HASTA 2139 FT (COUPLING 2-7/8" EUE)
		21:30 - 22:30	1.00	INSTALO POWER SWIVEL CON SUS ACCESORIOS.
		22:30 - 00:00	1.50	CONTINUO LIMPIANDO POR CIRCULACION Y ROTACION DESDE 2135 HASTA 2139 FT (COUPLING 2-7/8" EUE). LA SARTA PRESENTA TORQUE, PIERDE PESO, AUMENTA LA PRESION, SE PIERDE CIRCULACION. LIBER SIN OVERPULL.
9	09/ 20/2017	00:00 - 03:00	3.00	CONTINUO TRABAJANDO SARTA AVANZANDO HASTA 2167 FT, SUSPENDE OPERACION PARA SACAR SARTA.
		03:00 - 03:30	0.50	DESINSTALA POWER SWIVEL.
		03:30 - 05:00	1.50	SACO DP EN DOBLES A LA TORRE (29).
		05:00 - 07:00	2.00	POOH BHA DE PESCA #8: BUMPER SUB + 5 DC DE 4-3/4" + 31 FT DE EXTENSION DE 5-3/4" + OVERSHOT CON GUIA DE 5-3/4" + PESCAO.
		07:00 - 09:30	2.50	POOH BHA DE INYECCION: TUBO 2-7/8" EUE + SAFETY JOINT COMPLETA + PUP JOINT X 6 FT + PKR DE CURAS #1 + 1 JTA 2-7/8" EUE + MANDRIL 2-7/8" + 2 JTS + LANDING NIPLE CON BP INSTALADO + WIRE LINE ENTRY GUIDE.
		09:30 - 12:00	2.50	DESTORQUEANDO HERRAMIENTAS DE PESCA DE PARKO.
		12:00 - 14:00	2.00	VERIFICO FONDO CON SAND LINE @ 2420 FT, FONDO REAL 2615 FT, 195 FT DE RELLENO. CAÑONEO NUEVO 2299-2415 FT.
		14:00 - 14:30	0.50	CAMBIO DE HERRAMIENTAS DE LEVANTE X 3.5" 90°.
		14:30 - 15:00	0.50	TUBERIA DE 3.5" DE RECAMARA SELECCIONANDO, CALIBRANDO Y MIDIENDO EN LOS RACKS.
		15:00 - 18:00	3.00	BAJO TAPON EN PUNTA + 22 JTS DE 3.5" EUE J85 DE RECAMARA, LLENO Y PROBO CON 1000 PSI. OK.
		18:00 - 20:00	2.00	POOH TUBING LLENO EN DOBLES (11), RETIRO TAPON.
		20:00 - 22:00	2.00	BAJO BHA #9 DE LIMPIEZA MECANICA: FLAPPER DE 3.5" + 22 JTS DE 3.5" + BOMBA DESARENADORA DE 3.5" + CROSS OVER 3.5" X 2.875" LONGITUD: 708.06 FT.
		22:00 - 00:00	2.00	PROFUNDIZO BHA #9 CON DP EN DOBLES DESDE 708.06 FT HASTA 2410 FT, TOPE DE RELLENO. FONDO REAL: 2615 FT, FILL 205 FT.
10	09/21/2017	00:00 - 03:30	3.50	DESARENO MECANICAMENTE DESDE 2410 FT HASTA 2610 FT (200 FT), NO PRESENTO MAS AVANCE. FR 2615 FT.
		03:30 - 06:00	2.50	POOH 30 DOBLES DP A LA TORRE.
		06:00 - 06:30	0.50	CAMBIO DE HERRAMIENTAS DE LEVANTE, INSTALO PARA 3.5".
		06:30 - 10:00	3.50	SACO QUEBRANDO BHA #9, DESARENADORA DE 3.5" + 22 JTS DE 3.5" DE RECAMARA + FLAPPER DE 3.5. 8 JTS LLENAS DE ARENA. 14 JTS LLNAS DE AGUA LODO.
		10:00 - 11:00	1.00	R7D TUBO CONDUCTOR + NIPLE CAMPANA, ACONDICIONO MESA DE TRABAJO PARA CAÑONEO.
		11:00 - 14:30	3.50	ESPERANDO PERSONAL Y UNIDAD DE CAÑONEO DE SETIP.
		14:30 - 15:00	0.50	CHARLA DE SEGURIDAD Y PREOPERACIONAL, OPERACION DE CAÑONEO CON WIRE LINE.
		15:00 - 17:00	2.00	INSTALO UNIDAD DE CAÑONEO CON SUS HERRAMIENTAS, PROBO INTEGRIDAD DEL LUBRICADOR CON 500 PSI.
		17:00 - 18:30	1.50	CORRELACIONO CON CR-CCL DESDE 2599 HASTA 2179 FT. REALIZO OPERACION DE CAÑONEO CON CASING GUN DE 4.5" Y CARGAS SUPER HERO-HR-SDP-4539-410 @ 5 TTP, CORIDA # 1 INT 2407-2415 (11) DISTANCIA, CCL 47 FT, PARADA 2402.3, DETONO 18:09HRS, SIN MANIFESTACION. SACO HERRAMIENTA % DETONADO, NIVEL DE FLUIDO 450 FT, FONDO INICIAL 2599 FT, NIVEL 650 FT.

Operation Summary Report

Well: PT00 Event Name: RECOMPLETION
 Project: INFANTAS Prim. Reason: WATER INJECTOR
 Site: INFANTAS CENTRAL Rig Name: ERAZO VALENCIA 6068/6068, SL LAMB

#	Date	Time Start-End	Hrs	Op Details
		22:15 - 00:00	1.75	CIRCULANDO INHIBIDOR Y CONTROLANDO GAS DEL POZO
ZML 09/24/2017		00:00 - 00:15	0.25	REVALIDANDO PERMISO DE TRABAJO Y CHARLA PREOPERACIONAL
		00:00 - 00:30	0.50	BOMBEO 20 BLS DE AGUA FRECA EN DIRECTA PARA CONTROLAR PORTE DE GAS.
		00:15 - 01:00	0.75	RIG UP SLICK LINE
		00:50 - 01:00	0.50	CHARLA DE SEGURIDAD Y PREOPERACIONAL CON PERSONAL MAXIM & FISHING INSTALACION DE STANDING VALVE DE 2.25"
		01:00 - 02:00	1.00	RH SARTA DE 1.1/2" CON PULLING TOOL JDC DE 2.5" Y STV DE 2.25" R PARA INSTALARSE EN NPLESILLA @ 2455 ft, REALIZO POOL TEST @ 2400 ft Y BAJO HASTA PERDER PESO, GOLPEO EN VARIAS OCASIONES SIN OBTENER TENSION, TRABAJO NUEVAMENTE HASTA PARTIR PIN Y PERDER PESO, EN SUPERFICIE PULLING LIBRE
		01:00 - 02:30	1.50	CON SLICK LINE BAJO Y SENTO STANDING VALVE DE 2.25" @ 2456 FT, RETIRO HERRAMIENTAS.
		02:00 - 02:15	0.25	RIG DOWN PARCIAL
		02:15 - 02:30	0.25	SENTAMIENTO DE EMPAQUES, SIN EXITO POR CAIDA DE PRESION
		02:30 - 02:45	0.25	RIG UP PARCIAL
		02:30 - 04:00	1.50	BOMBEO EN DIRECTA 2.5 BLS DE AGUA Y PRESURIZO CON 500 PSI SIN EXITO, APLICO 1000 PSI CON EL MISMO RESULTADO, LA PRESION BAJA 100 PSI X MINUTO
		02:45 - 03:30	0.75	RH SARTA DE 1.1/2" CON PULLING TOOL JDC DE 2.5" PARA RECUPERAR STV D 2.25" R @ 2455 ft, BAJO REALIZANDO POOL TEST @ 2400 ft Y CONTINUO HASTA PERDER PESO, VERIFICO ENGANCHE Y LIBERA, EN SUPERFICIE CON STV
		03:30 - 04:15	0.75	RH SARTA DE 1.1/2" CON PULLING TOOL JDC DE 2.5" Y STV DE 2.25" R PARA INSTALARSE EN NPLESILLA @ 2455 ft, REALIZO POOL TEST @ 2400 ft Y BAJO HASTA PERDER PESO, GOLPEO EN VARIAS OCASIONES PARA SENTAR HASTA LIBERAR PULLING, EN SUPERFICIE PULLING LIBRE
		04:00 - 06:00	2.00	RETIRO STANDING VALVE, BAJO NUEVA STANDING VALVE DE 2.25" Y ANCHO @ 2456 FT, SACO HERRAMIENTAS.
		04:15 - 04:30	0.25	RIG DOWN PARCIAL
		04:30 - 05:45	1.25	SENTAMIENTO DE EMPAQUES
		05:45 - 06:00	0.25	CAMBIO DE TURNO
		06:00 - 06:15	0.25	REVALIDO PERMISO DE TRABAJO A/R Y CHARLA PRE-OPERACIONAL
		06:00 - 06:30	0.50	CHARLA DE SEGURIDAD Y PREOPERACIONAL CON PERSONAL MAXIM & FISHING INSTALACION DE STANDING VALVE DE 2.25"
		06:15 - 07:00	0.75	EN ESPERA QUE SIENTEN EMPAQUES
		06:30 - 08:00	1.50	LEVANTO SARTA DE TUBERIA, VERIFICO CONEXION DE TUBING HANGER Y X/OVER OK, SENTO SARTA NUEVAMENTE.
		07:00 - 09:30	2.50	INICIO EL RIG UP DEL EQUIPO SLICK LINE (BOP Y LUBRICADORES)
		08:00 - 09:00	1.00	BOMBEO EN DIRECTA 3.5 BLS DE AGUA Y PRESURIZO CON 500 PSI SIN EXITO, APLICO 1000 PSI CON EL MISMO RESULTADO, LA PRESION BAJA 100 PSI X MINUTO.
		09:00 - 09:30	0.50	RETIRO STANDING VALVE DE 2.25"
		09:30 - 09:45	0.25	RH CON SARTA DE 1.5" O.D, MAS PULLING TOOL JDC DE 2.25" PARA PESCAR TAPON @ 2455, FT E M Y ENCONTRADO @ 2454 FT SIL, TRABAJO SARTA GOLPES CON MARTILLO MECANICO, POOH, OK, SARTA EN SUPERFICIE CON TAPON
		09:30 - 12:30	3.00	ACONDICIONO HERRAMIENTAS Y CORRIO BLANKING PLUG DE 2.25" Y SENTO @ 2456 FT.
		09:45 - 10:30	0.75	RH CON SARTA DE 1.5" O.D, MAS PULLING TOOL JDC DE 2.25" MAS TAPON DE 2.31" F PARA INSTALAR @ 1810, FT E M PERO NO PASO DE 50 FT @ 2454 FT SIL, TRABAJO SARTA GOLPES CON MARTILLO MECANICO, POOH, OK, SARTA EN SUPERFICIE CON TAPON
		10:30 - 10:45	0.25	INICIO EL RIG DOWN DEL EQUIPO SLICK LINE (BOP Y LUBRICADORES)
		10:45 - 11:30	0.75	EN ESPERA QUE CAMBIEN EL PUP JOINT MALO
		11:30 - 11:45	0.25	INICIO EL RIG UP DEL EQUIPO SLICK LINE (BOP Y LUBRICADORES)
		11:45 - 12:30	0.75	RH CON SARTA DE 1.5" O.D, MAS PULLING TOOL JDC DE 2.25" MAS BLANKING PLUG DE 2.25" R PARA INSTALAR @ 2455, FT E M Y ENCONTRADO @ 2454 FT SIL, TRABAJO SARTA GOLPES CON MARTILLO MECANICO, POOH, OK, SARTA EN SUPERFICIE CON PULLING TOOL LIBRE, BLANKING PLUG PROPIEDAD DE MAXIM FISHING
		12:30 - 13:00	0.50	INICIO EL RIG DOWN DEL EQUIPO SLICK LINE (BOP Y LUBRICADORES)
		12:30 - 13:00	0.50	INSTALO CONEXIONES EN CABEZA DE POZO PARA SENTAR SET DE PKR HIDRAULICOS.
		13:00 - 13:45	0.75	REALIZO REPORTE
		13:00 - 13:30	0.50	CHARLA DE SEGURIDAD Y PREOPERACIONAL SENTAR PKR HIDRAULICOS CON PRESIONES HASTA 3500 PSI.
		13:30 - 14:30	1.00	BOMBEO EN DIRECTA 2.5 BLS DE AGUA Y PRESURIZO CON 500 PSI SIN EXITO, APLICO 1000 PSI CON EL MISMO RESULTADO, LA PRESION BAJA 100 PSI X MINUTO.
		13:45 - 14:00	0.25	ENTREGA DE TURNO

Operation Summary Report

Well: 9100 Event Name: RECOMPLETION
 Project: INFANTAS Prim. Reason: WATER INJECTOR
 Site: INFANTAS CENTRAL Rig Name: ERAZO VALENCIA 6068/6068, SL LAMBD

#	Date	Time Start-End	Hrs	Op Details
		14:00 - 14:30	0.50	SE RECIBE NUEVAS INSTRUCCIONES POR PARTE DEL COMAN, REASENTAR DUMMY EN CADA MANDRIL, RIG UP EQUIPO Y HERRAMIENTAS
		14:30 - 15:15	0.75	RIH SARTA DE 1.1/2" CON KICOVER OM-1 + RUNNING TOOL PINADA PARA REASENTAR EN EL WMI # 01 @ 2318 ft. LOCALIZO BOLSILLO Y REASIENTO DUMMY, EN SUPERFICIE RK-1 CON PIN SISALLADO
		14:30 - 21:00	6.50	S CON SLICK LINE BAJO KICK OVER Y VERIFICO POSICIONAMIENTO DE DUMMYS EN CADA MANDRIL OK. PROBO INTEGRIDAD CON 1000 PSI, SIN EXITO, PRESENTA CAIDA DE PRESION.
		15:15 - 16:00	0.75	RIH SARTA DE 1.1/2" CON KICOVER OM-1 + RUNNING TOOL PINADA PARA REASENTAR EN EL WMI # 02 @ 2147 ft. LOCALIZO BOLSILLO Y REASIENTO DUMMY, EN SUPERFICIE RK-1 CON PIN SISALLADO
		16:00 - 16:45	0.75	RIH SARTA DE 1.1/2" CON KICOVER OM-1 + RUNNING TOOL PINADA PARA REASENTAR EN EL WMI # 03 @ 2120 ft. LOCALIZO BOLSILLO Y REASIENTO DUMMY, EN SUPERFICIE RK-1 CON PIN SISALLADO
		16:45 - 17:30	0.75	RIH SARTA DE 1.1/2" CON KICOVER OM-1 + RUNNING TOOL PINADA PARA REASENTAR EN EL WMI # 04 @ 2089 ft. LOCALIZO BOLSILLO Y REASIENTO DUMMY, EN SUPERFICIE RK-1 CON PIN SISALLADO
		17:30 - 18:15	0.75	RIH SARTA DE 1.1/2" CON KICOVER OM-1 + RUNNING TOOL PINADA PARA REASENTAR EN EL WMI # 05 @ 2046 ft. LOCALIZO BOLSILLO Y REASIENTO DUMMY, EN SUPERFICIE RK-1 CON PIN SISALLADO
		18:15 - 18:50	0.58	RIH SARTA DE 1.1/2" CON KICOVER OM-1 + RUNNING TOOL PINADA PARA REASENTAR EN EL WMI # 06 @ 2013 ft. LOCALIZO BOLSILLO Y REASIENTO DUMMY, EN SUPERFICIE RK-1 CON PIN SISALLADO
		18:50 - 19:20	0.50	RIH SARTA DE 1.1/2" CON KICOVER OM-1 + RUNNING TOOL PINADA PARA REASENTAR EN EL WMI # 07 @ 1928 ft. LOCALIZO BOLSILLO Y REASIENTO DUMMY, EN SUPERFICIE RK-1 CON PIN SISALLADO
		19:20 - 19:50	0.50	RIH SARTA DE 1.1/2" CON KICOVER OM-1 + RUNNING TOOL PINADA PARA REASENTAR EN EL WMI # 08 @ 1829 ft. LOCALIZO BOLSILLO Y REASIENTO DUMMY, EN SUPERFICIE RK-1 CON PIN SISALLADO
		19:50 - 20:00	0.17	RIG DOWN PARCIAL (B.O.P Y LUBRICADORES)
		20:00 - 21:00	1.00	SE ENTREGA POZO PARA REALIZAR ASENTAMIENTOS DE EMPAQUES
		21:00 - 21:30	0.50	PRUEBA DE EMPAQUES NO DA SELLO, ORDENA INSTALAR STANDING 2.31" RIGUP SLICKLINE
		21:00 - 22:30	1.50	BAJO STANDING VALVE DE 2.31" Y SENTO @ 1802 FT POSICION ON OFF TOOL MF1.
		21:30 - 22:00	0.50	REPORTE OPERACIONES Y CAMBIO DE TURNO
		22:00 - 22:15	0.25	CHARLA PREOPERACIONAL
		22:15 - 22:45	0.50	RIH SARTA DE 1.1/2" CON PULLING TOOL, JDC DE 2.5" Y STV DE 2.31" F PARA INTALARSE EN EL ON OFF @ 1810 ft, REALIZO POOL TEST @ 1750 ft Y BAJO HASTA PERDER PESO, LUEGO GOLPEO PARA INSTALAR Y LIBERO PULLING, EN SUPERFICIE PULLING LIBRE
		22:30 - 23:00	0.50	PROBO INTEGRIDAD DE TUBERIA CON 1000 PSI OK. SE VERIFICO PERDIDA DE PRESION EN EL BHA DE INYECCION.
		22:45 - 23:00	0.25	RIG DOWN PARCIAL
		23:00 - 23:45	0.75	PRUEBA DE PRESION DEL TUBING OK
		23:00 - 23:30	0.50	CHARLA DE SEGURIDAD Y PREOPERACIONAL, SACAR COMPLETAMENTO DE INYECCION.
		23:30 - 00:00	0.50	CON SLICK LINE BAJAO Y RECUPERO STANDING VALVE DE 2.31".
		23:45 - 00:00	0.25	RIG UP PARCIAL
14	05/25/2017	00:00 - 00:30	0.50	DESINSTALO HERRAMIENTAS DE SLICK LINE.
		00:00 - 00:30	0.50	RIH SARTA DE 1.1/2" CON PULLING TOOL, JDC DE 2.5" PARA RECUPERAR STV DE 2.31" F EN ON OFF @ 1810 ft, REALIZO POOL TEST @ 1750 ft Y BAJO HASTA PERDER PESO, TENSIONO IGUALZO COLUMNA Y RETIRO CON IMPACTO A 900 ft. EN SUPERFICIE CON STV
		00:30 - 01:30	1.00	DESEMPACO POZO, ACONDICIONO HERRAMIENTAS PARA SACAR COMPLETAMENTO.
		00:30 - 01:15	0.75	RIG DOWN SLICK LINE
		01:30 - 04:00	2.50	POOH TUBERIA DE INYECCION ASI: TUBING HANGER + X/OVER 3.5" X 2-7/8" EUE + 1 JTA L80 + 1 PUP JOINT X 10 FT + 3 PUP JOINT X 8 FT C/U + 57 JTS 2-7/8" EUE L80 NUEVOS.
		04:00 - 08:00	4.00	POH EN SENCILLOS BHA DE INYECCION, CONSTA 9 PKR (6 TANDEM + 3 DE CUÑAS) + 8 MANDRILES 2-7/8". NOTA: SE ENCONTRO CON PRDEIDA DE FLUIDO, EL PKR "0" Y EL TANDEM "1".
		08:00 - 15:30	7.50	PROBO INTEGRIDAD DE TODOS LOS PKR, EN SUPERFICIE: PKR "0" DE CUÑAS Y EL #1 TANDEM PRESENTAN PERDIDA DE FLUIDO POR LOS ORIFICIOS DE LOS PINES DE ASENTAMIENTO HERRAMIENTAS EN MAL ESTADO. EL RESTO DE PKR SE PROBARON CON 250 PSI OK.
		15:30 - 16:00	0.50	CHARLA DE SEGURIDAD Y PREOPERACIONAL, CORRIO COMPLETAMENTO DE INYECCION SELECTIVO
		16:00 - 21:00	5.00	BAJO EL MISMO BHA DE INYECCION, CONSTA DE 9 PKR (3 DE CUÑA + 6 TANDEM) + 8 MANDRILES DE 2-7/8".
		21:00 - 00:00	3.00	PROFUNDIZO BHA CON TUBING DE 2-7/8" EUE L80 EN DOBLES DESDE 645 FT HASTA 2456.20 FT. LA TUBERIA SE CALIBRO DENTRO DEL POZO.
		22:45 - 23:45	1.00	MOVILIZANDO DESDE EL POZO CIRA 2175 HASTA EL POZO INFA 2456
		23:45 - 00:00	0.25	REVALIDANDO PERMISO DE TRABAJO Y CHARLA PREOPERACIONAL
15	05/26/2017	00:00 - 00:30	0.50	BAJO CON SAND LINE CALIBRADOR 2.34" HASTA 1100 FT, RETIRO HERRAMIENTAS.
		00:00 - 00:45	0.75	INICIO EL RIG UP DEL EQUIPO SLICK LINE (BCP Y LUBRICADORES)
		00:30 - 02:00	1.50	CON SLICK LINE BAJO STANDING VALVE DE 2.25" Y SENTO @ 2455.6 FT, SACO HERRAMIENTAS.

OKY ANDINA

Operation Summary Report

Well: P106 Event Name: RECOMPLETION
 Project: INFANTAS Prim. Reason: WATER INJECTOR
 Site: INFANTAS CENTRAL Rig Name: ERAZO VALENCIA 6068/6068, SL LAMBDA

#	Date	Time Start-End	Hrs	Op Details
		00:45 - 01:30	0.75	RIH SARTA DE 1.1/2" CON PULLING TOOL JDC DE 2.5" Y STV DE 2.25" R PARA INSTALARSE EN LA NPLESILLA @ 2455 ft, REALIZO POOL TEST A 2400 ft Y BAJO HASTA PERDER PESO, VERIFICO ENGANCHE Y TRABAJO CON GOLPE DE MARTILLO HASTA LIBERAR LA SARTA, EN SUPERFICIE PULLING LIBRE
		01:30 - 01:45	0.25	RIG DOWN PARCIAL
		01:45 - 03:30	1.75	SENTAMIENTO DE EMPAQUES
		02:00 - 03:30	1.50	SENTO SET DE PKRS HIDRAULICOS CON PRESION MAXIMA DE 3500 PSI OK.
		03:30 - 04:00	0.50	LLENO ANULAR CON 12 BLS, PROBO INTEGRIDAD DE PKR SUPERIOR CON 500 PSI X 10 MINUTOS OK.
		03:30 - 03:45	0.25	RIG UP PARCIAL
		03:45 - 04:30	0.75	RIH SARTA DE 1.1/2" CON PULLING TOOL JDC DE 2.5" PARA RECUPERAR STV DE 2.25" R @ 2455 ft, REALIZO POOL TEST A 2400 ft Y BAJO HASTA PERDER PESO, LUEGO IMPACTO A 600 lb PARA IGUALIZAR COLUMNAS Y RECUPERO CON 500 lb EN SUPERFICIE CON STV
		04:00 - 05:00	1.00	CON SLICK LINE RECUPERO STANDING VALVE DE 2.25", RETIRO HERRAMIENTAS.
		04:30 - 05:30	1.00	RIG DOWN SLICK LINE Y LIMPIEZA DEL AREA DE TRABAJO
		05:00 - 05:30	0.50	PROBO INTEGRIDAD DE PKR INFERIOR CON 1500 PSI X 10 MINUTOS OK.
		05:30 - 06:00	0.50	RID CONEXIONES EN CABEZA DE POZO PARA PRUEBAS DE PRESION.
		05:30 - 06:00	0.50	REPORTE DE OPERACIONES, ORDEN Y ASEO
		06:00 - 06:30	0.50	CHARLA DE SEGURIDAD Y PREOPERACIONAL CON CUADRILLA, RETIRO DE BOP'S, INSTALACION Y PRUEBA DEL ARBOLITO DE INYECCION.
		06:30 - 08:00	1.50	DESINSTALO PLATAFORMA DE TRABAJO + NIPLE CAMPANA + TUBO CONDUCTOR.
		08:00 - 09:30	1.50	RID SET DE BOP'S CON SUS ACCESORIOS.
		09:30 - 11:00	1.50	INSTALO NUEVO ARBOLITO DE INYECCION 7-1/16" EM, PROBO INTEGRIDAD CON 2500 PSI, NO SE CONECTO LA LINEA, ES NECESARIO ADECUARLA AL NUEVO ARBOLITO INSTALADO. LIBERO RIG A LAS 11:00 HRS / 02/26/2017
SMI	05/27/2017	20:00 - 21:00	1.00	MOVILIZA DE POZO LC 1888 HACIA POZO INFA 2456 WS
		21:00 - 21:15	0.25	A/R CHARLA PREOPERACIONAL Y DEMAS PAPELERIA
		21:15 - 21:45	0.50	REALIZO REPORTE, ORDEN Y LIMPIEZA
		21:45 - 22:00	0.25	ENTREGA DE TURNO
		22:00 - 22:15	0.25	CHARLA DE SEGURIDAD CUADRILLA ENTRANTE
		22:15 - 23:00	0.75	INICIO EL RIG UP DEL EQUIPO SLICK LINE (BOP Y LUBRICADORES)
		23:00 - 00:00	1.00	RIH SARTA DE 1.1/2" CON GAUGE CUTTER DE 2.25" PARA REALIZAR DUMMY RUN HASTA @ 2455 ft EM, BAJADO LIBREMENTE HATA @ 2455 ft / sl EN SUPERFICIE FONDO LIBRE
TML	05/28/2017	00:00 - 00:45	0.75	RIH SARTA DE 1.1/2" CON PULLING TOOL JDC DE 2.5" Y STV DE 2.25" R PARA INSTALARSE EN NPLESILLA @ 2455 ft, REALIZO POOL TEST @ 2400 ft Y BAJO HASTA PERDER PESO Y GOLPEO CON MARTILLOS HASTA LIBERAR SARTA, EN SUPERFICIE PULLING LIBRE
		00:45 - 01:30	0.75	RIH SARTA DE 1.1/2" CON KOT Y PULLING TOOL HD DE 1.5/8" PARA RECUPERAR DUMMY EN WMI # 1 @ 2318 ft, LOCALIZO Y RECUPERO CON IMPACTOS A 1300 lb EN SUPERFICIE CON DUMMY SN # 606
		01:30 - 02:15	0.75	RIH SARTA DE 1.1/2" CON KOT Y RUNNING TOOL RK-1 PARA INSTALAR VRF SN # 2289 EN WMI # 1 @ 2318 ft, LOCALIZO BOLSILLO E INSTALO EN SUPERFICIE CON RK-1 LIBRE
		02:15 - 03:00	0.75	RIH SARTA DE 1.1/2" CON KOT, EXTENSION DE 8" E IMPRESSION BLOCK DE 1.34" PARA VERIFICAR INSTALACION DE VRF EN WMI # 1 @ 2318 ft, LOCALIZO Y TOMO IMPRESION EN SUPERFICIE CON MARCA DE LATCH
		03:00 - 03:45	0.75	RIH SARTA DE 1.1/2" CON KOT Y PULLING TOOL HD DE 1.5/8" PARA RECUPERAR DUMMY EN WMI # 2 @ 2147 ft, LOCALIZO Y RECUPERO CON IMPACTOS A 1300 lb EN SUPERFICIE CON DUMMY SN # 766
		03:45 - 04:30	0.75	RIH SARTA DE 1.1/2" CON KOT Y RUNNING TOOL RK-1 PARA INSTALAR VRF SN # 3696 EN WMI # 2 @ 2147 ft, LOCALIZO BOLSILLO E INSTALO EN SUPERFICIE CON RK-1 LIBRE
		04:30 - 05:15	0.75	RIH SARTA DE 1.1/2" CON KOT, EXTENSION DE 8" E IMPRESSION BLOCK DE 1.34" PARA VERIFICAR INSTALACION DE VRF EN WMI # 2 @ 2147 ft, LOCALIZO Y TOMO IMPRESION EN SUPERFICIE CON MARCA DE LATCH
		05:15 - 05:45	0.50	REPORTE DE OPERACIONES, ORDEN Y ASEO
		05:45 - 06:00	0.25	CAMBIO DE TURNO
		06:00 - 06:15	0.25	REVALIDO PERMISO DE TRABAJO, A/R Y CHARLA PRE-OPERACIONAL
		06:15 - 07:00	0.75	RIH CON SARTA DE 1.5" O.D, MAS KICK OVER OM-1 CON PULLING TOOL HEAVY DUTTY DE 1.5/8", PARA RETIRAR DUMMY DEL WMI # 03 @ 2120 FT E.M, Y ES ENCONTRADO @ 2120 FT SL, TRABAJO SARTA CON MARTILLO MECANICO, POOH, OK, EN SUPERFICIE, CON DUMMY
		07:00 - 07:45	0.75	RIH CON SARTA DE 1.5" O.D, MAS KICK OVER OM-1 CON RUNNING TOOL RK-1 CON VRF, PARA INSTALAR EN EL WMI # 03 @ 2120 FT E.M, Y ES ENCONTRADA @ 2120 FT SL, TRABAJO SARTA CON MARTILLO MECANICO, POOH, OK, EN SUPERFICIE, CON RUNNING TOOL LIBRE

8

ANEXO B.
MATRIZ DE DECISIÓN (VER CD)

 Fundación Universidad de América	FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA	Código:
	PROCESO: GESTIÓN DE BIBLIOTECA	Versión 0
	Autorización para Publicación en el Repositorio Digital Institucional – Lumieres	Julio - 2016

AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL LUMIERES

Nosotros **Lina Marcela López Lozano** y **José Sebastián Muñoz Restrepo** en calidad de titulares de la obra **Diseño de una matriz de decisión para la ejecución de operaciones de pesca en pozos inyectoros del Campo La Cira Infantas**, elaborada en el año 2017, autorizamos al **Sistema de Bibliotecas de la Fundación Universidad América** para que incluya una copia, indexe y divulgue en el Repositorio Digital Institucional – Lumieres, la obra mencionada con el fin de facilitar los procesos de visibilidad e impacto de la misma, conforme a los derechos patrimoniales que nos corresponden y que incluyen: la reproducción, comunicación pública, distribución al público, transformación, en conformidad con la normatividad vigente sobre derechos de autor y derechos conexos (Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, entre otras).

Al respecto como Autores manifestamos conocer que:

- La autorización es de carácter no exclusiva y limitada, esto implica que la licencia tiene una vigencia, que no es perpetua y que el autor puede publicar o difundir su obra en cualquier otro medio, así como llevar a cabo cualquier tipo de acción sobre el documento.
- La autorización tendrá una vigencia de cinco años a partir del momento de la inclusión de la obra en el repositorio, prorrogable indefinidamente por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales del autor y podrá darse por terminada una vez el autor lo manifieste por escrito a la institución, con la salvedad de que la obra es difundida globalmente y cosechada por diferentes buscadores y/o repositorios en Internet, lo que no garantiza que la obra pueda ser retirada de manera inmediata de otros sistemas de información en los que se haya indexado, diferentes al Repositorio Digital Institucional – Lumieres de la Fundación Universidad América.
- La autorización de publicación comprende el formato original de la obra y todos los demás que se requiera, para su publicación en el repositorio. Igualmente, la autorización permite a la institución el cambio de soporte de la obra con fines de preservación (impreso, electrónico, digital, Internet, intranet, o cualquier otro formato conocido o por conocer).
- La autorización es gratuita y se renuncia a recibir cualquier remuneración por los usos de la obra, de acuerdo con la licencia establecida en esta autorización.
- Al firmar esta autorización, se manifiesta que la obra es original y no existe en ella ninguna violación a los derechos de autor de terceros. En caso de que el trabajo haya sido financiado por terceros, el o los autores asumen la responsabilidad del cumplimiento de los acuerdos establecidos sobre los derechos patrimoniales de la obra.
- Frente a cualquier reclamación por terceros, el o los autores serán los responsables. En ningún caso la responsabilidad será asumida por la Fundación Universidad de América.
- Con la autorización, la Universidad puede difundir la obra en índices, buscadores y otros sistemas de información que favorezcan su visibilidad.

Conforme a las condiciones anteriormente expuestas, como autores establecemos las siguientes condiciones de uso de nuestra obra de acuerdo con la **licencia Creative Commons** que se señala a continuación:

 Fundación Universidad de América	FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA	Código:
	PROCESO: GESTIÓN DE BIBLIOTECA	Versión 0
	Autorización para Publicación en el Repositorio Digital Institucional – Lumieres	Julio - 2016

	Atribución- no comercial- sin derivar: permite distribuir, sin fines comerciales, sin obras derivadas, con reconocimiento del autor.	<input type="checkbox"/>
	Atribución – no comercial: permite distribuir, crear obras derivadas, sin fines comerciales con reconocimiento del autor.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Atribución – no comercial – compartir igual: permite distribuir, modificar, crear obras derivadas, sin fines económicos, siempre y cuando las obras derivadas estén licenciadas de la misma forma.	<input type="checkbox"/>

Licencias completas: http://co.creativecommons.org/?page_id=13

Siempre y cuando se haga alusión de alguna parte o nota del trabajo, se debe tener en cuenta la correspondiente citación bibliográfica para darle crédito al trabajo y a sus autores.

De igual forma como autores autorizamos la consulta de los medios físicos del presente trabajo de grado así:

AUTORIZAMOS	SI	NO
La consulta física (sólo en las instalaciones de la Biblioteca) del CD-ROM y/o Impreso	X	
La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer para efectos de preservación	X	

Información Confidencial: este Trabajo de Grado contiene información privilegiada, estratégica o secreta o se ha pedido su confidencialidad por parte del tercero, sobre quien se desarrolló la investigación. En caso afirmativo expresamente indicaremos, en carta adjunta, tal situación con el fin de que se respete la restricción de acceso.	SI	NO
		X

Para constancia se firma el presente documento en Bogotá D.C, a los 26 días del mes de Octubre del año 2017.

LOS AUTORES:

Autor 1

Nombres	Lina Marcela	Apellidos	López Lozano
Documento de identificación No	1015.435.063	Firma	

Autor 2

Nombres	José Sebastián	Apellidos	Muñoz Restrepo
Documento de identificación No	1022.396.944	Firma	

Nota: Incluya un apartado (copie y pegue el cuadro anterior), para los datos y la firma de cada uno de los autores de la obra.